



Fuente: <http://ent.cat/ios-tributos-municipales-y-la-sostenibilidad-ambiental/>

# INSTRUMENTOS ECONÓMICOS DE INCENTIVOS Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO INTERNACIONAL PARA CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA PRODUCTO 2A: ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS PRIORIZADOS

31 DE JULIO DE 2017

**Comité Técnico de la Consultoría**

Hanna El Messaoudi – Agencia Francesa de Cooperación al Desarrollo

Martín Rieu– Agencia Francesa de Cooperación al Desarrollo

Elizabeth Valenzuela – Fondo Acción

Santiago Lema - Departamento Nacional de Planeación

José Manuel Sandoval - Departamento Nacional de Planeación

Mariet Alejandra Sánchez - Departamento Nacional de Planeación

**Econometría Consultores**

Óscar Rodríguez – Director

**Equipo de Instrumentos Económicos**

Guillermo Rudas - Econometría Consultores

Tito Ávila - TSAS Consulting

Luis Fernando Macías – Macías y asociados

Catalina Castilla – Macías y asociados

Natalia Gutiérrez – Macías y asociados

July Osorio – Econometría Consultores

Susana Vesga – Econometría Consultores

**Equipo de financiamiento Internacional**

Sandra Guzmán - GFLAC

Paula Fuentes - GFLAC,

Mariana Castillo - GFLAC

# INSTRUMENTOS ECONÓMICOS DE INCENTIVOS Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO INTERNACIONAL PARA CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

## PRODUCTO 2A: ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS PRIORIZADOS

### TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1 .....	4
1.1 Estrategia de análisis cualitativo .....	6
1.2 Estrategia de análisis cuantitativo.....	8
CAPÍTULO 2 .....	14
2.1 Descripción del instrumento.....	14
2.1.1 Definición .....	14
2.1.2 Efectos esperados del instrumento.....	16
2.2 Análisis cualitativo.....	17
2.2.1 Armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono .....	17
2.2.2 Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales .....	18
2.2.3 Armonización con calidad ambiental y uso sostenible del capital natural.....	18
2.2.4 Armonización con la gobernanza ambiental.....	19
2.2.5 Armonización con la adaptación al cambio climático .....	19
2.3 Análisis cuantitativo .....	20
2.3.1 Descripción del modelo.....	20
2.3.2 Aplicación 1: Teléfonos móviles .....	23
2.3.3 Aplicación 2: Envases de Agroquímicos.....	32
2.3.4 Aplicación 3: Llantas .....	40
2.3.5 Aplicación 4: Envases de bebidas .....	49
2.3.6 Análisis territorial del instrumento.....	56
CAPÍTULO 3 .....	60
3.1 Descripción del instrumento.....	60
3.1.1 Definición .....	60
3.1.2 Efectos esperados del instrumento.....	60
3.2 Análisis cualitativo.....	61

3.2.1	Armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono .....	61
3.2.2	Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales .....	61
3.2.3	Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural.....	62
3.2.4	Armonización con la gobernanza ambiental.....	62
3.2.5	Armonización con la adaptación al cambio climático .....	62
3.3	Análisis cuantitativo .....	63
3.3.1	Descripción del modelo.....	63
3.3.2	Aplicación .....	63
3.3.3	Resultados .....	66
1.1.1	Análisis territorial del instrumento.....	71
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>		<b>73</b>
4.1	Descripción del instrumento.....	74
4.1.1	Definición .....	74
4.1.2	Efectos esperados del instrumento.....	74
4.2	Análisis cualitativo.....	75
4.2.1	Armonización con el crecimiento bajo en carbono .....	75
4.2.2	Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales .....	75
4.2.3	Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural.....	76
4.2.4	Armonización con la gobernanza ambiental .....	76
4.2.5	Armonización con la adaptación al cambio climático .....	76
4.3	Análisis cuantitativo .....	77
4.3.1	Descripción del modelo.....	77
4.3.2	Aplicación: inversiones en vehículos de servicio público, híbridos y eléctricos.....	77
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>		<b>88</b>
5.1	Descripción del instrumento.....	88
5.1.1	Definición .....	88
5.2	Análisis Cualitativo .....	93
5.2.1	Armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono .....	93
5.2.2	Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales .....	93
5.2.3	Armonización con la calidad ambiental y uso del capital natural .....	94
5.2.4	Armonización con la gobernanza ambiental.....	94
5.2.5	Armonización con la adaptación al cambio climático .....	94
o	Análisis cuantitativo .....	94
5.2.6	Descripción del modelo.....	94

5.2.7	Aplicación .....	95
5.2.8	Resultados .....	97
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>		<b>99</b>
6.1	Descripción del instrumento.....	103
6.1.1	Definición .....	103
6.1.2	Efectos esperados del instrumento.....	104
6.2	Análisis cualitativo.....	106
6.2.1	Armonización con el crecimiento bajo en carbono .....	106
6.2.2	Productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales .....	109
6.2.3	Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural.....	109
6.2.4	Armonización con la gobernanza ambiental.....	110
6.2.5	Armonización con la adaptación al cambio climático .....	111
6.3	Análisis cuantitativo .....	111
6.3.1	Descripción del modelo.....	111
6.3.2	Aplicación .....	112
6.3.3	Resultados .....	125
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>		<b>126</b>
7.1	Descripción del instrumento.....	126
7.1.1	Definición .....	127
7.1.2	Efectos esperados del instrumento.....	127
7.2	Análisis cualitativo.....	130
7.2.1	Armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono .....	130
7.2.2	Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales .....	130
7.2.3	Armonización con la calidad ambiental y uso del capital natural .....	131
7.2.4	Armonización con la gobernanza ambiental.....	131
7.2.5	Armonización con la adaptación al cambio climático .....	131
7.3	Análisis cuantitativo .....	131
7.3.1	Escenario seleccionado para la tarifa del impuesto.....	131
7.3.2	Cambios esperados en el consumo de combustibles .....	132
7.3.3	Efecto sobre los costos de generación eléctrica .....	136
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>		<b>146</b>
8.1	Descripción del instrumento.....	146
8.2	Impacto de establecer IVA a las exportaciones de combustibles fósiles .....	147

8.3	Impacto de eliminar la devolución del IVA a los exportadores de combustibles fósiles	148
8.4	Impacto de revisar los beneficios tributarios a la extracción de combustibles fósiles	149
8.4.1	Deducciones por amortización en inversiones y depreciación de activos fijos.....	150
8.4.2	Deducción del pago de regalías de la base gravable del impuesto a la renta.....	151
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>		<b>154</b>
9.1	Beneficios económicos a energías renovables .....	155
9.1.1	Descripción del instrumento.....	155
9.1.2	Armonización con el Crecimiento sostenible y bajo en carbono .....	157
9.1.3	Armonización con la productividad y Eficiencia en el uso de los recursos naturales .....	157
9.1.4	Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural.....	158
9.1.5	Armonización con la gobernanza ambiental .....	159
9.1.6	Armonización con la adaptación al cambio climático .....	159
9.2	Exención al predial .....	160
9.2.1	Descripción del instrumento.....	160
9.2.2	Efectos esperados del instrumento.....	161
9.2.3	Armonización con el Crecimiento sostenible y bajo en carbono .....	162
9.2.4	Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales .....	162
9.2.5	Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital ambiental.....	163
9.2.6	Armonización con la gobernanza ambiental .....	163
9.2.7	Armonización con la adaptación al cambio climático .....	164
9.3	Sobre tasa al predial .....	164
9.3.1	Descripción del instrumento.....	164
9.3.2	Efectos esperados del instrumento.....	165
9.3.3	Armonización con el Crecimiento sostenible y bajo en carbono .....	165
9.3.4	Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales .....	166
9.3.5	Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural.....	166
9.3.6	Armonización con la gobernanza ambiental.....	166
9.3.7	Armonización con la adaptación al cambio climático .....	167
9.4	Impulso a la reposición del parque automotor de carga.....	167
9.4.1	Descripción del instrumento.....	167
9.4.1	Armonización con el crecimiento bajo en carbono .....	171
9.4.2	Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales: .....	173
9.4.3	Calidad ambiental y uso sostenible del capital natural.....	174

9.4.4 Armonización con la gobernanza ambiental ..... 175

9.4.5 Armonización con la adaptación al cambio climático ..... 175

## ACRÓNIMOS

AF	Fondo de Adaptación
AFD	Agencia Francesa de Cooperación al Desarrollo
ASIC	Administrador de Intercambios Comerciales
BAU	Business as usual
BECO	Balance Energético de Colombia
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIPAV	Centro de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción agropecuaria
CMNUCC	convención Marco de Naciones Unidas Sobre Cambio Climático
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EDCBC	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono
ENREDD+	Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal
ETS	Emission Trade System - Sistema de Comercio de emisiones
FENOGE	Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía
FINAGRO	Fondo Regional para Tecnología en la Agricultura
FOB	Free on Board
GCF	Green Climate Fund
GDP	Ganadería de Doble Propósito
GEI	Gases efecto invernadero
GSSP	Ganadería de Sistema Silvopastoril
ICR	Incentivo a la Capitalización Rural
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IED	Inversión extranjera directa
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MRV	Medición, Reporte y Verificación
OECD	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
PIB	Producto Interno Bruto
PNACC	Plan Nacional de Adaptación de Cambio Climático
PNCC	Política Nacional de Cambio Climático
PNGRD	Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres de Colombia
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
REDD+	Reducción de emisiones por deforestación y degradación
RUNIS- TAC	Registro Único Nacional de Desintegración Física de Vehículos e Ingreso de Nuevos Vehículos de Transporte Terrestre Automotor de Carga
SINGEI	Sistema de Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático
SSP	Sistema Silvopastoril
TIR	Tasa Interna de Retorno
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética





## INTRODUCCIÓN

---

El Fondo Acción, ejecutando recursos aportados por la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)<sup>1</sup>, ha contratado a Econometría Consultores<sup>2</sup> para apoyar al Comité de Gestión Financiera del Sisclima, en dos líneas temáticas:

- A. El desarrollo de una propuesta relacionada con el uso de instrumentos económicos/incentivos financieros como medida estructural para asegurar la sostenibilidad del financiamiento climático y avanzar hacia el crecimiento verde en el mediano y largo plazo.
- B. La elaboración de una metodología y plan de acción para el acceso a fuentes públicas internacionales como mecanismo de financiamiento de la nación garantizando movilización de fuentes adicionales, alineación con marcos nacionales y apropiación de país.

El estudio se desarrolla entre agosto de 2016 y julio de 2017 y tiene contemplados los siguientes productos:

A. Línea temática de instrumentos económicos e incentivos financieros

- Producto A.1: Es un documento que incluye la metodología y los criterios de priorización de instrumentos económicos relevantes en términos de cambio climático y crecimiento verde a ser analizados. Para este propósito, el DNP suministra información sobre los instrumentos sectoriales existentes.
- Producto A.2: Corresponde a un documento con el análisis del efecto positivo, negativo o neutro en términos de cambio climático y crecimiento verde de los instrumentos económicos priorizados en diferentes sectores de la economía. Este análisis tiene un componente de efectos cuantitativos para, al menos, cinco instrumentos seleccionados entre el equipo consultor y el DNP. Adicionalmente, incluye un análisis sobre el nivel de armonización de los instrumentos priorizados con el fin de identificar posibles efectos contrarios en los objetivos de cambio climático y crecimiento verde entre instrumentos. Este producto incluye consideraciones territoriales y la realización de una

---

<sup>1</sup> Recursos que se enmarcan en un crédito programático celebrado entre la Nación y la AFD que contempla una cooperación técnica no reembolsable en el tema de finanzas del clima con el objeto de fortalecer las actividades del Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA.

<sup>2</sup> Econometría Consultores es una marca de Econometría S.A. En este trabajo Econometría Consultores cuenta con el apoyo de Macías Gómez & Asociados, en los análisis legales, y GFLAC, en el análisis de flujos internacionales.

sesión de socialización de resultados y retroalimentación de la propuesta con actores relevantes del sector y sectores afines.

- Producto A.3: Es un documento que incluye una propuesta de reforma de instrumentos económicos en tres aspectos:
  - La propuesta de nuevos instrumentos;
  - La propuesta de eliminación de instrumentos existentes dada su desalineación con los propósitos de crecimiento verde y cambio climático;
  - La propuesta de ajuste de instrumentos existentes con el fin de maximizar su alineación con los objetivos de crecimiento verde y cambio climático. Teniendo en cuenta que la modificación y propuesta de nuevos instrumentos será la base para una reforma fiscal ambiental, esta se presenta acompañada del análisis de su impacto y viabilidad técnica y política, así como la complementariedad con otras opciones de política pública.

Este producto también incluye consideraciones territoriales y la realización de sesiones de socialización de resultados y retroalimentación con actores relevantes del sector y sectores afines, así como, sesiones de generación de capacidades.

## B. Línea temática de fuentes públicas internacionales de financiamiento climático

- Producto B.1: Corresponde a un documento que contiene el análisis histórico de los últimos cinco años de uso de fuentes públicas internacionales en cambio climático incluyendo: (a) principales fuentes, (b) principales usos, (c) impactos en términos de cambio climático, (d) análisis sobre su implementación y ejecución, (d) análisis de armonización con marcos nacionales, (e) recursos domésticos apalancados, y (f) valor agregado en términos de cambios en procesos de gestión pública. Este producto incluye una propuesta acerca de la integración de este análisis en el sistema de MRV de finanzas liderado por el Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA. Este producto también incluye la realización de sesiones de socialización de resultados y retroalimentación de la propuesta por parte de actores relevantes del sector y sectores afines.
- Producto B.2: Es un documento que desarrolla la metodología de gestión pública, para el contexto colombiano, para el uso de fuentes públicas internacionales, y que tiene en cuenta los siguientes enfoques: (a) movilización otras inversiones, (b) aseguramiento de la armonización con prioridades nacionales desde la perspectiva de política pública y fiscal, (c) logro de una ejecución efectiva, y (d) generación de cambios en términos de apropiación de país. Este producto también incluye la formulación de indicadores –mediante una hoja metodológica– y la socialización de la metodología y sesiones de generación de capacidades con actores relevantes.

- **Producto B.3:** Consiste en un documento que propone y describe un plan de acción para los siguientes 4 años indicando: (a) fuentes públicas internacionales más opcionadas, (b) áreas prioritarias de inversión e instrumentos de acceso, (d) estrategia de movilización de otros recursos, (e) medidas para garantizar armonización con prioridades y procesos nacionales, (f) estrategia para lograr apropiación de país, (g) un plan de acción indicativo con fechas y responsables.

Este documento corresponde al Producto A2 de la consultoría, y se ha organizado de la siguiente forma:

- En el capítulo 1 se presentan los instrumentos seleccionados para el análisis y se exponen los elementos generales y comunes tanto de la estrategia del análisis cualitativo, como de la estrategia del análisis cuantitativo.
- En los capítulos 2 al 8 se presenta el análisis de los instrumentos seleccionados para análisis tanto cuantitativo como cualitativo. En cada capítulo se hace una descripción del instrumento, se realiza el análisis de armonización con la estrategia de crecimiento verde y cambio climático y se lleva a cabo el análisis cuantitativo correspondiente
- En el capítulo 9 se compendia al análisis cualitativo de otros instrumentos económicos que no fueron objeto de análisis cuantitativo.

## Capítulo 1

### ESTRATEGIA DE ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO

---

Se seleccionaron un conjunto de instrumentos económicos que potencialmente aportarían a los objetivos de las estrategias nacionales de crecimiento verde y cambio climático. De acuerdo a dicha selección final, se priorizaron cinco instrumentos, en conjunto con el comité técnico de la consultoría, para realizar un análisis cuantitativo de su capacidad de generar impactos positivos o negativos y un análisis cualitativo acerca de su grado de armonización con los objetivos de crecimiento verde y cambio climático. Igualmente se seleccionaron otros cinco instrumentos a los cuales se les analiza solamente desde el punto de vista cualitativo.

Los siguientes temas corresponden a los instrumentos de los cuales se presenta el análisis cualitativo y cuantitativo:

- **Economía circular:** Se trata de un gravamen con reembolso para el aprovechamiento de residuos sólidos no biodegradables. Actualmente existen normas legales sobre post-consumo, pero el gravamen sería un instrumento nuevo, que se simula para determinar los valores factibles de su tarifa.
- **ICR silvopastoril:** Se trata de una aplicación del incentivo a la capitalización rural para proyectos silvopastoriles. El instrumento del ICR existe tiene una larga tradición en el país. El análisis consiste en simular la aplicación de este instrumento al caso específico de los sistemas silvopastoriles
- **Biocomercio:** Se trata de un apoyo estatal a la comercialización de productos derivados de la biodiversidad. Existen diferentes medidas de apoyo al comercio exterior y se simula su aplicación a la producción de bienes compatibles con la conservación y protección de ecosistemas.
- **Regalías:** Se trata de una cofinanciación que se entrega con recursos del Sistema General de Regalías para proyectos destinados a gestión de riesgo y adaptación al cambio climático, así como un criterio de calificación técnica para proyectos de infraestructura que incorporan adaptación al cambio climático. Se examinan los costos de adaptar un proyecto de inversión frente a la probabilidad de la amenaza de desastre climático y se determinan los niveles de amenaza que ameritan mayores inversiones de adaptación..
- **Líneas de crédito para la mitigación de emisiones de gases efecto invernadero:** Se trata de créditos subsidiados dirigidos a la mitigación de emisiones de gases de efecto

invernadero. La simulación busca establecer un mecanismo para determinar el nivel de subsidio requerido para la tasa de interés

- **Impuesto al carbono:** Se trata de un impuesto a los combustibles fósiles. Fue establecido recientemente en Colombia y la simulación busca medir su impacto sobre el mercado mayorista de electricidad y sobre las tarifas a los hogares.
- **Impuestos a actividades extractivas:** En este caso lo que se busca es valorar el impacto de algunos beneficios tributarios existentes para actividades de extracción de recursos naturales no renovables, como la minería y la explotación de hidrocarburos

En cuanto a la evaluación exclusivamente cualitativa los instrumentos seleccionados son:

- **Beneficios a energías renovables.** Se trata de un conjunto de incentivos tributarios y financieros que están encaminados a lograr un crecimiento en la generación energética a partir de energías renovables.
- **Exención al predial.** Son las posibles exenciones del impuesto predial en los municipios, para predios con coberturas de bosques naturales.
- **Sobretasa al predial.** Es una renta directa de las corporaciones autónomas regionales, que está a cargo de las entidades territoriales y que corresponde a un porcentaje sobre el recaudo total del impuesto predial.
- **Impulso a la reposición del parque de carga.** Corresponde a la política de desintegración y renovación de los vehículos de transporte de carga mediante el reconocimiento de un valor económico al propietario que desintegra el vehículo obsoleto.

La metodología general de análisis tiene la siguiente estructura:

1. Definir en qué consistiría el instrumento económico o el incentivo financiero a analizar
2. Plantear los posibles efectos esperados del instrumento o incentivo, en términos de los objetivos de crecimiento verde y cambio climático.
3. Llevar a cabo un análisis cualitativo de la armonización del instrumento o incentivo, con la Estrategia de crecimiento verde y la Política nacional de cambio climático.
4. Establecer un modelo de análisis cuantitativo que permita estimar el orden de magnitud de los principales efectos esperados.
5. Implementar el modelo de análisis cuantitativo y aplicarlo a uno o varios casos particulares.
6. Establecer las conclusiones generales o particulares que se puedan derivar de los análisis.

En esta metodología, el análisis cualitativo permite identificar los efectos para los cuales el análisis cuantitativo realizará los correspondientes cálculos

## 1.1 ESTRATEGIA DE ANÁLISIS CUALITATIVO

La estrategia general para el análisis cualitativo busca determinar el nivel de armonización de los instrumentos con los objetivos en materia de cambio climático y crecimiento verde, para identificar posibles efectos positivos o negativos sobre dichos objetivos. Parte de definir categorías de análisis con base en los objetivos de la Estrategia de Crecimiento Verde, los cuales se incorporan a los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático.

El actual Plan Nacional de Desarrollo PND 2014- 2018 (CNRC, PND, 2015), Ley 1753 de 2015, formula los objetivos de la Estrategia de Crecimiento Verde de la siguiente forma:

- *Objetivo 1: Avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono.*
- *Objetivo 2: Lograr un crecimiento resiliente y reducir la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres y al cambio climático.*
- *Objetivo 3: Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad ambiental.*

En desarrollo de estos objetivos, el gobierno colombiano creó la Misión de Crecimiento Verde, la cual producirá las bases técnicas para la formulación de la Política de Crecimiento Verde de Largo Plazo. El proceso de la Misión contempla tres fases:

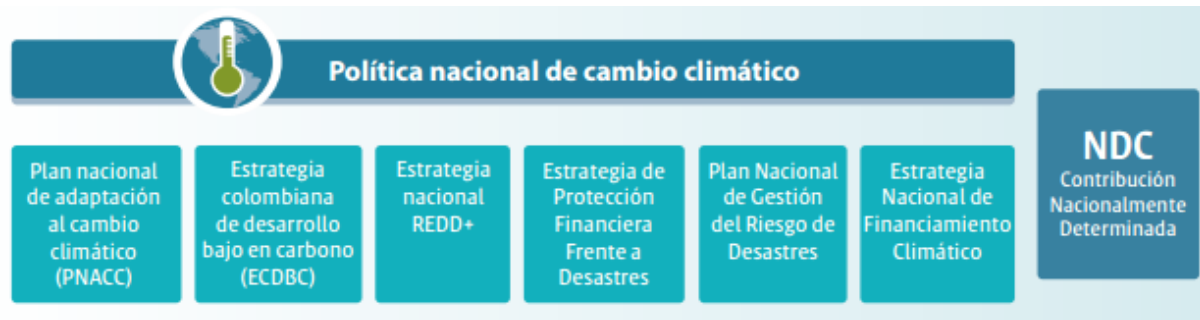
1. La **preparación y diagnóstico**, que se desarrolló entre 2015 y 2016;
2. La elaboración de una **hoja de ruta** durante 2017, para definir las reformas de instrumentos económicos, apuestas regionales, apuestas institucionales, acciones en ciencia tecnología e innovación, así como políticas, regulaciones, inversiones, indicadores y metas.
3. La **adopción** de la política, la cual está prevista para mayo de 2018.

De otra parte, en junio de 2017 se lanzó la Política Nacional de Cambio Climático<sup>3</sup>, la cual tiene como objetivo *incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas, para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera*. Los elementos estratégicos que anteceden y se conjugan en esta política, se presentan en la siguiente figura.

---

<sup>3</sup> La política nacional de Cambio Climático fue lanzada en junio de 2017. Ver mayor información en <http://www.minambiente.gov.co/index.php/politica-nacional-de-cambio-climatico-2/politica-nacional-de-cambio-climatico-pncc#politica-nacional-de-cambio-climatico-pncc>

**Figura 1.1 – Estrategias asociadas a cambio climático en el PNCC**



Fuente: (MADS, 2017)

De esta manera, la Estrategia de Crecimiento Verde comparte con la política nacional de cambio climático, el objetivo de un desarrollo bajo en emisiones de GEI, así como adaptado y resiliente al clima, complementándolo con objetivos específicos de eficiencia, productividad, calidad ambiental y gobernanza.

En cada uno de los siguientes capítulos se incorpora una sección de análisis cualitativo que desarrollará las siguientes categorías de análisis:

- **Crecimiento sostenible y bajo en carbono:** se buscan acciones que al mismo tiempo que mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero, cuentan con cobeneficios en el crecimiento del valor agregado de la economía.
- **Productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales:** se buscan acciones que incentiven el uso eficiente de recursos y de la energía, así como la conservación, la protección y el uso sostenible de los recursos naturales
- **Calidad ambiental:** se busca el adecuado funcionamiento de los ecosistemas, la reducción de la contaminación y el cumplimiento de los estándares o límites máximos permisibles de emisión y/o uso de los recursos naturales renovables.
- **Gobernanza ambiental:** se busca el cumplimiento de las disposiciones relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, tanto desde lo público como desde los agentes privados incluidas las comunidades y otras expresiones de la sociedad civil.
- **Adaptación al cambio climático:** se persigue minimizar los riesgos e impactos, tanto sociales como económicos, generados por la variabilidad climática y el cambio climático de largo plazo (PNACC, 2012), la reducción de la vulnerabilidad climática y un desarrollo resiliente

Para cada instrumento, el análisis cualitativo examina la armonización de su correspondiente definición con estas categorías.



## 1.2 ESTRATEGIA DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

La estrategia general para el análisis cuantitativo de los instrumentos priorizados busca cuantificar el posible efecto positivo, negativo o neutro en términos de cambio climático y crecimiento verde, de los instrumentos económicos priorizados, en diferentes aspectos y sectores de la economía. Por lo cual en cada caso se plantea una estrategia general y cuando es del caso se presentan diferentes aplicaciones del modelo de cálculo para distintos sectores o formas de aplicación. El método aplicado consiste en los siguientes pasos:

1. De acuerdo con los efectos esperados del instrumento, formular un conjunto de indicadores que permitirían establecer si la definición del instrumento actúa sobre las variables de resultados, con el fin de cuantificar dicho efecto.
2. Establecer y formular los cálculos requeridos para vincular la intervención de los instrumentos con los resultados esperados.
3. Determinar la información necesaria para realizar dichos cálculos.
4. Buscar las fuentes de información pública secundaria disponibles y establecer supuestos y escenarios para los parámetros con mayor incertidumbre.
5. Llevar a cabo las simulaciones necesarias y las comparaciones entre los resultados en diferentes escenarios de simulación. En particular se busca comparar escenarios que incluyen no incluyen el instrumento (Business as Usual o BAU) con escenarios que incluyen el efecto del instrumento correspondiente.

En los siguientes cuadros se resumen las definiciones correspondientes a la formulación de indicadores, métodos de cálculo y requerimientos de información.

**Cuadro 1.1 - Formulación de indicadores**

INSTRUMENTOS	EN QUÉ CONSISTE	EFFECTOS ESPERADOS QUE SE MODELAN	INDICADOR CLAVE
<b>Economía circular</b>	Es un instrumento tributario que se aplicaría a los bienes que generan residuos sólidos no biodegradables. Se incrementa el precio del bien (debido al gravamen) para incluir los costos de recolección y disposición del residuo; Los fondos obtenidos se transfieren a quién que garantice el retorno del residuo para su aprovechamiento y reincorporación en el ciclo económico.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se puede ver afectada la demanda del bien, por el incremento en el precio</li> <li>2. Cumplimiento de las metas de aprovechamiento del residuo</li> <li>3. Incrementos en el valor agregado del sector de reciclaje</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cantidad demanda del bien.</li> <li>2. Tasa de aprovechamiento del material reciclado</li> <li>3 Valor Agregado                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Remuneración al trabajo en reciclaje</li> <li>b) Recaudo de impuestos</li> <li>c) Utilidades del reciclaje</li> </ol> </li> </ol>
<b>CR silvopastoril</b>	Se entrega un subsidio para cubrir el 40% de las inversiones en la implementación de proyectos silvopastoriles, condicionado a la verificación de la realización de las inversiones, las cuales se desarrollan a través de un crédito de redescuento de FINAGRO.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminuir la presión sobre el uso del suelo, incrementando la productividad de la tierra usada en ganadería.</li> <li>2. Reducción de la ganadería extensiva</li> <li>3. Conservación del bosque nativo (deforestación evitada).</li> <li>4. Liberación del suelo para reforestación y otros usos productivos más eficientes.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Productividad                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Silvopastoril.</li> <li>b. Ganadería extensiva</li> </ol> </li> </ol>
<b>Incentivos financieros a medidas de mitigación de emisiones de GEI</b>	Se establecen líneas de crédito de redescuento con tasa preferencial condicionada a la inversión en reconversión tecnológica o cualquier otra medida costo efectiva en la reducción de GEI	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción del costo financiero de la medida de mitigación.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tasa de interés</li> <li>2. Costos de inversión</li> <li>3. Costos de operación</li> <li>3 Ingresos de operación</li> </ol>
<b>Apoyo a iniciativas de bioeconomía</b>	Se trata de un apoyo estatal a la producción y comercialización de productos derivados de la biodiversidad, condicionado a la conservación y protección de ecosistemas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mayor conservación de ecosistemas</li> <li>2. Rentabilidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hectáreas conservadas y toneladas de CO2 capturadas</li> <li>2. Tasa Interna de Retorno</li> </ol>
<b>Proyectos financiados por regalías, con criterios de adaptación</b>	Se trata de una cofinanciación que se entrega con recursos del Sistema General de Regalías para proyectos destinados a gestión de riesgo y adaptación al cambio climático, así como un criterio de calificación técnica para proyectos de infraestructura que incorporan adaptación al cambio climático	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ahorro en costos</li> <li>2. Reducción de riesgo</li> </ol>	Menor costo en inversión para la construcción de vías Probabilidad a la cual se debe comenzar a exigir inversiones adaptadas al cambio climático.

Fuente: Elaboración de Econometría Consultores

**Cuadro 1.2 - Método de cálculo y fuentes de información**

INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA	INFORMACIÓN REQUERIDA	FUENTE POTENCIALES DE INFORMACIÓN
<b>Economía circular</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calculo del efecto en la demanda del bien que genera el residuo</li> <li>2. Calculo del residuo generado.</li> <li>3. Estimar costo de reciclaje y establecer el nivel del gravamen</li> <li>4. Comparar el costo con el incentivo y determinar la cantidad de residuo a reciclar</li> <li>5. Verificar el año de cumplimiento de metas y calibrar el modelo.</li> <li>6. Estimar el cambio en el valor agregado y el empleo</li> </ol>	Producción del bien que genera el residuo	Encuesta Anual Manufacturera
		Importaciones-Exportaciones del bien	Registros del comercio exterior de la DIAN
		Elasticidad precio de la demanda	Escenarios a partir de fuentes secundarias
		Costo de acopio (recolección, transporte, almacenamiento ...)	ANDI (llantas, agroquímicos, bebidas) Asociaciones de recicladores (envases) Computadores para educar (tecnológicos) Cotizaciones comerciales (todos) tanques, bodegas,
		Costo de adecuación (clasificación, transformación, empaque y almacenamiento de los materiales resultantes)	Mintransporte costos de transporte de carga (Econometría) Experiencias internacionales
<b>ICR silvopastoril</b> <b>Líneas de crédito para mitigación de GEI</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proyectar los flujos de ingresos y costos de un proyecto silvopastoril típico</li> <li>2. Establecer el flujo de fondos en el caso de contar con el incentivo en el 40% de la inversión</li> <li>3. Calcular los efectos individuales sobre productividad del suelo como consecuencia de la reconversión a sistemas silvopastoriles</li> <li>4. Establecer escenarios de cobertura y expandir los resultados</li> <li>5. Calcular las necesidades presupuestales para los incentivos requeridos</li> </ol>	Consultar Banco Mundial y FINAGRO para silvopastoriles	Banco Mundial Finagro CIPAV
		Metodología de evaluación de proyectos ex ante del Fondo Adaptación	Fondo Adaptación
<b>Líneas de crédito blando para mitigación de GEI</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estimar el flujo de costos de inversión, operación y mantenimiento de la alternativa con financiación frente a la alternativa BAU</li> <li>2. Calcular la tasa interna de retorno del ahorro en costos</li> </ol>	Tasas de interés Costos de la medida de mitigación Ingresos con medida y sin medida Vida útil de la inversión	Superfinanciera  Banco Mundial Evaluación de Buses eléctricos

INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA	INFORMACIÓN REQUERIDA	FUENTE POTENCIALES DE INFORMACIÓN
	3. Calcular la tasa de interés a la cual resulta rentable llevar a cabo las inversiones		
1. Apoyo a iniciativas de bioeconomía	2. Estimar costos e ingresos de la actividad, incluyendo investigación, promoción y certificación 3. Estimar costos e ingresos de la actividad, excluyendo investigación, promoción y certificación, e incluyendo cuidado de las hectáreas de bosque a proteger 4. Calcular la tasa de retorno en cada caso y comparar	Costos de la actividad Ingresos esperados Parámetros de eficiencia y productividad	Entrevistas con empresarios Convocatorias de Colciencias
<b>Regalías (proyectos viales)</b>	1. Proyectar el flujo de costos de vías con medidas de adaptación 2. Proyectar el flujo de costos de vías sin medidas de adaptación, suponiendo diferentes niveles de riesgo climático, costos de reconstrucción esperado y costos de inmovilización. 3. Calcular e diferencial de tasas de retorno para cada nivel de probabilidad y determinar el nivel a partir del cual se justifican las obras	Factores de emisión y de consumo de energía	UPME-BECO IDEAM-SIMGEI (Inventario GEI) Experiencias internacionales
		1. Base de datos regalías 2012-2016 con vías financiadas por SGR  2. Parámetros de Costos de vías con adaptación y sin adaptación al cambio climático	SGR Fondo Adaptación

Fuente: Elaboración de Econometría Consultores

Para el caso del impuesto al carbono<sup>4</sup> la estrategia metodológica consistió en obtener la información del funcionamiento de la bolsa de energía eléctrica desde 2010 hasta 2016 y simular el despacho realizado. Un segundo paso fue realizar la misma simulación del despacho, suponiendo (a partir de 2010) un incremento en el costo variable de los oferentes basados en combustibles gravados con el impuesto y comparar el precio de bolsa resultante. El paso final fue establecer un modelo econométrico que relaciona las tarifas finales a los hogares frente al precio de bolsa y calcular el impacto de los cambios en dicho precio-. Esto permite calcular cuál hubiese sido el efecto del impuesto si se hubiera establecido desde 2010.

---

<sup>4</sup> En el caso específico del impuesto al carbono y de la eliminación de beneficios a actividades extractivas, la metodología de trabajo fue distinta debido a que se priorizó y delimitó su análisis de acuerdo con las necesidades del gobierno colombiano en el segundo semestre de 2016, de cara a la presentación y trámite de una reforma tributaria ante el Congreso Nacional. Particularmente sobre el análisis del impuesto al carbono, el Departamento Nacional de Planeación solicitó a la consultoría, adelantar el análisis del impacto del mismo sobre las tarifas de energía eléctrica y sobre el flujo de subsidios a estratos socioeconómicos de menores ingresos. El análisis del efecto del impuesto sobre otros sectores y actividades fue adelantado por las correspondientes direcciones sectoriales del DNP.

## Capítulo 2

### ECONOMÍA CIRCULAR

---

De acuerdo con lo planteado en el capítulo 1, en la primera parte de este capítulo se describe el instrumento y se analiza, de manera cualitativa, la armonización del instrumento frente a los siguientes aspectos comunes y específicos:

- Crecimiento sostenible y bajo en carbono.
- Productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales.
- Calidad ambiental y uso sostenible del capital natural.
- Gobernanza ambiental
- Adaptación al cambio climático

En la parte final del capítulo se realiza el análisis cuantitativo del instrumento, el cual está dirigido a establecer el orden de magnitud de los beneficios y costos esperados del mismo. Para ello se establece un modelo de análisis cuantitativo y se define un conjunto de ejemplos para su aplicación<sup>5</sup>.

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

##### 2.1.1 Definición

El incentivo que se propone con este instrumento consiste en la aplicación de un gravamen (que puede ser un impuesto o una tasa) al consumo de bienes que incorporan un residuo sólido no biodegradable (ej.: envases, llantas, aparatos electrónicos, etc.) y el uso de dichos recursos para ser transferidos a quienes incurren en el costo de reincorporar nuevamente en el ciclo productivo, el material proveniente de dichos residuos. Esto con el fin de financiar adecuadamente los costos asociados con el retorno de los residuos, su manejo, transporte, almacenamiento y transformación. Para ello debe establecerse que el monto transferido por unidad de material reincorporado sea equivalente al monto recaudado por el cobro del

---

<sup>5</sup> El tipo de residuos sobre el cual se hace la aplicación metodológica surge de la interacción con los representantes del gobierno colombiano en el Comité Técnico de la Consultoría. Los criterios que guiaron la selección se relacionan con disponibilidad de información, avance sectorial relativo de la actividad de reciclaje en Colombia y las prioridades de la Misión de Crecimiento Verde.

gravamen al volumen de producto necesario para generarlo<sup>6</sup>. De esta manera se busca garantizar que existan recursos para la remuneración de las actividades de reciclaje necesarias para cumplir una meta establecida para cada residuo en particular. Como los recursos solo podrían financiar actividades cuyos costos unitarios sean inferiores a los implícitos en la tarifa del gravamen y los costos de reciclaje compatibles con la meta no son conocidos, debe iniciarse con una tarifa baja del gravamen e incrementarse gradualmente hasta lograr el nivel de aprovechamiento deseado.

En las primeras etapas, se dispone de alguna información sobre los costos unitarios del reciclaje; y se asume que estos costos son crecientes, a medida que se incrementa el porcentaje de desechos que se incorpora al proceso. Por tanto, esta información inicial de costos, así como los supuestos de la forma en que crecerían al incrementarse el esfuerzo de reciclaje, sirven de referencia para estimar las tarifas iniciales que generarían la respuesta esperada. Y estas tarifas se pueden incrementar paulatinamente, con base en reglas claras y previamente definidas, asociadas al cumplimiento de las metas de reciclaje previamente establecidas.

En este esquema el Estado no determina ni condiciona la estrategias tecnológicas o comerciales para llevar a cabo el reciclaje, sino que fija unas meta y ofrece unos recursos de apoyo. Los particulares buscarán entonces desarrollar aquellas actividades que de manera más eficiente le permitan reciclar la mayor cantidad de material a costos inferiores a lo que recibirán de acuerdo con dichos recursos ofrecidos. Si las tecnologías, métodos de producción o estrategias comerciales necesarias para cumplir la meta son más costosas que lo que se puede financiar con dichos recursos, entonces dichas inversiones y actividades no serán financieramente viables y no se cumpliría la meta. Sin embargo, al incorporar un mecanismo gradual de incremento de la tarifa del gravamen, los recursos disponibles irán aumentando hasta cubrir dichos costos y se viabilizará el cumplimiento de la meta. Una vez se cumple la meta, el gravamen deja de incrementarse.

La transferencia de recursos (reembolso, descuento tributario, subsidio o mecanismo que se escoja) se entrega a quien certifique que recibe y procesa adecuadamente los residuos, reincorporándolos al proceso productivo o haciendo una disposición final del mismo de manera ambientalmente aceptable, en función de la cantidad certificada del mismo.

Este instrumento incentiva un manejo adecuado, a escala, desde dos perspectivas. Desde los intereses del potencial procesador del residuo, si los recursos obtenidos cubren los costos del acopio, transporte y procesamiento y genera una tasa de retorno atractiva a su inversión; entonces él montará la planta requerida para tal fin. Si esto se logra, ese mismo agente económico se encargará de organizar una retribución atractiva a cada uno de los eslabones de

---

<sup>6</sup> Las necesidades de regulación de este mecanismo se estudian en más detalle en el informe del producto 3 de esta misma consultoría



la cadena de recolección, acopio, y transporte, incluyendo si es necesario un pago al consumidor final por cada unidad de residuo que retorne.

### 2.1.2 Efectos esperados del instrumento

Al aplicar el instrumento se esperan los siguientes posibles efectos directos:

1. Es posible que se generen reducciones de demanda en el consumo del bien gravado en la medida que los productores y comercializadores incorporen el valor del gravamen en el precio del producto al consumidor final. La presencia y tamaño de este efecto dependerá principalmente de la estructura de mercado del bien que produce el residuo, en aspectos tales como la estructura de competencia de la oferta, existencia de bienes sustitutos, elasticidad de la demanda, etc. En condiciones de competencia, se espera que el valor del gravamen se incorpore en el precio del productor y se transmita por la cadena de distribución y comercialización, hasta el consumidor final. Si existen imperfecciones del mercado en algún punto de la cadena, dicha transmisión del precio podría no darse de manera satisfactoria.
2. Incentivo al cumplimiento de las metas de aprovechamiento que establezca el gobierno nacional para cada tipo de material.
3. Impulso al sector de manejo de residuos a través de una mayor actividad económica (valor agregado) reflejada en incrementos en el empleo y su remuneración, mayor recaudo impositivo y mayores excedentes para las empresas y organizaciones de reciclaje.
4. Además, puede tener los siguientes cobeneficios indirectos
  - Disminución del efecto contaminante.
  - Menor demanda de materiales básicos y, consecuentemente, menor presión sobre los recursos naturales que son insumo de dichos materiales, en la medida en que se aprovechan residuos sólidos no biodegradables<sup>7</sup> como materia prima para alimentar los procesos productivos.
  - Desarrollo de prácticas de compra sostenible y adaptación de procesos productivos para el desarrollo de una cadena de suministro sostenible.
  - Reducción de cargas contaminantes generadas por la disposición final de residuos sólidos no biodegradables como plástico, empaques y envases, en rellenos sanitarios, botaderos a cielo abierto o indebidamente dispuestos en el espacio público.

---

<sup>7</sup> Que de conformidad con lo establecido en el numeral 10. 1 del artículo 3 del Decreto ley 2811 de 1974, constituye constituyen un recurso objeto de regulación para la protección ambiental.

- Fortalecimiento del servicio público de aseo, teniendo en cuenta que el aprovechamiento es una actividad asociada a este servicio; así mismo, impulso a esquemas de aprovechamiento, realizando algunos ajustes regulatorios pertinentes.
- Posibilidad de aprovechamiento de ciertos materiales en equipos de combustión energética como hornos y calderas (Resolución 1377/2015), en remplazo de otros combustibles más contaminantes y costosos. Sin embargo, como impacto negativo en dicho eventual proceso habría un incremento en las emisiones contaminantes a la atmósfera, si se remplazan combustibles con menor potencial de emisión, lo cual exigiría el uso de dispositivos de control de la contaminación u otras estrategias que orienten la mitigación de las emisiones generadas, y el funcionamiento adecuado de los mecanismos de seguimiento y control de las autoridades ambientales regionales y locales.

## 2.2 ANÁLISIS CUALITATIVO

### 2.2.1 Armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono

Los instrumentos de política y normativa en materia de mitigación del cambio climático tales como la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC, 2012) buscan desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional. Para tal efecto, se diseñan planes de acción sectoriales de mitigación (PAS)<sup>8</sup> propios del desarrollo bajo en carbono. Estos PAS están compuestos de programas y medidas priorizadas teniendo en cuenta la contribución al desarrollo de cada sector (agricultura, transporte, energía, etc.), indicando su potencial de reducción de GEI y los posibles cobeneficios sociales, económicos y ambientales, así como los respectivos costos de implementación.

El caso instrumento de economía circular aquí propuesto está dirigido a residuos sólidos no biodegradables. Si bien esto ayuda a reducir el volumen de residuos a disponer en los rellenos sanitarios y reduce la demanda de insumos para la producción<sup>9</sup>, su aporte a la reducción de emisiones de GEI no es muy significativo. Esto en virtud a que las emisiones asociadas a residuos son generadas especialmente por residuos sólidos biodegradables y por las aguas residuales, y no por los residuos no biodegradables.

