



Premio Andesco a la Sostenibilidad 2026

1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	1
2. PRINCIPALES RESULTADOS	2
3. INDICADORES DE MEDICION	5
4. POBLACIÓN BENEFICIADA	5
5. EVIDENCIAS DISPONIBLES.....	6
6. REFERENCIAS	20

1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Desde el **Grupo de Gestión Energética y Eco sostenibilidad Ambiental (GEEA) de la Dirección Científica y de Modelamiento Ambiental (DCMA)**, se presenta una iniciativa estratégica orientada a fortalecer la toma de decisiones en materia de sostenibilidad territorial, en el marco de la invitación al Premio Andesco a la Sostenibilidad 2026.

El proyecto propone el desarrollo de un análisis territorial integral que permite identificar y priorizar zonas con potencial para el aprovechamiento de fuentes energéticas renovables, solar, eólica, hídrica y biomasa, así como para la implementación de soluciones de gestión sostenible de residuos en la jurisdicción de la CAR. La iniciativa constituye un ejercicio de Línea Base, que se consolida como un instrumento técnico, científico y académico, diseñado para orientar la definición e implementación de estrategias de eco sostenibilidad, con énfasis en la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y la adaptación al cambio climático.

La propuesta se estructura a partir de dos instrumentos complementarios. El primero, la Línea Base Territorial Ambiental (LBTA), permite una lectura con base en información secundaria del territorio mediante la integración de 13 indicadores agrupados en cinco componentes clave: la oferta energética disponible (potenciales solar, eólico, hídrico y de biomasa), las condiciones ambientales (incluyendo inventarios de GEI, adaptación al cambio climático y determinantes ambientales), las dinámicas sociales (como pobreza multidimensional, densidad poblacional y pobreza energética), los elementos de gobernanza (usos del suelo definidos en los POT) y los factores de riesgo asociados a amenazas de origen natural. Este instrumento no solo organiza la información, sino que la convierte en una base sólida para comprender las capacidades/opportunidades y limitaciones del territorio.

El segundo instrumento, la Prospectiva Tecnológica Ambiental (PTA), incorpora un enfoque de evaluación multicriterio para analizar la viabilidad y pertinencia de distintas tecnologías en los territorios previamente identificados. Entre ellas se incluyen sistemas fotovoltaicos conectados y aislados, soluciones eólicas, infraestructura para movilidad eléctrica como electrolíneas, tecnologías de aprovechamiento de biomasa, como biodigestores, eco estufas y pelletizadoras, así como alternativas para la gestión integral de residuos, tales como compostaje aerobio, vermicompostaje y recuperación de biogás en rellenos sanitarios. Este componente permite traducir el potencial territorial en opciones tecnológicas concretas y contextualizadas para sitios con oportunidad y/o necesidad en territorio de la jurisdicción CAR.



La integración de ambos instrumentos da lugar a un Índice de Aptitud Tecnológica, que articula las condiciones del territorio con la viabilidad de las soluciones tecnológicas. Este índice se proyecta como una herramienta clave para priorizar intervenciones en los municipios de la jurisdicción CAR, facilitando la implementación de proyectos piloto en transición energética, eficiencia energética y gestión sostenible de residuos.

En conjunto, el proyecto ofrece una visión sistémica del territorio, alineada con los instrumentos de planificación existentes, como los Planes de Ordenamiento Territorial, y orientada a generar impactos reales en la sostenibilidad regional. Su valor radica en la capacidad de conectar información, tecnología y planificación para transformar el conocimiento en acciones concretas que aporten a los retos actuales de cambio climático y desarrollo sostenible.

2. PRINCIPALES RESULTADOS

Entre los principales resultados alcanzados se destaca la consolidación de un enfoque técnico integral para la priorización de proyectos piloto de eco sostenibilidad orientados a la mitigación de GEI y Adaptación al cambio climático en la jurisdicción CAR. La iniciativa permitió articular la Línea Base Territorial Ambiental (LBTA) y la Prospectiva Tecnológica Ambiental (PTA) en un mismo esquema metodológico, estableciendo lineamientos para identificar, evaluar y jerarquizar territorios con potencial para la implementación de proyectos en transición energética, eficiencia energética y gestión sostenible de residuos.

Como resultado metodológico relevante se logró la articulación de:

- Trece indicadores independientes en un sistema multicriterio coherente con escala común de 1 a 5, que permite comparar y jerarquizar municipios de manera objetiva y replicable estos están divididos en dos grupos, Oferta Energética y Gestión Sostenible de Residuos, los cuales se presentan a continuación:

OFERTA ENERGÉTICA		
Componente	Variable	Descripción Índice
Oferta Energética	Potencial Solar	Oferta de Radiación Solar Global Horizontal KW/m ² .
	Potencial Eólico	Información velocidad viento a 100m de altura en m/s.
	Potencial Biomasa	Información poder calorífico de biomasa residual, agrícola, pecuaria, residuos sólidos urbanos en TJ/año.
	Potencial Hídrico	Índice de uso de agua (IUA) como oferta de agua m ³ /s Índice vulnerabilidad por des-



		abastecimiento (IVH aspectos de cambio climático): Bajo medio, alto, muy alto.
Potencial Ambiental	Inventarios de GEI	Identifica Emisiones por Sector Económico en CO ₂ equ/año.
	Determinantes Ambientales	Identifica % Área Disponible para implementar infraestructura
	Adaptación	Identifica Capacidad Adaptativa en territorios para amenaza y cambio climático, escala cualitativa (1-5)
Demanda Social	Pobreza Energética	Indica la pobreza energética en términos de acceso y calidad energética y vivienda funcional y otro, escala adimensional
	Pobreza Multidimensional	Indica % el grado de pobreza de la población, condiciones educativas, salud, trabajo y otros.
	Densidad Poblacional	Indica cantidad de población en unidad de área hab/km ²
Gobernanza	Uso Propuesto de POT	Identificar la zonificación de uso propuesto de suelo de los POT's, identificando mayor y menor restricción.
Riesgo	Amenaza de Origen Natural	Evalúa las condiciones de amenaza natural en las subcuencas asociadas a la ocurrencia de deslizamientos, inundaciones e incendios de cobertura vegetal.



GESTION SOSTENIBLE DE RESIDUOS		
Componente	Variable	Descripción Índice
Gestión Sostenible de Residuos	Indicador Compuesto de Residuos	Indicador compuesto que contiene: Estado PGIRS, Calidad y Cobertura de SSPP de Aseo, Generación y disposición entre otros.

