

Estudios Base para el Municipio de Rionegro, Antioquia

Cambio Climático, Riesgos Naturales y Crecimiento Urbano



MÓDULO 1: ESTUDIO DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO RIONEGRO, COLOMBIA

RESUMEN EJECUTIVO





1 INTRODUCCIÓN

La evidencia científica indica que el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y que muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos tiempos. Los últimos 30 años han sido sucesivamente más cálidos que años anteriores desde 1850¹.

El presente trabajo se realizó bajo el concepto y metodología del Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cual se traslada a Colombia con el nombre de Programa de Ciudades Sostenibles y Competitivas (CSC) a través de la Financiera del Desarrollo Territorial (FINDETER). Dentro de sus objetivos tiene como prioridad apoyar a la sostenibilidad de los municipios en los ámbitos ambiental, urbano, económico, social y fiscal. Así, el presente documento plantea una Hoja de Ruta de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que busca integrar el desarrollo y la limitación de las emisiones en el Municipio de Rionegro (Departamento de Antioquia, Colombia). Para el cálculo se ha considerado como área de estudio tanto la zona rural como la urbana, y una población de 125.855 habitantes, de los cuales, el 69,1% se ubica en la cabecera municipal² en el año 2015.

El documento presenta la metodología empleada, los resultados del inventario de GEI para el año base 2015 y de un segundo año, el 2010, el cual es necesario para la confección del escenario tendencial o *Business as Usual* para los años 2030 y 2050; el Escenario de Crecimiento Inteligente (*Smart*) a partir de la selección de 15 acciones enfocadas en la reducción de GEI; y los costos y beneficios percibidos por las medidas de mitigación aplicando una tasa de descuento del 12%³. Igualmente, posibles opciones para la financiación.

¹ IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

² Universidad Católica de Oriente.

³ Tasa de descuento social y evaluación de proyectos: algunas reflexiones prácticas para América Latina y el Caribe / Javier Campos, Tomás Serebrisky, Ancor Suárez-Alemán. (IDB Monografía; 413.

2 DIAGNÓSTICO

La Hoja de Ruta de Mitigación de GEI se basa en un diagnóstico cualitativo y cuantitativo. El diagnóstico cualitativo permite identificar las causas de las emisiones a partir de una exhaustiva revisión documental y entrevistas con actores clave. Para el diagnóstico cuantitativo se han seguido las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero⁴ y el Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria v2 (2014), con lo cual se ha creado una herramienta específica⁵, adaptada al área de estudio. Este diagnóstico ha servido para identificar el potencial de reducción de emisiones de cada sector.

El inventario de emisiones de GEI indica que las emisiones totales en Rionegro ascienden a 329.327 t CO₂e y las absorciones a -37.752 t CO₂e, dando como resultado un balance de 291.575 t CO₂e. En términos per cápita, el balance de emisiones asciende a 2,32 t CO₂e. Este balance es inferior tanto a la media de América Latina y Caribe (6,3 t CO₂e) como a la media mundial (6,5 t CO₂e); así como al resto de los países más desarrollados de Europa (8,5 t CO₂e)⁶. En la Tabla 1 se presenta detalladamente las cifras para los años seleccionados.

Tabla 1 Resultados de los inventarios de GEI para los años 2010 y 2015

	Año adicional 2010 (t CO ₂ e)	Año base 2015 (t CO ₂ e)
Emisiones totales	273.751	329.327
Emisiones totales per cápita	2,45	2,62
Absorciones totales	-24.425	-37.752
Balance	249.325	291.575
Balance de Emisiones Per cápita	2,23	2,32

Fuente: Elaboración propia

⁴ Instituto para las Estrategias Ambientales Globales (IGES, del inglés, Institute for Global Environmental Strategies), Hayama, Japón