---

<sup>8</sup> También Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMA, por su sigla en inglés), es decir (Acciones voluntarias para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> o equivalentes). De conformidad con el Minambiente MADS (2016) con dichos planes se evitaría que las emisiones crezcan de manera exponencial por el uso de las actuales tecnologías. Según sus estimaciones, si estas acciones no se llevan a cabo, en el 2030 las emisiones del país se habrán incrementado en más del 60% y en el 2040 estaremos emitiendo más del doble de las emisiones actuales.

<sup>9</sup> En muchos casos provenientes de industrias con emisiones significativas, como la del plástico y en el caucho

De todas formas, aunque la mitigación de emisiones no es el principal objetivo de este instrumento, se tiene que indirectamente contribuye a una economía baja en emisiones de carbono. Esto obedece a que el aprovechamiento de material inorgánico, con el necesario proceso de separación, facilitaría la gestión de residuos orgánicos (para *compost* o *waste to energy*), contribuye indirectamente a la mitigación de emisiones, por lo cual se puede afirmar que no se contradice este objetivo de política. Igualmente existe un efecto indirecto en las emisiones de la industria de producción de materias primas, en los materiales aprovechados pues los requerimientos de dichas materias primas se reducen, aunque también aumentan las emisiones en los procesos productivos de transformación que hacen al residuo aprovechable<sup>10</sup>.

### 2.2.2 Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales

Este instrumento va dirigido a estimular la actividad económica a través del impulso a la actividad de reciclaje, por lo cual se espera un efecto significativo no sólo en el recaudo de impuestos sino en la generación de empleo digno del sector reciclador, el incremento de las ganancias de la empresas y organizaciones dedicadas a esta actividad y, por lo tanto, en la disponibilidad de recursos para realizar inversiones que hagan más productivo el desarrollo de la actividad, a medida que se logra avanzar en el cumplimiento de las metas.

Igualmente, contribuye con la a eficiencia en el uso de los recursos naturales, en tanto se aprovecha de forma cíclica los residuos que ya están en el circuito productivo como materias primas. Con esto se disminuye la presión sobre los mismos y afectaciones al suelo, deforestación, contaminación y, adicionalmente, mejora los servicios que prestan los ecosistemas naturales.

### 2.2.3 Armonización con calidad ambiental y uso sostenible del capital natural

La calidad ambiental está relacionada con el mantenimiento de las condiciones o estándares ambientales o de los recursos naturales renovables, como presupuesto para asegurar la sostenibilidad o conservación. En este contexto, el incentivo al aprovechamiento de los mencionados residuos previene que se dispongan inadecuadamente y deterioren la calidad de las aguas superficiales, subterráneas y marinas, del suelo, de la biodiversidad y de la fauna que los puede consumir y morir. Al igual, previene afectaciones a la salud humana (Política para la Gestión Integral de Residuos, 1998) (CONPES 3874 de 2016).

---

<sup>10</sup> En general se podría considerar que las emisiones del proceso de transformación para el aprovechamiento son menores que las del proceso productivo de la materia prima que no viene del reciclaje, pero esa emisión neta debe evaluarse en cada caso.

De otro lado, el reciclaje, reutilización y aprovechamiento en el ciclo productivo de residuos sólidos no biodegradables contribuye a la sostenibilidad del capital natural (actual y futura), en tanto previene o disminuye la disposición inadecuada en botaderos, rellenos sanitarios o en el espacio público (calles, humedales, lagos, lagunas y áreas protegidas), que constituyen factores de contaminación de los recursos naturales (agua, aire, paisaje, suelo, fauna, etc.). Por otro lado, se disminuye la demanda de suelo que se requiere para la construcción o ampliación de los rellenos sanitarios para recibir la cantidad actual o proyectada de dichos residuos y que podría utilizarse para otras actividades económicas. De allí que su aprovechamiento sea necesario para mantener la sostenibilidad del capital natural.

#### 2.2.4 Armonización con la gobernanza ambiental

En la gestión integral de residuos sólidos intervienen diferentes actores públicos como privados (Minambiente, Minvivienda, corporaciones autónomas regionales, alcaldías, Superintendencia de Servicios Públicos, gobernaciones, prestadores del servicio público de aseo, recicladores de oficio, productores, generadores y gestores, etc.). En este sentido, el incentivo al retorno de los mencionados residuos para su aprovechamiento se convierte en un medio que contribuye a impulsar las acciones y compromisos de los mencionados actores, en el cumplimiento de las metas, programas y acciones establecidos en el CONPES 3874 de 2016 y en general la normas y reglamentaciones del servicio público de aseo. Todos estos elementos de política incorporan el aprovechamiento, especialmente cuando el Decreto 596 de 2016 y la Resolución 276 de 2016 del Minvivienda establecen un esquema de aprovechamiento de residuos y formalización de la población recicladora de oficio, así como las políticas, planes, programas y normas de residuos peligrosos - Respel y de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – RAEE.

Además, el instrumento contribuye con la gestión de la información sobre la gestión de residuos, la trazabilidad y manejo bajo el ciclo de vida – residuo, para tener un mejor control, seguimiento y medición de la eficacia y responsabilidades de quienes intervienen en el aprovechamiento.

#### 2.2.5 Armonización con la adaptación al cambio climático

El documento del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC, 2012)<sup>11</sup> registra que uno de los impactos observables por el cambio climático, específicamente el

---

<sup>11</sup> El PNACC hace parte de las estrategias políticas e institucionales del país. El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos” ha priorizado cuatro estrategias encaminadas a abordar de forma integral la problemática del cambio climático, dentro de las cuales se incluye la formulación e implementación del PNACC. Estas iniciativas se articulan a través de la estrategia institucional planteada en el CONPES 3700, por medio del cual se establece la necesidad de crear el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA).

fenómeno de La Niña de 2010 y 2011, tiene que ver con la recolección de residuos. Esto significa que, por un lado, los residuos sólidos como empaques y botellas dispuestos en sistemas naturales como lagos, humedales, quebradas, ríos, áreas de bosque que hacen parte de la estructura ecológica de los centros urbanos, aumentan el riesgo de inundaciones por pérdida de capacidad de almacenamiento o resiliencia de los mismos para responder adecuadamente a dichos fenómenos. Esto genera repercusiones para las personas y sus bienes.

Igualmente, existe el riesgo de taponamiento de los sistemas de alcantarillado público de recolección de aguas lluvias, incrementando las amenazas con los efectos mencionados.

En este contexto, el incentivo de reembolso de los residuos sólidos no biodegradables ayuda justamente a que los usuarios finales los devuelvan para el aprovechamiento e incorporación al ciclo productivo, previniendo riesgos que constituyen una forma de adaptación al cambio climático.

## 2.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO

### 2.3.1 Descripción del modelo

Para definir la tarifa del gravamen, es preciso reconocer que existe incertidumbre por parte del regulador acerca de los costos de acopio, transporte y procesamiento de los residuos, para cada nivel de aprovechamiento y en especial para los niveles que no se han logrado históricamente. Los costos no son proporcionales a la proporción de aprovechamiento, sino que suben más que proporcionalmente cuando se buscan metas más altas. Pasar de 0% a 1% de aprovechamiento tiene un costo casi nulo, mientras que pasar de 99% a 100% de aprovechamiento tiene unos costos altísimos.

Para actuar frente a esta incertidumbre, se propone fijar una determinada meta de manejo de residuos y establecer inicialmente un gravamen relativamente bajo, tomando como referencia el nivel de conocimiento que se pueda tener de los costos actuales, relativamente bajos por corresponder a etapas iniciales del proceso de reciclaje. Pero además, anunciando desde un principio que dicho gravamen se irá incrementando con el tiempo, hasta que se cumpla la meta de manejo de residuos previamente establecida.

Con este mecanismo, se espera que los productores o importadores del bien, obligados a pagar el gravamen en el origen, se vean incentivados a invertir en el proceso de recuperación y procesamiento de los residuos. Esto sucederá cuando el nivel del gravamen, y del respectivo descuento o beneficio tributario, llegue a ser mayor que los costos de acopio, transporte y transformación del residuo.

Para evaluar este mecanismo en distintos sectores<sup>12</sup>, se construyó un modelo de análisis con las siguientes características:

- 1) Se parte de la información histórica del mercado del bien que genera los residuos, identificando el consumo aparente y sus respectivos precios.
- 2) Se proyecta la demanda futura del bien antes de la aplicación del instrumento propuesto y se estima el volumen de residuos que se generaría (es decir, el denominado escenario *business as usual*).
- 3) Con base en información disponible, se identifican los procesos requeridos para acopiar, transportar y procesar los residuos, con una aproximación a los respectivos costos de cada una de estas etapas.
- 4) Se define la meta de manejo de residuos a alcanzar<sup>13</sup> y un punto de partida del gravamen a aplicar inicialmente, tomando como referencia el punto de partida de los costos en las etapas iniciales y una estimación de su crecimiento en etapas más exigentes. Así mismo se define el incremento anual del mismo gravamen, en caso de que no se cumpla la meta de manejo de residuos preestablecida.
- 5) Teniendo en cuenta la elasticidad precio de la demanda, se inicia un proceso de ajuste de la proyección tanto del consumo como de la generación de residuos, dado el incremento del precio generado por el gravamen inicial.
- 6) Se calcula el gravamen a pagar año a año, así como el potencial de descuento tributario correspondiente, y se contrasta con el costo estimado de manejo de esos residuos. Si dichos costos son mayores que el beneficio tributario que se generaría, se asume que no habrá un incentivo suficiente para asumir el respectivo proceso de manejo de los residuos. En consecuencia, no se cumplirá la meta de reducción y el gravamen se incrementará para el año siguiente. Y así sucesivamente, hasta que el gravamen llegue a un nivel tal que supere los costos de manejo de los residuos, momento en el cual será atractiva la respectiva inversión en el manejo adecuado de los mismos. A partir de este momento, se asume que se realiza la respectiva inversión, se recibe el incentivo tributario y se cumple con la meta de reducción previamente establecida.
- 7) Una vez lograda la proyección que permita el cumplimiento de la meta, se procede a calcular el flujo de residuos generados y manejados, los ingresos del Estado por concepto del gravamen y el respectivo incentivo a quien maneje adecuadamente estos

---

<sup>12</sup> Los productos/residuos para la aplicación del modelo de análisis se seleccionaron de acuerdo a: los avances del país en temas de responsabilidad extendida del productor, buscando cubrir diferentes tipos de residuos (ordinarios, peligrosos, electrónicos), diferentes relaciones de relación producto/residuo (precio, peso) y considerando la disponibilidad potencial de información sobre los procesos de acopio y adecuación.

<sup>13</sup> Las metas aquí simuladas se establecen por la necesidad de verificar el comportamiento de los efectos cuando se tienen costos crecientes y se alcanzan niveles de reciclaje en diferentes niveles. Estas no corresponden a metas establecidas por el Gobierno ni sugeridas por la consultoría. El ejercicio de fijación de dichas metas es de carácter político y tendrá que ver con la velocidad en la que se decida avanzar en la implementación de la política.

residuos. Así mismo, se calcula el nuevo valor agregado generado por la actividad de manejo de los residuos, en términos de remuneración al trabajo y de las utilidades de los participantes en dicho manejo, así como los ingresos del Estado netos del costo fiscal de los beneficios tributarios otorgados a los particulares. Igualmente se calcula el valor de la reducción de la demanda para el sector productor del bien que genera el residuo.

Este modelo permite hacer simulaciones, tomando como referencia distintas metas de reducción, con diferentes puntos de partida del gravamen y distintos incrementos del mismo cuando no se cumpla la respectiva meta. Igualmente, permite crear distintos escenarios, para analizar la sensibilidad del sistema a los distintos parámetros del modelo tales como los costos de acopio, transporte y adecuación de los residuos como son los de clasificación, separación, transformación (granulado, pulverizado, etc.) y empaque.

También es posible generar análisis de sensibilidad a cambios en las elasticidades empleadas para estimar los cambios en la demanda ante el incremento de precios como resultado del nuevo gravamen.

En el cálculo de los costos de reciclaje, se buscó calcular unos ordenes de magnitud que dieran una idea de las cifras reales, dependiendo del proceso y de la complejidad del residuo. Como se ha mencionado, dichos costos sólo se conocen de manera aproximada para las etapas iniciales del proceso, pero son inciertos para los niveles de reciclaje mayor que aún no se han logrado. Sin embargo, algunos parámetros y precios básicos, así como las relaciones técnicas de almacenamiento, densidades, rendimientos, carga de trabajo, tiempos promedio por actividad, se validaron con entrevistas a actores institucionales de cada sector y se ajustaron de acuerdo con sus sugerencias. Otros parámetros como cánones, tarifas, precios y remuneraciones se investigaron por medio de cotizaciones y referencias en estudios anteriores. Tasas de crecimiento y comportamiento de variables sectoriales se estimaron de acuerdo al comportamiento y tendencias históricas.

Esto permite calcular un costo básico para niveles bajos de reciclaje (se supone entre 0% y 30%), mientras que para niveles más altos se establece una función cuadrática de costos. Nótese que esto se hace para probar el funcionamiento del mecanismo, más no como ejercicio de predicción, pues el instrumento se diseña precisamente para revelar los verdaderos costos, compatibles con la meta, en la aplicación real. De esta manera no importa tanto si los costos son los reales, sino que el modelo de simulación sirve para revelar la sensibilidad del mecanismo propuesto a la variabilidad de dichos costos. Por supuesto, esto significa que los valores de los beneficios obtenidos no son exactos y lo que muestra es que dichos beneficios existen y revelan un orden de magnitud de los mismos.

En cuanto a la definición de metas y tarifas del gravamen, elementos que en general corresponden a una decisión de política, el ejercicio busca precisamente explorar si el mecanismo propuesto lleva a alcanzar la meta, cualquiera que esta sea, y determinar la trayectoria de cambio. Para realizar el ejercicio, se establecieron metas *ad-hoc*, algunas veces surgidas de las entrevistas con los actores interesados en el tema, otras veces tomando como referencia experiencias de otros países y en otros casos como resultado de la calibración del modelo. Si en un ejercicio de simulación se encontraba que la meta no se cumplía para el horizonte de proyección, eso permitía inferir que la meta estaba alta o que la tarifa del gravamen estaba muy baja. Haciendo análisis de sensibilidad de estos dos parámetros, se llega a las cifras que se presentan en los ejercicios de aplicación.

La herramienta de hoja de cálculo permitirá hacer nuevas simulaciones cuando existan decisiones que lleven a formalizar una meta y se establezca tanto una tasa inicial como un incremento periódico.

### 2.3.2 Aplicación 1: Teléfonos móviles

La información histórica de los teléfonos celulares se consolidó a través de la plataforma virtual *TradeMap* que proporciona estadísticas de comercio exterior de 220 países con valores de importaciones, exportaciones y precios para 5.300 productos.

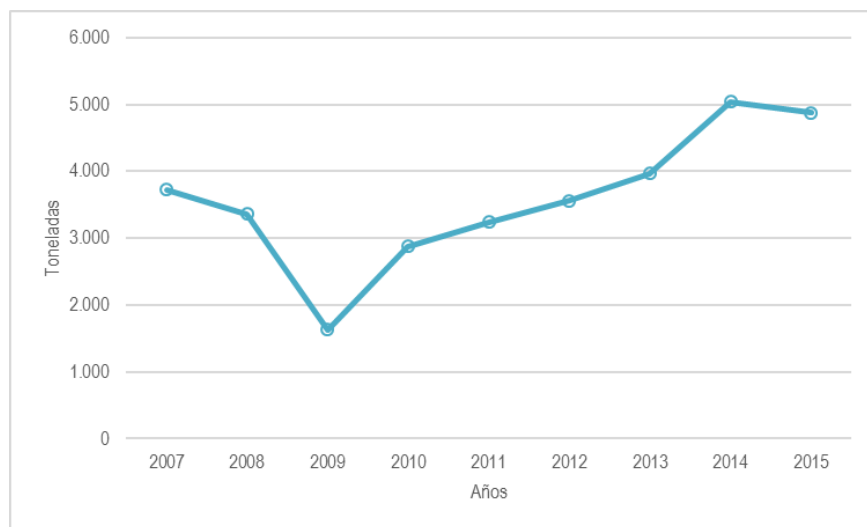
**Cuadro 2.1 – Colombia. Datos históricos del precio de teléfonos celulares**

AÑO	PRECIO (USD/TON)	TRM	PRECIO COP/TON (\$ CONSTANTES 2015)
2007	237.793	2.078,35	671.300.554
2008	255.261	1.966,26	633.156.066
2009	213.178	2.156,29	568.495.505
2010	235.812	1.897,89	536.482.875
2011	266.426	1.848,17	569.050.356
2012	321.838	1.798,23	652.927.410
2013	377.251	1.868,90	780.303.391
2014	330.661	2.000,68	706.327.539
2015	322.314	2.746,47	885.225.732

Fuente: Econometría consultores con base en información de *TradeMap*



**Figura 2.1 – Colombia. Comportamiento histórico de importaciones de teléfonos celulares**



Fuente: Econometría consultores con base en información de TradeMap

De acuerdo con lo reportado en la Encuesta Anual Manufacturera, se puede evidenciar que Colombia no es un país productor de teléfonos celulares. Su participación en el mercado es insignificante. En contraste y de acuerdo a los datos históricos, el volumen de importaciones de teléfonos celulares ha sido alto. Se puede evidenciar también, una tendencia creciente de la cantidad de toneladas de celulares importados en los últimos años.

**Cuadro 2.2 - Escenario *business as usual*. Teléfonos celulares. Datos históricos (2007-2015) y proyecciones (2016-2030)**

PERIODO	DEMANDA INTERNA	PRECIO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIONES	RESIDUO GENERADO
	TON	(MILLONES DE COL\$/TON)	TON	TON	TON
2007	3.702	671,30	0	3.725	
2008	3.318	633,16	0	3.366	
2009	1.587	568,50	0	1.628	3.702
2010	2.856	536,48	0	2.876	3.318
2011	3.230	569,05	0	3.238	1.587
2012	3.557	652,93	0	3.564	2.856
2013	3.955	780,30	0	3.969	3.230
2014	5.024	706,33	0	5.044	3.557
2015	4.849	885,23	0	4.876	3.955
2016	5.065	885,23	0	5.093	5.024
2017	5.291	885,23	0	5.321	4.849
2018	5.527	885,23	0	5.558	5.065
2019	5.774	885,23	0	5.806	5.291

PERIODO	DEMANDA INTERNA	PRECIO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIONES	RESIDUO GENERADO
	TON	(MILLONES DE COL\$/TON)	TON	TON	TON
2020	6.031	885,23	0	6.065	5.527
2021	6.300	885,23	0	6.335	5.774
2022	6.581	885,23	0	6.618	6.031
2023	6.875	885,23	0	6.913	6.300
2024	7.181	885,23	0	7.221	6.581
2025	7.502	885,23	0	7.543	6.875
2026	7.836	885,23	0	7.880	7.181
2027	8.186	885,23	0	8.231	7.502
2028	8.551	885,23	0	8.598	7.836
2029	8.932	885,23	0	8.982	8.186
2030	9.330	885,23	0	9.382	8.551

Fuente: Econometría consultores con base en información de Trade Map

En el escenario *business as usual* la proyección de los precios, importaciones y exportaciones 2016-2030 se realizó a partir de los datos históricos (2007-2015) y se calcularon los residuos generados usando dos parámetros. En primer lugar, el factor de generación del residuo, que para el caso de los celulares es igual a 1, puesto que por cada celular que se produce, se desecha un celular al terminar su vida útil. El segundo parámetro está relacionado con el rezago en la generación del residuo, que depende de los años de vida útil del producto. Para el caso de los celulares, de acuerdo a un estudio desarrollado por la UNESCO este rezago es de dos años<sup>14</sup>.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y COSTOS DE RECICLAJE

Se asume que el residuo se lleva a puntos de recolección o centros de acopio donde un equipo de operarios se encarga del desarme de los teléfonos, para luego clasificar las partes desarmadas. Cada una de las partes es empacada por separado de tal manera que no se generen riesgos de mezcla de materiales los cuales deben estar debidamente clasificados para su comercialización<sup>15</sup>. El tratamiento de cada una de las partes dependerá del tipo de material y del uso que se espera darle. Generalmente, el material es fundido con la finalidad de recuperar metales existentes y destinarlos a la fabricación de nuevos elementos para celulares u otros dispositivos electrónicos. El material plástico puede ser usado nuevamente para diferentes usos industriales. En Colombia no existe producción de teléfonos celulares por lo que

<sup>14</sup> UNESCO Montevideo, Günther Cyranek, Consejero de Comunicación Información para el MERCOSUR y Chile. Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe.2010

<sup>15</sup> Actualmente, en la desintegración de computadores los materiales se exportan; pero igualmente, si se utilizaran internamente, las partes metálicas y las plásticas podrían tener destinos distintos.

posiblemente en el desarrollo de un programa de reciclaje, los materiales recuperados se podrán vender en el mercado exterior o usados en otras industrias.

En el caso del reciclaje de celulares, en la modelación de los costos se usaron parámetros para costos de acopio y de transporte en los que se incluían rangos de distancia desde el lugar de recolección y el punto de acopio (en kilómetros) y el costo de transporte por tonelada, dada esta distancia<sup>16</sup>. En cuanto a los costos de adecuación, se calcularon en términos del tiempo de desarme, clasificación, empaque y procesamiento que destina cada operario por tonelada de celulares procesadas. Además de los costos de mano de obra, se incluyeron costos de bodegaje calculados a través de cotizaciones reales.

De acuerdo al proceso descrito anteriormente, los costos de reciclaje se calcularon con base en los costos de acopio y transporte y los costos de adecuación<sup>17</sup> por tonelada de residuo reciclado.

Para el caso de los costos de acopio, se estimó un retorno al usuario creciente, entre 10 mil y 12 mil pesos por celular, dependiendo de la dificultad de acopio a medida que se aleja la distancia de localización del usuario del celular al centro de procesamiento; cifras que arrojan respectivamente costos de acopio entre 50 y 60,8 millones de pesos por tonelada.

Para el caso del transporte, tomando como base un costo de 60 mil pesos por tonelada-km, se calculó un costo por tonelada entre 150 mil y 2,10 millones de pesos, correspondientes respectivamente al acopio más cercano (un rango entre 0 y 5 km) y el más lejano (rango entre 20 y 50 km).

En cuanto a los costos de adecuación, se calculó un costo neto de 15,4 millones de pesos por tonelada, compuesto básicamente por el costo de la mano de obra (19,5 millones de pesos por tonelada), más el costo del bodegaje (1,5 millones por tonelada) y menos el ingreso estimado por venta del producto reciclado (5,6 millones de pesos por tonelada).

En síntesis, el costo neto estimado por tonelada de celulares reciclados oscila entre 65,5 y 78,2 millones de pesos por tonelada, dependiendo del nivel de dificultad de acopio y la distancia hasta el centro de procesamiento.

Con base en estos cálculos, aplicando una función cuadrática, se estimaron los costos por tonelada para una distribución del total de residuos en cinco rangos de dificultad de manejo de residuos, con los resultados que se muestra en la siguiente tabla.

---

<sup>16</sup> Estas estimaciones se realizaron a partir de estudios previos de Econometría para el Ministerio de Transporte.

<sup>17</sup> Separación, clasificación y transformación o empaque

**Cuadro 2.3 – Costo unitario de reciclaje de celulares según segmento de % aprovechamiento (Millones de pesos por tonelada)**

SEGMENTO DE % DE APROVECHAMIENTO (RESIDUO MANEJADO)	COSTO UNITARIO DE RECICLAJE (MILLONES DE \$/TON)
De 0 % a menos de 30 %	65,2
De 30 % a menos de 45 %	69,5
De 45 % a menos de 75 %	74,2
De 75 % a menos de 85 %	79,2
De 85 % a 100 %	86,0

Fuente: Cálculos de Econometría con información para este trabajo

Con base en esta información, se aplica el modelo de simulación de la siguiente manera:

- 1) Se establece una meta de reciclaje del 75% del total de desechos generados al año.
- 2) En el año inicial de aplicación del instrumento (2018) se fija una tarifa de gravamen equivalente al 1% del precio del producto y un incremento anual de un punto porcentual si no se cumple la meta<sup>18</sup>.
- 3) Al culminar cada año, se verifica si se ha cumplido la meta y se aplica la regla: si se cumple, en el año siguiente se mantiene la tarifa del gravamen del año anterior; si no se cumple, se incrementa.

Al aplicar el instrumento, según este modelo de simulación se obtendría los siguientes resultados<sup>19</sup>:

- a) Con un precio promedio por tonelada de celulares de 885 millones de pesos en 2018, en ese año se inicia con un gravamen equivalente a 8,85 millones por tonelada (1% del precio del producto).
- b) Al finalizar el primer año, se evalúa el nivel de reciclaje alcanzado, para establecer los estímulos a quienes hayan respondido favorablemente. Dado que el costo de reciclar en el primer rango es de 65,2 millones de pesos por tonelada, aún si se estableciera un incentivo por el valor total del gravamen (8,5 millones por tonelada), dicho costo sería superior al gravamen y por tanto no habrá un incremento del reciclaje.
- c) En el segundo año el gravamen se incrementa al 2% del precio del producto, llegando a 17,7 millones de pesos por tonelada. Con este valor tampoco se puede ofrecer un incentivo que supere los costos de reciclaje. Por tanto, no se incrementará el reciclaje y en el año siguiente se continuará incrementando el gravamen a 3% del precio. Y así

<sup>18</sup> Como se verá más adelante, con estas condiciones iniciales se obtiene un cumplimiento de la meta en el año 2026.

<sup>19</sup> Para mayores detalles sobre estos resultados, consultar la archivo en Excel que se presenta el modelo aquí descrito y la desegregación detalles de su aplicación.

sucesivamente hasta el año 2024, cuando el gravamen será del 7% del precio, equivalente a 62 millones de pesos por tonelada.

- d) En dicho año (2024) se habrán colocado en el mercado 6.533 toneladas del producto y, por efectos del rezago de dos años, se habrán generado 6.149 toneladas de desechos. Esto se traduciría en recaudos por 405 mil millones de pesos que, al dividirlos por el volumen de desechos, arrojaría un potencial retorno (incentivo) de 65,8 millones de pesos por tonelada de desecho. Con este incentivo se superan los costos del primer tramo y quienes hayan realizado el reciclaje recibirán este valor por cada tonelada de desechos adecuadamente manejada.
- e) Con este primer incentivo, sólo se alcanza a manejar el 25% del total de desechos. Por tanto no se alcanza la meta fijada del 75% y, en consecuencia, al año siguiente se sigue incrementando el gravamen, pasando al 8% del precio (es decir, 70,8 millones de pesos por tonelada). Aplicando el mismo procedimiento anterior, se dispondrá ahora de recursos para trasladar un incentivo de 75,3 millones por tonelada reciclada, con el cual se podrá pasar a los siguientes dos tramos de costos de reciclaje (69,5 y 74,2 millones de pesos por tonelada). Con este nuevo incentivo sólo se alcanzan a cubrir los costos para reciclar un 70% de los residuos generados y por tanto no se cumple la meta. Se pasa entonces a incrementar nuevamente la tarifa del gravamen al 9% en el año siguiente.
- f) Con esta nueva tarifa (79,7 millones de pesos por tonelada de producto), se generan recursos que permiten trasladar un incentivo de 84,7 millones por tonelada reciclada, con el cual se cubren los costos del 80% de los residuos (es decir, se cumple la meta del 75%). En los siguientes años, se mantiene la tarifa del gravamen y los recursos captados se retornan a los que siguen asumiendo el manejo adecuado de los desechos.

A nivel de la economía, se producen las siguientes repercusiones:

- 1) Hay una contracción de la demanda de celulares, en función de la elasticidad precio de la misma y del incremento del precio del producto por el gravamen fijado en cada año.
- 2) Se genera el crecimiento de la actividad de reciclaje, como consecuencia del incentivo que reciben los productores del mismo. En consecuencia, se genera un valor agregado adicional, expresado en generación de empleo con una nueva remuneración al trabajo, así como un adicional excedente del productor. En el año 2026, en el cual se alcanzaría la meta, estos valores ascenderían a 102 mil millones y 29 mil millones, respectivamente; y el primero de ellos seguiría creciendo hasta el final del período de análisis (año 2030).
- 3) Durante el ajuste inicial de las tarifas, se obtendrá recursos para el Estado mayores que los incentivos que debe retornar a quienes hagan el reciclaje. Esto genera un incremento de recursos para el Estado, que se contabilizan también dentro del valor agregado adicional como resultado de la aplicación del instrumento.

## PROYECCIONES EN UN ESCENARIO CON RECICLAJE DE TELÉFONOS CELULARES.

Las siguientes proyecciones se realizaron a partir de un ejercicio de simulación en la cual se definió una meta de manejo de residuos a alcanzar y un gravamen inicial, así como el incremento anual del mismo en caso de que no se cumpla dicha meta. Es un modelo de simulación que permite analizar distintos escenarios, los cuales pueden ser ajustados en la medida en que se avance en adquirir mayor conocimiento y se disponga de cifras cada vez más reales. De acuerdo a los resultados de este análisis, se puede concluir que siendo la meta de reciclaje del 75%, se necesitaría aplicar un gravamen del 5% a partir del año 1 (2018) de tal manera que se logre cumplir la meta en el año 2022. Como se presenta en el siguiente cuadro, los beneficios del reciclaje se verán traducidos en un aumento progresivo del residuo reciclado, lo que aumentaría los niveles de empleo, y de esta manera también se incrementarían los excedentes del proceso de reciclaje propiamente dichos.

**Cuadro 2.4 - Proyecciones de demanda, reciclaje generado y valor agregado del reciclaje de teléfonos celulares (Meta de reciclaje 75%)**

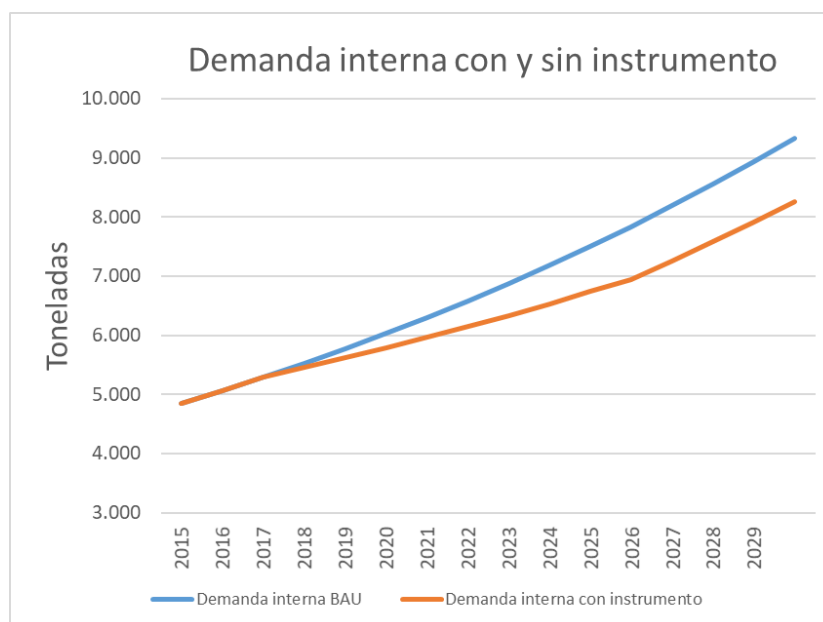
PERIODO	DEMANDA INTERNACIONAL TON	GRAVAMEN %	RECAUDO (M\$)	RESIDUO GENERADO TON	RESIDUO RECICLADO TON	EMPLEO GENERADO	REMUNERACIÓN AL TRABAJO (M\$)	UTILIDADES DEL RECICLAJE (M\$)	VALOR AGREGADO DEL RECICLAJE (M\$)
2007	3.702	0,0%	-		0	0	0	0	0
2008	3.318	0,0%	-		0	0	0	0	0
2009	1.587	0,0%	-	3.702	0	0	0	0	0
2010	2.856	0,0%	-	3.318	0	0	0	0	0
2011	3.230	0,0%	-	1.587	0	0	0	0	0
2012	3.557	0,0%	-	2.856	0	0	0	0	0
2013	3.955	0,0%	-	3.230	0	0	0	0	0
2014	5.024	0,0%	-	3.557	0	0	0	0	0
2015	4.849	0,0%	-	3.955	0	0	0	0	0
2016	5.065	0,0%	-	5.024	0	0	0	0	0
2017	5.291	0,0%	-	4.849	0	0	0	0	0
2018	5.452	1,0%	48.259	5.065	0	0	0	0	48.259
2019	5.617	2,0%	99.454	5.291	0	0	0	0	99.454
2020	5.789	3,0%	153.731	5.452	0	0	0	0	153.731
2021	5.966	4,0%	211.242	5.617	0	0	0	0	211.242
2022	6.149	5,0%	272.149	5.789	0	0	0	0	272.149
2023	6.338	6,0%	336.616	5.966	0	0	0	0	336.616
2024	6.533	7,0%	404.820	6.149	1.537	2.259	30.000	943	334.558
2025	6.735	8,0%	476.942	6.338	4.436	6.520	86.582	4.868	234.532

PERIODO	DEMANDA INTERNA TON	GRAVAMEN %	RECAUDO (M\$)	RESIDUO GENERADO TON	RESIDUO RECICLADO TON	EMPLEO GENERADO	REMUNERACIÓN AL TRABAJO (M\$)	UTILIDADES DEL RECICLAJE (M\$)	VALOR AGREGADO DEL RECICLAJE (M\$)
2026	6.943	9,0%	553.171	6.533	5.226	7.681	101.999	28.637	241.271
2027	7.253	9,0%	577.843	6.735	5.388	7.919	105.150	35.590	256.309
2028	7.576	9,0%	603.615	6.943	6.943	10.205	135.507	6.698	142.205
2029	7.914	9,0%	630.536	7.253	7.253	10.660	141.550	6.997	148.547
2030	8.267	9,0%	658.658	7.576	7.576	11.135	147.864	7.309	155.172

Fuente: Cálculos de Econometría con información para este trabajo

Otra de las consecuencias evidentes del reciclaje es la reducción en la demanda del bien generador del residuo puesto que con el gravamen se espera que los productores transfieran parte de las obligaciones al consumidor final a través de aumentos en los precios, lo que termina teniendo un impacto en la demanda. Esta reducción en la demanda se traduce en menores ganancias para los productores; la variación en la demanda se muestra en la siguiente figura.

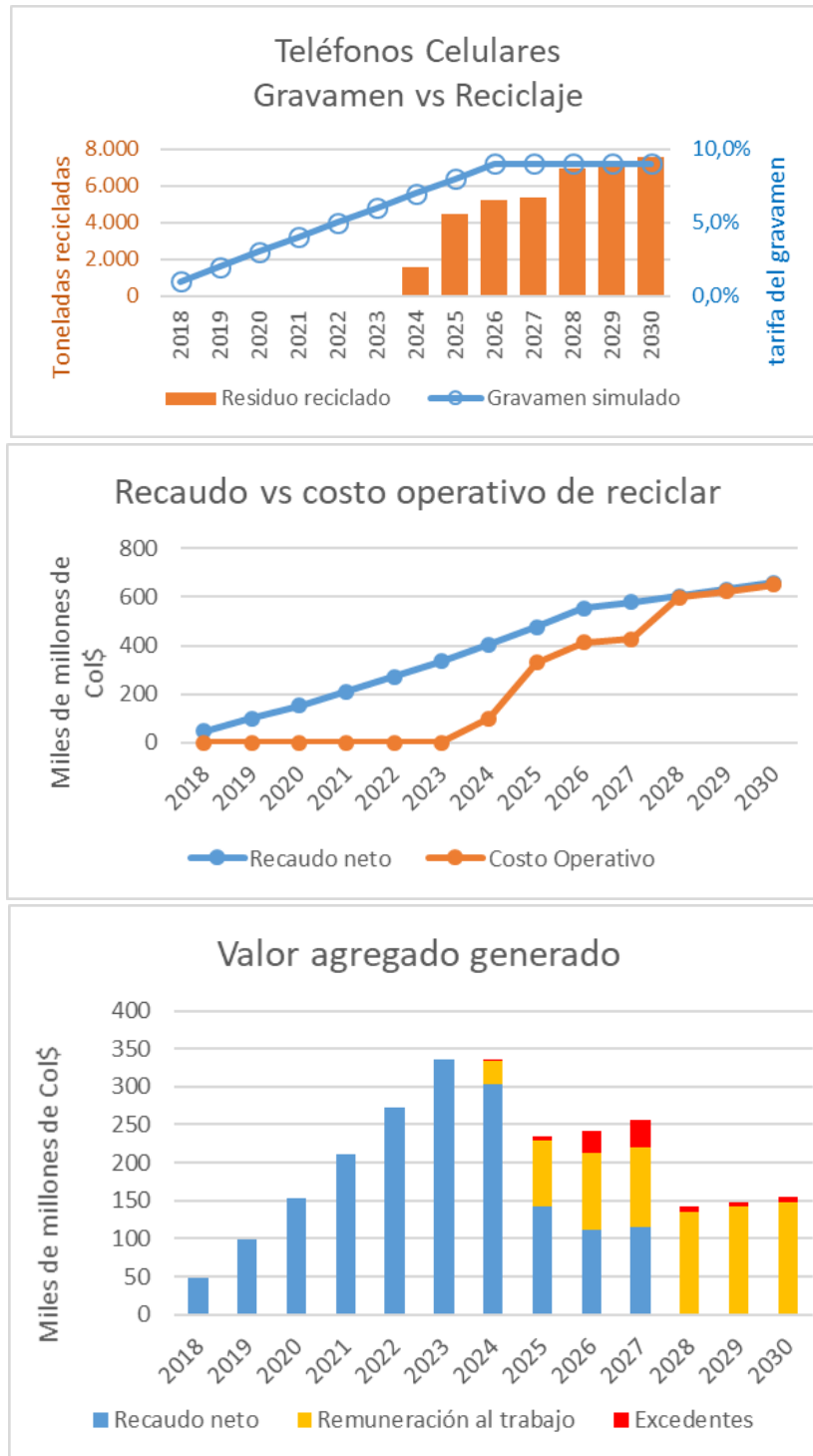
**Figura 2.2 – Reducción en la demanda del bien generador del residuo.**



Fuente: Econometría consultores

Las siguientes figuras muestran el escenario de cumplimiento de la meta de reciclaje del residuo (75%) con los resultados referentes a la tarifa del gravamen y al valor agregado.

**Figura 2.3 - Escenario de cumplimiento de la meta de reciclaje. Teléfonos celulares**



Fuente: Cálculos de Econometría



Al iniciar con una tarifa del 1% en el año 2018, en el 2024 se cumpliría la meta de reciclaje del 75% y el gravamen se estabilizaría a una tarifa del 9%. Con esta estrategia, en el año 2028 se alcanzaría un 100% de reciclaje, para un total de 7.576 toneladas recicladas en 2030.

Para el primer año (2018) el recaudo, neto de las transferencias como incentivos, sería de 48 mil millones de pesos y crecería hasta 659 mil millones de pesos en el año 2030. Teniendo en cuenta que desde 2028 habría un reciclaje del 100% de los desechos generados, a partir de dicho año todo el recaudo se distribuiría entre quienes adelanten dicho reciclaje. De esta forma, para el estado sólo quedarán los fondos positivos, netos del retorno en incentivos, que haya obtenido en los años previos donde el incentivo fue menor que el recaudo.

### 2.3.3 Aplicación 2: Envases de Agroquímicos

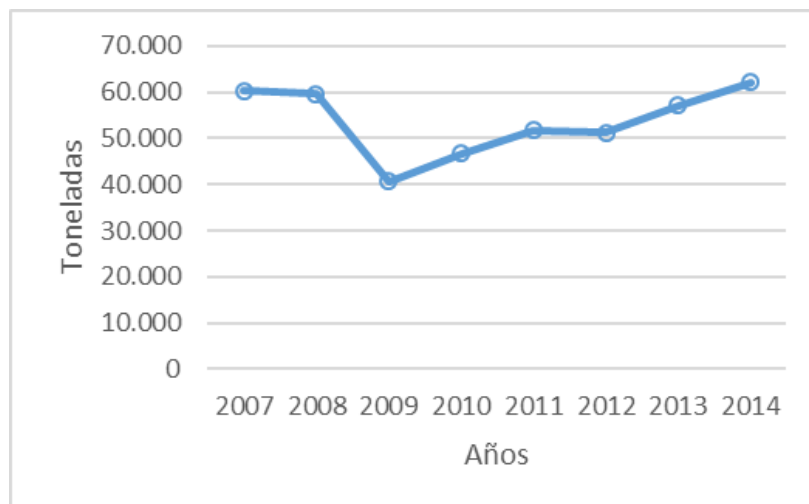
Para el caso de los agroquímicos, tanto los precios históricos como la producción nacional fueron recopilados de la Encuesta Anual Manufacturera (2007-2014) y, en lo referente al comercio exterior, la información se obtuvo de la plataforma virtual *TradeMap* (2007-2014). Como lo muestra el siguiente cuadro, son más importantes las exportaciones que las importaciones y, a su vez, es más importante la producción nacional de agroquímicos entre el año 2007 y el 2014. Por su parte, los precios por tonelada de agroquímicos oscilan entre 16 millones y 23 millones de pesos.

**Cuadro 2.5 - Datos históricos. Agroquímicos**

AÑO	PRECIO COP/T (CONSTANTES 2014)	PRODUCCIÓN	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES
	(\$)	Ton	Ton	Ton
2007	16.228.251	60.370	30.099	45.858
2008	15.384.372	59.734	28.317	44.705
2009	23.234.057	40.677	26.165	44.489
2010	19.596.574	46.800	27.277	41.523
2011	17.348.303	51.748	34.588	40.746
2012	17.168.428	51.228	35.187	45.845
2013	15.945.259	57.154	42.169	55.542
2014	18.403.564	62.149	43.951	57.418

Fuente: Encuesta Anual Manufacturera. Trademap.com

**Figura 2.4 - Histórico Producción. Agroquímicos.**



Fuente: Encuesta Anual Manufacturera.

A través de la figura anterior, se puede observar que la producción nacional de agroquímicos, a partir del año 2009, tuvo un crecimiento relativamente constante hasta el año 2014. Para dicha fecha la producción alcanzaba 62.149 toneladas, mientras que las importaciones y las exportaciones alcanzaban 43.951 y 57.418 toneladas, respectivamente. Para el crecimiento futuro se utilizó la tasa de crecimiento promedio histórica.