- Elaboración de mapas territoriales de aptitud energética para toda la jurisdicción CAR, identificando zonas con alto potencial solar, eólico, de biomasa e hídrico. Estos resultados se obtuvieron a partir del análisis de información secundaria, mediante un proceso de tratamiento de datos enfocado en la normalización y categorización de componentes y variables. Cada uno de estos elementos fue ponderado por el Grupo de Gestión Energética y Eco sostenibilidad Ambiental de la Dirección Técnica Científica y de Modelamiento Ambiental (DCMA) y posteriormente validado por un panel de 10 expertos, mediante la metodología Delphi¹, con el propósito de validar los indicadores como insumo para el álgebra de mapas SIG.
- Soporte técnico matriz multicriterio de prospectiva tecnológica, para la identificación y caracterización de tecnologías aplicables, y los criterios de evaluación relacionados con especificaciones técnicas, ambientales, normativas, riesgos, madurez y eficiencia tecnológica.
- Estimación del inventario de GEI a escala municipal para 61 municipios de la jurisdicción en tres cuencas hidrográficas principales (Río Bogotá, Río Garagoa, Río Bajo, Medio y Alto Suárez), permitiendo priorizar intervenciones según nivel de emisiones.
- Evaluación de la viabilidad de gestión sostenible de residuos en los municipios de tres cuencas hidrográficas principales (Río Bogotá, Río Garagoa, Río Bajo, Medio y Alto Suárez), con puntajes destacados en el indicador compuesto de residuos.
- Desarrollo de perfiles tecnológicos para múltiples alternativas de mitigación, con análisis de madurez tecnológica, eficiencia operativa, marco normativo y riesgos ambientales.

¹ Metodología Delphi: Es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo. (Linstone y Turoff, 1975). La capacidad de predicción de la Delphi se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos. (Escuela de organización industrial -eoi, <https://www.eoi.es/blogs/nataliasuarez-bustamante/2012/02/11/%C2%BFque-es-el-metodo-del-phi/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20Delphi%20es%20un%20m%C3%A9todo%20de,evaluado%20coste%20y%20su%20tiempo%20de%20ejecuci%C3%B3n.>



3. INDICADORES DE MEDICION

- **Indicador de priorización territorial por disponibilidad de información:** Permite identificar, dentro del conjunto de municipios de la jurisdicción, aquellos que pueden ser priorizados en una fase inicial del proyecto, teniendo en cuenta la disponibilidad, calidad y completitud de la información requerida para el análisis. Dado que no se cuenta con cobertura total de datos en todos los municipios, la priorización se realiza de manera progresiva, iniciando en aquellos territorios con mayor acceso a información, lo que garantiza mayor solidez en los resultados y viabilidad en la implementación de pilotos.
- **Variables efectivamente procesadas y normalizadas/ Total de variables definidas en la metodología:** Mide el grado de completitud técnica de la LBTA. Una variable se considera procesada cuando ha sido recopilada, depurada, normalizada en escala 1–5 y cartografiada a nivel municipal.
- **Municipios con Índice de línea base ≥ 3 / Total de municipios de jurisdicción con priorización:** Expresa qué proporción del territorio CAR alcanza un nivel medio, alto o muy alto de aptitud territorial para la implementación de estrategias de eco sostenibilidad.
- **Expertos con respuesta y validación/Total de expertos convocados al panel:** Refleja la legitimidad y representatividad del proceso Delphi utilizado para validar los porcentajes de las variables de LBTA.
- **Hectáreas de municipios priorizados con categoría ≥ 3 / superficie total jurisdicción CAR (ha):** Traduce la priorización municipal a una magnitud territorial concreta, expresando qué proporción del área total de la jurisdicción CAR tiene potencial efectivo de intervención.

4. POBLACIÓN BENEFICIADA

La iniciativa tiene cobertura sobre 61 municipios de la jurisdicción de la CAR Cundinamarca, distribuidos en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, con especial énfasis en las zonas rurales y periféricas con mayor índice de pobreza multidimensional y menor capacidad adaptativa ante el cambio climático.

La iniciativa beneficia de manera directa a las administraciones municipales dentro de la jurisdicción CAR, al fortalecer la capacidad técnica para priorizar municipios, evaluar tecnologías y orientar decisiones de planificación e inversión en proyectos piloto de eco sostenibilidad. De manera indirecta, beneficia a la población de los municipios priorizados de la jurisdicción CAR, especialmente en territorios con mayores necesidades identificadas a partir de variables como pobreza multidimensional rural, pobreza energética, capacidad adaptativa, gobernanza y riesgo. Con un alcance territorial amplio, asociado a los municipios de la jurisdicción CAR y a la priorización de proyectos en transición energética, eficiencia energética y gestión sostenible de residuos.



5. EVIDENCIAS DISPONIBLES

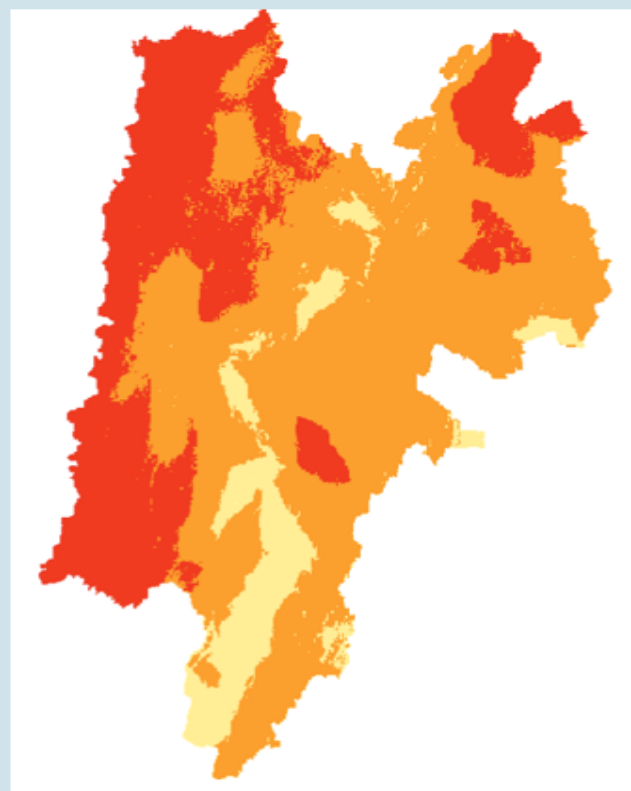
Como parte del análisis territorial, se elaboraron una serie de mapas que permiten ver cómo se distribuyen en el territorio distintos factores clave para la sostenibilidad. Allí se reflejan los potenciales de fuentes renovables, solar, eólica, hídrica y de biomasa, junto con aspectos ambientales, condiciones de adaptación al cambio climático y variables sociales como la pobreza energética y la densidad poblacional. También se incluyen elementos de planificación, como los usos del suelo definidos en los POT, y un indicador relacionado con la gestión de residuos. En conjunto, estos mapas ofrecen una lectura del territorio y ayudan a identificar dónde están las principales oportunidades y retos para avanzar en estrategias de eco sostenibilidad.