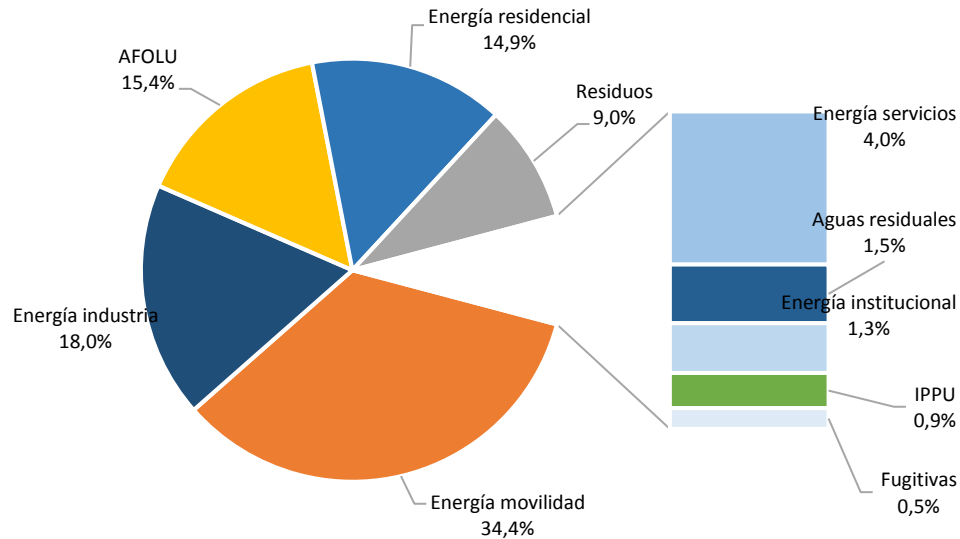
⁵ Se trata de la misma herramienta informática a la que se hace referencia a lo largo del informe y que se entrega como anexo.

⁶ CAIT Climate Data Explorer. 2017. Washington, DC: World Resources Institute. Available online at: <http://cait.wri.org>

Un reporte adicional, pero que no se contabiliza, son las emisiones de origen biogénico⁷. A modo informativo, en el año 2010 fueron de 4.993 t CO₂e y para el año base 2015 ascienden a 6.619t CO₂e.

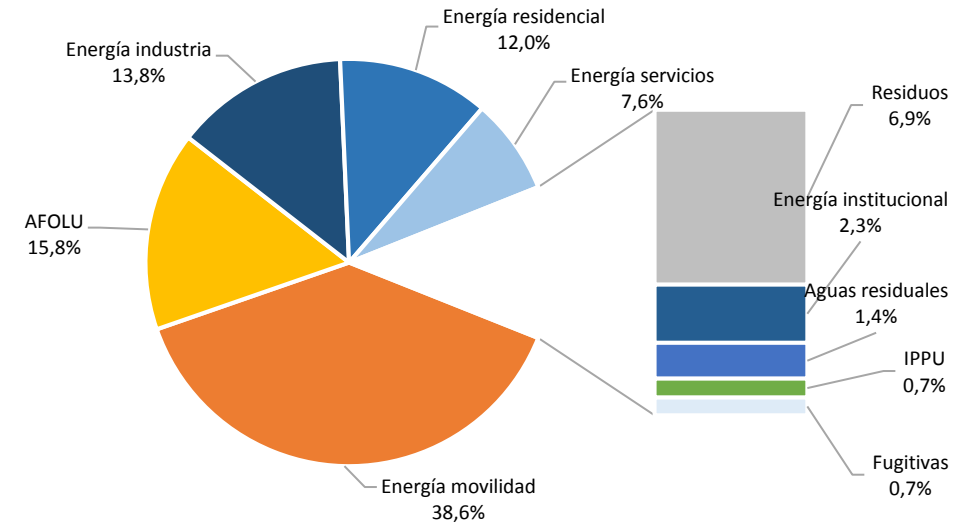
Los cálculos señalan que el sector Energía Movilidad concentra la mayor cantidad de emisiones. En el año 2010 representaba el 34,4% (94.114 t CO₂e) y en el año 2015 el 38,6% (127.253 t CO₂e), aumentando tanto la participación total como las emisiones absolutas, especialmente por la tendencia creciente del parque vehicular. Les siguen en participación los sectores Energía Industria, AFOLU, y Energía Residencial, concentrando estos cuatro sectores alrededor del 82,7% y 80,3% de las emisiones totales en los años 2010 y 2015 respectivamente. En la Figura 1 y Figura 2 se muestran detalladamente las participaciones de cada uno de los sectores.

Figura 1 Emisiones totales de GEI desagregadas para el año adicional 2010



Fuente: Elaboración propia

Figura 2 Emisiones totales de GEI desagregadas para el año base 2015



Fuente: Elaboración propia

No obstante lo presentado, el objeto de los inventarios de emisiones de GEI a nivel de ciudad no es la comparación entre ellas. El valor de las emisiones debe servir para que Rionegro evalúe sus progresos hacia un desarrollo bajo en carbono, fijando un año base con el cual compararse en el tiempo. La tendencia de estas emisiones desde el año base determinará la eficacia de las políticas públicas para descarbonizar su economía.