**Cuadro 2.6 - Escenario *business as usual*. Agroquímicos.**

PERIODO	DEMANDA INTERNA	PRECIO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	RESIDUO GENERADO
	TON	(MILLONES DE \$/TON)	TON	TON	TON	TON
2007	44.611	21,10	60.370	30.099	45.858	2.678
2008	43.346	20,00	59.734	28.317	44.705	2.602
2009	22.353	30,20	40.677	26.165	44.489	1.342
2010	32.554	25,48	46.800	27.277	41.523	1.954
2011	45.590	22,55	51.748	34.588	40.746	2.737
2012	40.570	22,32	51.228	35.187	45.845	2.436
2013	43.781	20,73	57.154	42.169	55.542	2.628
2014	48.682	23,92	62.149	43.951	57.418	2.923
2015	49.451	23,92	63.131	44.646	58.326	2.969
2016	50.233	23,92	64.129	45.352	59.248	3.016
2017	51.027	23,92	65.143	46.069	60.185	3.064
2018	51.834	23,92	66.173	46.797	61.136	3.112
2019	52.654	23,92	67.219	47.537	62.103	3.161

PERIODO	DEMANDA INTERNA	PRECIO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	RESIDUO GENERADO
	TON	(MILLONES DE \$/TON)	TON	TON	TON	TON
2020	53.486	23,92	68.282	48.288	63.085	3.211
2021	54.332	23,92	69.362	49.052	64.082	3.262
2022	55.191	23,92	70.458	49.827	65.095	3.313
2023	56.063	23,92	71.572	50.615	66.124	3.366
2024	56.950	23,92	72.704	51.415	67.170	3.419
2025	57.850	23,92	73.853	52.228	68.232	3.473
2026	58.765	23,92	75.021	53.054	69.310	3.528
2027	59.694	23,92	76.207	53.893	70.406	3.584
2028	60.637	23,92	77.412	54.745	71.519	3.640
2029	61.596	23,92	78.636	55.610	72.650	3.698
2030	62.570	23,92	79.879	56.490	73.799	3.757

Fuente: Econometría consultores con base en información de Trade Map y la Encuesta Anual Manufacturera

En el escenario *business as usual*, a partir de los datos históricos y su proyección hasta el año 2030, se calcularon tanto la demanda interna futura de agroquímicos como el residuo generado de envases. Para este último, se asumió un parámetro de generación de residuo correspondiente a 6 kilos de envases por tonelada de producto y no se consideró que existiera rezago anual en la generación del residuo.

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y COSTOS DE RECICLAJE

El proceso de reciclaje de los envases de agroquímicos inicia con la recolección del residuo, a cargo de las asociaciones de reciclaje, y termina con la incineración del mismo, debido a que se trata de residuos peligrosos. Sin embargo, existen métodos de triple lavado que pueden ser implementados para el aprovechamiento del material plástico. Tras la recolección, los residuos deben ser separados, de acuerdo al tipo de plástico correspondiente, prensados y lavados para su posterior granulación o incineración.

Para el cálculo de los costos de reciclaje se estimaron ordenes de magnitud que permitieran aproximarse a las cifras reales en el proceso de manejo adecuado de los residuos. En el caso del reciclaje de envases agroquímicos, en la modelación de los costos se usaron parámetros para los costos de acopio y de transporte en los que se incluyeron rangos de distancia, en kilómetros, así como el costo de transporte por tonelada dada la distancia. Además, se incluyó el volumen de recolección anual y mensual esperado. Los costos de adecuación se calcularon con base en los ciclos necesarios en el proceso de reciclaje, así como en el tiempo requerido

para cada ciclo de separación, prensado, lavado, molido, granulado e incineración. Se estimaron los tiempos de mano de obra requerido en cada ciclo y la remuneración correspondiente por tonelada procesada. Además de los costos en la mano de obra, se tuvieron en cuenta los costos de alquiler de las instalaciones, dada su capacidad de almacenamiento, así como el costo de mantenimiento de los equipos usados en el proceso.

De acuerdo con lo anterior, los costos del reciclaje de los envases de agroquímicos fueron calculados teniendo en cuenta los costos de acopio y transporte, así como también los costos de adecuación por tonelada de residuo reciclado. Éste último está compuesto por el costo de la mano de obra, la instalación y el mantenimiento por tonelada de residuo. Como resultado, los costos de acopio y transporte son de 1,43 millones de pesos por tonelada y los costos de adecuación son de 177 mil pesos por tonelada.

Con base en estos cálculos, aplicando una función cuadrática se estimaron los costos por tonelada para una distribución del total de desechos en cinco rangos de dificultad de manejo de residuos, con los resultados que se muestra en la siguiente tabla.

**Cuadro 2.7 – Costo unitario de reciclaje de envases de agroquímicos según segmento de % aprovechamiento (Millones de \$ por tonelada)**

SEGMENTO DE % APROVECHAMIENTO RESIDUO MANEJADO	COSTO UNITARIO DE RECICLAJE  (MILLONES DE \$/TON)
De 0 % a menos de 30 %	0,353
De 30 % a menos de 45 %	0,660
De 45 % a menos de 75 %	0,975
De 75 % a menos de 85 %	1,297
De 85 % a 100 %	1,962

Fuente: Cálculos de Econometría con información para este trabajo

Con base en esta información, se aplica el modelo de simulación de la siguiente manera:

- 1) Se establece una meta de reciclaje del 75% del total de desechos generados al año.
- 2) En el año inicial de aplicación del instrumento (2018) se fija una tarifa de gravamen equivalente al 0% del precio del producto (es decir, tarifa nula) y un incremento anual de 0,20 puntos porcentuales si no se cumple la meta<sup>20</sup>.
- 3) Al culminar cada año, se verifica si se ha cumplido la meta y se aplica la regla: si se cumple, en el año siguiente se mantiene la tarifa del gravamen del año anterior; si no se cumple, se incrementa.

<sup>20</sup> Como se verá más adelante, con estas condiciones iniciales se obtiene un cumplimiento de la meta en el año 2020.

Al aplicar el instrumento, según este modelo de simulación se obtendría los siguientes resultados<sup>21</sup>:

- a) Aunque el precio promedio por tonelada de agroquímicos es de 23,9 millones de pesos en 2018, de acuerdo con la regla establecida en ese año se inicia la aplicación del instrumento con un gravamen nulo.
- b) Al finalizar el primer año, se evalúa el nivel de reciclaje alcanzado, para establecer los estímulos a quienes hayan respondido favorablemente. Dado que el costo de reciclar en el primer rango es positivo y no hay recaudos para incentivar dicho reciclaje, no habrá estímulos para incrementarlo.
- c) En el segundo año el gravamen se incrementa al 0,2% del precio del producto, llegando a 0,048 millones de pesos por tonelada. Con un factor de 60 kilos de envases por tonelada de agroquímicos, este recaudo equivale a 0,797 millones de pesos por tonelada de envases. Al trasladar este valor como incentivo al reciclaje, se cubren los costos de manejo adecuado tanto del primero como del segundo segmento (0,353 y 0,660 millones de pesos por tonelada de desecho, respectivamente). De esta forma, con este valor se puede ofrecer un incentivo para reciclar hasta un 40% del total de desechos. Pero como todavía no se cumple la meta, en el año siguiente se continuará incrementando el gravamen hasta 0,4% del precio de los agroquímicos. Con este gravamen, equivalente a 0,096 millones de pesos por tonelada de agroquímico, se dispondrá de 1,59 millones de pesos por tonelada de envases, con lo cual se puede superar la meta de reciclaje establecida del 75% de los desechos generados.

A nivel de la economía, se producen las siguientes repercusiones:

- 1) No hay contracción alguna en la demanda de agroquímicos, ya que a este rango de variación de precios (0,4%, es decir, menos de medio punto porcentual en el nivel máximo) se estima una elasticidad precio prácticamente nula.
- 2) Se genera el crecimiento de la actividad de reciclaje, como consecuencia del incentivo que reciben los productores del mismo. En consecuencia, se genera un valor agregado adicional, expresado en generación de empleo con una nueva remuneración al trabajo, así como un adicional excedente del productor. En el año 2020, cuando se alcanza la meta, estos valores ascenderían a 1.518 y 764 millones, respectivamente; y ambos seguirían incrementándose hasta culminar el período de análisis en el 2030.
- 3) Durante todo el período de análisis, se obtendrá recursos para el Estado mayores que los incentivos que debe retornar a quienes hagan el reciclaje. Esto genera un incremento

---

<sup>21</sup> Para mayores detalles sobre estos resultados, consultar la archivo en Excel que se presenta el modelo aquí descrito y la desagregación detalles de su aplicación.

de recursos para el Estado, que se contabilizan también dentro del valor agregado adicional como resultado de la aplicación del instrumento.

### PROYECCIONES EN UN ESCENARIO CON RECICLAJE DE ENVASES DE AGROQUÍMICOS

Las siguientes proyecciones se realizaron a partir de un ejercicio de simulación en la cual se definió una meta de manejo de residuos a alcanzar y un gravamen inicial, así como el incremento anual del mismo en caso de que no se cumpla dicha meta. Es un modelo de simulación que permite analizar distintos escenarios, los cuales pueden ser ajustados en la medida en que se avance en adquirir mayor conocimiento y se disponga de cifras cada vez más reales. De acuerdo a los resultados de este análisis se puede concluir que, siendo la meta de reciclaje del 75%, se puede iniciar aplicando un gravamen nulo a partir del primer año (2018) de tal manera que se logre cumplir la meta en el año 2020, con un gravamen del 0,4%. Como se presenta en el siguiente cuadro, los beneficios del reciclaje se verán traducidos en un aumento progresivo del residuo reciclado, lo que aumentaría los niveles de empleo, y de esta manera también se incrementarían los excedentes del proceso de reciclaje propiamente dichos.

**Cuadro 2.8 - Proyecciones de demanda, residuo generado y reciclado y valor agregado del reciclaje de envases de agroquímicos**

PERIODO	DEMANDA INTERNA	GRAVAMEN	RECAUDO	RESIDUO GENERADO	RESIDUO RECICLADO	EMPLEO GENERADO	REMUNERACIÓN AL TRABAJO	UTILIDADES DEL RECICLAJE	VALOR AGREGADO DEL RECICLAJE
	TON	%	(MILL \$)	TON	TON		(MILL \$)	(MILL \$/)	(M\$)
2007	44.611	0,00%	-	2.678	-	0	-	0	-
2008	43.346	0,00%	-	2.602	-	0	-	0	-
2009	22.353	0,00%	-	1.342	-	0	-	0	-
2010	32.554	0,00%	-	1.954	-	0	-	0	-
2011	45.590	0,00%	-	2.737	-	0	-	0	-
2012	40.570	0,00%	-	2.436	-	0	-	0	-
2013	43.781	0,00%	-	2.628	-	0	-	0	-
2014	48.682	0,00%	-	2.923	-	0	-	0	-
2015	49.451	0,00%	-	2.969	-	0	-	0	-
2016	50.233	0,00%	-	3.016	-	0	-	0	-
2017	51.027	0,00%	-	3.064	-	0	-	0	-
2018	51.834	0,00%	-	3.112	-	0	-	0	-
2019	52.654	0,20%	2.519	3.161	1.264	35	747	173	3.440
2020	53.486	0,40%	5.119	3.211	2.569	71	1.518	764	7.401
2021	54.332	0,40%	5.199	3.262	2.610	73	1.542	776	7.518
2022	55.191	0,40%	5.282	3.313	2.651	74	1.567	789	7.637

PERIODO	DEMANDA INTERNA	GRAVAMEN	RECAUDO	RESIDUO GENERADO	RESIDUO RECICLADO	EMPLEO GENERADO	REMUNERACIÓN AL TRABAJO	UTILIDADES DEL RECICLAJE	VALOR AGREGADO DEL RECICLAJE
	TON	%	(MILL \$)	TON	TON		(MILL \$)	(MILL \$/)	(M\$)
2023	56.063	0,40%	5.365	3.366	2.693	75	1.592	801	7.758
2024	56.950	0,40%	5.450	3.419	2.735	76	1.617	814	7.880
2025	57.850	0,40%	5.536	3.473	2.779	77	1.642	827	8.005
2026	58.765	0,40%	5.624	3.528	2.822	79	1.668	840	8.131
2027	59.694	0,40%	5.713	3.584	2.867	80	1.695	853	8.260
2028	60.637	0,40%	5.803	3.640	2.912	81	1.721	866	8.391
2029	61.596	0,40%	5.895	3.698	2.958	82	1.749	880	8.523
2030	62.570	0,40%	5.988	3.757	3.005	84	1.776	894	8.658

Fuente: Econometría consultores

Uno de los efectos esperados en la aplicación del instrumento es que se den cambios en la demanda del bien final. Sin embargo, en el caso de los agroquímicos por tratarse de un insumo y tener elasticidad 0, es decir, es inelástico ante aumentos en los precios, no se presentan cambios en la demanda del bien final como consecuencia de la aplicación del gravamen.

Las siguientes figuras muestran el escenario de cumplimiento de la meta de reciclaje del residuo (75%) con los resultados referentes a la tarifa del gravamen y al valor agregado.

**Figura 2.5 - Escenarios de cumplimiento de la meta de reciclaje**



Fuente: Econometría consultores



Para el primer año de aplicación del instrumento, en 2018, no habría recaudo por haberse establecido la tarifa en 0%. Pero en el segundo año el recaudo, neto de las transferencias como incentivos, sería de 1.512 millones de pesos, disminuyendo paulatinamente hasta llegar a 1.198 millones de pesos en el año 2030.

### 2.3.4 Aplicación 3: Llantas

La información histórica de las llantas se consolidó a través de la plataforma virtual *TradeMap* (2007-2014) que proporciona estadísticas de comercio exterior de 220 países con valores de importaciones, exportaciones y precios para 5300 productos. Además, los datos de la producción nacional se consolidaron con base en los registros de la Encuesta Anual Manufacturera. (2007-2014)

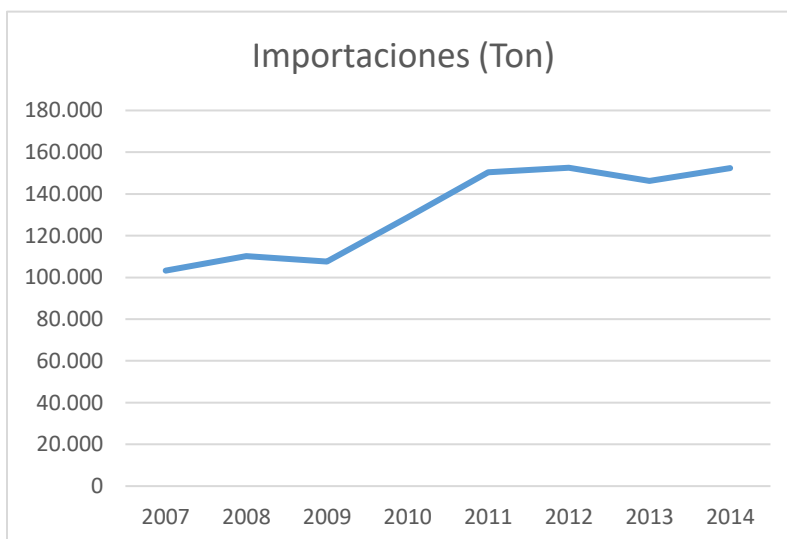
**Cuadro 2.9 - Datos históricos de producción nacional y comercio exterior de Llantas**

AÑO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES
	Ton	Ton	Ton
2007	626	103.258	38.090
2008	604	110.281	33.617
2009	491	107.581	24.441
2010	533	128.764	21.900
2011	521	150.440	24.251
2012	414	152.558	20.294
2013	241	146.217	14.035
2014	77	152.431	8.708

Fuente: Econometría consultores con base en cifras de Trade Map y EAM

De acuerdo a los datos históricos de la Encuesta Anual Manufacturera, en Colombia el volumen de producción de llantas es insuficiente para abastecer la demanda, por lo que la mayor parte de las llantas vendidas en Colombia se producen en el exterior. El número de importaciones ha venido creciendo. En contraste la producción nacional ha bajado significativamente en los últimos años, sobre todo debido a que se ha dejado de producir llantas para automóviles.

**Figura 2.6 - Datos históricos de importaciones de Llantas**



Fuente: econometría consultores con base en cifras de Trade Map

**Cuadro 2.10 - Escenario Business as usual. Llantas.**

PERIODO	DEMANDA INTERNA	PRECIO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	RESIDUO GENERADO
	TON	(MILLONES DE \$/TON)	TON	TON	TON	TON
2007	65.794	13,58	626	103.258	38.090	
2008	77.268	13,89	604	110.281	33.617	
2009	83.631	15,44	491	107.581	24.441	65.794
2010	107.397	13,57	533	128.764	21.900	77.268
2011	126.710	15,23	521	150.440	24.251	83.631
2012	132.678	15,34	414	152.558	20.294	107.397
2013	132.423	15,46	241	146.217	14.035	126.710
2014	143.800	14,88	77	152.431	8.708	132.678
2015	147.021	14,88	79	155.845	8.903	132.423
2016	150.314	14,88	80	159.336	9.102	143.800
2017	153.681	14,88	82	162.906	9.306	147.021
2018	157.124	14,88	84	166.555	9.515	150.314
2019	160.643	14,88	86	170.285	9.728	153.681
2020	164.242	14,88	88	174.100	9.946	157.124
2021	167.921	14,88	90	178.000	10.169	160.643
2022	171.682	14,88	92	181.987	10.396	164.242
2023	175.528	14,88	94	186.063	10.629	167.921

2024	179.460	14,88	96	190.231	10.867	171.682
2025	183.480	14,88	98	194.492	11.111	175.528
2026	187.590	14,88	100	198.849	11.360	179.460
2027	191.792	14,88	103	203.303	11.614	183.480
2028	196.088	14,88	105	207.857	11.874	187.590
2029	200.480	14,88	107	212.513	12.140	191.792
2030	204.971	14,88	110	217.273	12.412	196.088

Fuente: Elaboración propia con base en cifras de Trade Map y la EAM

En el escenario *business as usual* se realizó la proyección de los precios, importaciones, y exportaciones a partir de los datos históricos y se calcularon los residuos generados usando dos parámetros: Factor de generación del residuo, que para el caso de las llantas es igual a 1; es decir, por cada llanta que se produce, se desecha 1 llanta. El segundo parámetro está relacionado con el rezago en la generación del residuo; es decir, con los años de vida útil del producto. Para el caso de las llantas, este rezago se considera en dos años.

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y COSTOS DE RECICLAJE

El proceso de reciclaje de las llantas se lleva a cabo a través de mecanismos de trituración<sup>22</sup>. Se parte de la etapa de recolección y clasificación de llantas que dependerá del estado en el que se encuentre este residuo. Luego de hacer la clasificación, las llantas se someten a una fase de limpieza, de tal manera que se aísle materiales externos a la llanta. Posteriormente entran a una fase de secado y almacenamiento. Una vez las llantas estén completamente limpias y secas, son llevada a la máquina trituradora donde serán cortadas en tamaños pequeños. En esta etapa es posible separar los componentes de fibras metálicas al interior del caucho. Estos trocitos a los que han sido reducidas las llantas se pasan luego a una máquina granuladora donde son reducidos a un tamaño mucho más pequeño. La fase posterior al granulado es la fase de pulverización, donde finalmente se obtiene polvo de llanta reciclado que estará listo para ser empacado. El caucho pulverizado puede ser usado en la industria química, en la fabricación de asfalto para la pavimentación de vías o en la industria de artículos de caucho, incluso para la producción de nuevas llantas.

En el cálculo de los costos de reciclaje se buscó aproximarse a unos ordenes de magnitud que dieran una idea de las cifras reales en el proceso de reciclaje de llantas de acuerdo a su proceso. En la modelación se usaron unos parámetros para los costos de acopio y de transporte en los que se incluían unos rangos de distancia en km, y el costo de transporte por tonelada dada la distancia. En cuanto a los costos de adecuación, para el caso de las llantas, se hizo calculando el tiempo destinado por operario en: recolección y clasificación, limpieza, almacenamiento,

<sup>22</sup> Existen procesos de rencauche que son legalmente aceptados, pero no se incluyen en esta simulación.

trituración, granulación, pulverizado, y empaque por tonelada de llantas procesadas, basándose en la cantidad de llantas por tonelada, dado un peso promedio. Estos datos fueron socializados con rueda verde quienes validaron el proceso e hicieron precisiones que fueron incluidas en el modelo. Además de los costos de mano de obra fueron incluidos los costos de mantenimiento de las máquinas y los costos de bodega a partir de cotizaciones y con base en la capacidad de almacenamiento por metro cuadrado.

De acuerdo al proceso descrito anteriormente, los costos de reciclaje se calcularon con base en los costos de acopio y transporte y los costos de adecuación por tonelada de residuo reciclado.

Para el caso de los costos de acopio, se estimó un valor entre 830 mil y 1,22 millones de pesos por tonelada, dependiendo de la dificultad de acopio a medida que se aleja la distancia localización del usuario final al centro de procesamiento.

Para el caso del transporte, tomando como base un costo de 60 mil pesos por tonelada-km, se calculó un costo por tonelada entre 150 mil y 2,10 millones de pesos, correspondientes respectivamente al acopio más cercano (un rango entre 0 y 5 km) y el más lejano (rango entre 20 y 50 km).

En cuanto a los costos de adecuación, se calculó un costo neto de 23 mil pesos por tonelada, compuesto básicamente por el costo de la mano de obra, mantenimiento y bodegaje (638 mil pesos por tonelada), menos el ingreso estimado por venta del producto reciclado (614 mil pesos por tonelada).

En síntesis, el costo neto estimado por tonelada de llantas recicladas oscila entre 1 y 3,3 millones de pesos por tonelada, dependiendo del nivel de dificultad de acopio y la distancia hasta el centro de procesamiento.

Con base en estos cálculos, aplicando una función cuadrática que ajusta los primeros tramos por debajo de este rango de costos medios, se estimaron los costos por tonelada para una distribución del total de desechos en cinco rangos de dificultad de manejo de residuos, con los resultados que se muestra en la siguiente tabla.

**Cuadro 2.11 – Costo unitario de reciclaje de llantas según distribución de residuos por rango de dificultad (Millones de pesos por tonelada)**

<b>SEGMENTO DE % DE APROVECHAMIENTO (RESIDUO MANEJADO)</b>	<b>COSTO UNITARIO DE RECICLAJE (MILLONES DE \$/TON)</b>
De 0 % a menos de 30 %	0,52
De 30 % a menos de 45 %	0,73

<b>SEGMENTO DE % DE APROVECHAMIENTO (RESIDUO MANEJADO)</b>	<b>COSTO UNITARIO DE RECICLAJE (MILLONES DE \$/TON)</b>
De 45 % a menos de 75 %	0,93
De 75 % a menos de 85 %	1,15
De 85 % a 100 %	1,79

Fuente: Cálculos de Econometría con información para este trabajo

Con base en esta información, se aplica el modelo de simulación de la siguiente manera:

- 1) Se establece una meta de reciclaje del 70% del total de residuos generados al año.
- 2) En el año inicial de aplicación del instrumento (2018) se fija una tarifa de gravamen equivalente al 2,5% del precio del producto y un incremento anual de medio punto porcentual si no se cumple la meta<sup>23</sup>.
- 3) Al culminar cada año, se verifica si se ha cumplido la meta y se aplica la regla: si se cumple, en el año siguiente se mantiene la tarifa del gravamen del año anterior; si no se cumple, se incrementa.

Al aplicar el instrumento, según este modelo de simulación se obtendría los siguientes resultados<sup>24</sup>:

- a) Con un precio promedio por tonelada de llantas de 15,25 millones de pesos en 2018, en ese año se inicia con un gravamen equivalente a 0,372 millones por tonelada (2,5% del precio del producto).
- b) Al finalizar el primer año, se evalúa el nivel de reciclaje alcanzado, para establecer los estímulos a quienes hayan respondido favorablemente. Dado que el costo de reciclar en el primer rango es de 0,524 millones de pesos por tonelada, aún si se estableciera un incentivo por el valor total del gravamen (0,372 millones por tonelada), dicho costo sería superior al gravamen y por tanto no habrá un incremento del reciclaje.
- c) En el segundo año el gravamen se incrementa al 3% del precio del producto, llegando a 0,446 millones de pesos por tonelada. Con este valor tampoco se puede ofrecer un incentivo que supere los costos de reciclaje. Por tanto, no se incrementará el reciclaje y en el año siguiente (2020) se continuará incrementando el gravamen a 3,5% del precio.
- d) En dicho año se habrán colocado en el mercado 161.798 toneladas del producto y, por efectos del rezago de dos años, se habrán generado 155.438 toneladas de residuos. Esto se traduciría en recaudos por 84.276 millones de pesos que, al dividirlos por el volumen de residuos, arrojaría un potencial retorno (incentivo) de 0,542 millones de pesos por

<sup>23</sup> Como se verá más adelante, con estas condiciones iniciales se obtiene un cumplimiento de la meta en el año 2026.

<sup>24</sup> Para mayores detalles sobre estos resultados, consultar la archivo en Excel que se presenta el modelo aquí descrito y la desegregación detalles de su aplicación.

tonelada de residuo. Con este incentivo se superan los costos del primer tramo y quienes hayan realizado el reciclaje recibirán este valor por cada tonelada de residuos adecuadamente manejada.

- e) Con este primer incentivo sólo se alcanza a manejar el 25% del total de desechos. Por tanto no se alcanza la meta fijada del 70% y, en consecuencia, al año siguiente se sigue incrementando el gravamen, pasando al 4% del precio (es decir, 0,595 millones de pesos por tonelada). Aplicando el mismo procedimiento anterior, se dispondrá ahora de recursos para trasladar un incentivo de 0,620 millones por tonelada reciclada, con el cual no se podrá pasar al siguiente tramos de costos de reciclaje (0,73 millones de pesos por tonelada). Con este nuevo incentivo sólo se alcanzan a cubrir los costos para reciclar el mismo 25% de los residuos generados y por tanto no se cumple la meta. Se pasa entonces a incrementar nuevamente la tarifa del gravamen al 4,5% en el año siguiente, y así sucesivamente hasta llegar a un gravamen del 5% en el 2023.
- f) Con esta nueva tarifa (0,744 millones de pesos por tonelada de producto), se generan recursos que permiten trasladar un incentivo de 0,775 millones por tonelada reciclada, con el cual se cubren los costos del 40% de los residuos (es decir, no se cumple todavía con la meta del 70%).
- g) En los siguientes años se continúa incrementando la tarifa, hasta llegar en el 2026 a un 6,5%, equivalente a 0,967 millones de pesos por tonelada e producto, que permiten distribuir algo más de 1 millón por tonelada de desecho reciclado. Con este incentivo, se supera entonces el costo del tercer rango de dificultad y se alcanza la meta de reciclar el 70% de desecho generado en ese año. A partir de este año, se mantiene la tarifa del gravamen y los recursos captados se retornan a los que siguen asumiendo el manejo adecuado de los desechos.

A nivel de la economía, se producen las siguientes repercusiones:

- 1) Hay una contracción de la demanda de llantas, en función de la elasticidad precio de la misma y del incremento del precio del producto por el gravamen fijado en cada año.
- 2) Se genera el crecimiento de la actividad de reciclaje, como consecuencia del incentivo que reciben los productores del mismo. En consecuencia, se genera un valor agregado adicional, expresado en generación de empleo con una nueva remuneración al trabajo, así como un adicional excedente del productor. En el año 2026, en el cual se alcanzaría la meta, estos valores ascenderían a 55.894 y 9.084 millones, respectivamente; y ambos valores continuarían creciendo hasta el final del período de análisis (año 2030).
- 3) Durante todas las etapas de implementación del instrumento, se obtendrían recursos para el Estado mayores que los incentivos que debe retornar a quienes hagan el reciclaje. Esto genera un incremento de recursos para el Estado, que se contabilizan

también dentro del valor agregado adicional como resultado de la aplicación del instrumento

#### PROYECCIONES EN UN ESCENARIO CON RECICLAJE DE LLANTAS.

Las siguientes proyecciones se realizaron a partir de un ejercicio de simulación en la cual se definió una meta de manejo de residuos a alcanzar y un gravamen inicial, así como el incremento anual del mismo en caso de que no se cumpla dicha meta. Es un modelo de simulación que permite analizar distintos escenarios, los cuales pueden ser ajustados en la medida en que se avance en adquirir mayor conocimiento y se disponga de cifras cada vez más reales. De acuerdo con los resultados de este análisis se puede concluir que siendo la meta de reciclaje del 70%, se necesitaría aplicar un gravamen inicial de 2,5% en el año 2018, con un incremento anual de medio punto porcentual si no se cumple la meta establecida, de tal manera que se logre cumplir esta meta en el año 2026 al alcanzar un gravamen a tasa una del 7% sobre el precio del producto. Como se presenta en el siguiente cuadro, los beneficios del reciclaje se verán traducidos en un aumento progresivo del residuo reciclado, lo que aumentaría los niveles de empleo, y de esta manera también se incrementarían los excedentes del proceso de reciclaje propiamente dichos.

**Cuadro 2.12 - Proyecciones de demanda, reciclaje generado y valor agregado del reciclaje de llantas (Meta de reciclaje 70%)**

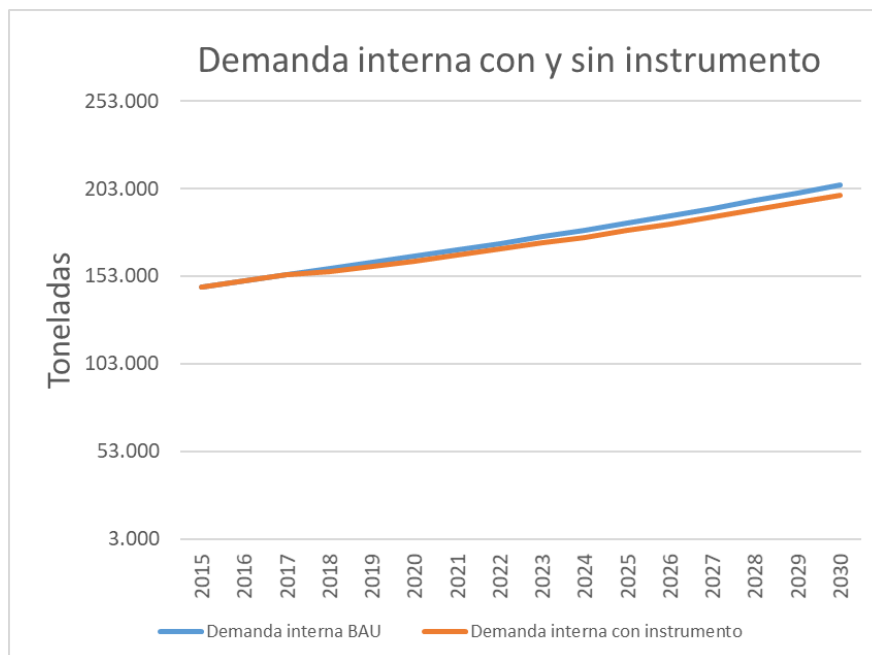
PERIODO	DEMANDA INTERNA TON	GRAVAMEN %	RECAUDO (M\$)	RESIDUO O GENERA DO TON	RESIDUO RECICLA DO TON	EMPLEO GENERA DO	REMUNERA CIÓN AL TRABAJO (MILL \$)	UTILIDADES DEL RECICLAJE (MILL\$)	VALOR AGREGADO DEL RECICLAJE (MILL \$)
2007	65.794	0%	-		-	-	-	0	-
2008	77.268	0%	-		-	-	-	0	-
2009	83.631	0%	-	65.794	-	-	-	0	-
2010	107.397	0%	-	77.268	-	-	-	0	-
2011	126.710	0%	-	83.631	-	-	-	0	-
2012	132.678	0%	-	107.397	-	-	-	0	-
2013	132.423	0%	-	126.710	-	-	-	0	-
2014	143.800	0%	-	132.678	-	-	-	0	-
2015	147.021	0,0%	-	132.423	-	-	-	0	-
2016	150.314	0,0%	-	143.800	-	-	-	0	-
2017	153.681	0,0%	-	147.021	-	-	-	0	-
2018	155.438	0,0%	57.830	150.314	-	-	-	0	57.830
2019	158.585	0,0%	70.802	153.681	-	-	-	0	70.802
2020	161.798	0,0%	84.276	155.438	38.859	1.333	17.696	694	102.665
2021	165.079	0,0%	98.268	158.585	39.646	1.360	18.054	3.779	120.101
2022	168.429	0,0%	112.795	161.798	40.449	1.387	18.420	6.990	138.205
2023	171.850	0,0%	127.873	165.079	66.032	2.264	30.070	3.276	161.219

PERIODO	DEMANDA INTERNA	GRAVAMEN	RECAUDO	RESIDUO O GENERADO	RESIDUO RECICLADO	EMPLEO GENERADO	REMUNERACIÓN AL TRABAJO	UTILIDADES DEL RECICLAJE	VALOR AGREGADO DEL RECICLAJE
	TON	%	(M\$)	TON	TON		(MILL \$)	(MILL\$)	(MILL \$)
2024	175.343	0,0%	143.520	168.429	67.372	2.310	30.680	8.563	182.762
2025	178.910	0,0%	159.752	171.850	68.740	2.357	31.303	14.063	205.118
2026	182.552	2,5%	176.588	175.343	122.740	4.209	55.894	9.084	241.566
2027	186.641	3,0%	180.543	178.910	125.237	4.295	57.031	9.524	247.097
2028	190.822	3,5%	184.587	182.552	127.786	4.382	58.191	9.976	252.755
2029	195.096	4,0%	188.722	186.641	130.649	4.480	59.495	10.199	258.416
2030	199.466	4,5%	192.950	190.822	133.575	4.581	60.828	10.428	264.205

Fuente: Econometría Consultores con en este trabajo

Otra de las consecuencias evidentes del reciclaje es la reducción en la demanda del bien generador del residuo puesto que con el gravamen se espera que los productores transfieran parte de las obligaciones al consumidor final a través de aumentos en los precios, lo que termina teniendo un impacto en la demanda. Esta reducción en la demanda se traduce en menores ganancias para los productores; la variación en la demanda se muestra en la siguiente figura.

**Figura 2.7 – Reducción en la demanda del bien generador del residuo.**

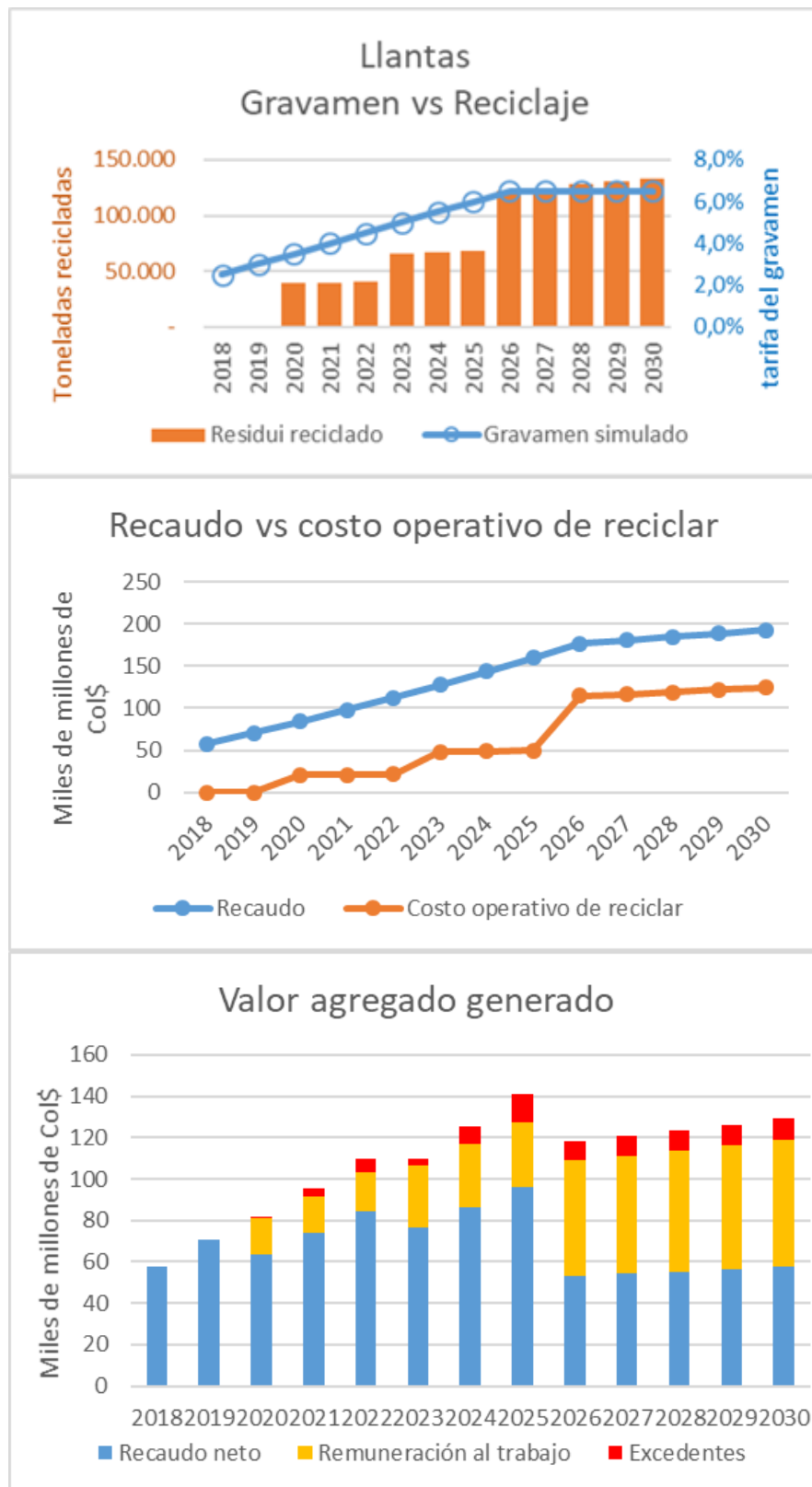


Fuente: econometría consultores.

Las siguientes figuras muestran el escenario de cumplimiento de la meta de reciclaje del residuo (70%) con los resultados referentes a la tarifa del gravamen y al valor agregado.



**Figura 2.8 - Escenarios de cumplimiento de la meta de reciclaje. Llantas.**



Fuente: Econometría Consultores

### 2.3.5 Aplicación 4: Envases de bebidas

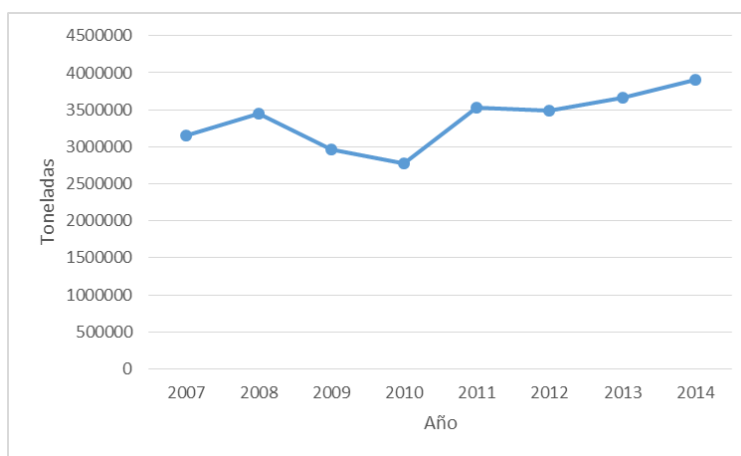
Para el caso de las bebidas, al igual que en el caso de agroquímicos y las llantas, tanto los precios como la producción nacional fueron recopilados de la Encuesta Anual Manufacturera entre 2007 y 2014. En lo referente al comercio exterior, al igual que en todos los casos anteriores, fue recopilado de la plataforma virtual trademap.com, para el mismo periodo de tiempo. Como lo muestra el siguiente cuadro, con excepción de los años 2013 y 2014, son más importantes las exportaciones que las importaciones y, a su vez, es más importante la producción nacional de bebidas entre el año 2007 y el 2014. Por su parte los precios de estas bebidas oscilan entre 1,57 y 1,70 millones de pesos por tonelada.

**Cuadro 2.13 - Datos históricos. Bebidas**

AÑO	PRECIO COP (CONSTANTES) (\$)	PRODUCCIÓN Ton	IMPORTACIONES Ton	EXPORTACIONES Ton
2007	1.570.095	3.152.097	7.488	64.324
2008	1.453.334	3.448.447	10.190	57.689
2009	1.695.494	2.961.541	6.137	47.279
2010	1.628.515	2.773.768	21.801	38.416
2011	1.413.595	3.529.349	10.101	29.334
2012	1.581.496	3.482.810	14.078	20.892
2013	1.633.530	3.663.492	28.154	15.785
2014	1.586.336	3.906.844	36.107	14.394

Fuente: Encuesta Anual Manufacturera. Trademap.com

**Figura 2.9 - Histórico Producción. Bebidas.**



Fuente: Encuesta Anual Manufacturera.

A través de la figura anterior, se puede observar que la producción nacional de bebidas entre el año 2007 y el 2014 se mantuvo aproximadamente en un rango entre de 2,5 y 4,0 millones toneladas al año. Para el 2014, la producción alcanzaba 3.906.844 toneladas de bebidas; mientras que, las importaciones y las exportaciones alcanzaban 35.107 y 14.349 toneladas, respectivamente.

**Cuadro 2.14 - Escenario *business as usual*. Bebidas.**

PERIODO	DEMANDA INTERNA	PRECIO	PRODUCCIÓN	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	RESIDUO GENERADO
	TON	(MILL \$/TON)	TON	TON	TON	TON
2007	3.095.261	2,04	3.152.097	7.488	64.324	170.257
2008	3.400.948	1,89	3.448.447	10.190	57.689	187.071
2009	2.920.399	2,20	2.961.541	6.137	47.279	160.638
2010	2.757.153	2,12	2.773.768	21.801	38.416	151.659
2011	3.510.116	1,84	3.529.349	10.101	29.334	193.076
2012	3.475.996	2,06	3.482.810	14.078	20.892	191.199
2013	3.675.861	2,12	3.663.492	28.154	15.785	202.193
2014	3.928.557	2,06	3.906.844	36.107	14.394	216.093
2015	4.029.914	2,06	4.007.641	37.039	14.765	221.668
2016	4.133.886	2,06	4.111.038	37.994	15.146	227.387
2017	4.240.540	2,06	4.217.103	38.974	15.537	233.253
2018	4.349.946	2,06	4.325.904	39.980	15.938	239.271
2019	4.462.175	2,06	4.437.512	41.011	16.349	245.444
2020	4.577.299	2,06	4.552.000	42.070	16.771	251.777
2021	4.695.393	2,06	4.669.442	43.155	17.204	258.273
2022	4.816.534	2,06	4.789.914	44.268	17.647	264.936
2023	4.940.801	2,06	4.913.493	45.410	18.103	271.772
2024	5.068.274	2,06	5.040.261	46.582	18.570	278.783
2025	5.199.035	2,06	5.170.300	47.784	19.049	285.976
2026	5.333.170	2,06	5.303.694	49.017	19.540	293.354
2027	5.470.766	2,06	5.440.529	50.281	20.045	300.923
2028	5.611.912	2,06	5.580.895	51.579	20.562	308.686
2029	5.756.699	2,06	5.724.882	52.909	21.092	316.651
2030	5.905.222	2,06	5.872.584	54.274	21.636	324.820

Fuente: Econometría consultores con base en información de Trade Map y la Encuesta Anual Manufacturera

En el escenario *business as usual*, a partir de los datos históricos y su proyección hasta el año 2026, se calcularon tanto la demanda interna futura de bebidas como el residuo generado de envases. Para este último, los parámetros de generación de residuo corresponden a 0.055 toneladas de envases por tonelada de producto y no se considera un rezago anual en la generación del residuo.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y COSTOS DE RECICLAJE

El proceso de reciclaje de los envases de bebidas inicia con la recolección del residuo, sobre lo cual se supone que son los mismos camiones de reparto los responsables en hacerlo, lo cual genera economías en la medida que se aprovecha la capacidad ociosa de los mismos en los viajes de vuelta a las plantas de abastecimiento del producto. El proceso termina con la transformación del mismo en un insumo plástico para ser reutilizado. Tras la recolección, los residuos deben ser separados, de acuerdo al tipo de plástico correspondiente, prensados y lavados para su posterior granulación y transformación.