- **Mapa de Potencial Solar**

Este mapa presenta la radiación solar Global en W/m² en el territorio CAR, la categorización del potencial se presenta por los rangos de 1 a 5 siendo 1 muy bajo (escalas de amarillo) a 5 muy alto (color rojo).

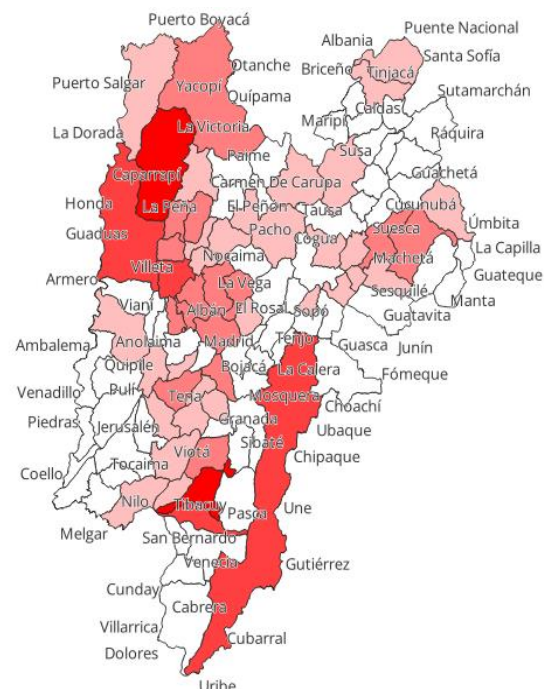
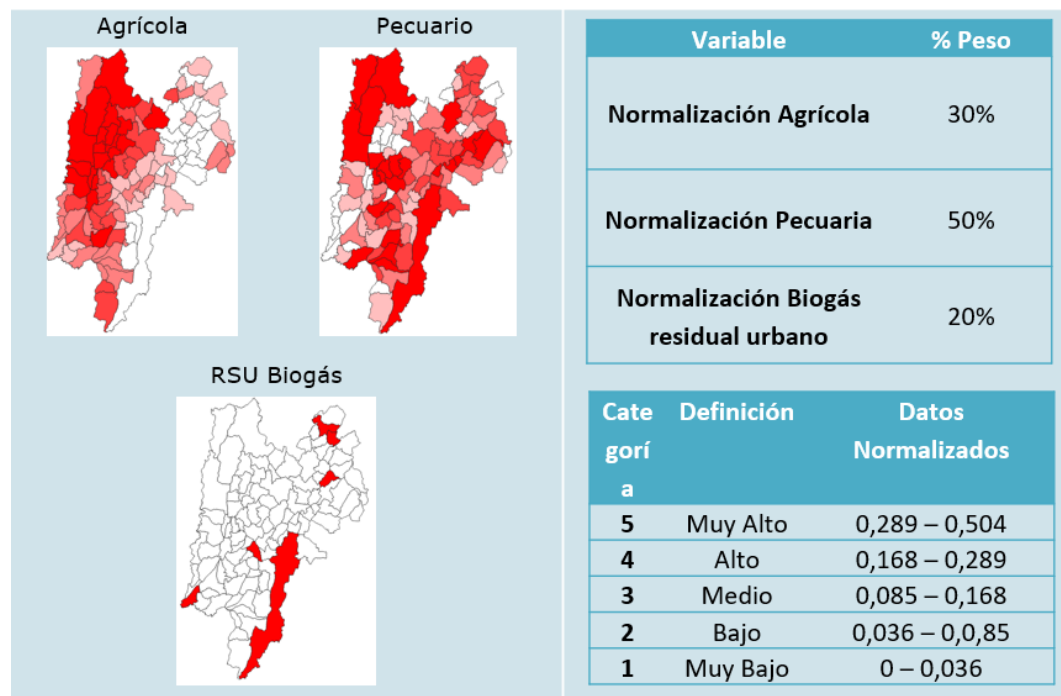
Clasificación	Nivel	Rango kWh/m ² /día
Bajo	1	< 3
Medio Bajo	2	De 3 a 4
Medio	3	De 4 a 5
Medio Alto	4	De 5 a 6
Alto	5	> 6





- **Mapa Potencial Biomasa**

Este mapa contiene la información del potencial de Biomasa en TJ/Año para los sectores agrícola, pecuario y biogás de los residuos sólidos urbanos, los cuales se les realizó la normalización de datos y se les asignó pesos a las variables obteniendo el mapa de la derecha de potencial de biomasa.

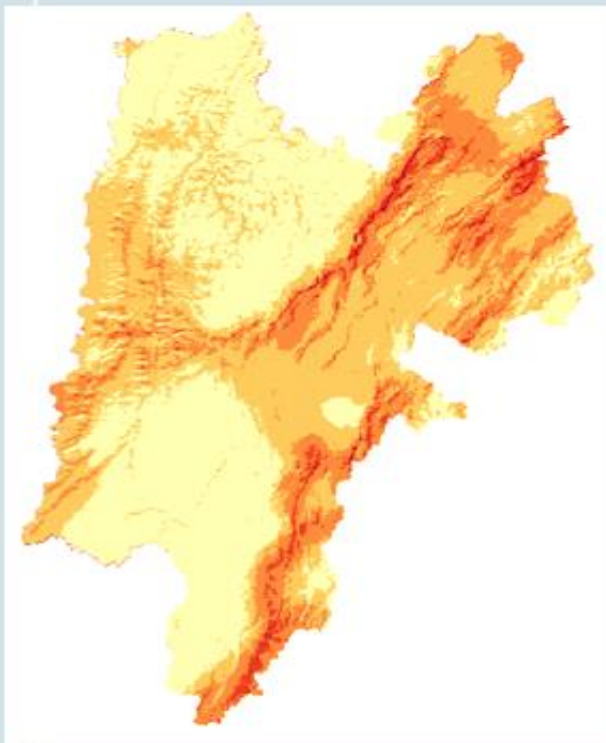




- **Mapa de Potencial Eólico**

Este mapa presenta la potencialidad eólica en la jurisdicción CAR en rangos de 1 a 5 siendo el más bajo 1 (amarillos claros) y el más alto 5 (tonos rojos) por velocidad del viento en m/s.