2.1 Escenario tendencial o *Business as Usual*

Se plantea un escenario tendencial o *Business as Usual* (BaU) a los años 2030 y 2050. En el año 2030 el balance de emisiones resulta en 495.887 t CO₂e, mientras que en el año 2050, el valor es de 1.085.873 t CO₂e. Se proyecta que las emisiones aumentan un 272% mientras que las absorciones disminuirán un 10,5%. En la Tabla 2 se presentan las emisiones, totales y per cápita, para los años seleccionados.

diferenciada, pero no debe contabilizarse en los totales de emisión ya que podría dar pie a una doble contabilidad.

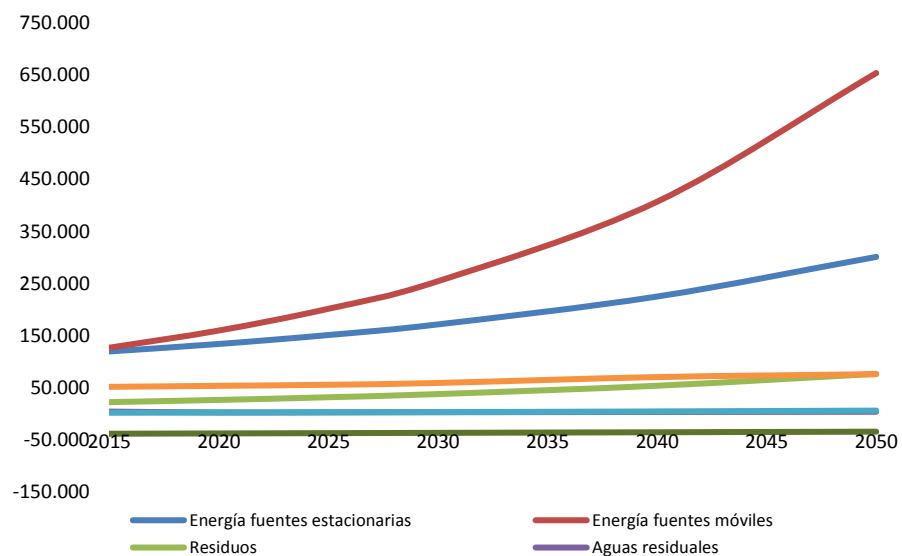
Tabla 2 Emisiones bajo un Escenario Tendencial proyectado a los años 2030 y 2050

	2030 (t CO ₂ e)	2050 (t CO ₂ e)
Emisiones Totales	531.887	1.119.676
Absorciones	-36.059	-33.803
Balance de emisiones	495.828	1.085.873
Per cápita Tendencial (Balance de emisiones)	2,52	3,20

Fuente: Elaboración propia.

La tendencia incremental se da por varios factores. El primero de ellos, por el aumento poblacional el cual se proyecta se incremente un 170%, pasando de 125.855 habitantes en 2015 a 339.399 habitantes en 2050, desembocando en mayor consumo de energía eléctrica, por ejemplo. El segundo, marcado, por la tendencia incremental del consumo de combustibles fósiles asociados al sector movilidad, tanto terrestre como aérea. En la Figura 3 se presenta el comportamiento en el tiempo de las emisiones y absorciones.