Para el cálculo de los costos en el caso del reciclaje de envases de bebidas, en la modelación se usaron unos parámetros para los costos de acopio y de transporte en los que se incluían unos rangos de distancia en km, y el costo de transporte por tonelada dada la distancia; en el caso de las bebidas es importante considerar que hay un ahorro en la recolección de los envases puesto que el camión que transporta las bebidas y que antes regresaba a las bodegas vacío, ahora se encargará también de regresar los envases desde los puntos de distribución hasta las bodegas; en el modelo se incluyó el volumen de recolección anual y mensual esperado. En cuanto a los costos de adecuación, al igual que en el reciclaje de envases de agroquímicos, estos se calcularon con base en los ciclos necesarios en el proceso de reciclaje, y en el tiempo destinado en cada ciclo de separación, prensado, lavado, molido, granulado, y transformación. Se estimaron los tiempos de mano de obra requerido en cada ciclo y la remuneración correspondiente por tonelada procesada. Además de los costos en la mano de obra se tuvo en cuenta los costos de alquiler de las instalaciones dada su capacidad de almacenamiento por metro cuadrado y también el costo de mantenimiento de las maquinas usadas en el proceso.

De acuerdo con lo anterior, los costos del reciclaje de los envases de bebidas fueron calculados teniendo en cuenta los costos de acopio y transporte, así como también los costos de adecuación por tonelada de residuo reciclado. Éste último está compuesto por el costo de la mano de obra, la instalación y el mantenimiento por tonelada de residuo. Como resultado, para el caso de bebidas, los costos medios de acopio y transporte son de 0,15 millones de pesos por tonelada y los de adecuación son de 0,21 millones de pesos por tonelada.

Con base en estos cálculos, aplicando una función cuadrática se estimaron los costos por tonelada para una distribución del total de desechos en cinco rangos de dificultad de manejo de residuos, con los resultados que se muestra en la siguiente tabla.

**Cuadro 2.15 – Costo unitario de reciclaje de celulares según segmento de % de aprovechamiento (Millones de pesos por tonelada)**

SEGMENTO DE % DE APROVECHAMIENTO (RESIDUO MANEJADO)	COSTO UNITARIO DE RECICLAJE (MILLONES DE \$/TON)
De 0 % a menos de 30 %	0,119
De 30 % a menos de 45 %	0,270
De 45 % a menos de 75 %	0,424
De 75 % a menos de 85 %	0,579
De 85 % a 100 %	1,138

Fuente: Cálculos de Econometría con información para este trabajo

Con base en esta información, se aplica el modelo de simulación de la siguiente manera:

- 1) Se establece una meta de reciclaje del 75% del total de desechos generados al año.
- 2) En el año inicial de aplicación del instrumento (2018) se fija una tarifa de gravamen del 0% del precio del producto (es decir, nula) y un incremento anual de un punto porcentual si no se cumple la meta<sup>25</sup>.
- 3) Al culminar cada año, se verifica si se ha cumplido la meta y se aplica la regla: si se cumple, en el año siguiente se mantiene la tarifa del gravamen del año anterior; si no se cumple, se incrementa.

Al aplicar el instrumento, según este modelo de simulación se obtendría los siguientes resultados<sup>26</sup>:

- a) Con un precio promedio por tonelada de bebidas de 2,06 millones de pesos en 2018, en ese año se inicia con un gravamen nulo y, en consecuencia, no se obtiene incremento del reciclaje como resultado de esta medida.
- b) Al finalizar el primer año, se incrementa el gravamen al 1% del precio de la bebidas, equivalente a 0,021 millones de pesos por tonelada y se evalúa el nivel de reciclaje alcanzado, para establecer los estímulos a quienes hayan respondido favorablemente. Dado que el costo de reciclar en el primer rango es de 0,119 millones de pesos por tonelada, aún si se estableciera un incentivo por el valor total del gravamen (0,02 millones por tonelada), dicho costo sería superior al gravamen y por tanto no habrá un incremento del reciclaje.
- c) En el siguiente año el gravamen se incrementa al 2% del precio del producto, llegando a 0,041 millones de pesos por tonelada. En dicho año (2020) se habrán colocado en el mercado 4,5 millones de toneladas del producto y se generarían 247 mil toneladas de

<sup>25</sup> Como se verá más adelante, con estas condiciones iniciales se obtiene un cumplimiento de la meta en el año 2020.

<sup>26</sup> Para mayores detalles sobre estos resultados, consultar la archivo en Excel que se presenta el modelo aquí descrito y la desegregación detalles de su aplicación.

desechos. Esto se traduciría en recaudos por 185 mil millones de pesos que, al dividirlos por el volumen de desechos, arrojaría un potencial retorno (incentivo) de 0,750 millones de pesos por tonelada de desecho. Con este incentivo se superan los costos de los cuatro primeros tramos y quienes hayan realizado el reciclaje recibirán este valor por cada tonelada de desechos adecuadamente manejada.

- d) Con este incentivo, se alcanza a manejar el 80% del total de desechos, alcanzando la meta fijada del 75%. En consecuencia, a partir del año siguiente se mantiene el gravamen del 2% del precio y los recursos captados se retornan a los que siguen asumiendo el manejo adecuado de los desechos.

A nivel de la economía, se producen las siguientes repercusiones:

- 1) Hay una ligera contracción de la demanda de bebidas, en función de la baja elasticidad precio de la misma y del incremento del precio del producto por el gravamen fijado en cada año.
- 2) Se genera un crecimiento de la actividad de reciclaje, como consecuencia del incentivo que reciben los productores del mismo. En consecuencia, se genera un valor agregado adicional, expresado en generación de empleo con una nueva remuneración al trabajo, así como un adicional excedente del productor. En el año 2020, en el cual se alcanzaría la meta, estos valores ascenderían a 14.803 y 33.812 millones de pesos, respectivamente; y ambos valores seguiría creciendo hasta el final del período de análisis (año 2030).
- 3) Durante todo el proceso, se obtendrá recursos para el Estado mayores que los incentivos que debe retornar a quienes hagan el reciclaje. Esto genera un incremento de recursos para el Estado, que se contabilizan también dentro del valor agregado adicional como resultado de la aplicación del instrumento.

#### **PROYECCIONES EN UN ESCENARIO CON RECICLAJE DE ENVASES DE BEBIDAS**

Las siguientes proyecciones se realizaron a partir de un ejercicio de simulación en la cual se definió una meta de manejo de residuos a alcanzar y un gravamen inicial, así como el incremento anual del mismo en caso de que no se cumpla dicha meta. Es un modelo de simulación por lo tanto permite jugar con distintos escenarios y ajustarlos cuando se tengan las cifras reales. Como se puede observar en el siguiente cuadro, dada la meta y la tarifa del gravamen inicial, conforme aumenta el residuo generado, aumentan tanto el residuo reciclado como el valor agregado de la economía.

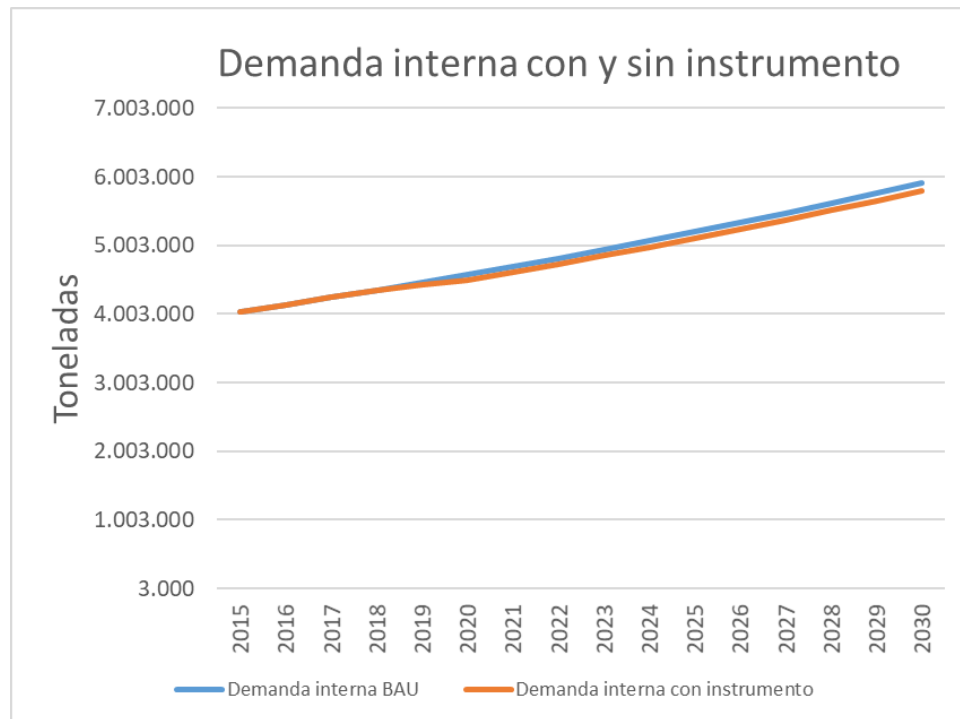
**Cuadro 2.16 - Proyecciones de demanda, reciclaje generado y valor agregado del reciclaje de envases de bebidas**

PERIODO	DEMANDA INTERNA	GRAVAMEN	RECAUDO	RESIDUO GENERADO	RESIDUO RECICLADO	EMPLEO GENERADO	REMUNERACIÓN AL TRABAJO	UTILIDADES DEL RECICLAJE	VALOR AGREGADO DEL RECICLAJE
	TON	%	(M\$)	TON	TON		(MILL \$)	(MILL \$)	(MILL \$)
2007	3.095.261	0,0%	0	170.257	0	0	0	0	0
2008	3.400.948	0,0%	0	187.071	0	0	0	0	0
2009	2.920.399	0,0%	0	160.638	0	0	0	0	0
2010	2.757.153	0,0%	0	151.659	0	0	0	0	0
2011	3.510.116	0,0%	0	193.076	0	0	0	0	0
2012	3.475.996	0,0%	0	191.199	0	0	0	0	0
2013	3.675.861	0,0%	0	202.193	0	0	0	0	0
2014	3.928.557	0,0%	0	216.093	0	0	0	0	0
2015	4.029.914	0,0%	0	221.668	0	0	0	0	0
2016	4.133.886	0,0%	0	227.387	0	0	0	0	0
2017	4.240.540	0,0%	0	233.253	0	0	0	0	0
2018	4.349.946	0,0%	0	239.271	0	0	0	0	0
2019	4.422.413	1,0%	91.201	243.257	97.303	343	7.279	10.172	108.652
2020	4.496.523	2,0%	185.458	247.334	197.867	697	14.803	33.812	234.072
2021	4.612.533	2,0%	190.243	253.715	202.972	715	15.184	34.684	240.111
2022	4.731.537	2,0%	195.151	260.261	208.209	733	15.576	35.579	246.306
2023	4.853.610	2,0%	200.186	266.976	213.580	752	15.978	36.497	252.661
2024	4.978.833	2,0%	205.351	273.864	219.091	771	16.390	37.439	259.180
2025	5.107.287	2,0%	210.649	280.929	224.743	791	16.813	38.405	265.866
2026	5.239.055	2,0%	216.083	288.177	230.542	812	17.247	39.395	272.726
2027	5.374.223	2,0%	221.658	295.612	236.490	833	17.692	40.412	279.762
2028	5.512.878	2,0%	227.377	303.239	242.591	854	18.148	41.454	286.980
2029	5.655.110	2,0%	233.244	311.063	248.850	876	18.617	42.524	294.384
2030	5.801.012	2,0%	239.261	319.088	255.270	899	19.097	43.621	301.979

Fuente: Econometría consultores

Una consecuencia de la aplicación del instrumento es, como se mencionó en los otros casos, una reducción en la demanda del bien final, sin embargo, en el caso de las bebidas este desplazamiento si bien, se presenta, no es tan evidente como el caso de los celulares o las llantas.

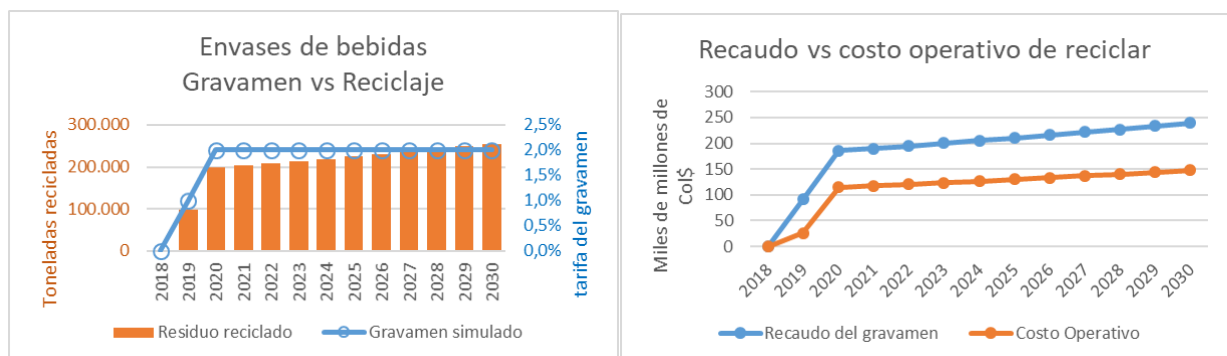
**Figura 2.10 – Reducción en la demanda del bien generador del residuo.**



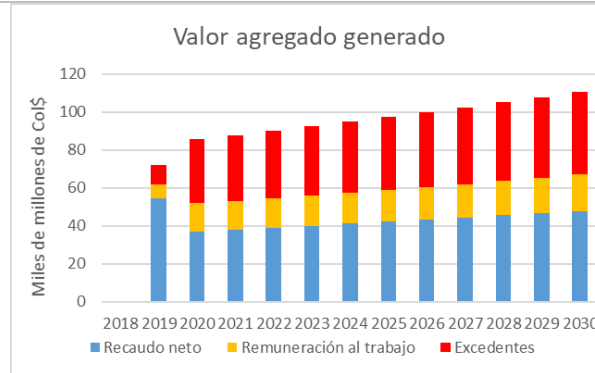
Fuente: Econometría consultores

Las siguientes figuras muestran el escenario de cumplimiento de la meta de reciclaje del residuo (75%) con los resultados referentes a la tarifa del gravamen y al valor agregado. Al iniciar con una tarifa del 1%, en el año 2018 el gravamen se estabilizaría, a partir del 2020. Por último, como se puede observar en la gráfica, el valor agregado en todos sus componentes aumenta año tras año.

**Figura 2.11 - Escenario de cumplimiento de la meta de reciclaje. Bebidas.**





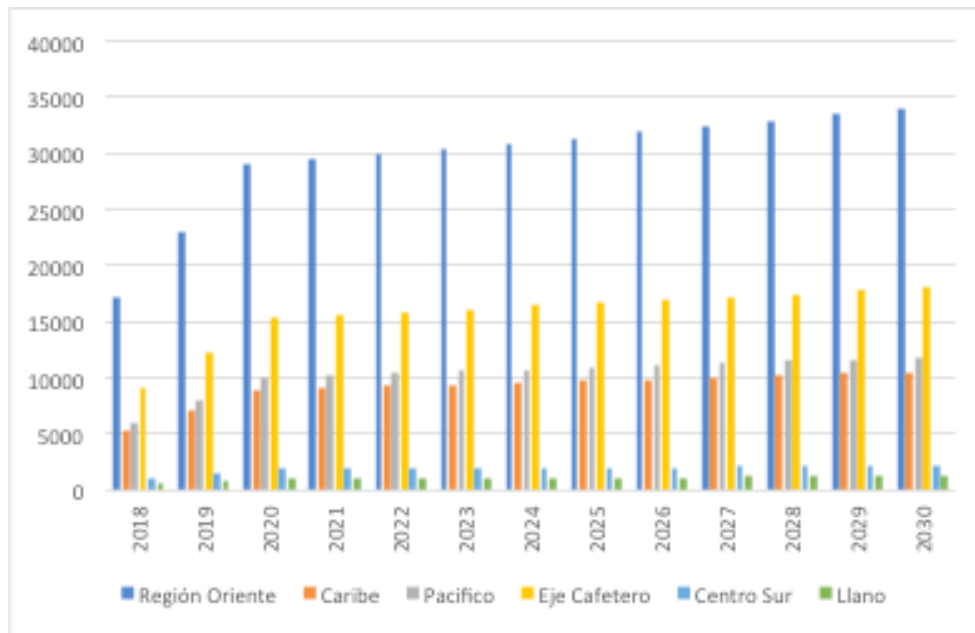


Fuente: Econometría consultores

### 2.3.6 Análisis territorial del instrumento

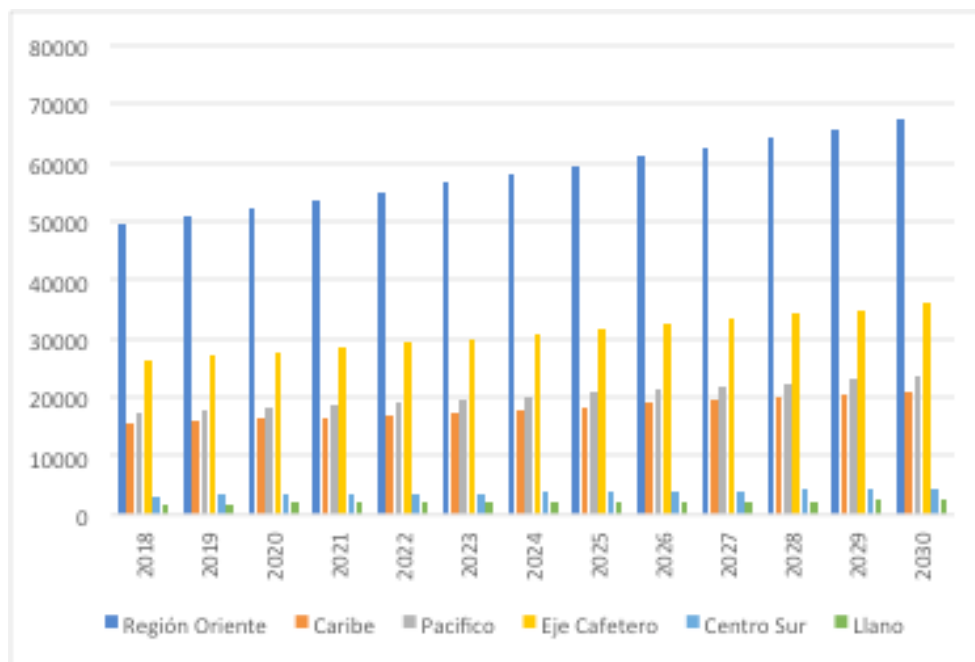
En análisis territorial para el caso de economía circular se hizo con base en el valor agregado o PIB departamental para la cuenta denominada eliminación de desperdicios. Se partió de calcular el PIB total de esta cuenta a partir de la información a nivel departamental; con base en esto se conoció el peso o porcentaje de participación de cada departamento en la eliminación de residuos. Posteriormente se agruparon los departamentos de acuerdo a las seis regiones definida en el Plan Nacional de Desarrollo y se calculó nuevamente el peso para cada región en el PIB de residuos. Este porcentaje de participación regional fue aplicado al valor agregado del reciclaje calculado en los modelos de simulación para cada uno de los residuos analizados en este instrumento, como un estimativo grueso de la posible distribución regional de los beneficios del instrumento. Los resultados se muestran en las siguientes figuras.

**Participación regional en el valor agregado adicional. Agroquímicos. (M\$)**



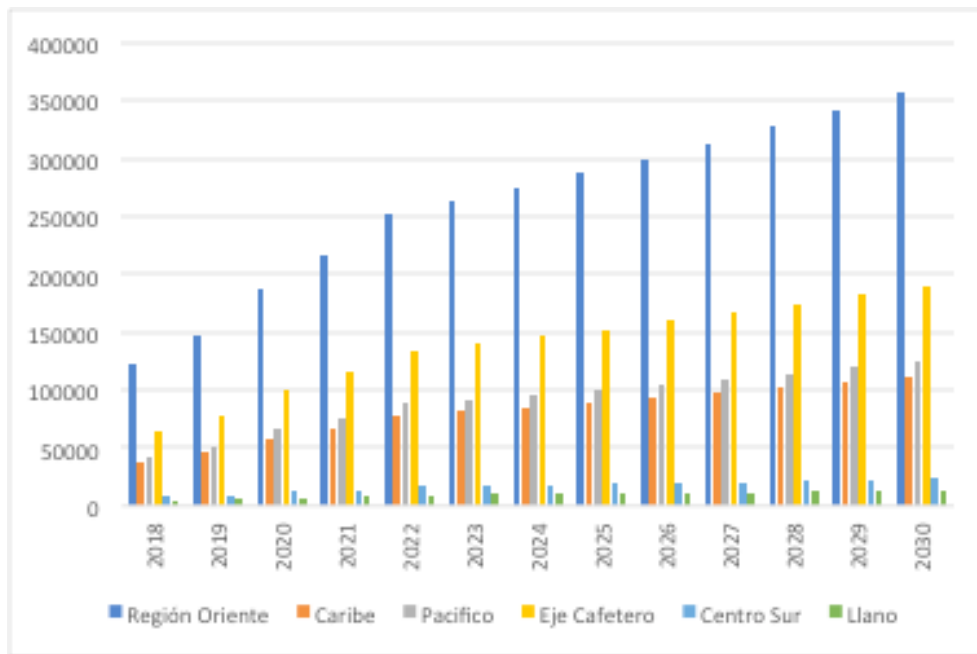
Fuente: Econometría consultores con base en cuentas nacionales departamentales.

**Participación regional en el valor agregado adicional. Bebidas. (M\$)**



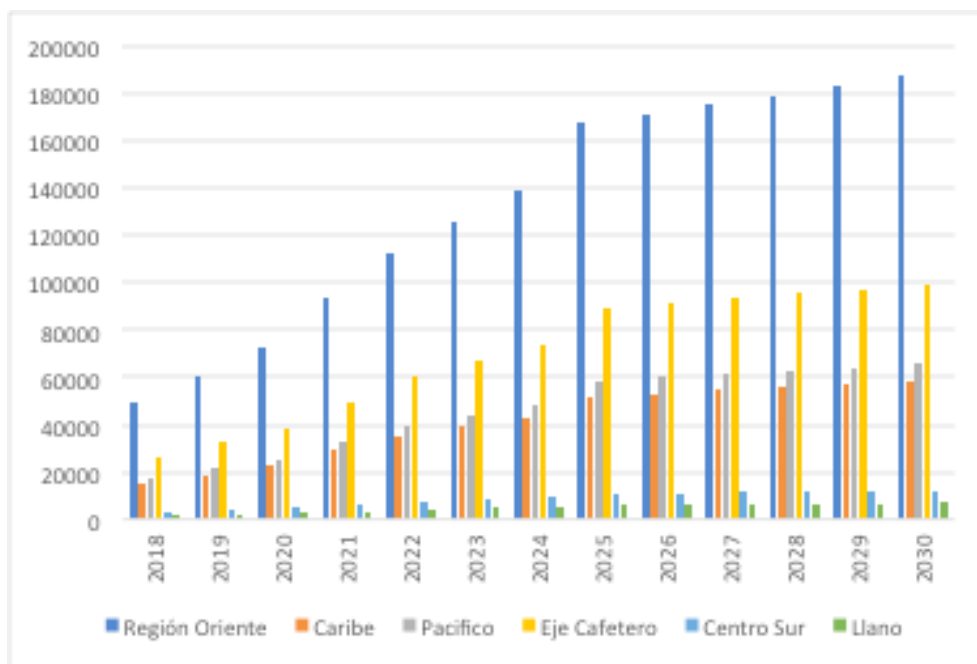
Fuente: Econometría consultores con base en cuentas nacionales departamentales.

**Participación regional en el valor agregado adicional. Celulares. (M\$)**



Fuente: Econometría consultores con base en cuentas nacionales departamentales.

**Participación regional en el valor agregado adicional. Llantas. (M\$)**



Fuente: Econometría consultores con base en cuentas nacionales departamentales.

Para todos los casos la región oriente (Bogotá, Cundinamarca, Santander, Boyacá y Norte de Santander) y eje cafetero (Antioquia, Risaralda, Caldas y Quindío), presentan una mayor participación en cuanto a la generación de valor agregado en el PIB de eliminación de desperdicios. En contraste la región de los llanos (Meta, Casanare, Arauca, Guaviare, Guainía, Vichada y Vaupés) y centro sur (Tolima, Huila, Putumayo, Amazonas y Caquetá) tienen la menor participación. Así mismo, el reciclaje de celulares y llantas son los que mayor valor agregado generan.

## Capítulo 3

### ICR SILVOPASTORILES

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

En términos generales, el Incentivo a la Capitalización Rural (ICR) es un instrumento diseñado para mejorar la competitividad y sostenibilidad de la producción agropecuaria y reducir sus riesgos de manera duradera. Cuando se trata de ICR para proyectos silvopastoriles, está enfocado a la siembra de especies forrajeras no maderables y las especies forestales maderables, asociadas a la producción ganadera, aportando a productores agropecuarios vulnerables una parte de inversiones que realicen para aumentar su productividad. A su vez, los sistemas silvopastoriles están diseñados para incrementar la eficiencia en la ganadería en dos direcciones: incrementando la capacidad de carga de animales por hectárea y mejorando la productividad por animal.

##### 3.1.1 Definición

Este instrumento consiste en un abono que realiza FINAGRO directamente al crédito obtenido por un productor, a través de su intermediario financiero, que apunta a cubrir hasta un 40% de las inversiones realizadas en proyectos determinados. Así, únicamente los proyectos que establezca FINAGRO podrán ser objeto del reconocimiento del ICR y estarán sujetos a la disponibilidad presupuestal que se destine para ello.

En el caso, del ICR Silvopastoril hoy en día, éste cuenta con una bolsa presupuestal específica dentro del segmento ICR Colombia Siembra, el cual de conformidad con lo establecido en la Resolución 5 de 2017, de la Comisión Nacional de Crédito Agropecuario, tiene los siguientes porcentajes de reconocimiento:<sup>27</sup>

**Cuadro 3.1 -porcentaje de reconocimiento ICR**

Tipo de Productor	Porcentaje de Reconocimiento
Esquemas Asociativos	Hasta el 35% del valor de las inversiones
Pequeños Productores	Hasta el 35% del valor de las inversiones
Medianos Productores	Hasta el 20% del valor de las inversiones
Grandes Productores	Hasta el 10% del valor de las inversiones

Fuente: Finagro.com.co

##### 3.1.2 Efectos esperados del instrumento

<sup>27</sup> Ver Manual de Servicios Finagro año 2017. <https://www.finagro.com.co/manualserv/index.html>.  
Página revisada el 25 de junio de 2017.

Este tipo de incentivo va dirigido a apoyar el crecimiento del sector agropecuario en el país, incentivando en mayor medida a los esquemas asociativos y pequeños productores, sin dejar de lado a los medianos y grandes productores, quienes tendrán un porcentaje de reconocimiento del ICR menor, sin dejarlos por fuera del incentivo.

Teniendo presente que este tipo de incentivos permite que la actividad ganadera contribuya a la conservación, recuperación y uso sostenible de la biodiversidad, a la vez que busca mejorar sus indicadores productivos y de rentabilidad,<sup>28</sup> se podría lograr con su incentivo lo siguiente:

- Disminuir la presión sobre el uso del suelo, incrementando la productividad de la tierra usada en ganadería.
- Reducción de la ganadería extensiva
- Generación de nuevos ecosistemas y protección de la biodiversidad.
- Conservación ecosistémica del área y del bosque nativo (deforestación evitada).
- Liberación del suelo para reforestación y otros usos productivos más eficientes.

## 3.2 ANÁLISIS CUALITATIVO

### 3.2.1 Armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono

Este tipo de incentivos buscan generar un efecto positivo en el desarrollo de actividades pecuarias de forma sostenible. En la medida que se apunta además al objetivo de lograr una producción agropecuaria y forestal en áreas de vocación ganadera (a través de sistemas silvopastoriles y uso eficiente del agua) se contribuye a una producción que autocompense, en alguna medida, las emisiones de la actividad pecuaria y los requerimientos de madera, con los efectos benéficos de la nueva cobertura boscosa. Por lo tanto, en su esencia busca ayudar. Igualmente, ayuda en la reducción de emisiones, por la conservación y protección de áreas boscosas en las áreas de pastoreo.

Así pues se considera un instrumento armónico y potenciador del crecimiento sostenible y bajo en emisiones.

### 3.2.2 Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales

---

<sup>28</sup> Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A., Solarte L., et al. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 78p.

A través del apoyo a sistemas silvopastoriles se puede lograr una mayor oferta en productos cárnicos y lácteos ambientalmente sostenibles, con lo cual se proveen opciones para el consumo responsable de estos productos.

Como se ha indicado, los sistemas silvopastoriles están diseñados para incrementar la eficiencia en la ganadería en dos direcciones: incrementando la capacidad de carga de animales por hectárea y mejorando la productividad por animal. Hacen, por definición un uso más eficiente de las áreas de terreno destinadas a la alimentación animal mediante el uso de pastos mejorados y especies forrajeras, lo cual implica un menor tránsito de los animales, con beneficios para el suelo y la calidad del producto final.

Se puede decir que el mejoramiento de la productividad y la eficiencia en el uso de los recursos es uno de los principales objetivos de este instrumento, por lo cual no sólo es armónico con este objetivo de política, sino que puede ser un medio de implementación bastante efectiva del mismo.

### 3.2.3 Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural

Teniendo en cuenta que el ICR busca la conservación del bosque nativo, por medio de la deforestación evitada en las actividades ganaderas, este incentivo apunta directamente al uso sostenible del capital natural, pues busca la mejora en la diversidad biológica y la reducción de la deforestación en este tipo de proyectos, generando ecosistemas para aves y otras especies pequeñas, que ayudan a proteger la biodiversidad.

Con este instrumento, se apunta igualmente a la gestión integral del suelo, en la medida en que, con la regulación de los sistemas silvopastoriles sostenibles, se propende por la conservación, recuperación, uso y manejo sostenible.

### 3.2.4 Armonización con la gobernanza ambiental

Respecto a la gobernanza ambiental se tiene que este tipo de instrumentos, permiten que la población actúe en función del ambiente, a través del desarrollo de proyectos productivos sostenibles que propendan por el buen uso y manejo del suelo, en compañía de las autoridades estatales involucradas en la entrega de estos incentivos.

### 3.2.5 Armonización con la adaptación al cambio climático

El ICR silvopastoril, puede apuntar a la conservación de ecosistemas, así como a la producción sostenible en ganadería, que para el caso colombiano suele ser una de las actividades más impactantes en materia de generación de gases efecto invernadero - GEI. Con esto, a través

de la producción sostenible en sistemas pastoriles, se logra una menor generación de GEI generadores del cambio climático, con lo cual este instrumento apunta más hacia la mitigación que hacia la adaptación al cambio climático.

### 3.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO

#### 3.3.1 Descripción del modelo

Para analizar el impacto de la aplicación del ICR para incentivar la implementación de ganadería en un sistema silvopastoril se toma como línea de base (escenario *business as usual*) un cambio de un sistema de ganadería de doble propósito convencional, pero de alta efectividad (GDP) a una ganadería en un sistema silvopastoril GSSP:

Fedegan (2012) estima que el promedio nacional de ganadería de doble propósito tiene una capacidad de carga entre 0,5 y 0,6 unidades gran ganado por hectárea (UGG/ha). A su vez, identifica que empresas sobresalientes de ganadería de doble propósito alcanzan capacidades de carga de 2,2 UGG/ha. Para el presente análisis se toman como referencia este último de empresas, catalogándolas como sistema de doble propósito de alta productividad.

El modelo de cálculo incorpora la necesidad de realizar una proyección de las cabezas de ganado y la producción de leche y carne, en los dos modelos (GDP y GSSP), a partir de parámetros como la capacidad de carga de cada hectárea, el número de días de lactancia y la producción unitaria diaria promedio de leche y el número de días entre partos. A partir de estos datos se pueden calcular los costos de operación por hectárea en cada alternativa, al igual que los ingresos esperados de cada una de ellas. Para la alternativa con instrumento es necesario incorporar los costos de reconversión.

Teniendo tanto los flujos de costos como de ingresos se puede llevar a cabo la comparación de alternativas en valor presente para medir los impactos netos de la medida. Para este instrumento se realiza una simulación financiera que permite verificar la rentabilidad del instrumento y el incentivo para los particulares a participar y realizar la conversión de su sistema de su sistema de producción.

Encontrando la viabilidad financiera, los demás cobeneficios incluida la reducción en la deforestación, si se pudieran valorar adecuadamente con la información disponible, solamente incrementarían dicha rentabilidad. El ideal siempre es incorporar esos beneficios indirectos en la simulación de beneficio costo, pero son de especial importancia cuando el instrumento a evaluar no resulta viable desde el punto de vista financiero privado.

#### 3.3.2 Aplicación



Como datos de referencia se toman dos fuentes de información: para la GDP, un estudio de la Oficina de Investigaciones Económicas de la Federación Nacional de Ganaderos - Fedegan (2012)<sup>29</sup>; y para la GSSP, el trabajo del Fondo Nacional del Ganado y la Fundación CIPAV titulado *Propuesta para incluir entre las opciones de arreglos beneficiadas con el Incentivo a la Capitalización Rural (ICR) los Sistemas Silvopastoriles Intensivos recomendados para las regiones de trópico de altura*, presentado en 2011.

### Cuadro 3.2 - Ganadería doble propósito (GDP) y Ganadería en sistema silvopastoril (GSSP). Indicadores productivos

Indicador		GDP	GSSP
Capacidad de carga	UGG/ha	2,2	2,5
Intervalo ente partos (IEP)	# días	456	521
Días de lactancia	# días	243	305
Producción leche	lts/vaca/día	6,8	13,9
Producción leche lactancia	lts/vaca/lacta	1.655	4.240
Producción leche corregido IEP	lts/vaca/día	3,6	8,1
Producción leche por ha-año	lts	3.640	10.599

Fuente: Cálculos de Econometría con base en Fedegán (2012) y FNG y CIPAV (2011)

### Cuadro 3.3 - Ganadería doble propósito (GDP) y Ganadería en sistema silvopastoril (GSSP). Costos operativos de producción

Indicadores de costos de operación	Miles de pesos de 2011	
	GDP	SSP
Mano de obra	958	958
Suplementación	87	87
Manejo suelos y praderas	240	240
Medicamentos	44	44
Mantenimiento maquinaria y equipos	261	261
Servicios públicos	87	87
Otros costos	305	305
Total costos de operación	1.982	1.982

Fuente: Cálculos de Econometría con base en Fedegán (2012) y FNG y CIPAV (2011)

### Cuadro 3.4 - Costos de reconversión de Ganadería doble propósito (GDP) a Ganadería en sistema silvopastoril (GSSP).

Miles de pesos de 2011	
Mano de obra	1.081
Adecuación del terreno	750
Insumos	2.058
Material vegetal y semillas	1.038
Mantenimiento maquinaria y equipos	37
Otros costos	120
Total costos conversión a GSSP	5.084

Fuente: Cálculos de Econometría con base en FNG y CIPAV (2011)

<sup>29</sup> Consultado en marzo de 2017 en <https://es.slideshare.net/Fedegan/costos-produccion-ganaderia-colombiana>

**Cuadro 3.5 - Ingresos anuales por hectárea de Ganadería doble propósito (GDP) y de Ganadería en sistema silvopastoril (GSSP).**

	Miles de pesos de 2011	
	GDP	GSSP
Precio de la leche (\$/lt)	750	
Ingresos por leche por ha	2.730	7.949
Ingresos por terneros por ha	5.073	402
Ingresos anuales por ha (leche y terneros)	7.803	8.351
Ingresos por madera por ha (cada 8 años)		1.612

Fuente: Cálculos de Econometría con base en Fedegan (2012) y FNG y CIPAV (2011)

Tomando como referencia estos datos básicos, se calculan los flujos de ingresos, de costos de operación y de costos de reconversión de GDP y la GSSP que se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.6 - Flujos de ingresos y costos de Ganadería doble propósito (GDP) y de Ganadería en sistema silvopastoril (GSSP).**

Periodo	Ganadería doble propósito (GDP) <sup>(*)</sup>			Ganadería sistema silvopastoril (GSSP)			
	Costos por ha	Ingresos por ha (Leche y terneros)	Ingreso neto doble propósito	Costos por ha	Ingresos por ha (Leche y terneros)	Ingresos por madera	Ingreso neto SSP
Año 0							-5.084
Año 1	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 2	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 3	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 4	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 5	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 6	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 7	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 8	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351	1.612	7.981
Año 9	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 10	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 11	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 12	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 13	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 14	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 15	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 16	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351	1.612	7.981
Año 17	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 18	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 19	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 20	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369

Ganadería doble propósito (GDP) <sup>(*)</sup>				Ganadería sistema silvopastoril (GSSP)			
Periodo	Costos por ha	Ingresos por ha (Leche y terneros)	Ingreso neto doble propósito	Costos por ha	Ingresos por ha (Leche y terneros)	Ingresos por madera	Ingreso neto SSP
Año 21	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 22	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 23	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 24	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351	1.612	7.981
Año 25	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 26	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 27	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 28	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 29	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 30	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 31	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 32	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351	1.612	7.981
Año 33	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 34	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 35	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369
Año 36	1.982	7.803	5.821	1.982	8.351		6.369

(\*) Empresas identificadas por Fedegán como "sobresalientes" por sus indicadores productivos

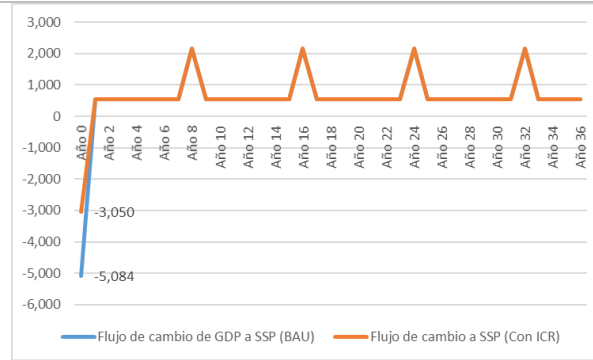
Fuente: Cálculos de Econometría con base en Fedegán (2012) y FNG y CIPAV (2011)

### 3.3.3 Resultados

Con base en esta información se contrastan cuatro escenarios alternativos de reconversión de la GDP a la GSSP. En un primero escenario base se analiza el cambio de ganadería doble propósito a ganadería en sistema silvopastoril en escenario BAU y escenario con ICR a precios del 2011 y 2016. Luego se compara un escenario BAU con el ICR actual y un escenario con instrumento aplicando un crecimiento del ICR destinado a SSP.

**Figura 3.1 - Flujo de cambio de Ganadería doble propósito (GDP) a Ganadería en sistema silvopastoril (GSSP). En escenario BAU y Escenario con ICR a precios del 2011**

TIR (BAU)	13.07%
TIR (ICR)	21.01%

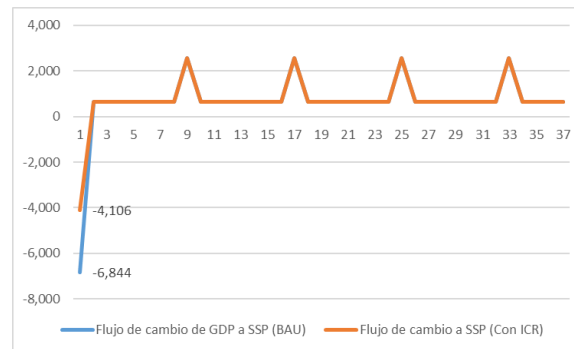


Fuente: Cálculos de Econometría con base en Fedegán (2012) y FNG y CIPAV (2011)

Al aplicar el ICR para promover los sistemas silvopastoriles en lugar de la ganadería de doble propósito, incluso de alta efectividad, se pasa de una tasa de retorno a 36 años del 13,07% anual a una de 21,01% anual.

**Figura 3.2 - Flujo de cambio de Ganadería doble propósito (GDP) a Ganadería en sistema silvopastoril (GSSP). En escenario BAU y Escenario con ICR a precios del 2016**

TIR (BAU)	11.61%
TIR (ICR)	18.82%



Fuente: Cálculos de Econometría con base en Fedegán (2012) y FNG y CIPAV (2011)

### ESCENARIO BAU CON ICR ACTUAL

En este escenario se identificaron las hectáreas que se encuentran en conflicto en el uso del suelo para calcular cuantas de estas se transformarían a Sistemas Silvopastoriles (SSP) dado el ICR actual, bajo el supuesto que las has en conflicto son las que actualmente tiene un uso de ganadería de doble propósito (GDP). Con una meta de transformación a SSP del 40% en el año 2040 bajo este escenario no logra cumplirse, puesto que el porcentaje acumulado de SSP tan solo alcanza el 0.48% en este año.