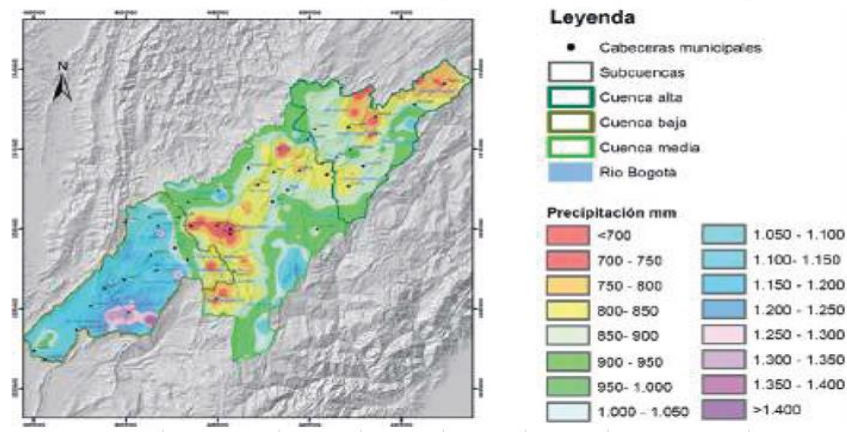
Clasificación	Nivel	Rango Velocidad del viento m/s a 100 metros de altura
Bajo	1	< 3
Medio Bajo	2	De 3 a 5
Medio	3	De 5 a 7
Medio Alto	4	De 7 a 9
Alto	5	> 9





• Mapa Potencial Hídrico

Este mapa contiene la combinación de dos indicadores índice de vulnerabilidad hídrica IVH y el índice de vulnerabilidad por desabastecimiento IVH, al final se cuenta con un mapa que presenta el potencial hídrica en escala de 1 (muy bajo y 5 (muy alto).



CUENCA	SUBCUENCA	ÍNDICE DE USO DE AGUA IUA (POMCAS - Información extraída de la fase diagnóstica)		Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH) (POMCAS - Información extraída de la fase diagnóstica)		POTENCIAL HÍDRICO	POTENCIAL HÍDRICO
		Valor IUA (valores utilizados en m3/s Mm3/año I/s)	Rango IUA	Valores IUA para calculo de IPH	Valores IVH para calculo de IPH		
CUENCA ALTA RIO BOGOTÁ	Embalse Yominé	0,124271252	Medio	3	Alto	2	1,2
	Embalse Sigá	0,045507487	Bajo	4	Medio	3	2,4
	Rio Alto Bogotá	0,302145506	Alto	2	Muy Alto	1	0,4
	Sector Sigá - Tibitoc	0,222950928	Alto	2	Medio	3	1,2
	Rio Neusa	0,424830811	Alto	2	Alto	2	0,8
	Embalse del Muña	0,349793151	Alto	2	Muy Alto	1	0,4
	Rio Tunjuelo	0,407217848	Alto	2	Alto	2	0,8
	Sector Tibitoc - Soacha	0,372544719	Alto	2	Medio	3	1,2
	Rio Teusacá	0,08452306	Bajo	4	Medio	3	2,4
	Rio Frio	0,228508564	Alto	2	Muy Alto	1	0,4
	Rio Balsillas	0,532730585	Muy Alto	1	Muy Alto	1	0,2
	Rio Soacha	0,509398303	Muy Alto	1	Muy Alto	1	0,2
	Rio Negro	0,325002259	Alto	2	Muy Alto	1	0,4
	Rio Chicó	0,114185913	Medio	3	Alto	2	1,2
	Rio Bajo Bogotá	0,210023652	Alto	2	Alto	2	0,8
	Rio Calandaima	0,118026083	Medio	3	Alto	2	1,2
	Sector Salto - Apulo	0,227361314	Alto	2	Alto	2	0,8
	Sector Soacha - Salto	0,297173015	Alto	2	Medio	3	1,2
	Rio Apulo	0,370753594	Alto	2	Muy Alto	1	0,4

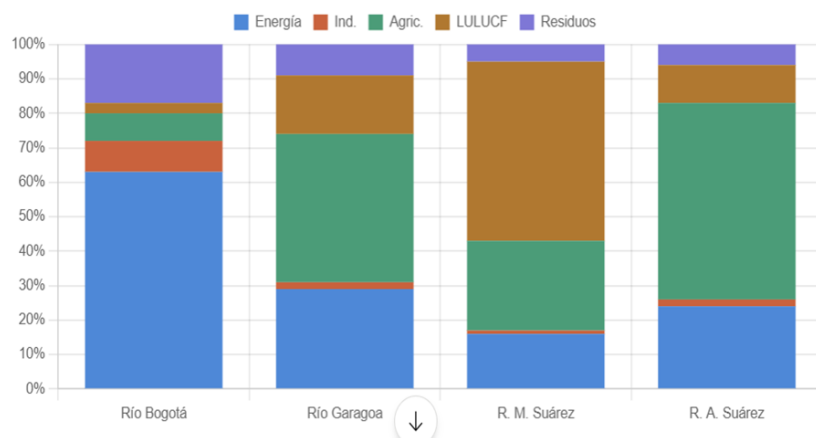


- **Inventarios de GEI**

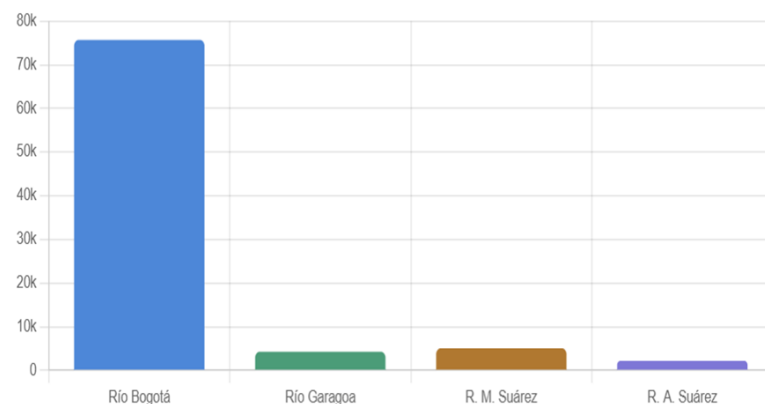
El gráfico muestra la composición porcentual de las emisiones de GEI por sector en cada una de las cuencas hidrográficas de la jurisdicción CAR. Se observa que el sector energía (azul) es dominante en todas las cuencas, con mayor peso relativo en Río Bogotá y Río Alto Suárez, lo que refleja una mayor concentración de actividades industriales y de servicios en estos territorios. El sector agrícola (verde) adquiere mayor relevancia en las cuencas de Río Garagoa y Río Alto Suárez, coherente con el carácter predominantemente rural y agropecuario de estas regiones. El componente LULUCF (café) tiene participación notable en Río Medio Suárez y Río Garagoa, asociado a dinámicas de cambio en uso del suelo y cobertura boscosa. Los residuos (morado) y los procesos industriales (naranja) mantienen una participación menor y relativamente homogénea entre cuencas.