Figura 3 Emisiones totales bajo un escenario tendencial

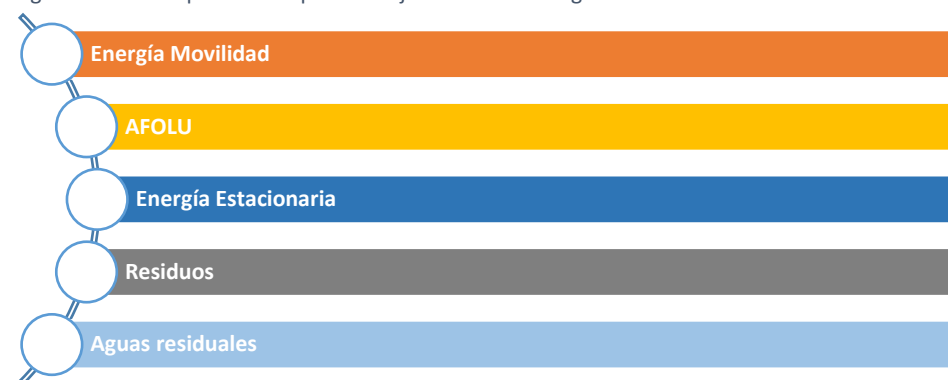


Fuente: Elaboración propia

2.2 Hoja de Ruta de Mitigación de GEI

Para la definición de acciones en la Hoja de Ruta de Mitigación de GEI se han priorizado conjuntamente 15 acciones de mitigación. Estas acciones fueron seleccionadas en colaboración con los agentes relevantes identificados a través de talleres de trabajo individuales participativos enfocados a los sectores priorizados:

Figura 4 Sectores priorizados para la Hoja de Ruta de mitigación



Fuente: Elaboración propia

Como resultado, se tienen las acciones de mitigación específicas para el Municipio de Rionegro que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3 Acciones de mitigación específicas para el municipio de Rionegro

SECTOR	ACCIONES	
Energía Fuentes Estacionarias	E.F.E. 1	Eficiencia energética en nuevos edificios residenciales a través de normativas municipales: Criterios bioclimáticos, energía solar fotovoltaica y jardines verticales.
	E.F.E. 2	Hogares verdes y energéticamente eficientes: Adecuación de viviendas existentes con techos verdes y paneles solares fotovoltaicos.
	E.F.E. 3	Rionegro iluminada y energéticamente eficiente: Sustitución de luminarias del alumbrado público por tipo LED y con autoabastecimiento a través de paneles solares.

SECTOR	ACCIONES	
	E.F.E. 4	Rionegro ambientalmente responsable desde la Compra y Contratación: Vehículos y computadores de la administración municipal más eficientes.
	E.F.E. 5	Edificios institucionales sostenibles y con bajo consumo energético: Iluminación eficiente abastecida con paneles solares.
Energía Fuentes Móviles	E.F.M. 1	Planificación urbana basada en criterios de sostenibilidad ambiental: Rionegro compacta, diversa y amigable con la movilidad.
	E.F.M. 2	Sistema de Transporte Masivo ferroviario APM (Movilizadores Automáticos de Personas) Aeromovel: Conexión Periferia – Centro – Periferia aporte para una movilidad sostenible en Rionegro.
	E.F.M. 3	Movilidad intermunicipal baja en emisiones. Conexión Aeropuerto José María Córdoba - Área Metropolitana del Valle de Aburrá con autobuses impulsados por motores eléctricos.
	E.F.M. 4	Sistema de Bicicletas Públicas como alternativa al transporte motorizado convencional: Ampliación del Sistema Bicí-Río.
Residuos	R.1	Compostaje en zonas rurales de Rionegro a pequeña escala: Plantas piloto demostrativas como alternativa para el aprovechamiento de residuos y producción de enmiendas orgánicas.
	R.2	Promoción de acciones para reducir en origen la producción de basura y fomentar la separación de residuos: Rionegro Reduce, Maneja y Recicla.
Aguas residuales	A.R.1	Proyecto Descargas Cero: Modernización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con tratamiento del 100% de los vertimientos, con aprovechamiento de biogás.
AFOLU	A.1	Rionegro Verde: Desarrollo de proyectos específicos de restauración en rondas hídricas y nacimientos de agua con especies típicas de ecosistemas de bosque húmedo Montano Bajo y bosque muy húmedo Montano Bajo.

SECTOR	ACCIONES	
	A.2	Programa de capacitación a los agricultores y productores ganaderos sobre buenas prácticas: alimentación de bovinos y manejo del estiércol.
Transversal	T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de las 15 acciones de mitigación, se tiene una reducción de Gases de Efecto Invernadero en el año 2050 de 505.022 t CO₂e (46,5%) y un ahorro energético de 1.641.937 MWh. En la Tabla 4 se presentan las emisiones sectoriales bajo un Escenario Inteligente.