**Cuadro 3.7 - Escenarios BAU con ICR actual**

PARÁMETROS	
Inversión inicial mano de obra (GSSP)	1.392
Inversión inicial insumos y materiales (GSSP)	5.452
ICR (40% inversión)	2.737
TIR (BAU)	69%

Periodo	Hectáreas en conflicto (Miles) <sup>(**)</sup>	Tasa de crecimiento del PIB	Crédito silvopastoriles FINAGRO (millones de pesos)	Miles de hectáreas a silvopastoriles	Miles de has acumuladas ssp (BAU)	% Acumulado de ssp (BAU)	Inversión de transformación a ssp (miles de millones)	Ingreso neto de has en conflicto <sup>(****)</sup> (miles de millones de pesos)	Ingreso neto de has en ssp (miles de millones de pesos)	Ingreso neto total (miles de millones de pesos)
Año 0	6.598						33		- 33	
2015	6.593		13.174	5	5	0,07%	48	43.563	- 13	43.550
2016	6.586		19.321	7	12	0,18%	50	43.516	36	43.552
2017	6.578	3,5%	19.997	7	14	0,22%	52	43.468	53	43.521
2018	6.571	3,5%	20.697	8	15	0,23%	54	43.418	54	43.472
2019	6.563	3,5%	21.422	8	15	0,23%	55	43.366	56	43.423
2020	6.555	3,5%	22.171	8	16	0,24%	57	43.313	58	43.371
2021	6.547	3,5%	22.947	8	16	0,25%	59	43.257	60	43.318
2022	6.538	3,5%	23.750	9	17	0,26%	61	43.200	95	43.295
2023	6.529	3,5%	24.582	9	18	0,27%	64	43.141	65	43.205
2024	6.520	3,5%	25.442	9	18	0,28%	66	43.079	67	43.146
2025	6.510	3,5%	26.333	10	19	0,29%	68	43.016	69	43.085
2026	6.500	3,5%	27.254	10	20	0,30%	71	42.950	72	43.022
2027	6.490	3,5%	28.208	10	20	0,31%	73	42.882	74	42.956
2028	6.479	3,5%	29.195	11	21	0,32%	76	42.811	77	42.888
2029	6.468	3,5%	30.217	11	22	0,33%	78	42.738	79	42.818
2030	6.457	3,5%	31.275	11	22	0,34%	81	42.663	125	42.788
2031	6.445	3,5%	32.369	12	23	0,35%	84	42.585	85	42.670
2032	6.433	3,5%	33.502	12	24	0,36%	87	42.504	88	42.592
2033	6.420	3,5%	34.675	13	25	0,38%	90	42.420	91	42.511
2034	6.407	3,5%	35.889	13	26	0,39%	93	42.334	94	42.428
2035	6.393	3,5%	37.145	14	27	0,40%	96	42.244	98	42.342
2036	6.379	3,5%	38.445	14	28	0,42%	99	42.151	101	42.252
2037	6.365	3,5%	39.790	15	29	0,43%	103	42.055	105	42.160
2038	6.350	3,5%	41.183	15	30	0,45%	107	41.956	165	42.121
2039	6.334	3,5%	42.624	16	31	0,46%	110	41.853	112	41.965
2040	6.318	3,5%	44.116	16	32	0,48%	114	41.746	116	41.862
2041	6.301	3,5%	45.660	17	33	0,50%	118	41.636	120	41.756
2042	6.284	3,5%	47.258	17	34	0,51%	122	41.522	124	41.646
2043	6.266	3,5%	48.912	18	35	0,53%	127	41.404	129	41.532
2044	6.248	3,5%	50.624	18	36	0,55%	131	41.282	133	41.415
2045	6.228	3,5%	52.396	19	38	0,57%	136	41.155	138	41.293
2046	6.209	3,5%	54.230	20	39	0,59%	140	41.024	217	41.242
2047	6.188	3,5%	56.128	21	40	0,61%	145	40.889	147	41.036
2048	6.167	3,5%	58.093	21	42	0,63%	150	40.749	153	40.901

Periodo	Hectáreas en conflicto (Miles)**	Tasa de crecimiento del PIB	Crédito silvopastoriles FINAGRO (millones de pesos)	Miles de hectáreas a silvopastoriles	Miles de has acumuladas ssp (BAU)	% Acumulado de ssp (BAU)	Inversión de transformación a ssp (miles de millones)	Ingreso neto de has en conflicto (***) (miles de millones de pesos)	Ingreso neto de has en ssp (miles de millones de pesos)	Ingreso neto total (miles de millones de pesos)
2049	6.145	3,5%	60.126	22	43	0,65%	156	40.604	158	40.762
2050	6.122	3,5%	62.230	23	45	0,68%	0	40.453	325	40.778

"(\*\*) Fuente: Econometría. Desarrollo y aplicación piloto de la metodología de evaluación de los cobeneficios de acciones de mitigación del cambio climático en Colombia. Abril de 2014. Estrategia Colombiana para el Desarrollo Bajo en Carbono. "Con base en IGAC Evaluaciones Agropecuarias. (\*\*\*) Se asume que las has en conflicto son las de gdp

### ESCENARIO CON INSTRUMENTO APLICANDO UN CRECIMIENTO DEL ICR DESTINADO A SSP

En el escenario con instrumento, se incluye dentro del modelo además de los parámetros del escenario BAU, una inyección de ICR inicial destinada a SSP y una tasa de crecimiento logística aplicada al crédito para Silvopastoriles de FINAGRO. Además, se mantiene la meta de porcentaje acumulado de SSP para el año 2040 equivalente al 40%. Bajo estas condiciones la TIR pasa del 69% en el escenario BAU al 115% en el escenario con instrumento, lo que hace altamente atractiva la reconversión de ganadería de doble propósito a sistemas silvopastoriles.

**Cuadro 3.8 – Escenario instrumento aplicando un crecimiento del ICR destinado a SSP**

PARÁMETROS	
Inversión inicial mano de obra (GSSP)	1.392
Inversión inicial insumos y materiales (GSSP)	5.452
ICR (40% inversión)	2.737
Inyección inicial de ICR para ssp 2017 (millones)	485300
% Acumulado de ssp en el año 2040 (con instrumento)	40,00%
TIR (BAU)	115%

Periodo	Hectáreas en conflicto (Miles)**	Tasa de crecimiento logística	Crédito silvopastoriles FINAGRO (millones de pesos)	Miles de hectáreas a silvopastoriles	Miles de has acumuladas ssp (BAU)	% Acumulado de ssp (BAU)	Inversión de transformación a ssp (miles de millones)	Ingreso neto de has en conflicto (***) (miles de millones de pesos)	Ingreso neto de has en ssp (miles de millones de pesos)	Ingreso neto total (miles de millones de pesos)
Año 0	6.598						33		- 33	
2015	6.593		13.174	5	5	0,07%	48	43.563	- 0	43.562
2016	6.586		19.321	7	12	0,18%	1.282	43.516	- 1.164	42.353

Período	Hectáreas en conflicto (Miles) <sup>(**)</sup>	Tasa de crecimiento logística	Crédito silvopastoriles FINAGRO (millones de pesos)	Miles de hectáreas a silvopastoriles	Miles de has acumuladas ssp (BAU)	% Acumulado de ssp (BAU)	Inversión de transformación a ssp (miles de millones)	Ingreso neto de has en conflicto <sup>(***)</sup> (miles de millones de pesos)	Ingreso neto de has en ssp (miles de millones de pesos)	Ingreso neto total (miles de millones de pesos)
2017	6.398	42,205%	512.775	187	194	2,95%	1.788	42.278	148	42.427
2018	6.137	39,453%	715.082	261	449	6,80%	2.430	40.552	2.037	42.589
2019	5.782	35,956%	972.198	355	616	9,34%	3.202	38.206	2.937	41.142
2020	5.314	31,755%	1.280.919	468	823	12,48%	4.068	35.114	4.129	39.243
2021	4.720	27,042%	1.627.301	594	1.062	16,10%	4.969	31.186	5.612	36.798
2022	3.994	22,140%	1.987.593	726	1.321	20,02%	5.835	26.388	9.857	36.245
2023	3.141	17,428%	2.333.983	853	1.579	23,93%	6.607	20.754	9.117	29.871
2024	2.176	13,227%	2.642.703	965	1.818	27,56%	7.250	14.375	10.857	25.232
2025	1.116	9,729%	2.899.813	1.059	2.025	30,69%	7.755	7.375	12.410	19.786
2026	- 17	6,977%	3.102.119	1.133	2.193	33,23%	8.136	- 113	13.701	13.589
2027	- 1.206	4,906%	3.254.312	1.189	2.322	35,20%	8.412	- 7.968	14.714	6.746
2028	- 2.435	3,400%	3.364.967	1.229	2.418	36,65%	8.609	- 16.091	15.475	- 616
2029	- 3.693	2,332%	3.443.455	1.258	2.487	37,70%	8.745	- 24.403	16.026	- 8.377
2030	- 4.971	1,588%	3.498.149	1.278	2.536	38,44%	8.839	- 32.847	21.293	- 11.554
2031	- 6.263	1,076%	3.535.797	1.292	2.570	38,95%	8.904	- 41.381	16.688	- 24.693
2032	- 7.564	0,727%	3.561.488	1.301	2.593	39,30%	8.947	- 49.978	16.875	- 33.103
2033	- 8.871	0,489%	3.578.920	1.307	2.608	39,54%	8.977	- 58.617	17.002	- 41.615
2034	- 10.183	0,329%	3.590.701	1.312	2.619	39,70%	8.997	- 67.285	17.089	- 50.196
2035	- 11.497	0,221%	3.598.641	1.315	2.626	39,81%	9.010	- 75.971	17.147	- 58.824
2036	- 12.814	0,149%	3.603.987	1.317	2.631	39,88%	9.019	- 84.671	17.187	- 67.484
2037	- 14.132	0,100%	3.607.578	1.318	2.634	39,93%	9.025	- 93.379	17.213	- 76.165
2038	- 15.451	0,067%	3.609.983	1.319	2.637	39,96%	9.029	- 102.093	22.301	- 79.791
2039	- 16.770	0,045%	3.611.602	1.319	2.638	39,99%	9.032	- 110.810	17.243	- 93.568
2040	- 18.090	0,030%	3.612.686	1.320	2.639	40,00%	9.034	- 119.531	17.251	- 102.280
2041	- 19.410	0,020%	3.613.418	1.320	2.640	40,01%	9.035	- 128.253	17.256	- 110.997
2042	- 20.730	0,020%	3.614.149	1.320	2.640	40,02%	9.037	- 136.977	17.259	- 119.718
2043	- 22.051	0,020%	3.614.881	1.321	2.641	40,03%	9.039	- 145.703	17.263	- 128.440
2044	- 23.371	0,020%	3.615.614	1.321	2.641	40,04%	9.041	- 154.430	17.266	- 137.164
2045	- 24.693	0,020%	3.616.346	1.321	2.642	40,04%	9.043	- 163.160	17.270	- 145.890
2046	- 26.014	0,020%	3.617.078	1.321	2.642	40,05%	9.045	- 171.891	22.354	- 149.536
2047	- 27.335	0,020%	3.617.811	1.322	2.643	40,06%	9.046	- 180.623	17.277	- 163.347
2048	- 28.657	0,020%	3.618.544	1.322	2.644	40,07%	9.048	- 189.358	17.280	- 172.078
2049	- 29.980	0,020%	3.619.276	1.322	2.644	40,08%	9.050	- 198.094	17.284	- 180.811
2050	- 31.302	0,020%	3.620.010	1.322	2.645	40,08%	0	- 206.833	26.339	- 180.494

(\*\*) Fuente: Econometría. Desarrollo y aplicación piloto de la metodología de evaluación de los cobeneficios de acciones de mitigación del cambio climático

en Colombia. Abril de 2014. Estrategia Colombiana para el Desarrollo Bajo en Carbono. "Con base en IGAC Evaluaciones Agropecuarias. (\*\*\*) Se asume que las has en conflicto son las de gdp

### 1.1.1 Análisis territorial del instrumento

El análisis territorial partió de identificar cuáles eran las hectáreas en conflicto a nivel departamental susceptibles de ser transformadas a Sistemas Silvopastoriles. Estos departamentos fueron agrupados en regiones tal y como lo establece el Plan Nacional de Desarrollo y como se presenta en la siguiente tabla.

#### Distribución regional de las has en conflicto

Regiones	Has en conflicto	% Participación
Oriente	850.014	13%
Caribe	3.256.795	49%
Pacífico	113.789	2%
Eje cafetero	743.769	11%
Centro sur	711.591	11%
Llano	921.643	14%
Total	6.597.601	100%

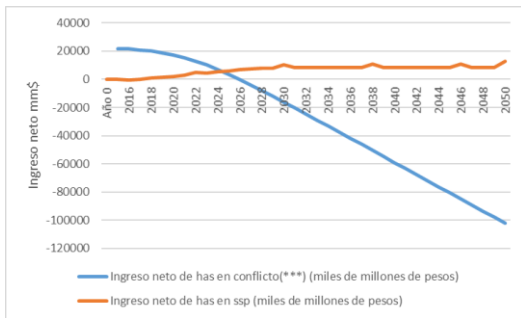
Fuente: Econometría consultores.

Como se puede evidenciar, la región Caribe concentra la mayor cantidad de has en conflicto del total de regiones. Dentro de esta región Magdalena y Córdoba son las que tienen el mayor peso. En contraste, la región del pacífico representa la menor cantidad de has en conflicto concentradas en el departamento del Cauca.

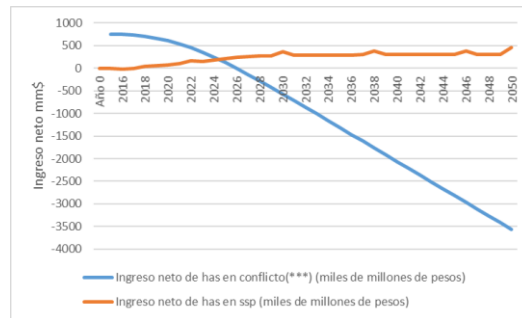
Una vez se calculó el peso de las has en conflicto a nivel regional, esta distribución se le aplicó a los ingresos netos de las has en conflicto y a los ingresos netos de las has transformadas a Sistemas Silvopastoriles, que fueron calculadas para todo el país en el modelo que se presentó al inicio de este capítulo. Las siguientes figuras muestran de manera ilustrativa, el comportamiento en los ingresos netos luego de la aplicación del instrumento para la región Caribe que presenta la mayor necesidad de transformación dado su alto número de has en conflicto y para la región pacífico que concentra el menor número de has en conflicto. Como se puede ver en la figura, en un escenario con instrumento, la tendencia es que los ingresos netos de las has en conflicto caigan, y que los ingresos netos de las has transformadas a SSP aumenten.



**Cambio en los ingresos netos. Región caribe**



**Cambio en los ingresos netos. Región Pacífico**



Fuente: Econometría consultores.

## Capítulo 4

# INCENTIVOS FINANCIEROS A MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES

Un aspecto importante, que debe ser tenido en cuenta en todas aquellas políticas que esperan una participación activa del sector privado, es el tema de financiamiento. Muchas de las medidas identificadas dentro de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono, al ser analizadas desde el punto de vista económico resultan rentables para los sectores, debido en gran parte a sus cobeneficios. Sin embargo, si el problema fuera sólo la rentabilidad económica y social, dichas medidas ya se estarían aplicando en las proporciones que requiere el país. Por ejemplo, las siguientes figuras muestran las curvas de abatimiento para el sector de transporte.

**Figura 4.1 - Costo marginal de abatimiento para el sector transporte**

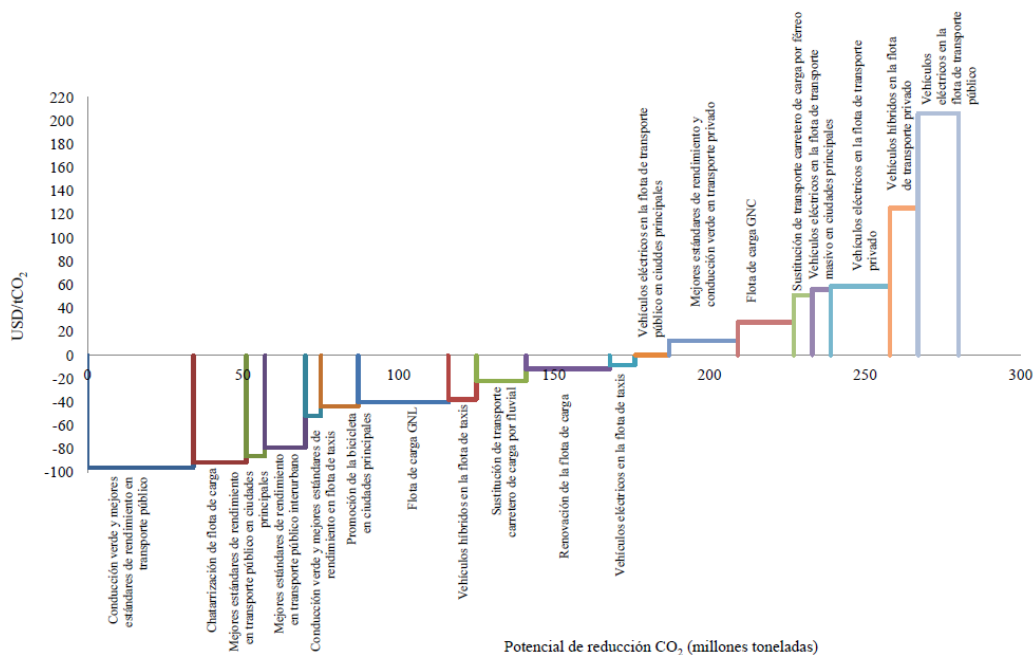


Figura 14. Curva de costo marginal de abatimiento del sector de transporte carretero.

Fuente: (Uniandes, 2014) Figura 14.

Los valores negativos en la anterior figura implican que los costos netos (costos de mitigación-beneficios directos) son negativos, y por lo tanto en esas opciones de mitigación los beneficios son mayores a los costos.

Surge la pregunta de si esta identificación de medidas altamente rentables que no se están llevando a cabo en las proporciones necesarias, pudieran ser explicadas por la existencia de restricciones en el capital líquido de las empresas de estos sectores. De ser así, aunque las inversiones en este tipo de medidas de mitigación representen posibilidades de mayor rentabilidad del capital en dichas empresas, las inversiones no se llevarían a cabo por falta de financiación.

Bajo esta hipótesis se plantea un instrumento ambicioso de créditos blandos para inversiones en mitigación (y esto sería aplicable también a adaptación) al cambio climático. En el caso de adaptación la información sobre costos de medidas y efectos de estas en la reducción del riesgo, es mucho más escasa, por lo que se aplicará el análisis para una medida específica de mitigación, conociendo que el modelo sería igualmente aplicable para el caso de cualquier medida de mitigación y también para las posibles medidas de adaptación.

## 4.1 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

### 4.1.1 Definición

El instrumento es un fondo (o una cuenta en un fondo existente) destinado a financiar una parte de la tasa de interés de créditos comerciales destinados a medidas de mitigación o adaptación al cambio climático, en donde la reducción del costo financiero se condiciona a la verificación de la efectividad de las inversiones en cuanto a reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente o a la reducción del riesgo climático en indicadores definidos para tal fin.

Este fondo se puede nutrir de diferentes fuentes que van desde recursos del presupuesto nacional provenientes del recaudo del impuesto al carbono y de tasas retributivas por la utilización del aire; donaciones de cooperantes internacionales; préstamos de la banca multilateral y del Fondo Verde del Clima (GCF); y la captación de recursos por la colocación de cupos transables de emisión, en el marco de la implementación de un Sistema de Comercio de Emisiones (ETS).

### 4.1.2 Efectos esperados del instrumento

Al aplicar el instrumento se esperan los siguientes posibles efectos:

- Una mayor generación de proyectos privados de mitigación y adaptación al cambio climático

- Una mayor colocación de créditos por parte del sector financiero con destino a dichos proyectos

Los efectos indirectos o cobeneficios son:

- Una reducción significativa en la emisión de gases de efecto invernadero y en los niveles de riesgo climático del país.
- Incentivo a las empresas del sector privado y público para que adelanten, ejecuten o prevean la renovación del parque industrial que disminuya la contaminación ambiental y los costos en salud pública.
- Disminución de las tasas de mortalidad y morbilidad de las personas por contaminación atmosférica.
- Reducción del presupuesto público invertidos en costos de corrección de la contaminación salud de los habitantes de las ciudades.

## 4.2 ANÁLISIS CUALITATIVO

### 4.2.1 Armonización con el crecimiento bajo en carbono

En la medida que el instrumento está enfocado a la financiación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, y además busca garantizar a los agentes privados al menos la misma rentabilidad que tendrían en un escenario si la aplicación de las medidas se constituye en una herramienta eficaz para el crecimiento bajo en emisiones de carbono.

El contar con financiación a un costo adecuado, garantiza un incentivo suficiente para que los agentes privados tomen las decisiones de inversión que favorecen la mitigación del cambio climático y el correspondiente cumplimiento de sus obligaciones futuras en términos de emisiones atmosféricas, sin afectar la rentabilidad económica de sus actividades productivas

### 4.2.2 Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales

El instrumento está diseñado para garantizar al menos la misma productividad y rentabilidad de las actividades emisoras de GEI en las cuales se lleve a cabo una sustitución o adecuación tecnológica que reduzca dichas emisiones. Por esta vía aún en aquellos casos en los cuales no se genere un nivel de productividad adicional, se garantizará que el instrumento no está en contravía con este objetivo ni genera reducciones de productividad o sobrecostos adicionales al proceso productivo. Por otra parte, la sustitución de tecnologías antiguas, algunas obsoletas, por tecnologías de producción más limpias, en general tienden a mejorar la productividad de los procesos.

### 4.2.3 Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural

Un efecto indirecto de las medidas de mitigación de gases de efecto invernadero y del cambio tecnológico por métodos de producción limpia es frecuentemente el mejoramiento de la calidad del aire en el entorno de las empresas que desarrollan dichas transformaciones, de la misma forma las tecnologías de producción más limpia hacen un uso más sostenible de los recursos naturales y su implementación reduce la presión por la explotación de recursos no renovables con afectaciones e impactos ambientales.

Si bien este no es su objetivo principal, el instrumento resulta armónico y no contradice este objetivo de la estrategia de crecimiento verde.

### 4.2.4 Armonización con la gobernanza ambiental

Uno de los beneficios de incorporar mecanismos financieros que estimulen las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, es la viabilización del cumplimiento de las contribuciones propuestas por el país a los acuerdos de París. Este tipo de instrumentos no solo es compatible, sino que se constituye en un complemento indispensable de otros instrumentos de política como el impuesto al carbono, el sistema de comercio de emisiones y las tasas ambientales. En general dichos instrumentos buscan generar las condiciones para que los agentes privados tomen las decisiones necesarias para aportar en el cumplimiento de las metas. Un instrumento de crédito blando con una tasa de interés adecuada facilita la toma de dichas decisiones y articula los propósitos de la institucionalidad, los Bancos o el sector financiero y los empresarios.

### 4.2.5 Armonización con la adaptación al cambio climático

Como en el caso de la mitigación de emisiones, este instrumento está pensado para poder ser usado en inversiones dirigidas a la adaptación al cambio climático por parte de las empresas privadas. Estos agentes en general aplazan inversiones necesarias para reducir sus niveles de exposición o reducir el riesgo de amenazas climáticas en la medida que el costo de las inversiones resulte mayor que el valor esperado de las pérdidas asociadas a dichos eventos. En muchos casos aun cuando el beneficio neto esperado sea positivo, las empresas prefieren destinar sus excedentes de liquidez para invertir en el crecimiento y desarrollo de su actividad, por el costo de oportunidad de dichos recursos.

El contar con líneas de crédito blando facilita la toma de decisión para invertir en medidas de reducción del riesgo para dichos agentes porque viabiliza financieramente dichas inversiones.

## 4.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO

### 4.3.1 Descripción del modelo

El modelo general que permite evaluar este incentivo para diferentes aplicaciones, busca determinar el monto de tasa de interés que haría viable el endeudamiento, para un inversionista privado, con destino a la realización de inversiones de mitigación o adaptación al cambio climático.

La estrategia general es proyectar un flujo de costos (inversión, operación y mantenimiento) e ingresos de una actividad emisora de gases de efecto invernadero y compararlo con el flujo de costos e ingresos de su actividad en presencia de una transformación tecnológica que reduce dichas emisiones. Cada uno de estos flujos tiene una tasa interna de retorno, que se puede comparar con las tasas de interés comerciales existentes y con el costo de oportunidad de las empresas que llevan a cabo la actividad. Un empresario estaría dispuesto a endeudarse para realizar estas inversiones si el flujo neto incluyendo el endeudamiento tiene una tasa interna de retorno mayor o igual que la del flujo neto sin endeudamiento. Si los ingresos no cambia entre alternativas, el análisis se puede realizar comparando los flujos de costos

De esta manera los pasos necesarios para llevar a cabo la estimación serían los siguientes:

1. Estimar el flujo de costos de inversión, operación y mantenimiento de la alternativa con financiación frente a la alternativa BAU
2. Estimar el flujo de ingresos menos los costos de inversión, operación y mantenimiento de la alternativa que incluye la medida de cambio tecnológico, con financiación
3. Calcular la tasa interna de retorno de las dos alternativas
4. Calcular la tasa de interés a la cual la tasa de retorno del flujo alternativo es igual o un poco más rentable que la alternativa de la tecnología tradicional.

De igual forma, si se comparan para cualquier escenario el flujo neto con y sin financiación se puede hacer análisis de sensibilidad para encontrar la tasa de interés a la cual la rentabilidad es igual o mayor que sin financiación

### 4.3.2 Aplicación: inversiones en vehículos de servicio público, híbridos y eléctricos

Para la aplicación del modelo se realizó un análisis en el sector de transporte público masivo, comparando tres tipos de tecnología: diésel, híbrido y eléctrico. Se utilizaron los principales

parámetros de simulación del estudio realizado por el BID para la incorporación de buses híbridos y eléctricos en el sistema Transmilenio de la ciudad de Bogotá en el año 2013.

Se realizaron cuatro simulaciones (escenarios) para las tres tecnologías y se compararon los flujos de ingresos netos de a través de su Tasa Interna de Retorno. Además de calcular la tasa de interés de equilibrio de los posibles créditos (comparando el escenario con tasas iguales vs el escenario con tasas diferenciales), se realizaron dos simulaciones con instrumentos alternativos equivalentes, con fines de comparación. Estas consistieron en dejar las mismas tasas de interés para todas las tecnologías y simular un cambio en las tarifas de los principales impuestos

Para la simulación se estableció la tasa de interés de referencia como aquella que iguala la rentabilidad de los flujos con y sin financiación para la tecnología convencional, es decir para los buses Diésel. Esa tasa de interés se calculó en 16,6%, de acuerdo con los parámetros de ingresos y costos del estudio del (BID,2013) para dicha tecnología.

Así pues los escenarios simulados fueron los siguientes:

1. **Escenario 1:** Tiene en cuenta una financiación con una tasa del 16,6%, y la misma tarifa en las tres tecnologías, para el impuesto de renta y el impuesto de rodamiento.
2. **Escenario 2:** Tiene en cuenta una financiación con una tasa del 16,6% para la tecnología Diésel, y unas tasas de interés diferenciales para buses híbridos y eléctricos. Igualmente contempla la misma tarifa, en las tres tecnologías, para el impuesto de renta y el impuesto de rodamiento. El valor de las tasas de interés diferenciales se calcula en este escenario, como aquel que iguala o supera marginalmente la rentabilidad de la tecnología Diésel.
3. **Escenario 3:** Tiene en cuenta, al igual que el escenario 1, una financiación con una tasa del 16,6%, pero incorpora para los buses híbridos y eléctricos tarifas del impuesto de renta diferenciales. El impuesto de rodamiento se mantiene en la misma tarifa. El valor del impuesto de renta diferencial se calcula, en este escenario, como aquel que hace que se iguale o supera marginalmente la rentabilidad de la tecnología Diésel.
4. **Escenario 4:** Tiene en cuenta, al igual que el escenario anterior, una financiación con una tasa del 16,6%, pero incorpora para los buses híbridos y eléctricos tarifas del impuesto de rodamiento diferenciales. El impuesto de renta se mantiene en la misma tarifa. El valor del impuesto de rodamiento diferencial se calcula, en este escenario, como aquel que hace que se iguale o supera marginalmente la rentabilidad de la tecnología Diésel.

En los cuatro escenarios la simulación de la tecnología Diésel conserva los mismos parámetros, de manera que se hagan comparables entre sí los resultados de las otras tecnologías.

Este instrumento incentiva el cambio tecnológico en este sector, haciéndolo más limpio y generando niveles de rentabilidad atractivos para los inversionistas, siempre y cuando existan tasas de interés especiales y diferenciales para las tecnologías limpias, que generen un flujo de fondos con rentabilidad suficiente para igualar o mejorar los retornos de la tecnología convencional.

#### **PRIMER ESCENARIO: FINANCIACIÓN NO DIFERENCIADA EN LOS TRES TIPOS DE TECNOLOGÍA**

Como se ve en el siguiente cuadro, este primer escenario contempla las mismas condiciones de crédito para los tres tipos de tecnología; es decir, se está financiando a una misma tasa de interés, y bajo el mismo porcentaje y periodo de financiación. Como se explico, la tasa de interés seleccionada para la simulación es aquella a la cual el inversionista de la tecnología tradicional es indiferente entre usar o no crédito para financiar su inversión, es decir, la tasa de interés con la cual la tasa de retorno del flujo con financiamiento es igual a la tasa de retorno del flujo sin financiamiento.

En el cuadro se presentan los parámetros utilizados en la simulación y en la las figuras se comparan los flujos de fondos con y sin financiación Fuente: Econometría consultores para las tres tecnologías.

. En ausencia de financiación, se encuentra una tasa de retorno para la inversión en buses diésel, de alrededor del 15%, mientras que para buses híbridos la tasa de retorno es dos puntos porcentuales menor (13%) y para los buses eléctricos es un poco más de tres puntos porcentuales inferior (11,7%). considerando la tasa de interés calculada del 16.6% anual<sup>30</sup>. Al simular la inversión en buses híbridos o eléctricos, con una financiación a esta tasa, el retorno de la inversión se reduce aún más: casi cinco puntos porcentuales menos para el bus híbrido (10,3%) que para el bus diésel y un poco más de seis puntos porcentuales menos para el bus eléctrico (9%) en comparación también con el diésel. Este escenario muestra que en la situación actual, las tecnologías que favorecen una reducción de emisiones GEI no son viables frente a la tecnología convencional y que el acceso a crédito en las condiciones de mercado reducen aún más la viabilidad de dichas inversiones.

---

<sup>30</sup> Que es la tasa máxima a la cual un inversionista utilizaría crédito para comprar un bus diésel

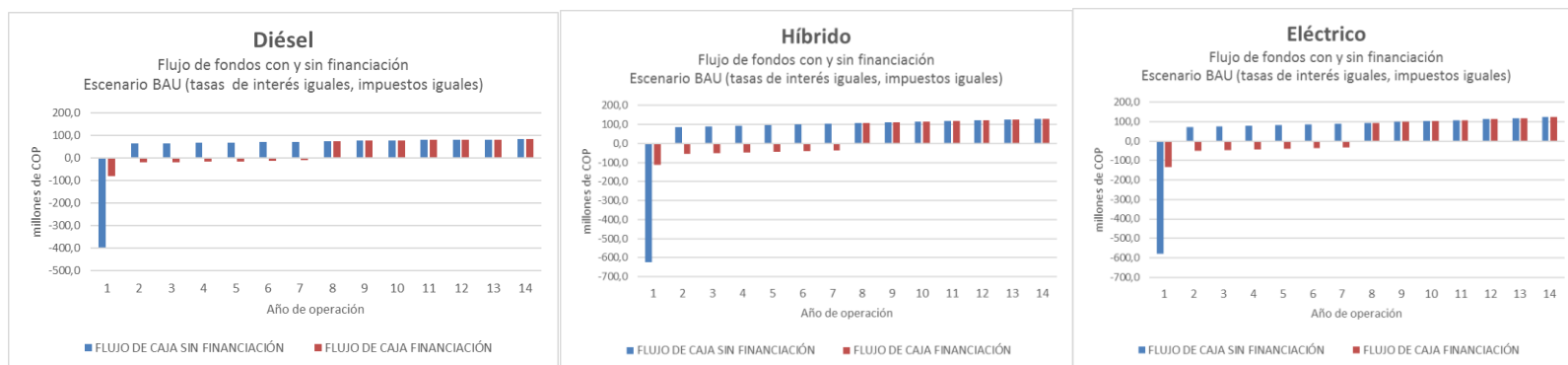


### Cuadro 4.1 - Parámetros de simulación Escenario con tasas de interés diferenciales (impuestos iguales)

Bus Diésel				Bus Híbrido				Bus Eléctrico			
Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad	Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad	Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad
Proyección a partir del año				Proyección a partir del año				Proyección a partir del año			
2018				2018 Año				2018 Año			
Tasa de descuento	10%			Tasa de descuento	10%			Tasa de descuento	10%		
DTF	6,8%			DTF	6,8%			DTF	6,8%		
Spread BAU	9,8%			Spread con instrumento	9,8%			Spread con instrumento	9,8%		
Tasa de interés BAU	16,6%			Tasa de interés con instrumento	16,6%			Tasa de interés con instrumento	16,6%		
Valor del vehículo		333,0	M\$	Valor del vehículo		536,5	M\$	Valor del vehículo		466,02	M\$
IVA	19,0%	63,3	M\$	IVA	19%	101,935	M\$	IVA	19%	88,5438	M\$
Arancel	0,0%	0,0	M\$	Arancel	5%	26,825	M\$	Arancel	5%	23,301	M\$
Porcentaje de reducción del	6,0%			Porcentaje de reducción del valor comercial	2,30%	12,340	M\$	Porcentaje de reducción del valor comercial	6,11%		
Vida útil		12	Años	Vida útil	6,27%			Vida útil	12	Años	
Tasa de impuesto de renta	33%			Tasa de impuesto de renta	33%			Tasa de impuesto de renta	33%		
Tasa de rodamiento	0,50%			Tasa de rodamiento	0,50%			Tasa de rodamiento	0,50%		
Depreciación anual	7,76%	25,84	M\$	Periodo de financiación		6,00	Años	Depreciación anual	8,83%	41,15	M\$
Periodo de financiación		6,00	Años	Porcentaje de financiación	80,00%			Periodo de financiación		6,00	Años
Porcentaje de financiación	80%			Depreciación anual	7,92%	42,47	M\$	Porcentaje de financiación	80%		
Ingreso anual inicial por bus		259,9	M\$	Ingreso anual inicial por bus		306,0	M\$	Ingreso anual inicial por bus		285,4	M\$
Crecimiento de ingreso anual por bus	5,69%			Crecimiento de ingreso anual por bus	4,97%			Crecimiento de ingreso anual por bus	4,33%		
Egreso anual inicial por bus		175,6	M\$	Egreso anual inicial por bus		192,7	M\$	Egreso anual inicial por bus		196,7	M\$
Crecimiento de egreso anual por bus	6,89%			Crecimiento de egreso anual por bus	5,65%			Crecimiento de egreso anual por bus	3,82%		

Fuente: BID(2013) y cálculos de Econometría consultores

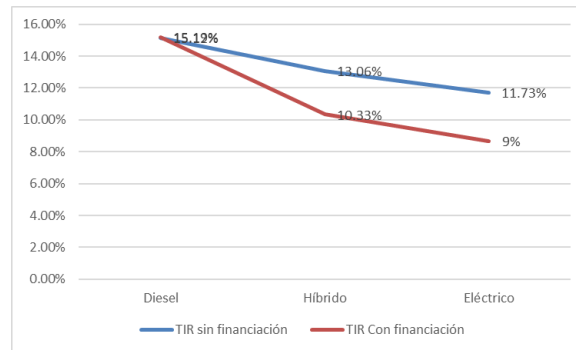
### Figura 4.2 – Flujo de Fondos Escenario con tasas de interés diferenciales (impuestos iguales)



Fuente: Econometría consultores con base en el cuadro anterior

La siguiente figura presenta las tasas de retorno obtenidas para las tres tecnologías tanto en la situación sin financiamiento como en la situación con financiamiento

**Figura 4.3 - Tasa Interna de Retorno para Diesel, Híbrido y Eléctrico bajo las mismas tasas de interés.**



Fuente: Econometría consultores

Las financiaciones bajo las mismas condiciones de crédito generan un incentivo perverso, puesto que mantiene la tasa interna de retorno de la tecnología tradicional, al tiempo que reduce la rentabilidad de las tecnologías limpias.

#### SEGUNDO ESCENARIO: TASAS DE INTERÉS DIFERENCIALES

Este segundo escenario contempla tasas de interés especiales para híbrido y eléctrico, que permitan que la tasa interna de retorno de estas tecnologías se iguale o supere marginalmente a la de la tecnología tradicional. Lo anterior genera un incentivo para hacer la reconversión tecnológica. En el híbrido la tasa de interés a la cual se iguala la TIR del diésel es del 10.5% y en el eléctrico se iguala a una tasa del 7%. Esto significa la necesidad de un subsidio de al menos 6.1 puntos porcentuales para el bus híbrido y de al menos 9.6 puntos porcentuales para los buses eléctricos.

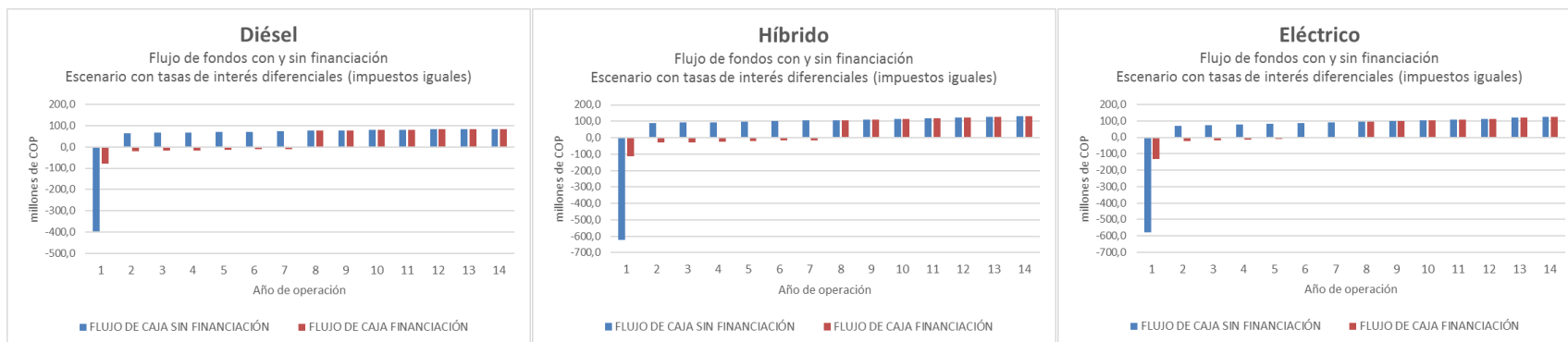
El siguiente cuadro muestra los parámetros de simulación luego de cambiar las tasas de interés para igualar las TIR.

### Cuadro 4.2 - Parámetros de simulación Escenario con tasas de interés diferenciales (impuestos iguales)

Bus Diésel				Bus Híbrido				Bus Eléctrico			
Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad	Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad	Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad
Proyección a partir del año		2018		Proyección a partir del año		2018		Proyección a partir del año		2018	
Tasa de descuento	10%			Tasa de descuento	10%			Tasa de descuento	10%		
DTF	6,8%			DTF	6,8%			DTF	6,8%		
Spread BAU	9,8%			Spread con instrumento	0%			Spread con instrumento	0%		
Tasa de interés BAU	16,6%			Tasa de interés con instrumento	7%			Tasa de interés con instrumento	7%		
Valor del vehículo		333,0	M\$	Valor del vehículo		466,02	M\$	Valor del vehículo		466,02	M\$
IVA	19,0%	63,3	M\$	IVA	19%	88,5438	M\$	IVA	19%	88,5438	M\$
Arancel	0,0%	0,0	M\$	Arancel	5%	23,301	M\$	Arancel	5%	23,301	M\$
Porcentaje de reducción del	6,0%			Porcentaje de reducción del valor comercial	6,11%			Porcentaje de reducción del valor comercial	6,11%		
Vida útil		12	Años	Vida útil		12	Años	Vida útil		12	Años
Tasa de impuesto de renta	33%			Tasa de impuesto de renta	33%			Tasa de impuesto de renta	33%		
Tasa de rodamiento	0,50%			Tasa de rodamiento	0,50%			Tasa de rodamiento	0,50%		
Depreciación anual	7,76%	25,84	M\$	Depreciación anual	8,83%	41,15	M\$	Depreciación anual	8,83%	41,15	M\$
Periodo de financiación		6,00	Años	Periodo de financiación		6,00	Años	Periodo de financiación		6,00	Años
Porcentaje de financiación	80%			Porcentaje de financiación	80%			Porcentaje de financiación	80%		
Ingreso anual inicial por bus		259,9	M\$	Ingreso anual inicial por bus		285,4	M\$	Ingreso anual inicial por bus		285,4	M\$
Crecimiento de ingreso anual por bus	5,69%			Crecimiento de ingreso anual por bus	4,33%			Crecimiento de ingreso anual por bus	4,33%		
Egreso anual inicial por bus		175,6	M\$	Egreso anual inicial por bus		196,7	M\$	Egreso anual inicial por bus		196,7	M\$
Crecimiento de egreso anual por bus	6,89%			Crecimiento de egreso anual por bus	3,82%			Crecimiento de egreso anual por bus	3,82%		

Fuente: BID(2013) y cálculos de Econometría consultores

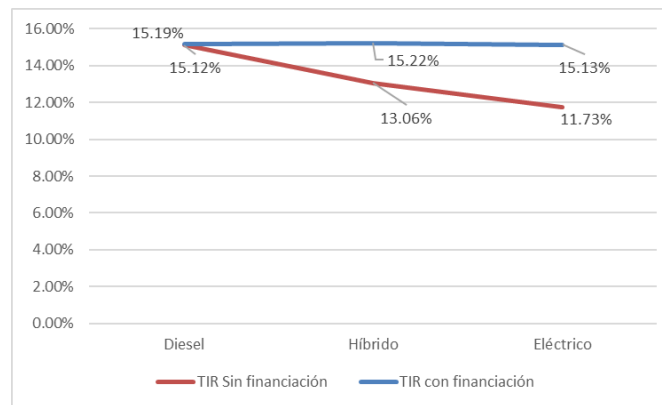
### Figura 4.4 – Flujo de Fondos Escenario con tasas de interés diferenciales (impuestos iguales)



Fuente: Econometría consultores con base en el cuadro anterior

La siguiente figura muestra el resultado de la simulación en términos de tasa de retorno

**Figura 4.5 - Tasa interna de retorno para Diésel, Híbrido y Eléctrico con tasas de interés diferenciales.**



Fuente: Econometría consultores

Como se ve en la figura anterior, la tasa interna de retorno aumenta significativamente con la financiación y permite igualar la tecnología tradicional si se aplican tasas especiales para híbrido y eléctrico.