La cuenca del Río Bogotá tiene mayor cantidad de generación de gases de efecto invernadero.

Peso sectorial relativo por cuenca (%)



Participación por cuenca en el total agregado (sin Bogotá)

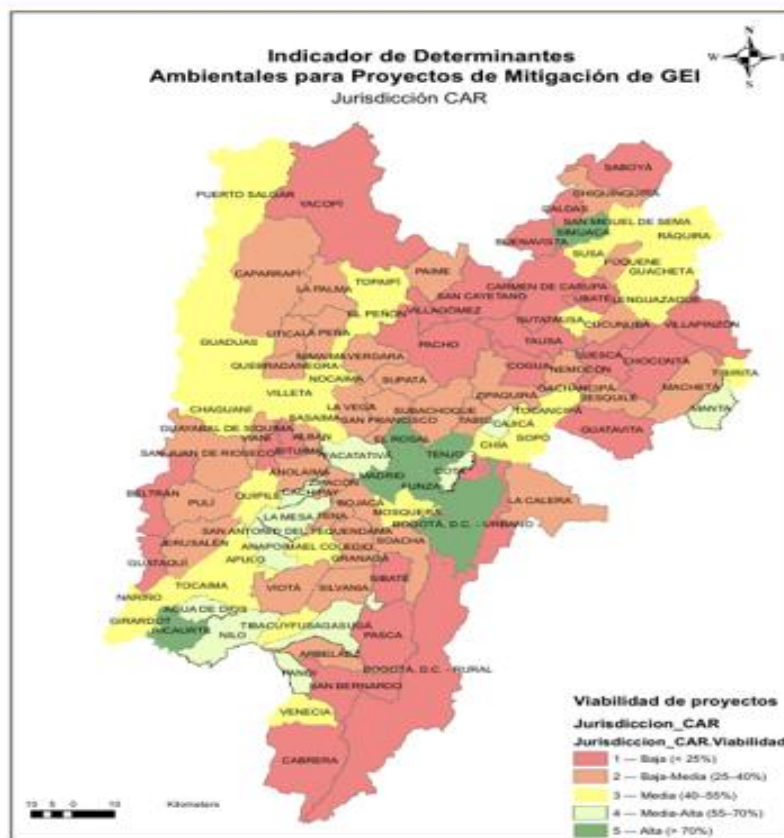




- Mapa de determinantes ambientales

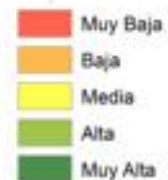
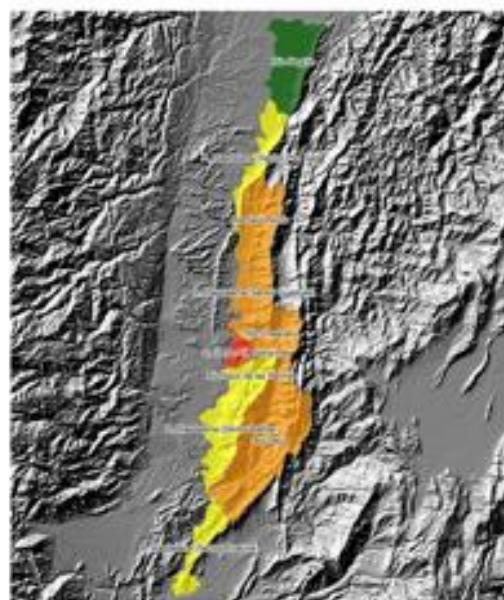
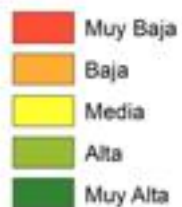
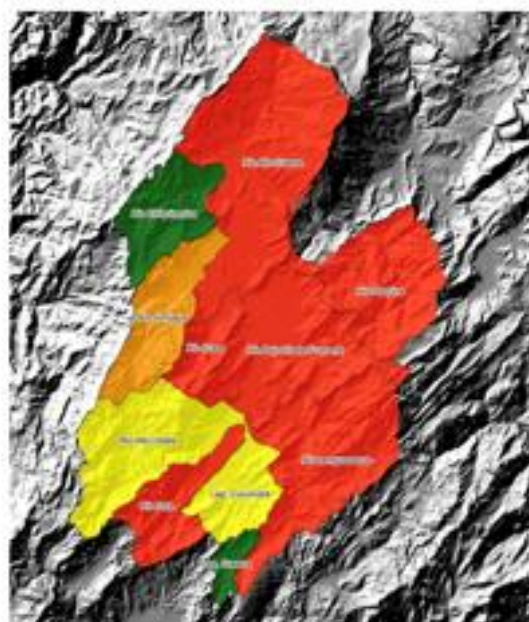
Se presenta el mapa de determinantes ambientales el cual cuenta con la información del porcentaje (%) de área disponible para implementar infraestructura siendo 1 muy bajo viabilidad de color rojo y 5 de alta viabilidad de color verde.

Color	Categoría	% Territorio libre
	5 — Alta viabilidad	> 70%
	4 — Media-Alta viabilidad	55% – 70%
	3 — Media viabilidad	40% – 55%
	2 — Baja-Media viabilidad	25% – 40%
	1 — Baja viabilidad	< 25%



- **Adaptación**

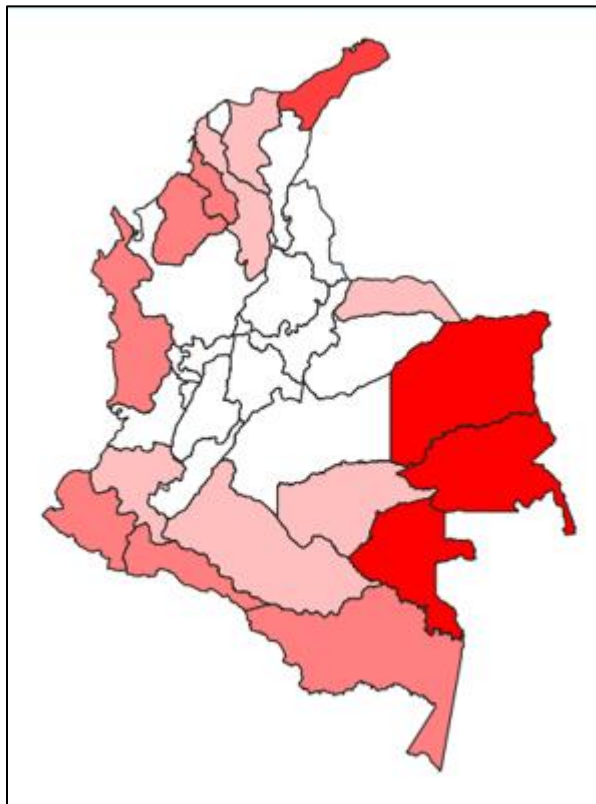
Para el mapa de adaptación se cuenta con la información de adaptación al cambio climático siendo 1 muy baja adaptación y 5 muy alta adaptación al cambio climático.