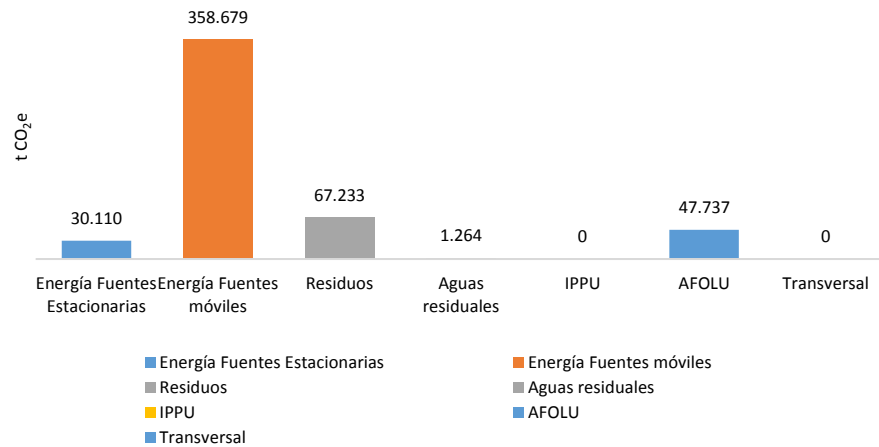
Tabla 4 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero bajo un Escenario Inteligente

	2015	2030	2050
	t CO ₂ e	t CO ₂ e	t CO ₂ e
Energía fuentes estacionarias	120.007,0	142.517,7	271.153,0
Energía fuentes móviles	127.253,0	73.630,6	295.186,8
Residuos	22.775,4	946,7	9.774,4
Aguas residuales	4.663,6	2.589,2	3.259,5
IPPU	2.465,8	3.263,0	6.576,4
AFOLU	52.161,9	39.216,6	53.744,9
TOTAL	329.326,8	262.163,7	639.695,1
Emisiones totales per cápita	2,62	1,00	1,8
Absorciones	-37.751,6	-38.895,6	-58.844,3
Balance de emisiones	291.575,1	223.268,1	580.850,8
Balance per cápita	2,32	1,1	1,7

Fuente: Elaboración propia

Las mayores reducciones acumuladas se presentan en el Sector Movilidad (71%) seguido del Sector Residuos (13,3%). En la Figura 4 se presentan las emisiones reducidas.

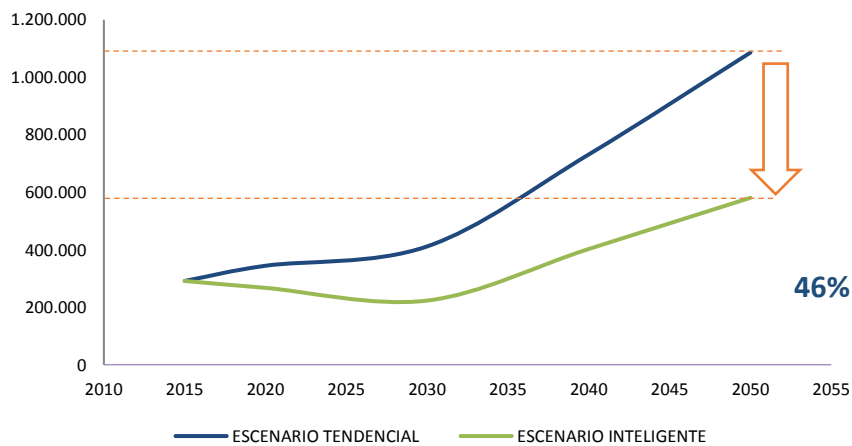
Figura 5 Reducción de emisiones de GEI por sector



Fuente: Elaboración propia

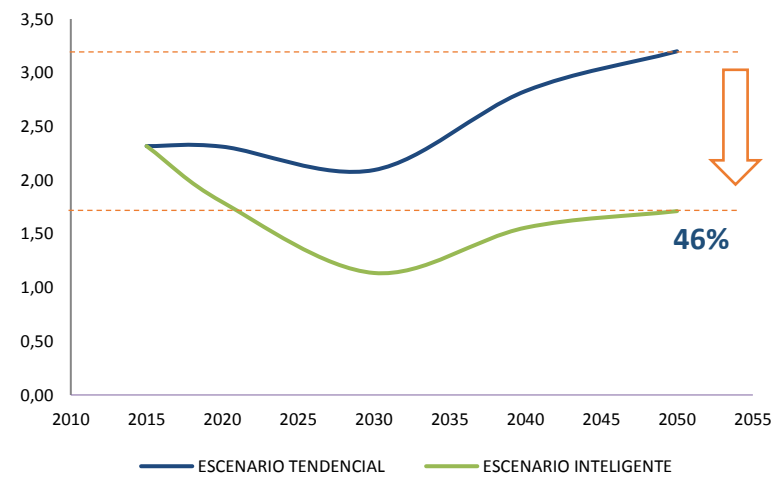
En la Figura 5 y Figura 6 se presenta el comportamiento del balance de las emisiones bajo un Escenario Tendencial y un Escenario Inteligente, tanto totales como per cápita.