### ESCENARIO TRES: MEDIDAS EQUIVALENTES, TARIFAS ESPECIALES DE IMPUESTO DE RENTA PARA TECNOLOGÍAS LIMPIAS.

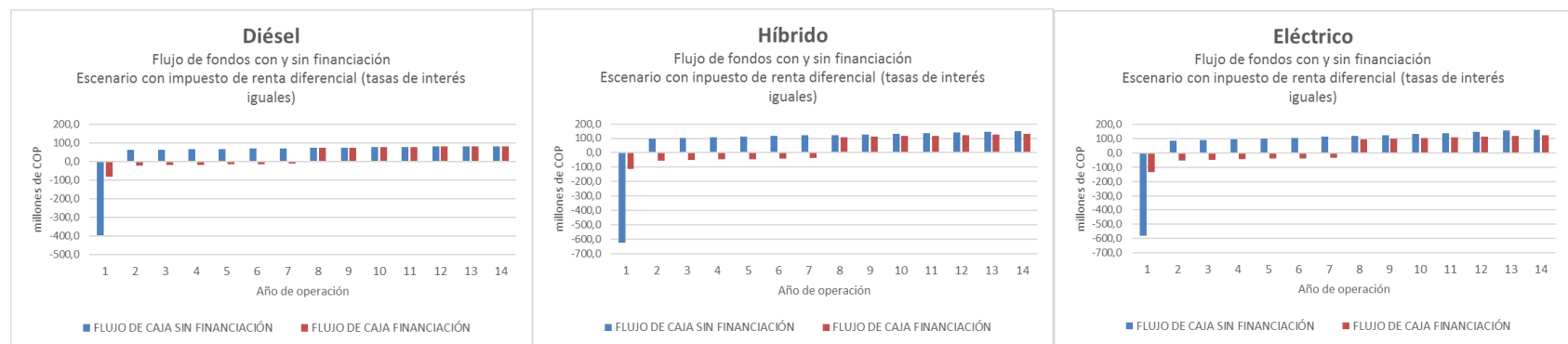
Una medida equivalente a bajar las tasas de interés es hacer exenciones en el impuesto de renta para quienes inviertan en tecnologías limpias, hasta el punto en que dichas inversiones se hagan tanto o un poco más rentables que la tecnología convencional. Reducir el monto del pago de impuesto de renta durante la operación del vehículo aumenta las tasas de retorno y permite igualar la rentabilidad a la tecnología tradicional. Para los buses híbridos habría que bajar el impuesto de renta del 33% al 16% y en el caso de los eléctricos al 2% para igualar a la TIR del Diesel, o eliminarlo para hacer esta inversión más atractiva.

### Cuadro 4.3 - Parámetros de simulación Escenario con impuesto de renta diferencial (tasas de interés iguales)

Bus Diésel				Bus Híbrido				Bus Eléctrico			
Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad	Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad	Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad
Proyección a partir del año		2018		Proyección a partir del año		2018	Año	Proyección a partir del año		2018	Año
Tasa de descuento	10%			Tasa de descuento	10%			Tasa de descuento	10%		
DTF	6,8%			DTF	6,8%			DTF	6,8%		
Spread BAU	9,8%			Spread con instrumento	9,8%			Spread con instrumento	10%		
Tasa de interés BAU	16,6%			Tasa de interés con instrumento	16,6%			Tasa de interés con instrumento	16,6%		
Valor del vehículo		333,0	M\$	Valor del vehículo		536,5	M\$	Valor del vehículo		466,02	M\$
IVA	19,0%	63,3	M\$	IVA	19%	101,935	M\$	IVA	19%	88,5438	M\$
Arancel	0,0%	0,0	M\$	Arancel	5%	26,825	M\$	Arancel	5%	23,301	M\$
					2,30%	12,340	M\$				
Porcentaje de reducción del	6,0%			Porcentaje de reducción del valor comercial	6,27%			Porcentaje de reducción del valor comercial	6,11%		
Vida útil		12	Años	Vida útil		12	Años	Vida útil		12	Años
Tasa de impuesto de renta	33%			Tasa de impuesto de renta	16%			Tasa de impuesto de renta	2%		
Tasa de rodamiento	0,50%			Tasa de rodamiento	0,50%			Tasa de rodamiento	0,50%		
Depreciación anual	7,76%	25,84	M\$	Período de financiación		6	Años	Depreciación anual	8,83%	41,15	M\$
Período de financiación		6,00	Años	Porcentaje de financiación	80,00%			Período de financiación		10,00	Años
Porcentaje de financiación	80%			Depreciación anual	7,92%	42,47	M\$	Porcentaje de financiación	80%		
Ingreso anual inicial por bus		259,9	M\$	Ingreso anual inicial por bus		306,0	M\$	Ingreso anual inicial por bus		285,4	M\$
Crecimiento de ingreso anual por bus	5,69%			Crecimiento de ingreso anual por bus	4,97%			Crecimiento de ingreso anual por bus	4,33%		
Egreso anual inicial por bus		175,6	M\$	Egreso anual inicial por bus		192,7	M\$	Egreso anual inicial por bus		196,7	M\$
Crecimiento de egreso anual por bus	6,89%			Crecimiento de egreso anual por bus	5,65%			Crecimiento de egreso anual por bus	3,82%		

Fuente: BID(2013) y cálculos de Econometría consultores

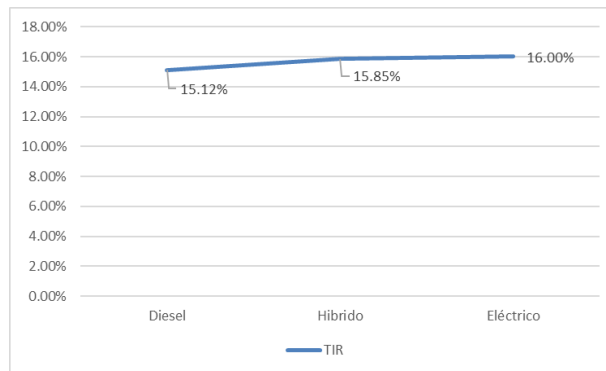
### Figura 4.6 – Flujo de Fondos Escenario con impuesto de renta diferencial (tasas de interés iguales)



Fuente: Econometría consultores con base en el cuadro anterior

La siguiente figura muestra el resultado de la simulación en términos de tasa de retorno

**Figura 4.7 - Tasa Interna de Retorno, con beneficios en el impuesto de renta para Híbridos y Eléctricos.**



Fuente: Econometría consultores.

Como se puede ver en la figura anterior a un menor impuesto de renta existen incentivos hacia el cambio a tecnologías más limpias, con efectos positivos en la tasa Interna de Retorno.

#### **ESCENARIO CUATRO: MEDIDA EQUIVALENTE, AUMENTO EN EL IMPUESTO DE RODAMIENTO PARA LA TECNOLOGÍA TRADICIONAL (DIESEL)**

Otra alternativa que existe para estimular la inversión en tecnologías limpias consiste en encarecer las tecnologías tradicionales mediante un gravamen adicional o el incremento del impuesto de rodamiento. Este instrumento sería efectivo en la medida en que desestimula el diésel, bajando su Tasa Interna de Retorno, por lo que genera incentivos para moverse a tecnologías más limpias.

Bajo esta alternativa se incrementan los ingresos fiscales del Estado, mientras que en la alternativa de tasas de interés se genera un costo asociado con el destino de recursos para financiar la reducción de las tasas y un menor ingreso fiscal en el escenario de reducción del impuesto de renta. Sin embargo el incremento del impuesto de rodamiento, tiene consecuencias políticas y reacciones del sector privado que el Estado debe contemplar y valorar políticamente.

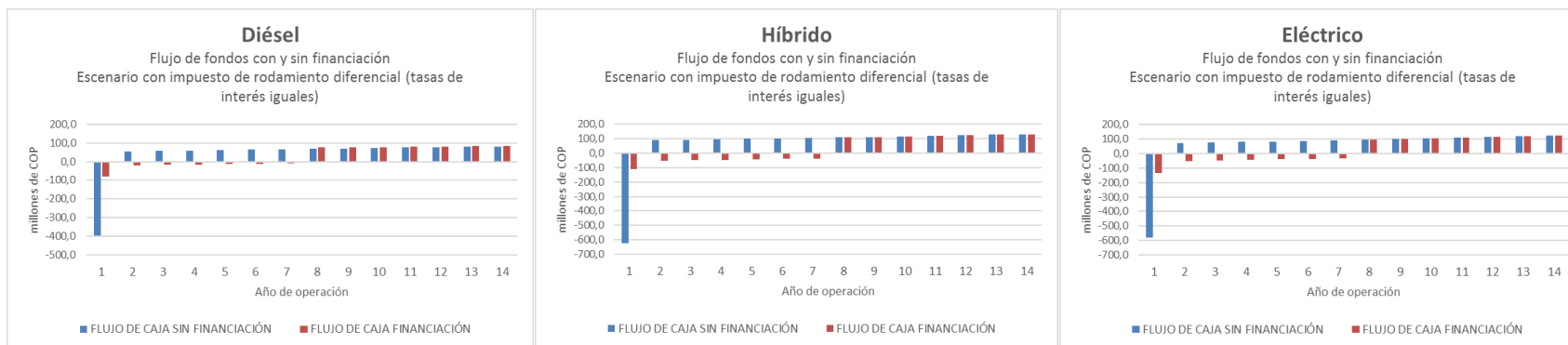
El siguiente cuadro presenta los parámetros utilizados y la gráfica ilustra el resultado en tasa de retorno.

### Cuadro 4.4 - Parámetros de simulación Escenario con tasas de interés diferenciales (impuestos iguales)

Bus Diésel				Bus Híbrido				Bus Eléctrico			
Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad	Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad	Parámetro	Porcentaje	Valor	Unidad
Proyección a partir del año 2018				Proyección a partir del año 2018 Año				Proyección a partir del año 2018 Año			
Tasa de descuento	10%			Tasa de descuento	10%			Tasa de descuento	10%		
DTF	6,8%			DTF	6,8%			DTF	6,8%		
Spread BAU	9,8%			Spread con instrumento	9,8%			Spread con instrumento	9,8%		
Tasa de interés BAU	16,6%			Tasa de interés con instrumento	16,6%			Tasa de interés con instrumento	17%		
Valor del vehículo		333,0	M\$	Valor del vehículo		536,5	M\$	Valor del vehículo		466,02	M\$
IVA	19,0%	63,3	M\$	IVA	19%	101,935	M\$	IVA	19%	88,5438	M\$
Arancel	0,0%	0,0	M\$	Arancel	5%	26,825	M\$	Arancel	5%	23,301	M\$
Porcentaje de reducción del valor comercial	6,0%			Arancel	2,30%	12,340	M\$	Porcentaje de reducción del valor comercial	6,11%		
Vida útil		12	Años	Porcentaje de reducción del valor comercial	6,27%			Vida útil		12	Años
Tasa de impuesto de renta	33%			Vida útil		12	Años	Tasa de impuesto de renta	33%		
Tasa de rodamiento	4,44%			Tasa de impuesto de renta	33%			Tasa de rodamiento	0,50%		
Depreciación anual	7,76%	25,84	M\$	Tasa de rodamiento	0,50%			Depreciación anual	8,83%	41,15	M\$
Periodo de financiación		6,00	Años	Periodo de financiación		6,00	Años	Periodo de financiación		6,00	Años
Porcentaje de financiación	80%			Porcentaje de financiación	80,00%			Porcentaje de financiación	80%		
Ingreso anual inicial por bus		259,9	M\$	Depreciación anual	7,92%	42,47	M\$	Ingreso anual inicial por bus		285,4	M\$
Crecimiento de ingreso anual por bus	5,69%			Ingreso anual inicial por bus		306,0	M\$	Crecimiento de ingreso anual por bus	4,33%		
Egreso anual inicial por bus		175,6	M\$	Crecimiento de ingreso anual por bus	4,97%			Egreso anual inicial por bus		196,7	M\$
Crecimiento de egreso anual por bus	6,89%			Egreso anual inicial por bus		192,7	M\$	Crecimiento de egreso anual por bus	3,82%		

Fuente: BID(2013) y cálculos de Econometría consultores

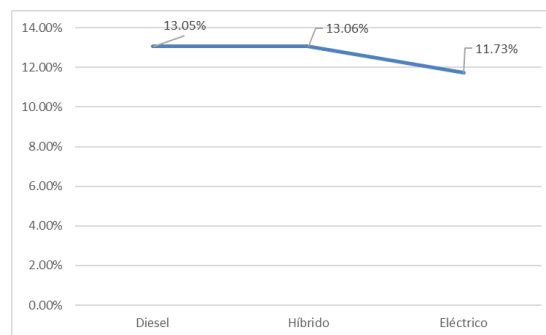
### Figura 4.8 – Flujo de Fondos Escenario con tasas de interés diferenciales (impuestos iguales)



Fuente: Econometría consultores con base en el cuadro anterior

Para que la inversión en buses híbridos sea igual o más rentable que la inversión en buses diésel, se requeriría incrementar el impuesto de rodamiento del diésel de 0.5% a 4.44%, para reducir su rentabilidad hasta del bus híbrido<sup>31</sup>, y de 6,94% si que quiere bajar su rentabilidad hasta el nivel del bus eléctrico .

**Figura 4.9 - Tasa de Interna de Retorno con un aumento en el impuesto de rodamiento para el Diesel.**



Fuente: Econometría consultores.

Con un aumento del impuesto de rodamiento para las tecnologías Diesel, la TIR del Híbrido sería más atractiva, lo que desestimularía la inversión en tecnología tradicional. Sin embargo, en este tipo de instrumentos se corre el riesgo de reducir la viabilidad de la inversión en transporte público frente a otras inversiones con TIR superiores.

Por otra parte en los dos últimos escenarios que contemplan incentivos tributarios positivos y negativos, se presenta para los inversionistas un factor de incertidumbre, en la medida que se trata de medidas que pueden ser modificadas durante la operación del vehículo, mientras que las condiciones de crédito podrían tener unas condiciones más estables.

<sup>31</sup> Comparando flujos sin financiación



## Capítulo 5

### PROYECTOS FINANCIADOS POR REGALÍAS CON CRITERIOS DE ADAPTACIÓN

---

#### 5.1 Descripción del instrumento<sup>32</sup>

##### 5.1.1 Definición

Las regalías consisten en la contraprestación económica que se exige a quienes hacen uso de los recursos naturales no renovables del país.

Para el caso concreto, el proyecto de normas de regalías con criterios ambientales buscaba compensar el uso de ecosistemas, áreas ambientales y áreas protegidas en los municipios, a partir de la destinación de un porcentaje de los Gravámenes a la Propiedad Inmueble, a financiar, entre otros, programas de conservación de la biodiversidad y la prevención, corrección y restauración y desarrollo ambiental sostenible los municipios.

En estricto sentido, siguiendo la definición de regalías que dispone el artículo 360 de la Constitución Política, las “regalías con criterios ambientales” definidas en el proyecto de norma presentado, no correspondía a una regalía sino a una distribución de los ingresos obtenidos por los gravámenes a la propiedad inmueble que se encuentra contemplada en el artículo 44 de la Ley 99 de 1993.

Así, no se trataba de una contraprestación por uso de recursos naturales no renovables, sino de un porcentaje de los ingresos por gravámenes a la propiedad inmueble y el número de hectáreas registradas en Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales o en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas –RUNAP directamente destinados a financiar, entre otros, programas de conservación de la biodiversidad y la prevención, corrección y restauración y desarrollo ambiental sostenible.

En todo caso, de forma general, tratándose de recursos provenientes de la explotación de los recursos naturales, éstos suelen considerarse aptos para financiar iniciativas y proyectos específicos que podrían estar destinados a mantener o mejorar la calidad ambiental y el capital natural de los países. Existen dos posiciones sobre la distribución de los ingresos de

---

<sup>32</sup> Para una explicación más amplia ver (UT Econometría-SEI, 2015)

recursos naturales que pueden ser sustitutivas o complementarias (Morgandi, 2008): La centralización de los ingresos y la asignación de los ingresos por derivación.

El enfoque de centralización de los ingresos puede estar acompañada de asignaciones a las administraciones sub-nacionales. Entre los argumentos para la centralización de los ingresos se encuentran: la inestabilidad de los ingresos, la temporalidad de los mismos, los impactos negativos que se puedan tener a nivel macroeconómico y las distorsiones que se puedan dar en el territorio si no se asigna de forma eficiente.

En la asignación de los ingresos por derivación, un porcentaje de los ingresos se distribuye a los territorios productores y el residuo o es retenido por el gobierno central o se distribuye parcialmente. Entre los argumentos detrás de la derivación de recursos están precisamente el compensar la explotación de los recursos naturales para los habitantes de la zona, reparando los daños ambientales causados y generar desarrollo económico para futuras generaciones. Este último enfoque se ha utilizado explícitamente en diferentes países, como se presenta en el siguiente cuadro (UT Econometría-SEI, 2015).

**Cuadro 5.1 - Destino de los recursos por explotación de recursos naturales en siete países**

PAÍS	RENTAS TOTALES DE LOS RECURSOS NATURALES 2012 (% DEL PIB)	DESTINO EXPLÍCITO PARA MITIGACIÓN AMBIENTAL	DESTINO A INVESTIGACIÓN PARA LA INDUSTRIA EXTRACTIVA	DESTINO A GASTO SOCIAL Y PROGRAMAS DE DESARROLLO	DESTINO A FONDO DE PATRIMONIO PARA FUTURAS GENERACIONES	OTROS
Perú	11.30%	No	No	No	No	No
Bolivia	18.40%	Si	No	Proyectos de inversión pública	No	No
Brasil	6.30%	No	No	Si	No	No
Indonesia	7.10%	No	No	0.5% de los ingresos en educación	No	No
Ghana	19.20%	Si	Si	No	No	No
Nigeria	30.30%	Si	Si	No	No	Fondo para la estabilización
Noruega	12.00%	No	No	No	Fondo de pensión Global	No

Fuente: (UT Econometría-SEI, 2015)

En el caso de Colombia los ingresos por regalías, antes de 2015 representaban alrededor del 10.8% del PIB y aunque no existe una destinación específica con porcentajes mínimos para crecimiento verde o protección del ambiente, desde su origen se ha contemplado la posibilidad

de su inversión en asuntos ambientales. Artículo 361 de la Constitución Política en 1991 creó el Fondo Nacional de Regalías y determinó los sectores de inversión para las mismas: promoción de la minería, preservación del medio ambiente y proyectos regionales de inversión.

En el nuevo esquema, el Artículo 2 del Acto Legislativo 05 de 2011 establece que los ingresos del SGR, “*se destinarán al financiamiento de proyectos para el **desarrollo social, económico y ambiental de la entidades territoriales**; al ahorro para su pasivo pensional; para inversiones físicas en educación, para inversiones en ciencia, tecnología e innovación; para la generación de ahorro público, para la fiscalización de la exploración y explotación de los yacimientos y conocimiento y cartografía geológica del subsuelo; y para aumentar la competitividad general de la economía buscando mejorar las condiciones sociales de la población*”<sup>33</sup>. Con el fin de generar los elementos que permitan cumplir con esos objetivos, en el mismo Artículo se crean los Fondos de Ciencia, Tecnología e Innovación; Desarrollo Regional; Compensación Regional; y Ahorro y Estabilización<sup>34</sup> (AL 05, 2011). Este es el primer paso que da origen a la existencia de los dos fondos que son objeto del presente estudio.

Particularmente en el caso del Fondo de Desarrollo Regional, el Artículo 33 de la Ley 1530 de 2012 establece que el objetivo principal de este fondo es “*mejorar la competitividad de la economía, así como **promover el desarrollo social, económico, institucional y ambiental de las entidades territoriales***”. Para estos efectos, este fondo prioriza la financiación de proyectos de inversión que tengan **impacto regional**, es decir que puedan beneficiar a la población de varios municipios o departamentos.

Las estrategias de intervención del SGR en el territorio se definen en términos de los énfasis que se dan a los distintos sectores potenciales de inversión, financiados con recursos provenientes de los FCR y FDR.

El criterio para la conformación de estas estrategias está fundamentado en las principales apuestas de los municipios; es decir, los sectores se agruparon de acuerdo a su propósito final, entendido como aquellas inversiones que le apunten al fortalecimiento del capital humano, el capital físico, o la productividad. Lo anterior da como resultado ocho grupos:

- Infraestructura;
- Social;

---

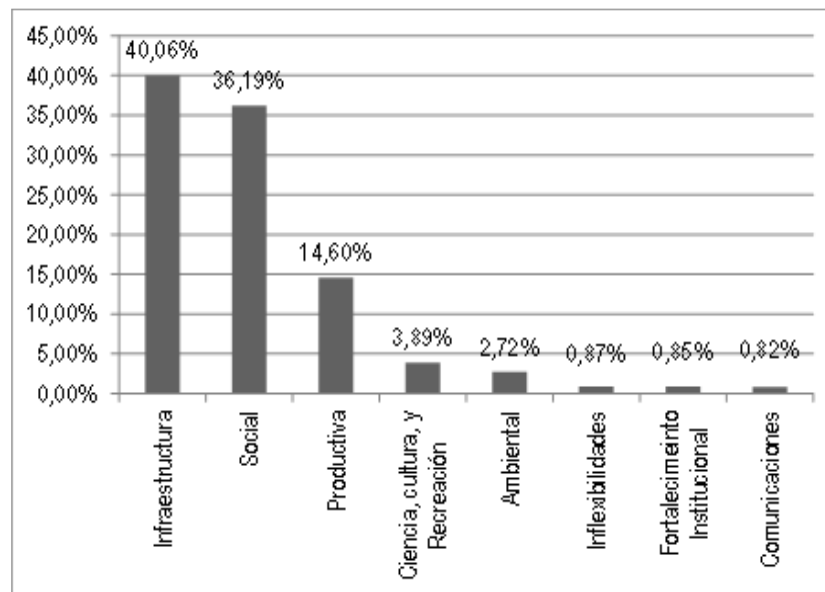
<sup>33</sup> El resalado en negrilla no está en la cita literal.

<sup>34</sup> El Acto Legislativo establece que hasta un 50% de los ingresos del SGR se destinarán al ahorro pensional territorial, al Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, y al Fondo de Ahorro y Estabilización. Del 50% restante, 20% corresponderá a asignaciones directas para departamentos y municipios productores, y 80% se destinará a los Fondos de Compensación Regional y Desarrollo Regional. Esta será la base para la distribución de los recursos entre departamentos y municipios para cada vigencia.

- Productivo;
- Ciencia, cultura y recreación;
- Ambiental;
- Inflexibilidades;
- Fortalecimiento Institucional;
- Comunicaciones

La estrategia ambiental, está conformada por los sectores de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, y Gestión del Riesgo. La proporción destinada a proyectos ambientales ha sido relativamente pequeña como se evidencia en la siguiente figura para el año 2012 (UT Econometría-SEI, 2015), Sin embargo, en 2017 se ha definido un presupuesto de alrededor de 600 mil millones de pesos, fruto de los rendimientos financieros de los fondos, para financiar proyectos de gestión de riesgos y de adaptación al cambio climático.

**Figura 5.1 – Estrategias de intervención Nacional del SGR. 2012**



Fuente: Cálculos Unión Temporal Econometría Consultores – SEI S.A. basado en información SGR.

En ese año el FDR destino alrededor de 20 mil millones de pesos para proyectos ambientales mientras que el FCR destinó 3.160 millones para el mismo fin. Los valores para dicho año se distribuyeron según fondos de la siguiente manera:

**Cuadro 5.2 - Estrategias de inversión financiadas por los fondos del SGR 2012  
 (Cifras en millones de pesos corrientes)**

ESTRATEGIA DE INVERSIÓN	FCR 40%			FCR 60%			FDR			N
	MIN	MÁX.	MEDIA	MIN	MÁX.	MEDIA	MIN	MÁX.	MEDIA	
Infraestructura	11	10.468	462	200	32.995	5.337	152	49.049	4.688	534
Social	5	2.550	343	80	29.901	3.947	200	19.574	5.054	408
Productiva	5	1.131	197	349	11.736	2.125	107	22.098	3.526	142
Ciencia, cultura, y Recreación	8	2.119	286	316	2.216	1.360	1.000	9.000	4.158	127
Ambiental	51	2.160	457	1.000	7.239	2.514	20.000	20.000	20.000	25
Fortalecimiento Institucional	38	476	185	726	2.000	1.363	8.171	8.171	8.171	14
Comunicaciones	377	800	569	5.198	5.198	5.198	5.000	5.000	5.000	5
Inflexibilidades	153	794	473	12.182	12.182	12.182	-	-	-	3
<b>Total general</b>	<b>5</b>	<b>10.468</b>	<b>382</b>	<b>80</b>	<b>32.995</b>	<b>3.756</b>	<b>107</b>	<b>49.049</b>	<b>4.542</b>	<b>1.258</b>

Fuente: Cálculos UT Econometría-SEI con base en información del DNP

## DEFINICIÓN

El instrumento a analizar es el cofinanciamiento de proyectos viales con criterios de adaptación al cambio climático, a través de los Fondos del Sistema General de Regalías.

Se examinará la viabilidad de este tipo de proyectos condicionado a los niveles de riesgo enfrentados, para explorar los efectos de las inversiones necesarias para adaptarlas a dichas eventualidades, teniendo en cuenta la efectividad encontrada en proyectos similares.

## EFFECTOS ESPERADOS DEL INSTRUMENTO

El efecto esperado del instrumento es la posibilidad de evitar las consecuencias de desastres y eventos climáticos sobre los proyectos financiados con regalías, en donde el riesgo de dichos eventos lo haga económicamente viable. Esto generará un menor costo fiscal de reparación y reconstrucción de obras además de los beneficios económicos de mantener la conectividad con posterioridad a los eventos climáticos extremos y en general a los desastres que afectan las inversiones.

De otro lado, actualmente en el Sistema General de Regalías, una de las características que deben tener los proyectos de inversión financiados con dineros del SGR, es precisamente la viabilidad, entendida como el cumplimiento de las condiciones y criterios jurídicos, técnicos, financieros, ambientales y sociales requeridos. Así, se podría insistir a través de incentivos a los municipios, en la importancia de formular y presentar proyectos con enfoque de gestión de riesgos y adaptación al cambio climático, a partir de la planeación regional, más aún si se

tiene en cuenta que con la Ley 1530 de 2012 se prioriza la aprobación de proyectos con impacto territorial, económico, social, cultural y ambiental.

Podría pensarse a futuro, que dentro de la reglamentación del SGR, se incentive a los municipios a planear más en función del ambiente, con el fin de seguir teniendo un alto mayor número de proyectos con énfasis en protección, preservación y uso sostenible del territorio.

Adicional a lo anterior, también se podrían generar efectos perversos como sería el caso de financiar proyectos de infraestructura que por sus impactos ambientales generados éste sea mayor que los beneficios buscados. Esto se podría generar independientemente que se cuente con las medidas de manejo ambiental, pero que los impactos no pueden ser evitados o mitigados, en cuyo caso solamente quedaría la compensación, la cual a su vez podría no ser suficiente.

## 5.2 ANÁLISIS CUALITATIVO

### 5.2.1 Armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono

La destinación de fondos del SGR tiene una alta incidencia sobre el crecimiento sostenible y bajo en carbono del país. Así, se evidencia cómo con este dinero, los municipios pueden dentro de su planeación regional, diseñar proyectos enfocados a este fin, los cuales tendrán altas posibilidades de ser aprobados por los Órganos Colegiados de Administración y Decisión, en la medida en que este tipo de inversiones tienen prioridad según la norma.

Por otra parte, obras mejor adaptadas evitan labores de reparación que en general están asociadas con emisión de GEI.

### 5.2.2 Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales

El SGR permitiría financiar proyectos de infraestructura, adaptados al cambio climático y con medidas de reducción de riesgo de desastres que permitan aumentar la productividad y la eficiencia en el uso de los recursos naturales. El reducir la necesidad de obras de reparación y reconstrucción reduce la demanda de insumos de construcción y reduce la presión sobre los recursos naturales que son materia prima de los mismos.

Por otra parte, se logra con este instrumento la posibilidad de lograr una mayor eficiencia fiscal por los ahorros en costos de reparación y reconstrucción de las vías adaptadas al cambio climático

### 5.2.3 Armonización con la calidad ambiental y uso del capital natural

Dentro del uso sostenible del capital natural, la planeación municipal para inversión del dinero del SGR, se puede dar hacia la realización de proyectos. Así también, resulta importante observar que los proyectos pueden incluir obras de recuperación y estabilización ambiental, para reducir el riesgo de inundaciones o la inestabilidad de los suelos.

Si bien los proyectos de infraestructura tienen por su naturaleza impactos ambientales conocidos, el instrumento avanza en mejorar el enfoque de construcción para no incrementar estos impactos. Adicionalmente los impactos se reducen en la medida que se minimiza la probabilidad de ejecutar nuevas obras debidas a la reparación o reconstrucción de las vías después de una afectación.

### 5.2.4 Armonización con la gobernanza ambiental

La gobernanza se puede ver representada debidamente en la construcción de proyectos de inversión por parte de las autoridades municipales en pro de sus municipios y a favor de sus pobladores.

En todo caso, es necesario que a través de capacitaciones u otro tipo de mecanismos de instrucción, se fortalezca la gobernanza ambiental de estas autoridades, para que logren mejorar el desarrollo sostenible de sus territorios, y no se pierdan los dineros de inversión por la carencia de conocimiento. Así, es importante que se fortalezcan las decisiones que se toman a nivel territorial, a través de la educación y participación de los grupos interesados y en la generación de conocimiento en materia ambiental para la toma de decisiones.

### 5.2.5 Armonización con la adaptación al cambio climático

Este se constituye en el principal objetivo del instrumento en la medida que condiciona los proyectos para que incorporen en su formulación y construcción, medidas de gestión de riesgo de desastres y en particular medidas de adaptación a los riesgos climáticos.

Así pues, el instrumento no solamente es armónico con este componente de la política, sino que se constituye en una herramienta eficaz para promover el uso de métodos y estándares de construcción que reduzcan el riesgo de desastres y minimicen el impacto de los mismos, especialmente los asociados con eventos climáticos extremos.

## ○ ANÁLISIS CUANTITATIVO

### 5.2.6 Descripción del modelo

Para analizar la viabilidad del cofinanciamiento de proyectos viales con criterios de adaptación al cambio climático, a través de los Fondos del SGR, se compara un escenario *business as usual* (BAU) asumiendo los costos de una obra sin adaptar frente a un escenario en el que se incluye un sobrecosto de adaptación. Lo anterior con el fin de estimar el beneficio esperado de incorporar criterios de adaptación al cambio climático, de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de algún evento climático.

A partir de los recursos asignados por el SGR para la construcción de vías<sup>35</sup> y los costos por kilómetro tanto de inversión como de operación y mantenimiento, así como también el flujo de costos de inmovilización a causa de un evento climático, estimados por Econometría Consultores (2012)<sup>36</sup>, se calculan los costos totales teniendo en cuenta los kilómetros de vía afectada de acuerdo a la probabilidad de un evento climático. Ahora bien, con el fin de incorporar el sobrecosto de adaptación, mencionado anteriormente, se realizan diferentes simulaciones en las que se asumen distintos porcentajes de los costos en el escenario BAU para así obtener los nuevos costos de una vía adaptada.

Dado lo anterior y asumiendo una tasa de descuento del 12%, para estimar el beneficio neto esperado de incluir criterios de adaptación al cambio climático, sujeto a diferentes niveles de probabilidad<sup>37</sup> de un evento climático, se compara el valor presente tanto de los costos del escenario BAU como del escenario en el que se incluye el sobrecosto de adaptación. Teniendo como resultado la posibilidad de determinar el nivel de riesgo a partir del cual dichos proyectos se hacen viables, sujeta al sobrecosto de adaptación.

### 5.2.7 Aplicación

Para empezar, vale la pena resaltar que para efectos de esta consultoría es de interés evaluar proyectos de infraestructura a gran escala, dada la magnitud de los perjuicios que un evento climático podría tener, y de acuerdo a la Dirección de Vigilancia de Regalías en el Informe del SMSCE - Cuarto Trimestre de 2016 se muestra que dentro de los proyectos aprobados por el SGR en el sector transporte, aquellos dirigidos a la red vial urbana (39%) son los más importantes seguidos de la red vial secundaria (27%) y terciaria (24%). Por lo cual, las simulaciones fueron realizadas sobre los proyectos dirigidos a la red vial secundaria, tomando

---

<sup>35</sup> DNP-Dirección de vigilancia de regalías. 2016. Sistema de monitoreo, seguimiento, control y evaluación. Informe cuarto trimestre 2016. Disponible en: <https://www.sgr.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=hLRMNbqTt1c%3d&tabid=358>.

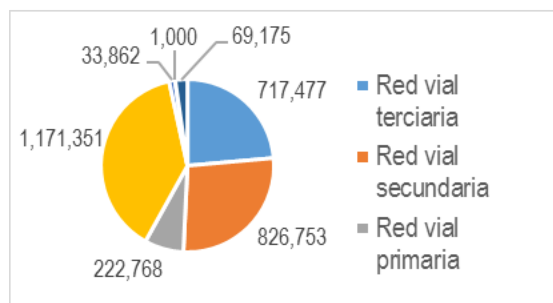
<sup>36</sup> Econometría. 2012. Diseño de una metodología de evaluación de impacto social, económico y ambiental de los proyectos aprobados por el consejo directivo del Fondo de Adaptación. Anexo A.1\_Transporte-Ajustado para el Fondo de Adaptación.

<sup>37</sup> Se asume una distribución normal de la probabilidad.



como dato inicial los recursos asignados por regalías 2015-2016 que equivalen a \$826.753 millones de pesos<sup>38</sup>.

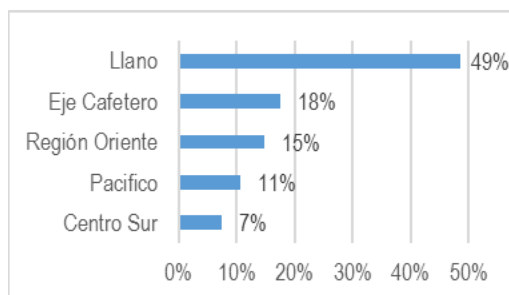
**Figura 5.2 - Proyectos aprobados por subsector del sector transporte: 2015-2016 (Cifras en millones de pesos)**



Fuente: DNP (2016). Informe del SMSCE - Cuarto Trimestre de 2016.

Ahora bien, a partir de la información suministrada por el SGR<sup>39</sup> fue posible estimar la distribución de dichos recursos a nivel regional (ver Figura XXX) y así, todas las simulaciones fueron realizadas para cada región. Sin embargo, en el presente documento serán ilustrados los casos de la región Llano y Centro Sur, que son los casos en que reciben mayor (49%) y menor (7%) proporción de los recursos asignados por el SGR, respectivamente.

**Figura 5.3 - Distribución de los recursos asignados por el SGR a nivel regional**



Fuente: Cálculos Econometría Consultores con base en SGR (2017).

Con los datos mencionados y asumiendo un porcentaje del 20% destinados a la construcción de vías de la red vial secundaria de los recursos asignados por el SGR para cada región, junto con el costo de inversión por kilómetro en vía sin adaptar se obtienen los kilómetros de vía nueva en el año 2017 para así proyectar los kilómetros en operación los años siguientes hasta el 2030 y sus respectivos costos de operación y mantenimiento. Posteriormente, sujeto a la

<sup>38</sup> DNP-Dirección de vigilancia de regalías. 2016. Sistema de monitoreo, seguimiento, control y evaluación. Informe cuarto trimestre 2016. Disponible en: <https://www.sgr.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=HLRMNbnqTt1c%3d&tabid=358>.

<sup>39</sup> SGR. 2017. Base de datos. 0206201-ProyectosTransporte\_CrecVerde\_Econometría.

probabilidad de un evento climático, se estiman los kilómetros de vía afectada anual y los costos anuales de inmovilización en que se incurrirían. Teniendo así, el escenario *business as usual*.

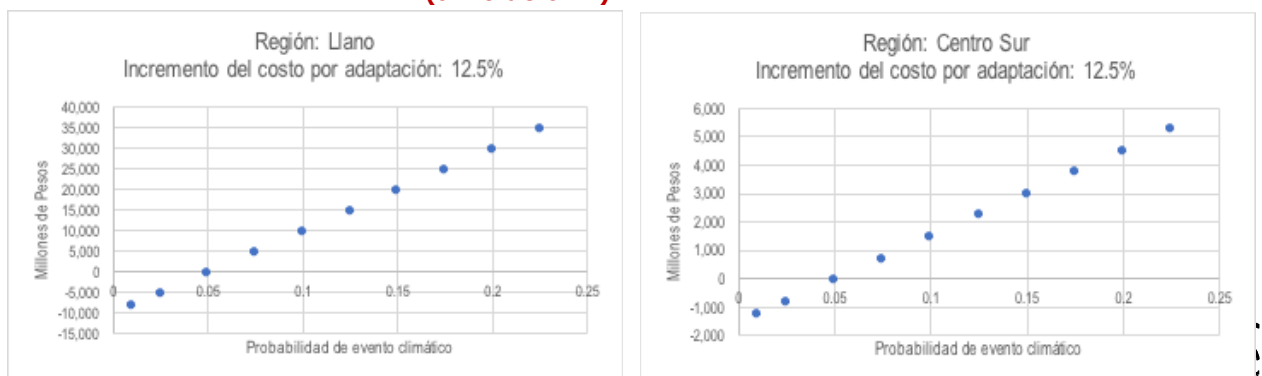
Al incorporar un sobrecosto de adaptación, el cual se asume como un porcentaje de los costos en vía sin adaptar, se calculan los nuevos costos tanto de inversión como de operación y mantenimiento en vía adaptada. Obteniendo así, el escenario en el que se incluyen criterios de adaptación al cambio climático y los costos de inmovilización son nulos. Finalmente, se calcula el valor presente del costo total en ambos escenarios y se estima el beneficio neto esperado de la inclusión de dichos criterios en la construcción de vías secundarias.

Para las diferentes simulaciones, se hace el mismo procedimiento no solo para cada región sino para distintos porcentajes de los costos BAU como sobrecosto de adaptación (en este caso 12.5%, 25% y 50%) y para distintos niveles de riesgo (probabilidad de un evento climático) con el objetivo de estimar a partir del cual es viable la incorporación de criterios de adaptación al cambio climático en los proyectos de la red vial secundaria cofinanciados por el SGR.

### 5.2.8 Resultados

Como se dijo anteriormente, a manera ilustrativa serán presentados los resultados para la región Llano y Centro Sur. En un primer ejercicio, con un incremento del costo por adaptación del 12.5%, como se puede observar en la Figura XXX tanto para la región Llano como Centro Sur se esperaría un beneficio neto positivo a partir de una probabilidad de evento climático de 0.05. Reportando mayores beneficios en la región Llano en comparación con la región Centro Sur, como es de esperarse debido a la mayor proporción de recursos asignados a la región.

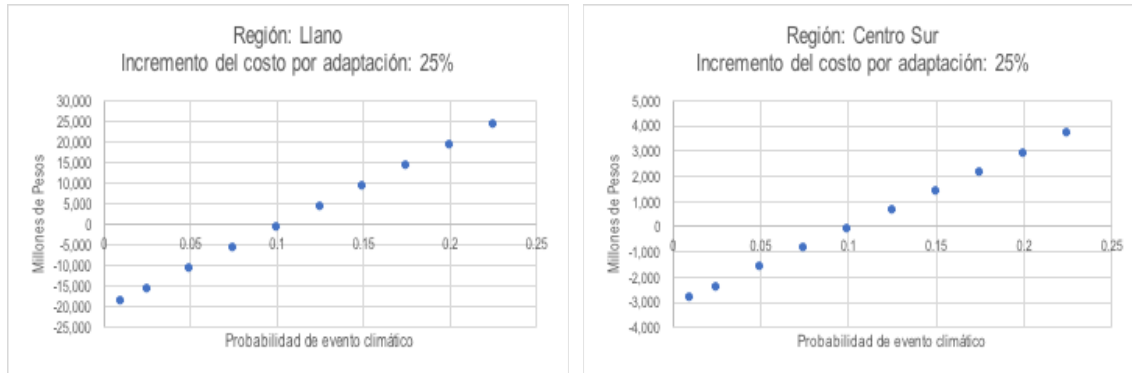
**Figura 5.4 - - Beneficio neto esperado Vs Probabilidad de evento climático (Simulación 1)**



Fuente: Cálculos Econometría Consultores.

Con un incremento del costo por adaptación del 25%, la relación respecto a los beneficios netos esperados se mantiene; mientras que, la probabilidad de evento climático a partir de la cual dichos beneficios empiezan a ser positivos ahora es del 0.1 en ambos casos.

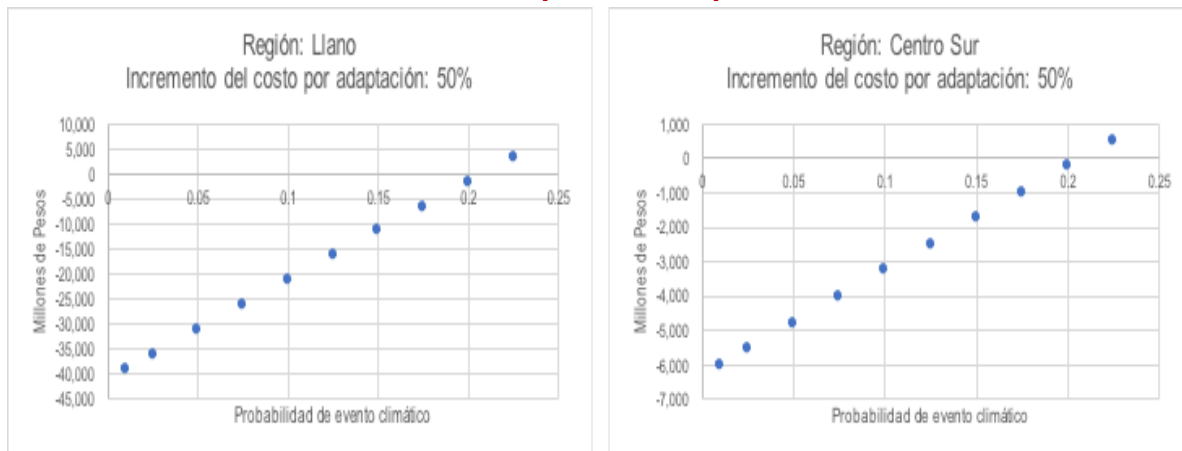
**Figura 5.5 - - Beneficio neto esperado Vs Probabilidad de evento climático (Simulación 2)**



Fuente: Cálculos Econometría Consultores.

Por último, ante un incremento en el costo por adaptación del 50% la probabilidad de evento climático a partir de la cual el beneficio neto espero empieza a ser positivo pasa del 0.1 al 0.2 tanto en la región Llano como Centro Sur. Es de resaltar que las demás regiones se comportan igual y el beneficio neto esperado oscila entre los que se observa en los dos casos expuestos en el presente documento.

**Figura 5.6 - - Beneficio neto esperado Vs Probabilidad de evento climático (Simulación 3)**



Fuente: Cálculos Econometría Consultores

## Capítulo 6

### APOYO A INICIATIVAS DE BIOECONOMÍA

---

El concepto de bioeconomía es bastante amplio. La bioeconomía es un cambio paradigmático en la evolución de las disciplinas que investigan los problemas que surgen del impacto de la actividad socioeconómica sobre el medio ambiente, no sólo por causas biológicas, sino por causas económicas (Mohammadian, 2003). En este nuevo paradigma, la interacción entre la investigación biotecnológica, la producción sostenible y el consumo responsable, plantean una nueva manera de entender la racionalidad de las decisiones económica cuando se tienen en cuenta perspectivas de más largo plazo.