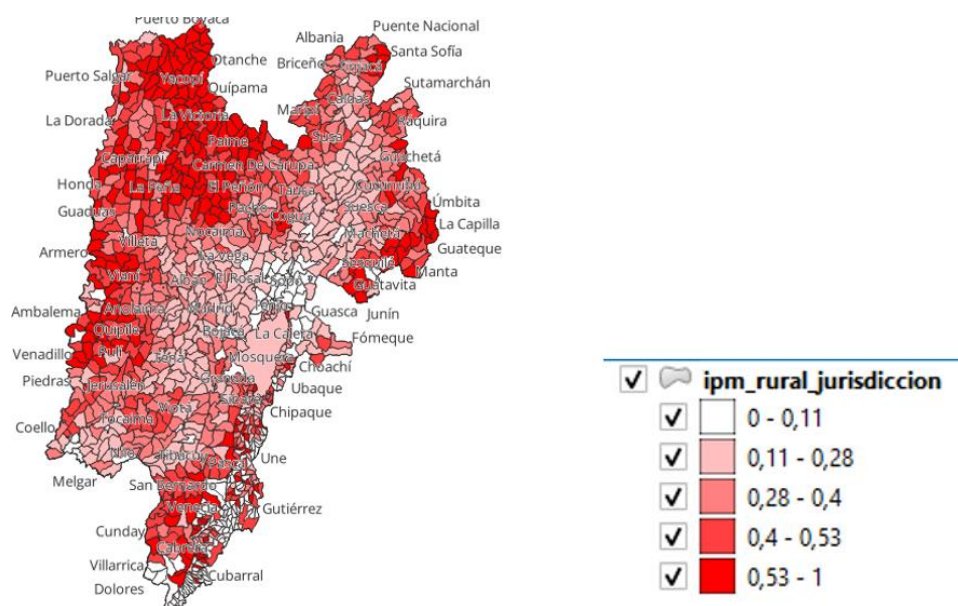
- **Pobreza Energética**

Este mapa presenta la información a nivel departamental y se observa que en general se obtiene que para Cundinamarca la pobreza energética es muy baja.



- **Índice de pobreza multidimensional**

El mapa presenta el grado de privación de los hogares en una escala de 0% a 100%. Esto quiere decir que mayor porcentaje mayor pobreza. El indicador está compuesto por las siguientes dimensiones: Condiciones educativas del hogar, Condiciones de la niñez y juventud, Salud, Trabajo, Acceso a servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda.





- Densidad poblacional**

Se presentará el mapa de densidad poblacional el cual indica la cantidad de personas en un área determinada al final se tendrá la información de 5 en color rojo con la mayor densidad y la de 1 con muy baja la de menor densidad poblacional.

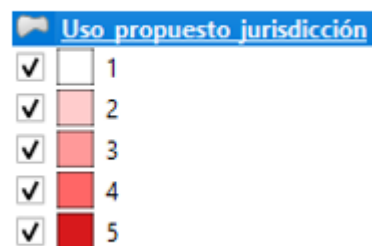
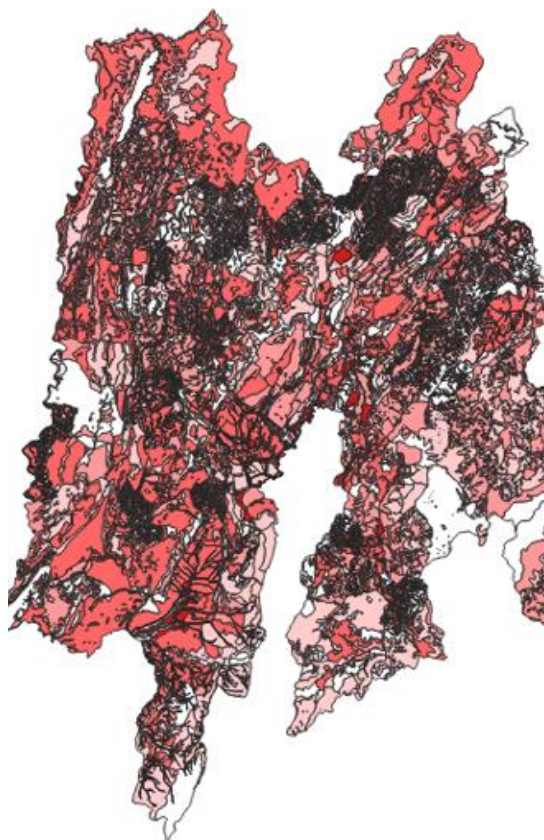
ANÁLISIS POBLACIONAL					
MUNICIPIOS	ÁREA (HA) POMCA 2019	ÁREA (km²)	POBLACIÓN L 2018	DENSIDAD POBLACIONAL (hab/km²)	CLASIFICACIÓN
Agua de Dios	8.984	89.9	10733	153.5	Concentrado
Anapoima	12302	123.0	13608	113.2	Rural-baja
Anolima	11046	110.5	11968	108.6	Rural-baja
Apulo	11853	118.5	7912	65.9	Rural-baja
Bogotá D. C.	85788	857.7	8181047	9536.8	Muy alta demanda
Bogotá	10067	100.7	12448.00	123.7	Rural-baja
Cachipay	53400	534.0	9705	18.3	Disperso
Cajicá	5145	51.5	60379	1173.5	Muy alta demanda
Chia	7897	80.0	135752	1697.5	Muy alta demanda
Chiquaque	13600	136.0	8401	60.4	Rural-baja
Chocontá	25431	254.3	27208	107.1	Rural-baja
Cogua	13249	132.5	23664	178.5	Concentrado
Cota	5711	57.1	26483	463.4	Concentrado
Cucunubá	1278	12.3	7589	618.0	Alta demanda
El Colegio	11834	118.3	22163	185.7	Concentrado
El Rosal	7145	71.5	19440	255.1	Alta demanda
Facatativá	15549	155.5	139364	895.5	Muy alta demanda
Fusca	8734	87.3	78645	1181.2	Concentrado
Gachanipá	4152	41.5	15632	376.5	Muy alta demanda
Girardot	7824	78.2	199818	1393.3	Alta demanda
Granada	1543	15.4	8523	552.7	Alta demanda
Guasca	21285	213.0	15478	72.7	Rural-baja
Guatavita	15168	151.7	8958	45.9	Disperso
La Calera	19285	192.7	28668	148.3	Rural-baja
La Mesa	14832	148.3	32771	219.5	Concentrado
Madrid	11867	118.0	82118	690.2	Alta demanda
Mosquera	10620	106.2	89108	839.1	Alta demanda
Nemacón	9854	98.5	14137	143.5	Rural-baja
Opitima	3044	30.4	8146	267.8	Concentrado
Ricaurte	8895	87.0	9844	113.2	Rural-baja
San Antonio de Tequendama	8989	89.9	13272	147.6	Rural-baja
Sesquale	14048	140.5	15415	109.7	Rural-baja
Sibaté	9531	95.3	40535	425.3	Concentrado
Soacha	16889	168.9	544997	3208.5	Muy alta demanda
Sopo	11092	110.9	28518	257.1	Concentrado
Subachoque	18060	180.6	17077	90.1	Rural-baja
Suesca	11725	117.3	18375	156.7	Concentrado
Tábo	7432	74.3	29042	390.8	Concentrado
Tausa	14004	140.0	9106	65.0	Rural-baja
Tena	5223	52.2	9359	179.2	Concentrado
Tenjo	11178	111.8	20179	180.5	Concentrado
Tocaima	24311	243.1	10704	44.0	Disperso
Tocancipá	7204	72.0	34564	479.7	Concentrado
Villapinzón	12817	128.2	20711	161.8	Concentrado
Viotá	20315	203.2	13328	65.6	Rural-baja
Zipacón	5270	52.7	5750	109.1	Rural-baja
Zipaquirá	18455	184.6	128420	695.9	Alta demanda
TOTAL	681.275	6.813	10.175.182	28.807	TOTAL