Figura 6 Balance de emisiones bajo los escenarios Tendencial e Inteligente



Fuente: Elaboración propia

Figura 7 Balance de emisiones per cápita bajo los escenarios Tendencial e Inteligente



Fuente: Elaboración propia

3 ANALISIS COSTO-EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS

En la Tabla 5 Se presentan las acciones de mitigación planteadas y a si mismo se plantea el Costo-Efectividad de reducir las emisiones, estos valores indican el costo de reducir una tonelada de CO₂e.

Tabla 5. Costo-Efectividad de las acciones de mitigación (USD/t CO₂e)

ACCIÓN DE MITIGACIÓN		Costo -efectividad (USD/t CO ₂ e)
E.F.E. 1	Eficiencia energética en nuevos edificios residenciales a través de normativas municipales: Criterios bioclimáticos, energía solar fotovoltaica y jardines verticales.	-185
E.F.E. 2	Hogares verdes y energéticamente eficientes: Adecuación de viviendas existentes con techos verdes y paneles solares fotovoltaicos.	-562
E.F.E. 3	Rionegro iluminada y energéticamente eficiente: Sustitución de luminarias del alumbrado público por tipo LED y con autoabastecimiento a través de paneles solares.	-730



	ACCIÓN DE MITIGACIÓN	Costo -efectividad (USD/t CO ₂ e)
E.F.E. 4	Rionegro ambientalmente responsable desde la Compra y Contratación: Vehículos y computadores de la administración municipal más eficientes.	-440
E.F.E. 5	Edificios institucionales sostenibles y con bajo consumo energético: Iluminación abastecida con paneles solares.	-564
E.F.M. 1	Planificación urbana basada en criterios de sostenibilidad ambiental: Rionegro compacta, diversa y amigable con la movilidad.	No Aplica
E.F.M. 2	Sistema de Transporte Masivo ferroviario APM (Movilizadores Automáticos de Personas) Aeromovel: Conexión Periferia – Centro – Periferia aporte para una movilidad sostenible.	-473
E.F.M. 3	Movilidad intermunicipal baja en emisiones. Conexión Aeropuerto José María Córdoba - Área Metropolitana del Valle de Aburrá con autobuses impulsados por motores eléctricos.	-157
E.F.M. 4	Sistema de Bicicletas Públicas como alternativa al transporte convencional: Ampliación del Sistema Bici-Río	-353
R.1	Compostaje en zonas rurales de Rionegro a pequeña escala: Plantas piloto demostrativas como alternativa para el aprovechamiento de residuos y producción de enmiendas orgánicas.	-18
R.2	Promoción de acciones para reducir en origen la producción de basura y fomentar la separación de residuos: Rionegro Reduce, Maneja y Recicla.	-78
A.R.1	Proyecto Descargas Cero: Modernización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con tratamiento del 100% de los vertimientos, con aprovechamiento de biogás.	-1.408
A.1	Rionegro Verde: Desarrollo de proyectos específicos de reforestación en rondas hídricas y nacimientos de agua con especies típicas de ecosistemas de bosque húmedo Montano Bajo y bosque muy húmedo Montano Bajo.	-13

	ACCIÓN DE MITIGACIÓN	Costo -efectividad (USD/t CO ₂ e)
A.2	Programa de capacitación a los agricultores y productores ganaderos sobre buenas prácticas: alimentación de bovinos y manejo del estiércol.	-168
T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana	-382

Fuente. Elaboración Propia

4 CO-BENEFICIOS

Las reducciones de las emisiones de GEI, traen asociados una serie de beneficios ambientales, sociales y económicos. Sin ánimo de exhaustividad se presentan para el caso del municipio de Rionegro las siguientes:

- Mejora en la calidad del aire y a la salud humana. Esto es debido especialmente a través de las acciones asociadas al sector movilidad, las cuales, por medio de los sistemas integrados de transporte planteados, se minimizará la presión vehicular en el municipio y por ende se reducirán las emisiones de materiales particulados contaminantes a la atmosfera.
- Reducción Energética, Gracias a las reducciones en el consumo energético por medio de las acciones de mitigación establecidas, se logrará contribuir a seguridad energética de Rionegro y por lo tanto a una economía más competitiva.
- Los servicios ecosistémicos derivados de las acciones asociadas al medio natural, como, por ejemplo, la restauración y conservación de sumideros de carbono en las riberas de los ríos Negro, y Nare, con especies de ecosistema de bosque húmedo montano bajo (bh – MB) y bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh – MB), las cuales además sirven para protección de bocatomas de agua; protección de la erosión; reducción de la escorrentía superficial y regulación de los caudales.