La bioeconomía como área de estudio permite conjugar los principios de igualdad y equidad dentro de la teoría de las decisiones económicas, con los principios biológicos de conservación, regeneración y reciclaje. Incorpora, dentro de la racionalidad del uso de los recursos, el principio ético de vivir de los ingresos provenientes de la naturaleza y no del agotamiento continuado de su capital biológico.

De acuerdo con la OCDE, en las dos últimas décadas, el desarrollo e investigación biotecnológica ha permitido un motor de desarrollo no solo para que la economía mundial cuente con una producción ambientalmente más sostenible, sino también para el desarrollo de una amplia gama de productos innovadores, basados en el uso racional y sostenible de los recursos que ofrece la biodiversidad. Así pues se ha generado un creciente interés tanto desde el análisis científico del fenómeno como de las oportunidades de negocio que este tipo de desarrollo implica. Esta organización prevé el desarrollo futuro de una sociedad basada en una bioeconomía, a partir de la aplicación comercial continuada de la biotecnología, en la que una parte sustancial de la producción económica mundial dependerá del desarrollo y el uso responsable de materiales biológicos (OCDE, 2009).

Por otra parte en un mundo en donde la bioeconomía puede ser protagonista importante la gestión adecuada de los recursos biológico por parte de los países que cuentan con una mayor biodiversidad, resulta un tema de política prioritario. En particular, resulta estratégico el desarrollo de una regulación que permita balancear la protección de los recursos biológicos y el beneficio socioeconómico del uso de los bienes y servicios ecosistémicos, en el mediano y largo plazo. El desarrollo de instrumentos económicos adecuados que cumplan

simultáneamente con el objetivo de la rentabilidad socioeconómica y la protección de la biodiversidad, se relaciona directamente con su soberanía del país sobre sus recursos y activos ambientales.

Así pues los instrumentos económicos y los incentivos financieros que el Estado diseñe para prever una inserción en la bioeconomía, generarán impulso a un desarrollo económico que aproveche de manera óptima las oportunidades que brinda la gran biodiversidad existente en Colombia, sin poner en riesgo la sostenibilidad de las especies ni el bienestar de las comunidades que interactúan con los recursos biológicos dentro de los ecosistemas vulnerables.

Dichos instrumentos deben tener en cuenta que el país apenas comienza un camino en el desarrollo de una investigación en biotecnología aplicada y que el impulso que se genere en este momento para este tipo de actividades científicas, podrían ser el pilar del desarrollo bioeconómico del país. Por otra parte debe tenerse en cuenta que dicho desarrollo debe estar acorde con las lógicas de los mercados y que el comercio de bienes y servicios provenientes de la bio diversidad, o biocomercio<sup>40</sup>, debe lograr insertarse dentro de un marco de economía capitalista tradicional, en donde lo que prima es la existencia de ventajas competitivas, tanto por la diferenciación de los productos como por los precios que percibe el consumidor final. Si bien en el mundo se ha venido dando una transformación de los valores de los consumidores y el sistema de preferencias de estos para sus decisiones de consumo ya incorporan consideraciones ambientales y éticas, el desarrollo de los productos no puede basar su competitividad en solo en la expectativa de un mayor consumo responsable y un cambio cultural.

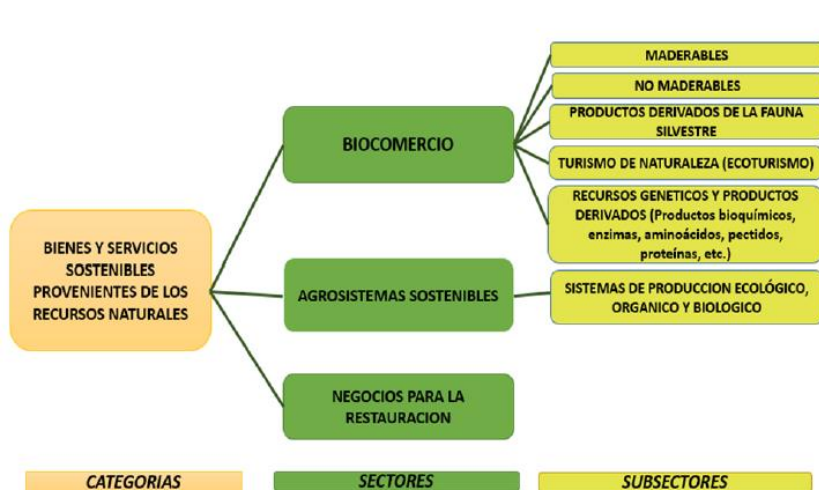
Este instrumento al enmarcarse dentro del Plan Nacional de Biocomercio Sostenible (PNBS) tiene como reto del es contribuir a la generación de riqueza y de oportunidades (reducción de la pobreza) especialmente para la población rural, aportando a la conservación de la biodiversidad colombiana, a través de su uso comercial sostenible. Esto permitirá incentivar ciertas actividades económicas basadas en el aprovechamiento del capital natural, pero desacoplando el crecimiento económico del deterioro ambiental, agregando valor a los bienes y servicios ecosistémicos y aprovechando el potencial de la biodiversidad colombiana para el

---

<sup>40</sup> El Biocomercio es el conjunto de actividades de recolección y/o producción, procesamiento y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa (especies y ecosistemas), bajo criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica (UNCTAD, 2012).

desarrollo de nuevos productos (Comité Técnico Nacional de Biodiversidad y Competitividad, 2014).

**Figura 6.1 – Bienes y servicios sostenibles**



Fuente: (MADS, 2014)

El PNBS tiene siete líneas estratégicas que son:

1. Fortalecimiento de política. El desarrollo de un marco político y normativo favorable para el Biocomercio
2. Construcción y fortalecimiento de capacidades para el desarrollo de cadenas de valor. Consiste en Fortalecer las cadenas de valor de la biodiversidad y las instituciones relacionadas con el Biocomercio en Colombia
3. Acceso a mercados y diferenciación de productos. Facilitar el acceso a los mercados locales, nacionales e internacionales y la certificación ambiental sostenible de los bienes y servicios de Biocomercio,
4. Ciencia, tecnología e innovación. Fomentar la investigación, el uso y transferencia de tecnologías y la innovación para el uso sostenible de la biodiversidad
5. Recursos económicos y financieros. Facilitar el acceso a financiación por parte de las empresas de Biocomercio e incentivar su desarrollo a partir de incentivos económicos
6. Sistema de información de mercado y de producto – Observatorio Nacional de Biocomercio (OBIO). Facilitar el acceso a la información de mercados y productos por parte de todos los actores del Biocomercio

7. Herramientas de monitoreo, evaluación y aprendizaje. Apoyar el proceso de monitoreo y evaluación de los recursos de la biodiversidad necesario para la toma de decisiones sobre el uso sostenible

La línea estratégica de “Acceso a mercados y diferenciación de productos” busca posicionar en mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, a productos de biocomercio sostenible que tengan alto valor agregado, o que estén certificados bajo algún esquema de diferenciación ambiental o social.

En la línea estratégica “Construcción y fortalecimiento de capacidades para el desarrollo de cadenas de valor” del PNBS busca fomentar e incentivar procesos de asociatividad dentro de los eslabones de la cadena y a lo largo de la cadena de valor, para generar economías de escala.

De acuerdo con el PNBS, la gestión regional del biocomercio sostenible sería liderada por las Autoridades Ambientales Regionales (CARs) a través de Ventanillas de Negocios Verdes y Sostenibles y articulado las Comisiones Regionales de Competitividad e Innovación (Comité Técnico Nacional de Biodiversidad y Competitividad, 2014)

De acuerdo con (Becerra & Ramos, 2002) las principales dificultades del biocomercio sostenible para insertarse y consolidarse en los mercados internacionales son: la producción en pequeña escala, la variación de la calidad, la falta de capacidades empresariales y de gestión, la carencia de información de mercados y el alto costo requerido para validar o certificar las buenas prácticas en la producción.

El posicionamiento de productos basados en recursos biológicos requiere tanto diferenciación del producto como efectividad en la satisfacción del consumidor en comparación con productos convencionales que satisfacen las mismas necesidades y preferencias. Tanto para el diseño de los productos como para el adecuado aprovechamiento sin riesgo ambiental, se requiere una importante actividad de investigación científica y biotecnológica. El costo de este tipo de actividades es una barrera importante para productores a baja escala.

El PNSB identifica que, para la aplicación de esquemas de diferenciación y mejoramiento de calidad por parte de empresas de Biocomercio, las principales limitaciones identificadas en el país corresponden a que las iniciativas:

- Se resisten al cambio,
- No cuentan con mecanismos de promoción que reconozcan el valor agregado de los productos de Biocomercio,

- Los altos costos asociados con los esquemas de certificación,
- El desconocimiento de los mecanismos de diferenciación y de la normatividad relacionada,
- La comercialización por lo general se da a escala local donde las exigencias de calidad son menores,
- En muchos casos no cumplen con los requisitos básicos para asegurar la calidad, el mejoramiento continuo y la diferenciación de sus productos

Por otra parte, en algunos casos la localización geográfica de los desarrollos puede llevar a incrementar los costos de transporte y conservación de muchos de los productos, salvo en contados casos como el ecoturismo en donde dichos costos se trasladan más fácilmente al consumidor. Además, se supone que existen costos de conservación de los ecosistemas, en los que deberían incurrir los productores para su sostenibilidad en el largo plazo y que deben quedar internalizados en los precios de los productos,

Así pues, aunque se puedan lograr economías de escala en temas como el almacenamiento el embalaje y los costos administrativos, garantizar un costo competitivo de llevar los productos (con o sin transformar) hasta los mercados y penetrar dichos mercados exitosamente, sigue siendo una restricción importante al biocomercio. Por esta razón se requieren iniciativas que permitan el alivio en elementos controlables de los costos de producción que pudieran compensar los mayores costos que inviabilizan los proyectos productivos de biocomercio.

## 6.1 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

### 6.1.1 Definición

Se busca entonces viabilizar, mediante el desarrollo de investigación biotecnológica aplicada, el desarrollo de productos innovadores que permitan incrementar el posicionamiento comercial de los bienes y servicios de de la biodiversidad en los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales. Por otra parte, desarrollar y fortalecer los esquemas de certificación existentes para que los bienes y servicios del biocomercio puedan ser diferenciados en el mercado, por parte de consumidores responsables.

Estas acciones tienen unos costos que, cuando son asumidos por los miembros de la cadena de valor de manera individual restarían competitividad a los productos tanto en los mercados nacionales como internacionales.



Esto se lograría mediante acciones como:

- Fomento a procesos de innovación basados en la investigación biotecnológica y el aprovechamiento de saberes ancestrales,
- Diseño de productos atractivos basados en recursos biológicos, con criterios de sostenibilidad y protección ambiental, bajo una estrategia de conformación de clústeres de productores, para el aprovechamiento de economías de escala.
- Desarrollo de estudios de mercado y estrategias de promoción y comercialización, para la penetración exitosa de los mercados
- Certificaciones de sostenibilidad ambiental que sean consultables con amplia cobertura mediante el desarrollo de una plataforma de información para el consumidor, sobre acciones de protección ambiental desarrolladas por los productores.

Teniendo en cuenta los antecedentes expuestos, el instrumento se propone como un apoyo estatal al desarrollo biotecnológico y del biocomercio, específicamente en la comercialización de productos derivados de la biodiversidad, tanto a nivel nacional como en el comercio exterior, bajo presupuestos de conservación y uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica.

Se trata de una ayuda en especie (investigación biotecnológica aplicada, certificación, y costos de comercialización conjunta), a proyectos de desarrollo de productos basados en la biodiversidad, en segmentos de mercado priorizados y con perspectivas de rentabilidad, que se comprometan con metas verificables de protección, recuperación y/o mejoramiento de ecosistemas vulnerables y de involucramiento y con metas de generación de valor en las comunidades que interactúan con dichos ecosistemas.

### 6.1.2 Efectos esperados del instrumento

Al aplicar el instrumento se esperan los siguientes posibles efectos directos e indirectos:

- 1) Efectos económicos
  - a. Generación de valor agregado en las empresas apoyadas mediante el instrumento.
  - b. Generación de riqueza y oportunidades de empleo para las comunidades del entorno de los ecosistemas protegidos y aprovechados de manera sostenible.
  - c. Creación de condiciones comerciales, institucionales y de información para la promoción de grupos de empresas y productos sostenibles y compatibles entre

- si, a partir del uso de la biodiversidad, con el aprovechamiento óptimo de las economías de escala disponibles.
- d. Atracción de inversión pública y privada, nacional e internacional para el fomento del biocomercio y productos derivados de la biodiversidad, mediante posibles alianzas estratégicas productivas y comercial
- 2) Efectos institucionales:
- a. Fomento a la investigación científica y tecnológica e información para el uso sostenible de la biodiversidad.
  - b. Promoción del biocomercio como componente esencial y motor de los mercados verdes.
  - c. Incorporación la biodiversidad en la planificación y toma de decisiones sectoriales como presupuesto de sostenibilidad.
  - d. Cumplimiento de las metas fijadas por los instrumentos de política y/o regulatorios de ampliación del portafolio de negocios verdes, Biocomercio y desarrollo biotecnológico (Conpes 3697 de 2011 y el Plan Nacional de Negocios Verdes, 2014 del MADS)
  - e. Sostenibilidad en el suministro de materia prima para las actividades desarrolladas por las empresas o negocios verdes.
  - f. Contribución al cumplimiento de las metas de reducción de GEI del país ante la Convención Marco de Cambio Climático.
- 3) Efectos sociales
- a. Empoderamiento de las comunidades locales quienes han cuidado de la
  - b. Biodiversidad.
  - c. Permanencia del conocimiento y formas asociadas al cuidado de la Biodiversidad por las comunidades tradicionales.
  - d. Contribución al reparto justo y equitativo de los beneficios económicos derivados del uso sostenible de la biodiversidad.
  - e. Construcción y uso sostenible del territorio.
  - f. Generación de desarrollo local y bienestar de las personas y comunidades.
- 4) Efectos ambientales.
- a. Utilización o uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica con fines comerciales, especialmente de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados.
  - b. Conservación de la biodiversidad. Con lo cual el país mantiene la ventaja comparativa como megadiverso.

- c. Reducción de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) por disminución de la deforestación de la flora silvestre. Disminución de la tasa de pérdida de la biodiversidad por el cambio climático.
- d. Mantenimiento de la capacidad de adaptación y resiliencia de los organismos vivos de la biodiversidad al cambio climático.
- e. Sustitución de actividades o negocios contaminantes o poco amigables con el ambiente.
- f. Contribución a la disminución del tráfico ilegal de especímenes y productos de la Biodiversidad.

## 6.2 ANÁLISIS CUALITATIVO

### 6.2.1 Armonización con el crecimiento bajo en carbono

Los instrumentos de política y normativa en materia de mitigación del cambio climático como la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC, 2012) buscan “desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional”. A través del diseño de planes acción sectoriales PAS<sup>41</sup> mitigación de desarrollo bajo en carbono, compuesto de a planes, programas, medidas y políticas que estarán priorizadas teniendo en cuenta la contribución al desarrollo del sector (agricultura, transporte, energía, etc.,) potencial de reducción de GEI, con beneficios sociales, económicos y ambientales, así como los costos de implementación. No obstante, hasta el momento no se ha expedido el PAS del sector ambiente como herramienta que contribuya a precisar la reducción del sector.

De otro lado, el análisis en la contribución o no del desarrollo de las actividades de productos derivados de la Biodiversidad con el crecimiento sostenible y bajo en carbono debe partir desde dos aspectos cardinales que aparecen consignados en el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”<sup>42</sup> aprobado mediante la Ley 165 de 1995<sup>43</sup>. Por un lado, su conservación y por el otro, la utilización o uso sostenible.

---

<sup>41</sup> O también conocido como NAMs (Acción voluntaria para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> o equivalentes). De conformidad con el Minambiente (2016) con dichos planes se evitaría que las emisiones crezcan de manera exponencial por el uso de las actuales tecnologías, en el 2030 las emisiones se habrán incrementado en más del 60% y en el 2040 estaremos emitiendo más del doble de las emisiones actuales.

<sup>42</sup> hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.

<sup>43</sup> El artículo 1 señala como objetivos “la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada”.

En efecto, respecto de la primera se tiene que la mencionada busca las formas de conservación *in situ* y *ex situ* de los ecosistemas y habitas naturales como una forma de alcanzar la sostenibilidad de la biodiversidad. El otro, hace referencia al uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica de un modo y a un ritmo que no “ocasiona la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras”<sup>44</sup>.

Bajo este contexto, los artículos 10 y 11 de la mencionada ley incorpora acciones y estímulos a la utilización sostenible de la Biodiversidad que deben seguir los estados partes suscriptores del mencionado convenio, respectivamente:

(...)

a) *Integrará el examen de la conservación y la utilización sostenible de los recursos biológicos en los procesos nacionales de adopción de decisiones;*

b) *Adoptará medidas relativas a la utilización de los recursos biológicos para evitar o reducir al mínimo los efectos adversos para la diversidad biológica;*

c) *Protegerá y alentará la utilización consuetudinaria de los recursos biológicos, de conformidad con las prácticas culturales tradicionales que sean compatibles con las exigencias de la conservación o de la utilización sostenible;*

d) *Prestará ayuda a las poblaciones locales para preparar y aplicar medidas correctivas en las zonas degradadas donde la diversidad biológica se ha reducido; y*

e) *Fomentará la cooperación entre sus autoridades gubernamentales y su sector privado en la elaboración de métodos para la utilización sostenible de los recursos biológicos.*

(...).

*INCENTIVOS. Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, adoptará medidas económica y socialmente idóneas que actúen como incentivos para la conservación y la utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica.*

(...).

Ahora bien, en materia de uso sostenible de la Biodiversidad se cuenta con varios instrumentos de política y normativo comenzando por lo señalado en el artículo 199 del Decreto ley 2811 de 1974 (Código Nacional de Recursos Naturales Renovables) respecto de la flora y fauna silvestre, entre otros aspectos.

En este contexto, se tiene el documento CONPES 3697 de 2011 que está dirigido a crear las condiciones económicas, técnicas, institucionales y legales que permitan atraer recursos públicos y privados para el desarrollo de empresas y productos comerciales basados en el uso sostenible de la biodiversidad, específicamente de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados a base de nuevos productos para diversas industrias como la cosmética, la farmacéutica, la agroalimentaria, y la de ingredientes naturales, entre otras.

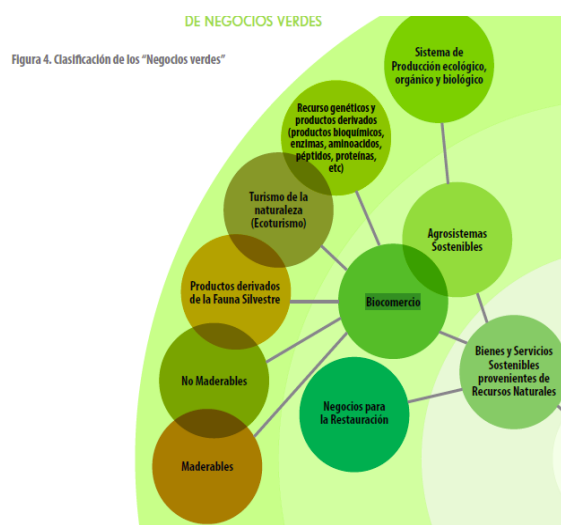
---

<sup>44</sup> Definición establecida del artículo 2 de la Ley 165 de 1994.

Otro de los objetivos corresponde a desarrollar un conjunto de instrumentos económicos para atraer inversiones públicas y privadas para el desarrollo de empresas y productos basados en el uso sostenible con fines comerciales de la biodiversidad, específicamente de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados y la biotecnología.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió en el año 2014 el Plan Nacional de Negocios Verdes - PNNV donde básicamente recoge como estrategia de negocio y comercial el uso de la Biodiversidad en el marco del Plan Nacional de Biocomercio Sostenible que incorpora como líneas estratégicas los maderables, no maderables, productos derivados de la fauna silvestre, ecoturismo y acceso a recursos genéticos y productos derivados (bioquímicos, enzimas, aminoácidos, péptidos y proteínas). Igualmente, incorporar la biodiversidad en la planificación y toma de decisiones sectoriales como presupuesto de sostenibilidad de las acciones de uso, extracción y producción, competitividad y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades.

**Figura 6.2 – Clasificación de los “negocios verdes”**



Fuente: Programa Nacional de Negocios Verdes

En respuesta al grado de armonización del desarrollo de los productos de la Biodiversidad respecto al crecimiento sostenible y la reducción o mitigación de GEI. En principio depende de cómo se organice y desarrolle las actividades el sector con arreglo a los estándares ambientales que le apliquen y en segundo lugar, es claro que existe sinergia con la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal, en tanto con la conservación de la Biodiversidad se contribuye a reducir las emisiones de dióxido de carbono producidas por la deforestación y degradación de los bosques del planeta, situación que mitiga cambio climático. Igual están en la dirección con la REDD+ se potencia los

servicios que prestan los bosques y al desarrollo de las comunidades que los habitan o dependen de éstos.

Se espera que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expida el PAS del sector Ambiente y en mismo cuantifique el aporte de la conservación de la Biodiversidad a la mitigación del cambio climático.

## 6.2.2 Productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales

Partiendo que los productos y subproductos de los servicios ecosistémicos constituyen la materia prima para algunas actividades transformadoras<sup>45</sup> y que para el caso de nuestro país se convierte en una ventaja como país megadiverso. Igualmente, uno de los elementos de la sostenibilidad data con el máximo aprovechamiento<sup>46</sup> de los recursos naturales con el objeto de disminuir su consumo o extracción.

En este contexto, el ambiente o la presencia de recursos naturales renovables constituyen o conecta como un elemento de la competitividad y productividad como a oportunidad de negocio de transformación en nuevos productos con alto valor agregado para lo cual se requiere el acompañamiento a las organizaciones y/o empresas. Así, las actividades relacionadas con el aprovechamiento o comercio de estos productos derivados de Biodiversidad se erigen como una ventaja comparativa con alto valor agregado social, económica y ambientalmente no intensivas en la explotación de recursos naturales que lo posiona como un *negocio verde sostenible* (CONPES 3866 Política Nacional de Desarrollo Productivo, 2016).

## 6.2.3 Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural

La calidad ambiental está relacionada con el mantenimiento de las condiciones o estándares ambientales o de los recursos naturales renovables, como presupuesto para asegurar la sostenibilidad o conservación. En este contexto, el incentivo al desarrollo del biocomercio responsable permite sostener la oferta ecosistémica o los servicios ambientales que son esenciales para combatir el cambio climático. Con el uso responsable de la Biodiversidad, contribuye a garantizar la salud de los ecosistemas y la estabilidad de la variedad climática e hidrológica.

---

<sup>45</sup> El artículo 11 de la ley 1753 de 2015 establece el aprovechamiento de las ventajas comparativas como uno de los pilares para la mejora la productividad y competitividad en el marco del Programa de Transformación Productiva (PTP).

<sup>46</sup> A este respecto, el artículo 9 del Decreto ley 2811 de 1974 señala que el uso de los recursos naturales renovables y demás elementos ambientales debe hacerse de forma eficiente de tal manera que se logre su *máximo aprovechamiento*.

Además, el incentivo al uso sostenible de los componentes de la Biodiversidad y sus productos derivados y/o aprovechamiento contribuye a la sostenibilidad del capital natural (actual y futura), en tanto está dirigida a potenciar las acciones de conservación con lo cual se evita la deforestación, daños a los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos, conservación del suelo y fuentes hídricas, pérdida o erosión de la Biodiversidad por unidad de área, tráfico ilegal de especies y desarrollo sostenible de las comunidades locales quienes han ejecutado históricamente acción de conservación y conocimiento tradicional en torno al uso de la misma, etc.

A este respecto, también es importante que el país ahonde en el conocimiento, investigación y el contexto de los mercados nacionales e internacionales que permita la valoración como “activo estratégico” que incentive el uso sostenible y el desarrollo económico.

Luego su aprovechamiento responsable es necesario para mantener la sostenibilidad y equilibrio del capital natural.

#### 6.2.4 Armonización con la gobernanza ambiental

En la gestión integral de la conservación y usos sostenible de la Biodiversidad intervienen diferentes actores públicos como privados (Minambiente, Cars, Entes Territoriales, comunidades locales, comunidades étnicas indígenas y afrodescendiente, ONG, las empresas, comercializadores y el sector privado nacional e internacional, los investigadores y las universidades etc.). En este sentido, el incentivo al Biocomercio como una forma de desarrollo y generación de riqueza y bienestar responsablemente se convierte en un medio que contribuye a impulsar las acciones y compromisos de los mencionados actores en el cumplimiento de las metas, programas y acciones establecidos en el CONPES 3697 (2011), el Plan de Negocios Verdes y el Plan Nacional de Biocomercio Sostenible (2014) y en general la normas y reglamentaciones del sector Biocomercio.

De otro lado, el país ha venido reclamando la disminución de las tasas de pérdida de la Biodiversidad, tráfico legal y uso sostenible de la misma como un renglón representativo de la economía, generador de riqueza y bienestar. En este sentido, el instrumento se convierte en un medio para empoderar y cohesionar a los diferentes actores con beneficios para las comunidades, la ordenación y potencialidades del territorio, con proyección e incidencia en los mercados nacionales e internacionales.

Además, el instrumento contribuye a la efectividad y manejo sobre la trazabilidad bajo el enfoque de vida del producto, investigación y conocimiento sobre nuestra Biodiversidad para un mejor control y seguimiento.

## 6.2.5 Armonización con la adaptación al cambio climático

En el documento<sup>47</sup> del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC, 2012) establece una interacción estrecha entre clima, ecosistemas y el desarrollo. En este sentido, las acciones de conservación permiten que los ecosistemas y sistemas naturales ofrezcan una respuesta de adaptación adecuada al cambio climático y aumenten la capacidad de resiliencia ante dichos fenómenos. Situación que está directamente relacionada con la mitigación de riesgos, peligros, amenazas y adaptación de las poblaciones y centros urbanos.

## 6.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO

### 6.3.1 Descripción del modelo

Con el objetivo de analizar el impacto del apoyo estatal para incentivar el Biocomercio como una actividad competitiva tanto en el mercado nacional como internacional, se toma como instrumento un programa de apoyo compuesto de:

- Inversión del Estado en investigación aplicada
- Acciones específicas en promoción comercial para el posicionamiento de los productos
- Subsidio a la certificación de bio-sostenibilidad de productos.
- Lo anterior de manera condicionada a la protección o mejoramiento de ecosistemas<sup>48</sup>.

De esta manera se compara un escenario *business as usual* (BAU), en el que los empresarios asumen los costos tanto de investigación aplicada como de promoción y certificación, y un escenario con instrumento, en el que no los tendría que asumir, pero debe incurrir en los costos de protección, recuperación, mantenimiento y mejoramiento de los ecosistemas, así como del cumplimiento de compromisos de generación de valor para las comunidades del entorno. Se supone que un porcentaje de estas inversiones ambientales y sociales (incluidas las necesarias para lograr la escala requerida por el proyecto y la sostenibilidad de la producción), se cubre con esquemas de pago por servicios ambientales.

---

<sup>47</sup> El PNACC hace parte de las estrategias políticas e institucionales del país. El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos” ha priorizado cuatro estrategias encaminadas a abordar de forma integral la problemática del cambio climático, dentro de las cuales se incluye la formulación e implementación del PNACC. Estas iniciativas se articulan a través de la estrategia institucional planteada en el CONPES 3700, por medio del cual se establece la necesidad de crear el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA).

<sup>48</sup> Se supone la existencia de financiación de las toneladas de CO<sub>2</sub> capturadas a través del Pago por Servicios Ambientales (PSA), establecido en el Decreto No. 870 de 201748.



Con esto, no sólo se pretende mostrar una mayor rentabilidad al recibir el incentivo económico sino también las hectáreas protegidas y toneladas de CO<sub>2</sub> capturadas, como contraprestación por el PSA.

Para las simulaciones realizadas, se parte de indicadores productivos y económicos con los cuales se proyecta tanto el flujo de costos e ingresos como el flujo neto de la actividad, teniendo como resultado la Tasa Interna de Retorno (TIR) en ambos escenarios. Así como también, las hectáreas protegidas y toneladas de CO<sub>2</sub> capturadas tanto en el escenario con instrumento como en el escenario sin instrumento, de acuerdo con el PSA<sup>49</sup>.

Los tipos de proyecto seleccionados para la aplicación, se seleccionaron teniendo en cuenta que representarían dos tipos de productos basados en la biodiversidad:

- Bienes que requieren inversión tecnológica importante y que implican un costo importante de investigación tecnológica aplicada y bajos costos de promoción (por ejemplo un insumo farmacéutico)
- Servicios que no impliquen costo de transporte y impliquen menor nivel de investigación tecnológica, pero altos costos de promoción.

### 6.3.2 Aplicación

A continuación, se describe la simulación realizada para el caso de Ecoturismo y la producción de aceite de Cacay.

En el primer caso, los costos de transporte son asumidos por el consumidor. Se consideran ingresos tanto por el servicio de hospedaje y por la actividad correspondiente a un tour ecoturístico, relacionado con los atractivos derivados de la biodiversidad.

En el segundo caso, se analiza el producto derivado del árbol de Cacay que crece en los Llanos Orientales y el Amazonas colombiano, actividad en la cual el productor asume los costos de transporte, contrario al caso anterior. El fruto o nuez de Cacay se utiliza para la producción de aceite de uso cosmético con indicios de tener amplias propiedades antioxidantes y reafirmantes de la piel, siendo insumo para cremas antiedad. Se supone un proyecto que además en la producción de la nuez de Cacay, la procesa obteniendo aceite y otros productos derivados.

---

<sup>49</sup> Vale la pena mencionar que dichas hectáreas protegidas y tonelada de CO<sub>2</sub> capturadas, fueron calculadas a partir de las familias vinculadas a BanCO<sub>2</sub> (1.600 familias), las hectáreas que han sido protegidas hasta el momento (25.956 has), las toneladas de CO<sub>2</sub> que han sido compensadas (2.795.000 t) y el pago mensual por familia, el cual puede variar entre \$200.000 y \$600.000, tomando como referencia el valor medio de \$400.000. Búsqueda realizada el 28-06-17. Disponible en: <http://www.banco2.com>

## ECOTURISMO

Se simulan ecohoteles de tamaño mediano. Como datos de referencia se toma como fuente de información el Centro de Información Turística de Colombia (CITUR) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT), a través de la cual se obtiene el número de proyectos ecoturísticos entre los años 2005-2016 y el número de habitaciones promedio de dichos proyectos en el 2016. Es de aclarar que, el número de proyectos ecoturísticos se estiman como un porcentaje de la suma de proyectos en las categorías de hostales, alojamiento rural, albergue, campamento y refugio, y se proyectan hasta el año 2030 teniendo en cuenta una tasa de crecimiento del sector de un 4.4% anual (DNP-MinCIT, 2014)<sup>50</sup> hasta el año 2023, cuando se elimina la exención de renta existente y la mitad de dicha tasa de crecimiento a partir de 2023..

A partir de lo anterior, por un lado, se estima el número de nuevos proyectos en a partir de 2018 y, por otro lado, el número promedio de turistas anual por proyecto ecoturístico de acuerdo a la capacidad del mismo y el porcentaje de ocupación según la temporada.

El siguiente cuadro presenta el cálculo de la ocupación total anual a partir de la capacidad y supuestos de porcentajes de ocupación según temporada

**Cuadro 6.1 – Calculo de la ocupación y empleo indirecto por guianza**

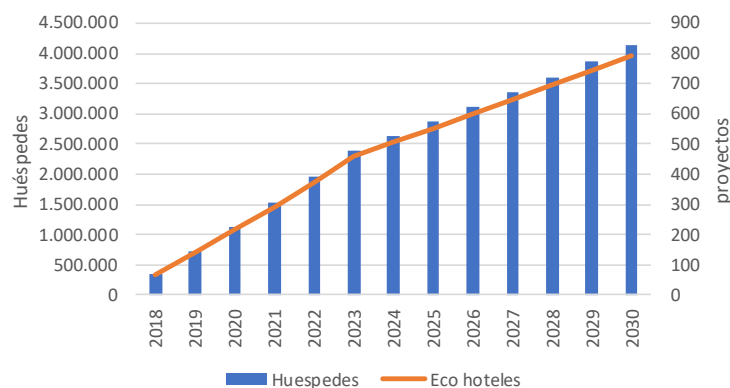
Temporada	% de ocupación	Ocupación promedio diaria	Días	Ocupación total anual	días de Guía	Promedio guías/año
Temporada alta	100%	36	75	2.700	162	2,16
Temporada media (fines de semana que no son temporada alta)	50%	18	99	1.782	107	1,08
Temporada baja	10%	4	191	688	41	0,22
			<b>365</b>	<b>5200</b>	<b>310</b>	<b>0,85</b>
<b>Supuestos de capacidad promedio</b>		<b>Supuestos de Guianza</b>				
# de habitaciones por proyecto	18			Personas/guía-día	10	
Personas promedio por habitación	2			% de personas que usan guía	60%	

Fuente: Supuestos de trabajo

A su vez, se estima la demanda de los nuevos proyectos para el 2018 y se supone se mantiene constante por proyecto .

<sup>50</sup> DNP-MinCIT. 2014. Plan Sectorial de Turismo

**Figura 6.3 – Demanda y oferta proyectadas**



Fuente: Econometría con base en crecimiento histórico y supuestos de trabajo

En cuanto a los costos promedio del Ecoturismo, por un lado, se estimaron los costos de inversión, operación y mantenimiento con el fin de obtener un orden de magnitud que se acerque a la realidad. Dentro de los costos de inversión se incluye el valor del terreno (\$256.000.000 por 20 Hectáreas, 18 de las cuales se suponen de bosque natural), el valor de la construcción (\$814.000.000 por un área mínima por proyecto de 509m<sup>2</sup>) y el valor de la dotación<sup>51</sup> (\$91.000.000).

**Cuadro 6.2 – Costos de inversión estimados**

Tipo de espacio	área (m2)	Dotación:	
		Costo unitario \$/espacio	Costo total \$
# de habitaciones por proyecto	18	3.000.000	54.000.000
m <sup>2</sup> - cocina	20		30.000.000
m <sup>2</sup> - comedor	24		3.000.000
m <sup>2</sup> - lobby	15		3.000.000
m <sup>2</sup> - corredores	180		1.000.000
Área promedio construida por proyecto (m <sup>2</sup> )	509	Dotación:	91.000.000
m <sup>2</sup> /habitación	15	Valor total del terreno	256.000.000
Valor de construcción/m <sup>2</sup>	1.600.000	Construcción	814.400.000
<b>Total inversión</b>			<b>1.161.400.000</b>

Fuente: Consultas a arquitecto

Se supone que un 25% de la inversión inicial se puede recuperar mediante pagos por servicios ambientales PSA, en ambos escenarios.

<sup>51</sup> Incluye mobiliario decoración y utensilios

Los costos de operación, por su parte, incluyen el costo del personal (administrador, recepcionista, ama de llaves, cocinero, mesero) y el costo por servicios públicos, teniendo en total un costo de operación anual de \$102 millones.

**Cuadro 6.3 – Costos de operación y administración**

Personal	Número	Valor		
		Costo unitario	Costo total	
Administrador	1	1.200.000	1.200.000	
Recepcionista	1	900.000	900.000	
Ama de llaves	1	737.717	737.717	
Cocinero	1	737.717	737.717	
Mesero	1	737.717	737.717	
Total (\$/mes):		5	4.313.151	4.313.151
			Factor prestacional	1,5
			Costo total del personal	6.469.727

Servicios públicos	Número	Valor		
		Costo unitario	Costo total	
Agua (M3/mes)	55,99	14.924	835.618	
Gas Natural (M3/mes-costo variable)	279,95	957	267.884	
Gas Natural (mes-costo fijo)	1	2.319	2.319	
Energía Eléctrica (Kwh/mes)	3211,79	279	896.927	
Teléfono (mes)	1	29.579	29.579	
Total mensual:			2.032.327	
			Costo mensual total de operación	8.502.054
			Costo anual total de operación	102.024.646

Fuente: entrevistas y (Velásquez, 2015)

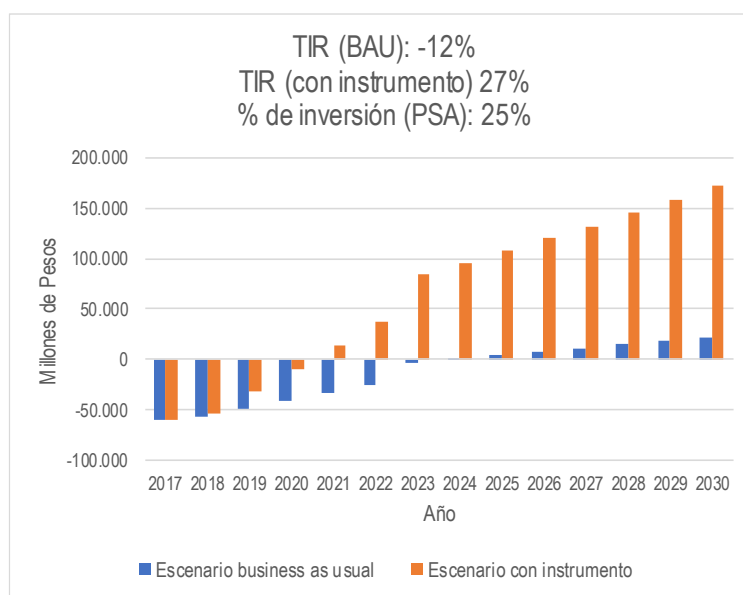
El costo de mantenimiento se asume como un 10% de la inversión inicial cada año, el cual se incrementa en un 75% en la situación con instrumento debido a los compromisos de

protección<sup>52</sup>. Por otro lado, se asume un costo de promoción aproximado de \$285 millones al año<sup>53</sup> y un costo de investigación aplicada de \$70 millones al comienzo de cada proyecto<sup>54</sup>, que por tratarse de una investigación que no incluye alta tecnología. Lo anterior, con el fin de estimar el costo total de los nuevos proyectos.

Para el cálculo de los ingresos, se asume una tarifa de \$100.000 por viajero-noche y \$15.000 por tour ecoturístico, se calculan los ingresos antes de impuestos de los nuevos proyectos y, teniendo en cuenta que los servicios ecoturísticos están exentos del impuesto a la renta hasta diciembre de 2023, se calculan los ingresos después de impuestos con un 9% de impuesto después de 2023.

Finalmente, calcular el flujo neto de los nuevos proyectos ecoturísticos en el año 2018 y a su vez, la TIR correspondiente. Es de aclarar que, solo son exentos del pago de impuesto a la renta aquellos proyectos certificados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), certificado que, al ser una etiqueta ecológica otorgada de manera voluntaria, no se incluyó dentro de la estructura de costos.

**Figura 6.4 – Flujo de beneficios netos: Ecoturismo. Escenario BAU Vs escenario con instrumento.**



Fuente: Cálculos Econometría Consultores.

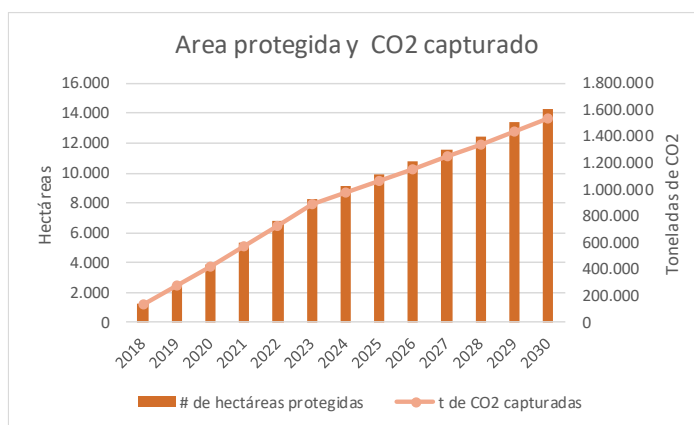
<sup>52</sup> Pasa de 10% a 17,5%

<sup>53</sup> Incluye costo de mantenimiento de página web, y pauta publicitaria.

<sup>54</sup> Incluye inventario o clasificación de especies, recopilación de saberes tradicionales, elaboración de cartillas científicas informativas etc.

Ahora bien, el escenario descrito anteriormente se compara con un escenario en el que los costos tanto de investigación aplicada como de promoción no son asumidos por el empresario. Se calcula un nuevo flujo neto y, por ende, se obtiene una TIR diferente del escenario anterior. Además, con la relación descrita al comienzo, se calculan las hectáreas protegidas y las toneladas de CO<sub>2</sub> capturadas<sup>55</sup>.

**Figura 6.5 – Resultados esperados en mitigación GEI**

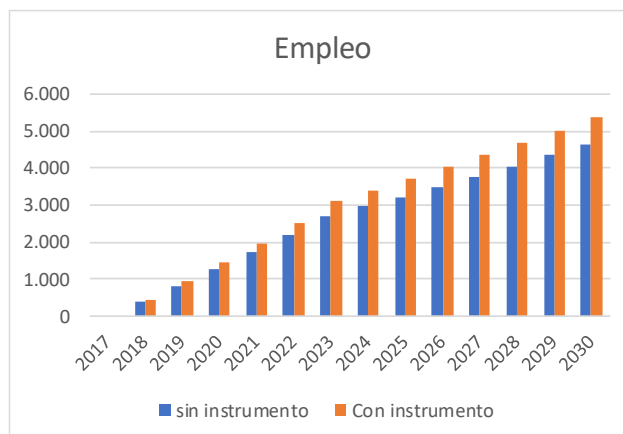


Fuente: Cálculos Econometría Consultores.

Adicionalmente, en la medida que se deben establecer medias especiales de protección, se supone un guardabosques (población local) por cada 20 hectáreas de bosque, en el escenario con medida. Esto se suma al empleo directo(empleados) e indirecto (guías ecoturísticos), los cuales se suponen iguales en los dos escenarios.

<sup>55</sup> El factor de emisión resulta de un promedio de los tipos de bosque protegido, en BanCO2

**Figura 6.6 – Resultados esperados en mitigación GEI**



Fuente: Cálculos Econometría Consultores.