Categorización	Descripción	Habitantes
5	Muy alta demanda (> 1.000 hab/km²)	> 1.000 hab/km²
4	Alta demanda	(500–1.000) hab/km²
3	Concentrado	(150–500) hab/km²
2	Rural-baja	50–100 hab/km²
1	Disperso	< 50 hab/km²



- **Uso propuesto de POT**

El mapa de uso propuesto de POT presenta la información homologada de los usos de suelo de la gobernación de Cundinamarca y Gobernación de Boyacá de jurisdicción de la CAR para que los valores más altos sean los usos de suelo menos restrictivos tales como vivienda campestre, servicios públicos, suelos de expansión y con 1 los más bajo o los más restrictivos (páramos, reservas)





- **Amenazas Naturales**

Este indicador evalúa las condiciones de amenaza en las subcuencas asociadas a la ocurrencia de deslizamientos, inundaciones e incendios de cobertura vegetal, con el fin de identificar áreas potenciales para la implementación de proyectos. La presencia de amenazas no implica la inviabilidad de los proyectos, sino la necesidad de incorporar análisis de riesgo que consideren la relación entre amenaza y vulnerabilidad de la infraestructura, permitiendo definir medidas específicas de reducción del riesgo.

El indicador se construye a partir de la superposición espacial de mapas de amenaza por:

- Inundaciones
- Deslizamientos
- Incendios de cobertura vegetal

Se evalúa la combinación de estas amenazas en cada unidad de análisis (subcuenca o municipio).

Interpretación:

- Valores bajos (1–2) > Alta restricción para implementación de proyectos; requieren medidas intensivas de reducción del riesgo.
- Valor medio (3) > Condiciones moderadas; se requieren medidas de manejo del riesgo.
- Valores altos (4–5) > Condiciones favorables; menor necesidad de medidas de mitigación y mayor viabilidad para la implementación de proyectos.

- **Indicador compuesto de residuos**

El modelo identificó a Mosquera, Chía y Cota como los municipios con mayor aptitud para la implementación de proyectos piloto de reducción de GEI en el sector de residuos sólidos dentro de la jurisdicción CAR, al concentrar las condiciones más favorables en las tres dimensiones evaluadas: alto potencial de mitigación de emisiones (dimensión A, 45%), infraestructura y viabilidad técnica de implementación consolidada (dimensión B, 40%) y PGIRS vigente con seguimiento activo (dimensión C, 15%).

Estos municipios no solo presentan los mayores volúmenes de residuos orgánicos con potencial de aprovechamiento, sino que cuentan con la institucionalidad local, la infraestructura de base y los instrumentos de planificación actualizados que reducen significativamente el riesgo de implementación y maximizan la probabilidad de éxito y replicabilidad del piloto en el corto plazo.



Pts	Etiqueta	Rango
5	Muy Alta	80 – 100
4	Alta	65 – 79
3	Media	45 – 64
2	Baja	25 – 44
1	Muy Baja	0 – 24

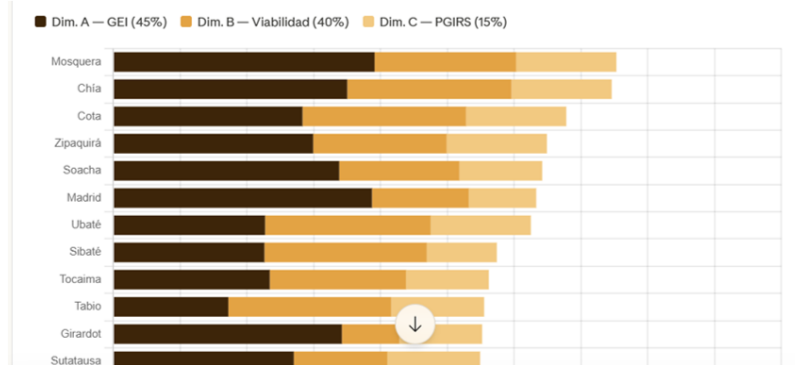


Figura 4. Resultados de evaluación- gestión sostenible de residuos



6. REFERENCIAS

- ArcGIS Pro. (marzo de 2026). Métodos de clasificación de datos. Esri. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2014). Análisis de la viabilidad de la generación de energía a partir de biomasa en Colombia. Washington D.C.
- Castillo, E. F., & Herrera, C. I. (2015). Valoración energética de residuos agroindustriales en Colombia. Programa Editorial Universidad del Valle.
- Cebecauer, T., & Suri, M. (2015). Typical Meteorological Year Data: SolarGIS Approach. Energy Procedia, 70, 342–349. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.02.133>
- CONPES 4075. (2022). Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Consejo Mundial de Energía (WEC) — Colombia. (2019). Perspectivas de la Biomasa en el Mix Energético. Bogotá D.C.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) & Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). Amenaza, vulnerabilidad, riesgo y adaptación por cambio climático en la cuenca del Río Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) & Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo climático en la cuenca del Río Garagoa.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) & Universidad Nacional de Colombia. (2020). Evaluación regional del agua — Cuenca Alta Río Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) & Universidad Nacional de Colombia. (2020). Evaluación regional del agua — Cuenca Baja Río Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) & Universidad Nacional de Colombia. (2020). Evaluación regional del agua — Cuenca Media Río Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) & Universidad Nacional de Colombia. (2020). Evaluación regional del agua — Río Seco y otros directos al Magdalena.