5 CONCLUSIONES

5.1 Inventarios de emisiones de GEI – Línea Base

- Las emisiones totales del Municipio de Rionegro para el año base 2015 se calcularon en 329.327 t CO₂e. Para el segundo año adicional, 2010, se contabilizan en 273.751 t CO₂e. En términos per cápita se tienen 2,3 y 2,2 t CO₂e respectivamente. No obstante son valores que corresponden a la media de ciudades de América Latina y El Caribe; y significativamente inferiores a la de países más industrializados.
- Las principales emisiones de GEI se producen en el sector Energía Movilidad, representando el 39% de las emisiones totales. En su gran mayoría (88,9%), debido a los consumos de gasolina y diésel. Nafta y Queroseno de Aviación complementan las emisiones del sector, aunque son menos significativas.
- Otros sectores claves por sus aportes de emisiones de GEI son AFOLU, Energía Industrial y Energía Residencial, con participaciones del orden de 16%, 14% y 12% respectivamente en el año base 2015.
- Para el año base seleccionado 2015, el CO₂ es el GEI que aporta las mayores emisiones con un 78% del total, seguido del CH₄ con el 16%. El N₂O y los gases fluorados aportan el 5% y 1% respectivamente.
- Bajo un Escenario Tendencial, en los años 2030 y 2050 se tienen emisiones totales de 531.887 t CO₂e y 1.119.766 t CO₂e. Los sectores Energía Movilidad y Energía Fuentes Estacionarias aportan más el 80% de los GEI. Los cambios en los usos del suelos asentamientos y pastizales mantiene una tendencia creciente, en detrimento de los bosques húmedos montano bajos y muy húmedos montano bajos.
- Para el desarrollo de los inventarios de los años 2010 y 2015, se emplearon factores de emisión y absorción disponibles para Colombia publicados por el IDEAM. Esto mejora la calidad del inventario y ayuda a reducir la incertidumbre.

5.2 Escenario Inteligente y Acciones de Mitigación

- La Hoja de Ruta de Mitigación de Rionegro plantea 15 acciones basadas en las energías renovables, la eficiencia energética, una correcta gestión de los recursos y la coordinación, educación y participación.
- Estas acciones suponen una reducción total en el año 2050 de 505.022 t CO₂e y supondrían un ahorro energético de 1.641 GWh. Representan reducciones de GEI del orden del 46,5%.
- Con la adopción de las acciones propuestas, el balance de emisiones de Rionegro en el año 2050 bajo un Escenario Inteligente se calcula en 580.850,8 t CO₂e frente a las 1.085.872,9 t CO₂e del Escenario Tendencial. En términos per cápita, el balance de emisiones de este escenario sería de 3,2 t CO₂e frente a las 1,7 t CO₂e en el Escenario Tendencial.
- La principal reducción de emisiones se produce en el sector Energía Fuentes Móviles, con un potencial de reducción de 358.679 t CO₂e; un 71% de las emisiones totales, especialmente a través de la acción “Sistema de Bicicletas Públicas como alternativa al transporte convencional: Ampliación del Sistema Bici-Río”, la cual supone un 25% de las reducciones totales.
- Se recomienda convertir esta Hoja de Ruta en un Plan Integral de Cambio Climático articulado con la iniciativa Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima para el Oriente Antioqueño de CORNARE. Igualmente con el Plan Departamental de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático⁸ y el Nodo Regional de Cambio Climático de Antioquia.
- Los análisis Costo-Efectividad de las 15 medidas ACB (USD/t CO₂e) presentan valores negativos, lo cual se traduce en un ahorro por tonelada de carbono reducido.

⁸ Al momento de la redacción del documento el Plan se encontraba en fase de formulación, por lo cual, se recomienda consultarlo una vez esté publicado por parte de la Gobernación de Antioquia.