- Cotton, M., & Rynk, R. (2022). Site planning, development, and environmental protection. En The Composting Handbook. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85602-7.00018-2>
- DANE. (2024). Cuentas Departamentales — Serie 2005–2024. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá D.C.
- DANE. (2024). Cuadro 12 — Serie 2011–2023. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá D.C.
- DANE. (2024). Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2023. <https://www.dane.gov.co/>
- DANE. (2024). Pobreza multidimensional en Colombia. Bogotá D.C.
- DANE. (2025). Cuentas Departamentales — Resultados por actividad económica 2021. Bogotá D.C.
- Datacamp. (14 de octubre de 2024). Normalización vs. estandarización: cómo saber la diferencia. <https://www.datacamp.com/es/tutorial/normalization-vs-standardization>
- Decreto Compilatorio 1077. (2015). Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. Capítulo sobre servicio público de aseo y aprovechamiento. Dirección Técnica Ambiental — CAR.
- DNP. (2017). Etapa formulación — Kit de Ordenamiento Territorial. Bogotá D.C.
- DNP. (2020). Política General de Ordenamiento Territorial (PGOT) — Documento Marco. Bogotá D.C.
- Fundación Gaia Amazonas. (2025). Appendix — Colombia: Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD), Collection 3.0, Version 1.0. MapBiomass Colombia.
- Gobernación de Cundinamarca. (marzo de 2026). Datos abiertos Cundinamarca. <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/pages/datos-abiertos>
- IDEAM. (2015). Metodología para la determinación de la biomasa residual disponible. Anexo técnico del Atlas de Biomasa. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2021). Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (BUR3). Bogotá D.C.
- IGAC. (marzo de 2026). Colombia en Mapas. <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>
- Inclusión SAS & Promigas. (2024). II Reporte IMPE: El camino recorrido. Pobreza energética en Colombia 2022–2023. Fundación Promigas.
- Inclusión SAS & Promigas. (2025). Es hora de zarpar: Rumbo a pobreza energética de un dígito en 2030. Análisis del Índice Multidimensional de Pobreza Energética (IMPE). Fundación Promigas. <https://fundacionpromigas.org.co/impe/>



Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2020). Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050, segunda actualización). <https://tienda.icontec.org>

IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Javaheri, S., Sepehri, M., & Teimourpour, B. (2014). Data Mining Applications with R. Academic Press.

LEGIS. (11 de noviembre de 2025). Minambiente crea nueva licencia ambiental optimizada para proyectos eólicos y transición energética. Ámbito Jurídico. <https://www.ambitojuridico.com/noticias/derecho-publico/minambiente-crea-nueva-licencia-ambiental-optimizada-para-proyectos>

MapBiomass Colombia. <https://colombia.mapbiomas.org/>

Metodología Emisiones LULUCF. (s.f.). Metodología para la estimación municipal del componente LULUCF: emisiones por deforestación, absorciones por ganancia de formación boscosa y balance neto.

Ministerio de Minas y Energía. (2014). Plan de Desarrollo de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCER). Bogotá D.C.

Ministerio de Minas y Energía. (2024). Potencial energético subnacional y oportunidades de descarbonización en uso de energía final. Bogotá D.C.

Ministerio de Minas y Energía. (2024). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 40117 del 2 de abril de 2024. <https://www.minenergia.gov.co>

MinVivienda. (2 de diciembre de 2025). Plan de Ordenamiento Territorial (POT). <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/espacio-urbano-y-territorial/plan-ordenamiento-territorial/pot>

Mora Motta, A. (2014). El cambio climático y la inequidad en Colombia: tendencias recientes y perspectivas futuras [Tesis de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo]. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales.

Moreno, C. M., Nuñez, J. R., Rivera, J., Ghisayz, A., & Buelvas, E. A. (2025). Multi-criteria evaluation and multi-method analysis for appropriately selecting renewable energy sources in Colombia. Elsevier, 1–18.

Ordúz Prada, J. (2011). Modelo matemático para evaluar el potencial energético de la biomasa residual agrícola en Colombia. Bucaramanga.

Our World in Data. (marzo de 2026). Multidimensional Poverty Index (MPI). <https://ourworldindata.org/grapher/multidimensional-poverty-index-mpi-hot>

RAP-E Región Central. (2020). Biomasa en la Región Central: Potencialidades y Retos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



Resolución MVCT 754. (2014). Metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los PGIRS.

Sociedad Geográfica de Colombia. (2014). Plan de Ordenamiento Territorial — Cuenca Alta del Río Bogotá, Capítulo 5. Bogotá D.C.

Taleb, H. M., & Hijleh, B. A. (2021). Optimizing the Power Generation of a Wind Farm in Low Wind Speed Regions. Sustainability MDPI, 1–26.

Technical University of Denmark (DTU) & World Bank Group. (2026). Global Wind Atlas 3.0. <https://globalwindatlas.info>

Torres, J. L., Álvarez, J., Restrepo, D., Tamayo, J. M., Nieto, C., & Sierra, J. (2020). Technological and Operational Aspects That Limit Small Wind Turbines Performance. Energies MDPI, 1–39.

Ukoba, M. O., Diemuodeke, E. O., Briggs, T. A., Ojapah, M. M., Okedu, K. E., Owebor, K., & Ilhami, C. (2024). Multicriteria GIS-based assessment of biomass energy potentials in Nigeria. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 1–14.

UPME. (2011). Anexo D. Modelos matemáticos para evaluar el potencial energético de la biomasa residual. Bucaramanga.

UPME. (2011). Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia. Bucaramanga.

UPME. (2015). Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia. Ministerio de Minas y Energía / SIMEC.

UPME, Gobernación del Cesar, & IPSE. (2020). Estudio de perfil para la implementación de una micro central hidroeléctrica en las veredas La Montaña y Las Estrellas. Valledupar.

Wang, X., Liesaputra, V., Liu, Z., Wang, Y., & Huang, Z. (2024). An in-depth survey on Deep Learning-based Motor Imagery Electroencephalogram (EEG) classification. Science Direct.

World Bank Group. (2026). Global Solar Atlas 2.0. Solargis s.r.o. <https://globalsolaratlas.info>