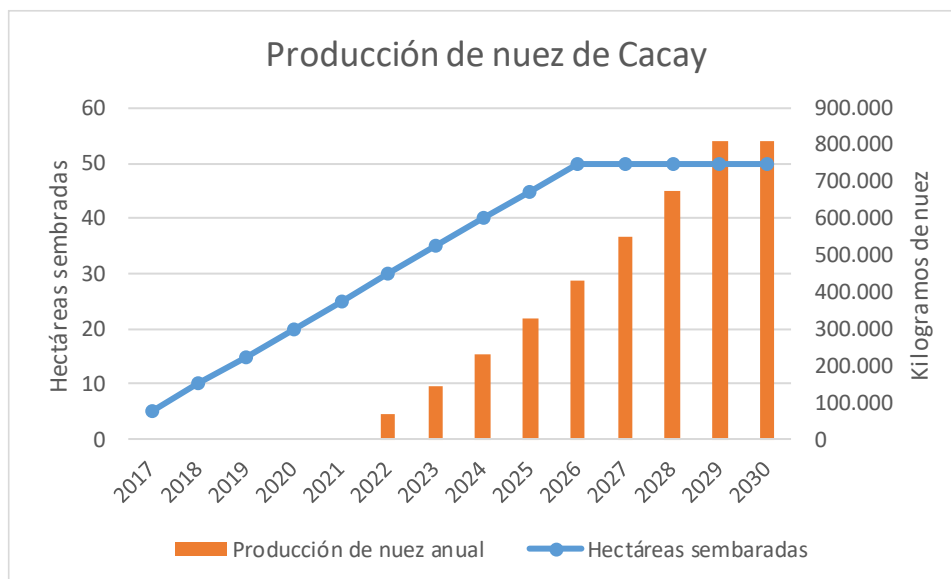
## ACEITE DE CACAY

Los datos para la simulación del flujo neto de la producción de aceite de cacay fueron obtenidos a través de la entrevista realizada al gerente comercial de Agroindustrias Tacay, quienes cuentan actualmente con 50has sembradas de árboles de cacay y una planta de procesamiento para producir el aceite.

Asumiendo que los árboles se encuentran en su máximo nivel de producción, se obtiene la producción de nuez anual por hectárea (27.000k/ha) y a su vez, la producción de aceite anual (1.350 l). Para el flujo, se proyecta la siembra de 5 hectáreas por año (2017-2030) y por edad, teniendo como resultado el total de hectáreas sembradas por año. Calculando a su vez, el número de árboles sembrados por año y, teniendo en cuenta que la producción de nuez comienza al quinto año y que tiene rendimientos marginales decrecientes, se calcula que la producción de nuez anual se establezca en el mediano plazo en 810 toneladas.

Con lo anterior, también se obtiene las hectáreas en producción, la producción media de nuez por hectárea y el aceite por hectárea, datos que se utilizan para la estimación del flujo de costos.

**Figura 6.7 – Producción**



Fuente: Cálculos Econometría Consultores, con base en entrevistas

**Cuadro 6.4 – Producción proyectada de aceite**

Periodo	Hectáreas sembradas	Hectáreas en producción	Producción de nuez anual	Producción media de nuez por hectárea	Aceite por hectárea
	has	has	k	k/ha	l/ha
Año 0					
2017	5	0	0	0	0
2018	10	0	0	0	0
2019	15	0	0	0	0
2020	20	0	0	0	0
2021	25	0	0	0	0
2022	30	5	67.500	2.250	113
2023	35	10	144.643	4.133	207
2024	40	15	231.429	5.786	289
2025	45	20	327.857	7.286	364
2026	50	25	433.929	8.679	434
2027	50	30	549.643	10.993	550
2028	50	35	675.000	13.500	675
2029	50	40	810.000	16.200	810
2030	50	45	810.000	16.200	810

Fuente: Cálculos Econometría Consultores, con base en entrevistas



La inversión inicial para 7has, según los datos tomados de la entrevista, es de \$1.300.000, la cual incluye el terreno, las instalaciones y la maquinaria. Se asume que la capacidad instalada llega a cubrir 50has sembradas, por lo que se toma un costo de inversión inicial de \$696 millones por cada lote de 5 hectáreas que se siembre. Se supone que un 25% de este valor se recupera por pago por servicios ambientales, en ambos escenarios.

**Cuadro 6.5 – Costos de inversión**

Costos de inversión	Valor (\$)
Terreno	800.000.000
Maquinaria	80.000.000
Instalaciones	420.000.000
<b>Total costos de inversión de 7 ha</b>	<b>1.300.000.000</b>
<b>Costo por hectárea</b>	<b>185.714.286</b>

Fuente: Cálculos Econometría Consultores, con base en entrevistas

Los costos de operación se estiman en \$39.942 por litro de aceite producido. El siguiente cuadro detalla los parámetros y supuesto utilizados

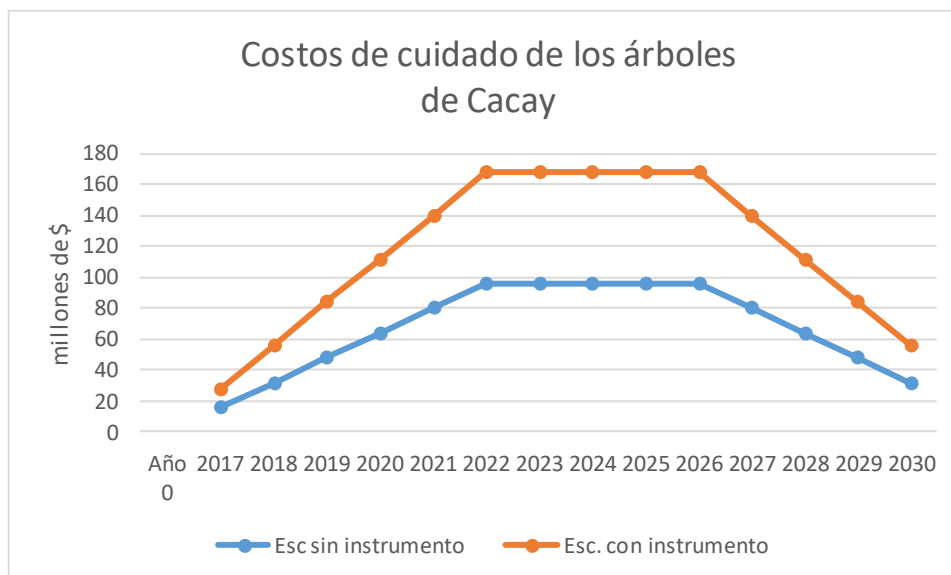
**Cuadro 6.6 – Costos de operación**

Costos de operación	valor	Unidad
<u>Mano de obra:</u>	#	
<b>En planta de procesamiento</b>		
Trabajadores por cosecha	6	trabajadores/cosecha
Producción diaria de aceite	13	l/día
Litros por cosecha	1.350	l/cosecha
Días de producción por cosecha	104	días/cosecha
SMLV (x1.5)	1.106.576	\$/trabajador/mes
Jornal	36.886	\$/trabajador/día
Remuneración por cosecha	3.830.454	\$/cosecha
<b>Costo de mano de obra por litro</b>	<b>2.837</b>	<b>\$/l</b>
<b>En recolección</b>		
Trabajadores en recolección por 10 has	30	trabajadores
Trabajadores por ha	3	trabajadores/ha

<b>Costos de operación</b>	<b>valor</b>	<b>Unidad</b>
Días por cosecha	45 días	
SMLV	737.717	\$/trabajador/mes
Jornal	24.591	\$/trabajador/día
Honorarios por cosecha	3.319.727	\$/cosecha
Litros por cosecha	1.350	l/cosecha
Honorarios por litro	2.459	\$/l
<b>Expertos</b>		
Ingeniero civil	1	trabajador
Ingeniero industrial	1	trabajador
Agrónomo	1	trabajador
SMLV (x3)	2.213.151	\$/trabajador/mes
Honorarios por cosecha	26.557.812	\$/cosecha
Litros por cosecha	1.350	l/cosecha
Honorarios por litro	19.672	\$/l
Factor prestacional	1,5	
<b>Costo Total Mano de obra</b>	<b>37.453</b>	<b>\$/l</b>
<b>Procesamiento:</b>		
Energía (durante el primer semestre)	400.000	\$/mes
Energía (durante el segundo semestre)	80.000	\$/mes
Agua	40.000	\$/mes
Costo total de procesamiento al año	3.360.000	\$/año
Costo total de procesamiento por litro de aceite	2.489	\$/l
<b>Costo total de operación</b>	<b>39.942</b>	<b>\$/l</b>

Los costos de cuidado por 5 años, mientras los árboles empiezan a producir, suman \$16.000.000, los cuales se distribuyen en el tiempo y se obtiene el costo de cuidado de las hectáreas sembradas antes de la edad de producción estos costos se incrementan en 75% para el escenario con instrumento para incorporar los compromisos de protección.

Figura 6.8



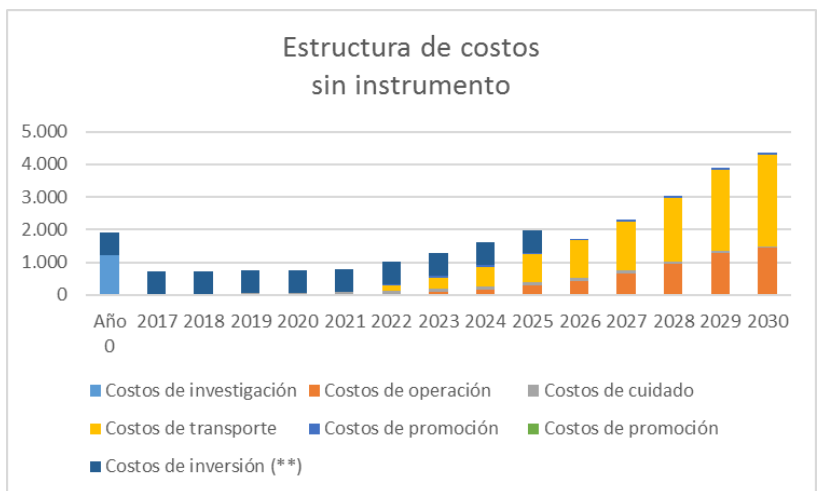
Respecto a los costos de transporte de nuez del lote a la plante de transformación, se estimó para un lote de 5 has un costo de transporte de \$360 mil/lote-día, lo cual significa aproximadamente \$26 millones por hectárea al año. Los costos de transporte a puerto<sup>56</sup> del aceite se tasan a \$45 mil por litro.

Los costos de investigación se calcularon a partir del valor total de recursos solicitado a Colciencias<sup>57</sup> y el número de proyectos aprobados, llegando a una cifra promedio en este tipo de proyectos de 1200 millones. De los costos de promoción se habla de \$80 millones anuales, los cuales fueron distribuidos uniformemente en el periodo proyectado y, por último, el costo de certificación de producción sostenible se consideró en alrededor de \$15 millones, sin considerar los costos de adecuación de la producción para lograr la certificación, los cuales se consideran incluidos en los costos de la inversión.

<sup>56</sup> Se consideran alrededor de 600 kilómetros hasta Buenaventura.

<sup>57</sup> Aproximación obtenida a través del valor total de recursos solicitado a Colciencias y el número de proyecto aprobados, en la convocatoria: 764 de 2016 - Cofinanciación de proyectos que conduzcan a la comercialización de productos basados en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad colombiana, que incorporen conocimiento científico y tecnológico desarrollado localmente, y que al mismo tiempo contribuyan a fortalecer las instituciones participantes.

**Figura 6.9**

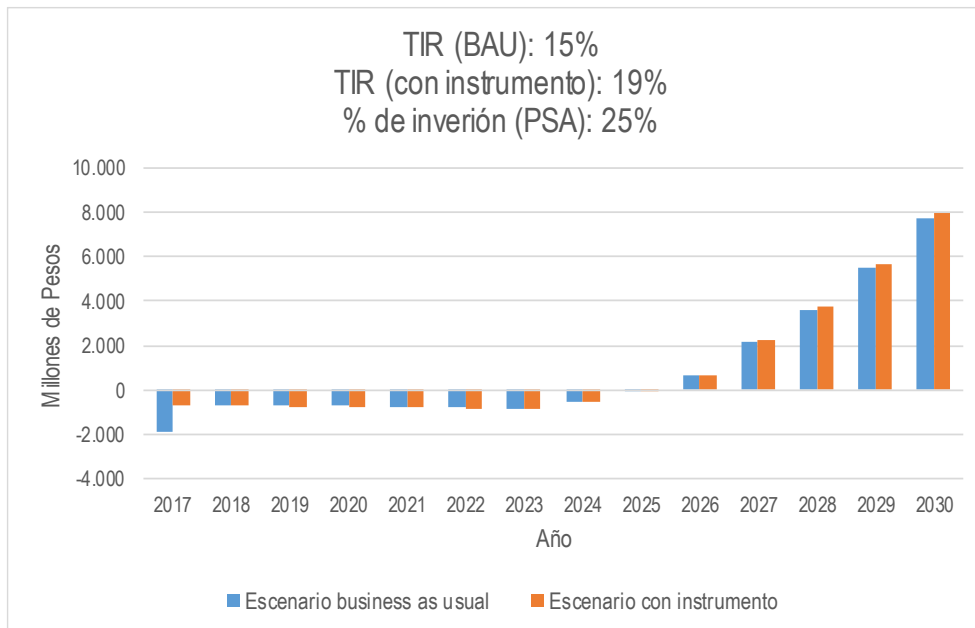


**Figura 6.10**



A partir de lo anterior, se obtiene el flujo del costo total y junto con el flujo de ingresos antes de impuestos, calculado a partir de un precio por litro de aceite de \$360.000, se tiene como resultado el flujo neto de la producción de aceite de cacay.

**Figura 6.11 Flujo de beneficios netos**



Como en el caso anterior, la TIR resultante del escenario BAU se contrasta con la TIR resultante de un escenario en el que los costos de investigación aplicada, promoción y

certificación son asumidos por el estado y se obtienen las hectáreas protegidas y las toneladas de CO<sub>2</sub> capturadas.

### 6.3.3 Resultados

En ambas aplicaciones la introducción del instrumento diseñado viabiliza la producción bioeconómica. En el caso del ecoturismo se pasa de una inversión inviable a una rentable y en el caso del aceite de cacay, el producto tiene una rentabilidad moderada y el instrumento la mejora un poco más

#### **ECOTURISMO**

Como se puede observar en la Figura del flujo neto, al aplicar el instrumento económico, para promover los servicios de ecoturismo en el país, y con un PSA correspondiente a un 25% de la inversión inicial, se pasa de una TIR de -12% anual a una de 27% anual. Además, al año final del periodo de proyección se tendrían alrededor de 14 mil hectáreas protegidas, 1,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> capturadas y 715 empleos adicionales.

#### **ACEITE DE CACAY**

En el caso de la producción de aceite de Cacay, al aplicar el instrumento para promover dicha actividad, y con un PSA equivalente al 25% de la inversión inicial, se pasa de una TIR de 15% a una de 19%. Además, se obtendrían la protección de 50 hectáreas y 5,4 mil toneladas de CO<sub>2</sub> capturado. El empleo generado es igual en ambos escenarios.

## Capítulo 7

### IMPUESTO AL CARBONO

---

#### 7.1 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

En una sociedad de libre mercado, que basa sus economías principalmente en el comercio internacional, para que un país se mantenga competitivo y no entre en crisis, según la dinámica económica, por la imposición de gravámenes como el impuesto al carbono, debe revisar detenidamente los impactos que este tipo de imposiciones pueden traer y establecer si la sociedad y la economía nacional están preparados para ello.

En el mejor de los casos, el impuesto al carbono debería darse a nivel global, para permitir que ningún país se vea perjudicado en el mercado internacional, donde los consumidores suelen preferir los costos menores de productos y servicios, sin importar sus externalidades, a la compra de productos nacionales más sostenibles.

De esta manera, más allá de imponer un nuevo impuesto, que grave la contaminación se debe iniciar por generar conciencia en los productores y consumidores, con el fin de conseguir que este tipo de gravamen traiga consecuencias positivas y que los beneficios que pretende conseguir se logren sin traumatismos para la economía del país.

En este orden de ideas, para que un impuesto al carbono genere más alivios que traumatismos, se deben implementar campañas de educación para empresarios donde se evidencie que los cambios a implementar para ser una economía baja en carbono, más allá de representar altas inversiones, pueden repercutir de forma positiva a largo plazo dentro del ambiente organizacional y sus negocios, generando otros beneficios (mercados exclusivos, incentivos económicos del gobierno, mercadeo y publicidad positiva, disminución en el pago de impuestos, entre otros).

Igualmente, frente a los consumidores, más allá de generar costos adicionales por el consumo de combustibles fósiles, se debe generar conciencia ambiental y opciones para el cambio, evitando así la tendencia de pagar impuestos imperceptibles, que son asumidos por todos y que no terminan trayendo el efecto positivo que buscan, pues al final sólo consiguen beneficiar la industria extranjera que vende sus productos y servicios más baratos, sin asumir una sola de sus externalidades negativas.

En todo caso, el gobierno nacional debe no solo gravar la contaminación, sino también apoyar a aquellos que se deciden por un proceso de reconversión a tecnologías limpias y a una estrategia de producción baja en carbono, gravando igualmente los productos que contaminan y que se importan al país, pues si no se hace una contrapropuesta el impuesto terminará siendo sólo un recaudo fiscal adicional.

Por esto, este tributo no debe ser tomado a la ligera, sino que debe ser analizado a la luz de su objetivo de lograr la disminución o remoción de los gases efecto invernadero mediante el cambio del comportamiento de los agentes económicos y los ciudadanos.

### 7.1.1 Definición

El impuesto al carbono, es un instrumento de política que fija un precio a las emisiones de carbono y puede ser complementario de otros instrumentos y medidas no tributarias. Sus objetivos apuntan a reducir y remover las emisiones de gases de efecto invernadero, desincentivando a los agentes económicos en el consumo de combustibles fósiles, haciendo que éstos aumenten la eficiencia energética en sus procesos, a la vez que se generan recaudos fiscales adicionales.

En la experiencia internacional un aspecto importante en la definición de gravámenes a las emisiones es la definición del punto de regulación. Se debe definir cuál es la etapa, de las cadenas productivas desencadenantes de las emisiones, en donde se puede obtener una mejor información y un menor costo para el cobro con un máximo efecto sobre el objetivo final. Así pues existen enfoques tipo *Upstream*, en donde se gravan las primeras etapas generadoras de insumos y enfoques *Downstream* en donde se gravan a los emisores finales. En la primera se busca incrementar los costos de emisión y en la segunda se busca desestimular las actividades que realizan directamente la emisión.

Así pues teniendo en cuenta que los procesos de transformación energética son muy importantes en los perfiles de emisión de los países, es común que se utilice un impuesto a los combustibles como forma de asignar un precio a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Al gravar los combustibles que se utilizan en los procesos generadores de emisiones se encuentra una forma práctica y eficiente de cobrar en proporción a las emisiones realizadas.

### 7.1.2 Efectos esperados del instrumento

Durante las discusiones internas del Gobierno en relación con la inclusión del impuesto al carbono en la reforma tributaria de 2016, se planteó que este impuesto podría tener un impacto significativo sobre los precios de la generación eléctrica. De ser esto así, se podría



producir un incremento importante en el subsidio al consumo de energía de las familias de menores ingresos. De esta forma, los egresos fiscales por mayor subsidio podrían ser mayores que el recaudo del nuevo impuesto, con un efecto negativo sobre las finanzas públicas.

Para aportar elementos de juicio al respecto, se acordó con el DNP realizar un análisis detallado del impacto potencial del impuesto al carbono sobre los precios de la energía eléctrica. De este análisis se concluyó que, a las tarifas que se estaban proponiendo, el efecto sobre los precios y sobre los subsidios sería prácticamente nulo.

Finalmente, la reforma incluyó el impuesto al carbono a los combustibles fósiles, con unas tarifas equivalentes a 15.000 pesos colombianos por tonelada de carbono emitida por cada combustible (con exclusión del carbón propiamente dicho). Las tarifas para cada combustible se presentan en la siguiente tabla.

**Cuadro 7.1 - Tarifas del Impuesto al Carbono**

Combustible fósil	Unidad	Tarifa/unidad	
		COP	USD
Gas Natural	Metro cúbico	29	0,010
Gas Licuado de Petróleo	Galón	95	0,032
Gasolina	Galón	135	0,045
Kerosene y Jet Fuel	Galón	148	0,049
ACPM	Galón	152	0,051
Fuel Oil	Galón	177	0,059

Fuente: Ley 1819, Art. 222

Con base en estas tarifas y las proyecciones de demanda de cada uno de los combustibles fósiles, para el año 2017 se estiman recaudos del orden de 600 mil millones de pesos anuales (200 millones de dólares), tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Cuadro 7.2 - Estimación de recaudo del Impuesto al Carbono - 2017**

Combustible	Demanda estimada (2017)		Tarifa (*) (Ley 1819, Art. 222)			Total recaudo		
						M COP	M USD	
ACPM	1.900	M gal/año	152	COP/gal	0,051	COP/gal	288.800	96
Gasolina	1.450	M gal/año	135	COP/gal	0,045	COP/gal	195.750	65

<b>Gas Natural (generación)</b>	3.101	M m3/año	29	COP/m <sup>3</sup>	0,010	COP/m <sup>3</sup>	89.919	30
<b>Gas Natural (transporte)</b>	906	M m3/año	29	COP/m <sup>3</sup>	0,010	COP/m <sup>3</sup>	26.278	9
<b>Total</b>							600.747	200

(\*) Esta tarifa equivale a COP 15.000 / tCO<sub>2</sub> (= USD 5 / tCO<sub>2</sub>)

Fuente: Cálculos Econometría con base en UPME (2015) y UPME (2016)

El impuesto establecido para Colombia es de tipo *upstream*, dado que se cobra tras el proceso de refinación o importación de combustibles líquidos y gas natural, y se transmite por vía del precio del combustible hasta el consumidor final. La tarifa impositiva se calculó de acuerdo al contenido de carbono de algunos energéticos, con el fin de desestimular su uso y por esta vía evitar las emisiones asociadas al uso que se tendría en un escenario sin este impuesto. La propuesta inicial incluyó la totalidad de los combustibles fósiles y para ello, la tarifa tuvo en cuenta la capacidad de los energéticos de generar CO<sub>2</sub> de acuerdo a su unidad de volumen. El impuesto presentado por el Gobierno Nacional y aprobado por el Congreso de la República, no incluyó explícitamente una tarifa para el carbón. Los cálculos que aquí se presentan se realizaron antes de la aprobación de la ley y por lo tanto incluyen el posible efecto de incluir el carbón dentro de los combustibles gravados.

La idea del impuesto, generalmente, es generar la reducción del consumo de combustibles fósiles a través de la imposición de un sobrecosto a su utilización, que pretende incentivar a personas y empresas a disminuir el consumo de estos combustibles y aumentar la eficiencia energética en sus actividades. Se intenta a través de este tipo de gravámenes hacer más atractivo para los inversionistas y empresarios invertir en fuentes de energía alternativa, las cuales se vuelven más competitivas en relación a los combustibles fósiles, en la medida en que los precios de estos últimos se encarecen.

Otra de las ideas que se tienen con este tipo de impuestos, radica en la posibilidad de internalizar los costos ambientales a los procesos de producción. De esta manera, todas aquellas externalidades negativas que se generan por la combustión de carbono, que están generando un alto costo para la sociedad, se empiezan de alguna manera a hacer visibles ante los empresarios, generando la posibilidad de la toma de conciencia de esta situación y la internalización de estos costos.

Para efectos de este estudio se ha previsto focalizar el análisis en el cálculo de los efectos del impuesto sobre el mercado de la energía eléctrica.

Al aplicar el instrumento se esperan los siguientes posibles efectos, en los mercados de electricidad:

- Un incremento en los costos variables presentados por los generadores de electricidad que tienen como insumo los combustibles gravados por el impuesto.
- Un incremento en el precio de bolsa y en el valor de la energía despachada fuera de mérito, en el mercado mayorista de electricidad.
- Un incremento en el componente de generación de las tarifas de electricidad de los consumidores finales
- Un incremento en el costo fiscal de los subsidios que se otorgan a los estratos 1, 2, y 3 para cubrir parcialmente el valor de sus consumos básicos de electricidad.
- Una reducción en el consumo de electricidad debido al incremento de las tarifas

## 7.2 ANÁLISIS CUALITATIVO

### 7.2.1 Armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono

Teniendo claro que nos movemos en una dinámica de mercado, donde el lenguaje común es el dinero, la forma directa de generar un efecto sobre la conciencia de los empresarios y aquellos que mueven el desarrollo industrial del país, radica en los gravámenes que se puedan imponer a las actividades que generan GEI. En este orden de ideas, este impuesto, que apunta directamente a reducir y remover emisiones de GEI se armoniza muy bien con el crecimiento sostenible y bajo en carbono.

### 7.2.2 Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales

Aquellos que más consumen combustibles fósiles en sus negocios, son los que estarán más interesados en generar una reducción del costo del impuesto, lo cual podrá lograrse a través de lograr mayor productividad con mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales no renovables. Así, al tener un menor consumo a través de equipos más eficientes, se podrán ahorrar a futuro muchos gastos derivados de los combustibles, lo que puede repercutir de forma positiva en sus negocios.

Incluso, esto puede traer consigo mayor competitividad de las energías renovables en el mercado, lo que implica una mejora en la productividad de este sector económico del país.

En todo caso, debe cuidarse que la productividad a nivel empresarial en el país no se vea afectada por el incremento que genera en sus costos este impuesto, previendo que el análisis

costo -beneficio del cambio de tecnologías sea positivo y recuperable a futuro, y que el traslado del costo del impuesto al consumidor final en el precio de productos y servicios sea razonable.

### 7.2.3 Armonización con la calidad ambiental y uso del capital natural

A través de la posibilidad de ser carbono neutro para lograr la no causación de este impuesto, se incentivará en el país la creación de opciones encaminadas a remover o reducir emisiones de GEI, para reducir los costos al final de la cadena de consumo.

Estas opciones se presentan en proyectos de remoción de GEI, tales como proyectos de siembra de árboles para captura de CO<sub>2</sub>, o bien reducción a través de proyectos REDD+, que vienen acompañados con una mejora en la calidad ambiental y en el uso del capital natural del país.

En el evento en que resulte muy costoso lograr ser carbono neutro y que esto no compense el precio del tributo a pagar, seguramente no se lograrán grandes beneficios en materia de reducciones o remociones de GEI, resultando tener un efecto neutro en este ámbito. Por ello, aunque será el mercado el que regule la compra y venta de bonos de carbono, el Estado podría generar cierta intervención para lograr que sí se genere un incentivo para aquellos que consiguen ser carbono neutro.

### 7.2.4 Armonización con la gobernanza ambiental

Actualmente con la reglamentación de este impuesto, se ha generado una amplia participación de todos los sectores de la economía cuyos negocios se verán directamente afectados por este tributo. Así, aunque en muchos casos esto no se compadece con gobernanza ambiental, se pueden generar espacios de discusión donde el punto principal no sea sólo el tema económico y se dé paso a una discusión de fondo frente a compromisos de todas las partes para realmente conseguir un impacto ambiental positivo con este impuesto.

### 7.2.5 Armonización con la adaptación al cambio climático

Si efectivamente se genera una reducción y remoción de GEI a nivel nacional, esto podrá aportar al país en términos de mitigación al cambio climático, sin embargo, en materia de adaptación no tendría una incidencia directa.

## 7.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO

### 7.3.1 Escenario seleccionado para la tarifa del impuesto

En el siguiente cuadro se presentan los tres escenarios contemplados, con anticipación a la presentación del proyecto de Ley, los cuáles fueron de \$1, \$3 y \$5 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>. (\$2.979; \$8.937; \$14.895 pesos por tonelada de CO<sub>2</sub>, respectivamente).

**Cuadro 7.3 - Efecto del impuesto al carbono sobre el precio de los combustibles**

ENERGÉTICO	PRECIO AL CONSUMIDOR	UNIDAD	1 USD		3 USD		5 USD	
			TARIFA COP	VAR.% PRECIO CONSUMIDOR	TARIFA COP	VAR.% PRECIO CONSUMIDOR	TARIFA COP	VAR.% PRECIO CONSUMIDOR
CM Carbón Mineral		Tonelada	\$7.110	5,5%	\$21.330	16,4%	\$35.550	27,4%
GN Gas Natural		m <sup>3</sup>	\$6	0,4%	\$18	1,3%	\$29	2,2%
DO Diésel Oil		Galón	\$ 30	0,4%	\$91	1,2%	\$152	2,0%
FO Fuel Oil		Galón	\$35	2,0%	\$106	5,9%	\$177	9,9%
GL Gas Licuado de Petróleo		Galón	\$19	1,4%	\$57	4,3%	\$95	7,1%
GM Gasolina Motor		Galón	\$27	0,3%	\$81	1,0%	\$135	1,7%
KJ Kerosene y Jet Fuel		Galón	\$30	0,7%	\$89	2,1%	\$148	3,5%

Fuente: DNP-SDAS

Para estos escenarios, cálculos realizados el Departamento Nacional de Planeación indicaban que el precio del carbón por tonelada podría variar entre un 5.5% y un 27.4%. Los combustibles líquidos que tendrían un mayor incremento en precios serían el Fuel Oil, con un rango de variación entre 2% y 9.9% y el GLP que variaría entre 1,4 y 7.1%.

El escenario seleccionado para el análisis de impacto normativo que sigue a continuación es el de 5 USD/ton. En ese sentido, en el marco de este estudio, los cálculos a realizar del impacto sobre otras variables, están circunscritos a un escenario alto de la tarifa del impuesto y se entenderá que tarifas menores tendrán efectos más moderados.

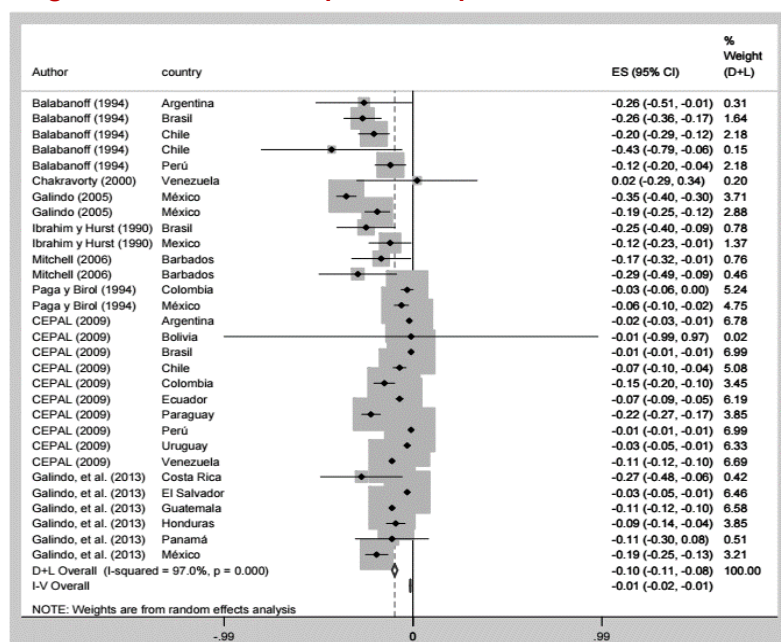
### 7.3.2 Cambios esperados en el consumo de combustibles

En la medida que exista una elasticidad precio negativa para los combustibles, cualquier impuesto que se refleje en un mayor precio, tendrá como consecuencia inmediata una reducción en la demanda por dichos combustibles. Dependiendo del valor de la elasticidad, el efecto tendrá una magnitud diferente.

En 2015, Fedesarrollo<sup>58</sup> por encargo de Ecopetrol llevó a cabo un ejercicio de estimación de elasticidades a través de un sistemas de ecuaciones de gasto (sistema de ecuaciones casi perfecta de demanda AIDS) aplicado sobre la Gran Encuesta de Hogares del DANE. Si bien este tipo de modelos corresponde a una especificación de elasticidades variables, Fedesarrollo estima una elasticidad entre -0.04% y 0,10% para los diferentes sectores económicos y de -0,12, para los hogares. Esto significa que en promedio un crecimiento de 10% en el precio de la gasolina vendrá acompañado en una reducción de tan solo 1,2% en el consumo de la misma los hogares y una reducción entre 0,4% y 1% para el consumo de las empresas de diferentes sectores (Martínez & Benavides, 2015). Esto significa que al menos para el caso de la gasolina, la función de demanda es bastante inelástica y por lo tanto el efecto del cambio en los precios sobre el uso de este combustible es pequeño.

Al igual que en Colombia, en la mayoría de los países de Latinoamérica la elasticidad precio de los energéticos es baja. Un estudio de la CEPAL (Galindo, Samaniego, Alatorre, Ferrer, & Reyes, 2014) se encuentra que “la media mundial de la elasticidad precio de la demanda de energía es negativa y estadísticamente significativa pero relativamente baja (-0,15) y está elasticidad precio es incluso más baja en los estudios disponibles para América Latina (-0,014)”. En especial para Colombia encuentran una elasticidad de -0.15.

**Figura 7.1 - Elasticidad precio de países latinoamericanos**



Fuente: (Galindo, Samaniego, Alatorre, Ferrer, & Reyes, 2014)

<sup>58</sup> Martínez, A; Benavides, J & Ramírez J.M. (2015) Política de regulación de precios de combustibles líquidos para uso automotor en Colombia, Fedesarrollo para Ecopetrol.

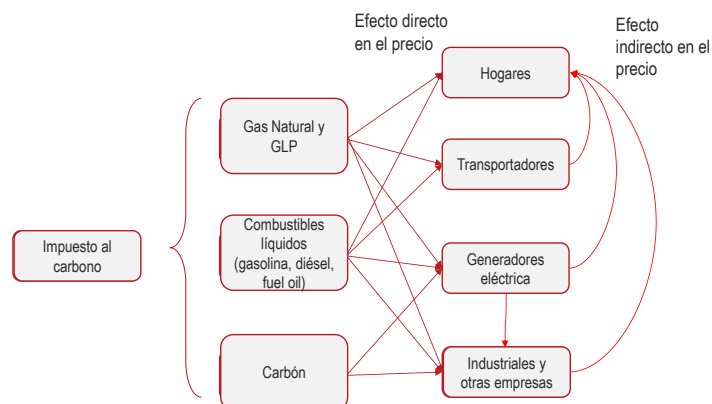
Por otra parte, Fedesarrollo en el mismo trabajo citado, estimó el efecto macroeconómico de un cambio en precios, mediante un modelo de equilibrio general computable. Se simuló una reducción de 10% en el precio, encontrando un impacto de entre 0,3 y 0,58 puntos porcentuales de efecto sobre el crecimiento del PIB. Lo cual por la simetría del modelo indicaría que un incremento en los precios de la gasolina impactaría los costos de producción de los sectores demandantes con una desaceleración en el crecimiento económico. Con una analogía similar se puede concluir también del estudio de Fedesarrollo que un incremento en los precios en 10% incrementaría el recaudo fiscal en solo 0.5%.

Por otra parte, Fedesarrollo en el mismo trabajo citado, estimó el efecto macroeconómico de un cambio en precios, mediante un modelo de equilibrio general computable. Se simuló una reducción de 10% en el precio, encontrando un impacto de entre 0,3 y 0,58 puntos porcentuales de efecto sobre el crecimiento del PIB. Lo cual por la simetría del modelo indicaría que un incremento en los precios de la gasolina impactaría los costos de producción de los sectores demandantes con una desaceleración en el crecimiento económico. Con una analogía similar se puede concluir también del estudio de Fedesarrollo que un incremento en los precios en 10% incrementaría el recaudo fiscal en solo 0.5%.

En el caso de los combustibles líquidos (gasolina y diésel) existen en Colombia tributos que podrían asimilarse al impuesto al carbono, como son el impuesto nacional a los combustibles y la sobretasa a la gasolina. Las principales diferencias que estos tienen con un impuesto al carbono están en el destino de los recursos, y que en el caso del impuesto al carbono, las tarifas varían de acuerdo a la capacidad energética de cada combustible gravado

La ventaja operativa de establecer el impuesto a través de la generación térmica como hecho generador es que el Administrador de Intercambios Comerciales (ASIC) del sector eléctrico podría retener los montos correspondientes y girarlos a la Dirección de Impuestos nacionales, con un costo de administración muy bajo. En el caso de los otros sectores consumidoras de combustibles líquidos se esperaría también una transmisión directa del precio (*pass through*). El siguiente diagrama presenta los flujos de transmisión de del incentivo vía incremento de precios a partir de un impuesto a los combustibles.

**Figura 7.2 - Cadena de transmisión de incentivos**



Fuente: Desarrollo de Econometría

El impuesto generaría un incremento en los precios de los combustibles, el cual por la concentración en la oferta, se espera que se transmita directamente en el precio de dichos combustibles. Dada la elasticidad, un incremento de 10% en el precio de los combustibles reduce el consumo de los mismos solo entre 1,2% y 1,5% y por lo tanto, en el corto plazo, las emisiones de los hogares y sus vehículos bajarían sólo en esa proporción (entre 1,2% y 1,5%). Se esperaría que en la medida que otras tecnologías más limpias reduzcan sus precios, las decisiones de reposición de equipos deberían llevar a una disminución del consumo de combustibles con alto factor de emisión.

Por su parte, el gas natural y el GLP tienen un mercado importante en el sector residencial para la preparación de alimentos. Igualmente el gas natural vehicular ha tenido una penetración importante en el sector transportador. La generación eléctrica a su vez utiliza los tres tipos de combustibles (gas natural, combustibles líquidos y carbón).

El otro energético que presenta un importante nivel de emisiones es el carbón mineral. En este caso, es importante considerar que la estructura del mercado interno se compone de una gran cantidad de pequeños oferentes y un conjunto reducido de compradores, dentro de los cuales se destacan los generadores térmicos de electricidad, basados en carbóelétricas (carbón térmico), la industria siderúrgica (carbón coquizable que se transforma en coque) y en menor medida en otras industrias. Para una mayor eficiencia en el recaudo se propone focalizar el impuesto aplicado al carbón recaudándolo en el mercado mayorista en el caso de la generación eléctrica y directamente en grandes consumidores para el carbón de uso industrial como el coque la industria siderúrgica.

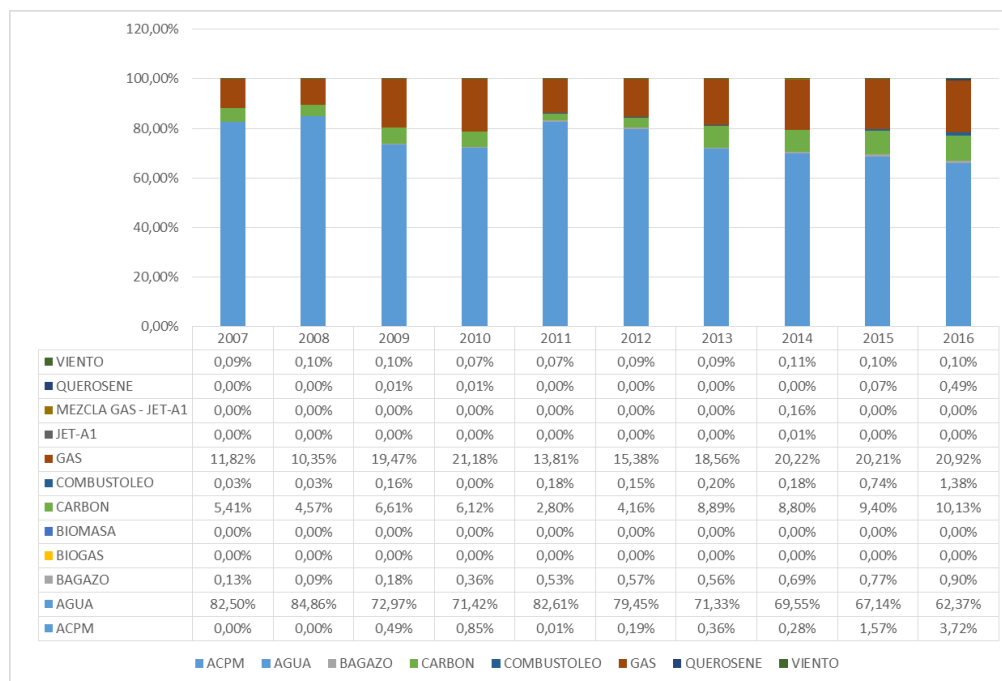


Se espera en general que el efecto se transmita a los consumidores finales para incentivar reducciones en el consumo y reducciones en los patrones de emisión debida a la combustión. Sin embargo esto depende no solo del tamaño del impacto en los precios sectoriales sino de la elasticidad de la demanda de los bienes o servicios ofrecidos por estos sectores. A continuación se presenta el caso específico de la generación eléctrica, que resulta importante dada la altísima cobertura de su uso tanto para usos empresariales como domésticos.

### 7.3.3 Efecto sobre los costos de generación eléctrica

El siguiente gráfico muestra que la generación eléctrica en Colombia sigue liderada por las hidroeléctricas, las l tienen asociado un nivel de emisiones muy bajo durante su operación. El gas natural comprende entre el 10% y el 20% de la generación y tiene el menor factor de emisión entre los combustibles fósiles. La participación de las carboeléctricas en la generación se ha incrementado de alrededor de 5% entre 2007 y 2008 hasta alrededor de 10% a partir de 2015. El uso de combustibles líquidos es muy reducido y las plantas existentes operan como respaldo del sistema para ofrecer firmeza del suministro en épocas de sequía.

**Figura 7.3 - Distribución de la generación**



Fuente: (UPME - Subdirección de energía eléctrica, 2015)

Al establecer un impuesto a los combustibles que sea proporcional a su capacidad de emisión no solo se aumenta la competitividad relativa de otros energéticos como el gas natural, la generación hidroeléctrica o las energías renovables. Esto significa que en situaciones en las

cuales la oferta de energía hidroeléctrica no sea suficiente para satisfacer la demanda y el costo de oportunidad del agua haga costosa dicha generación, la generación térmica con mayor nivel de emisión se desplazará en el orden de despacho y se considerará sólo cuando otras tecnologías más limpias ya no estén disponibles<sup>59</sup>.

La tarifa del impuesto equivalente por kWh se calcula en el siguiente Cuadro.

**Cuadro 7.4 - Efecto del impuesto al carbono sobre el precio de los energéticos**

ENERGÉTICO	PRECIO AL CONSUMIDOR	UNIDAD	ESCENARIO DE 5 USD/(TON CO <sub>2</sub> EQ)				
			TARIFA IMPUESTO COP	VAR.% PRECIO CONSUMIDOR	TARIFA IMPUESTO COP/MBTU	RELACIÓN GWH/MBTU	TARIFA COP/KWH
CM Carbón Mineral		Tonelada	\$35,550.00	27.40%	\$1,469.06	0.1106	\$13.29
GN Gas Natural		m <sup>3</sup>	\$29	2.20%	\$821.18	0.8982	\$0.91
DO Diésel Oil		Galón	\$152	2.00%	\$1,101.44	0.0235	\$46.97
FO Fuel Oil		Galón	\$177	9.90%	\$1,179.94	0.0357	\$33.05
GL Gas Licuado de Petróleo		Galón	\$95	7.10%	\$1,032.61	na	na
GM Gasolina Motor		Galón	\$135	1.70%	\$1,169.84	na	na
KJ Kerosene y Jet Fuel		Galón	\$148	3.50%	\$1,104.39	0.1369	\$8.07

Fuente: cálculos propios con base en DNP-SDAS, Relación GWh/MBTU en (UPME - Subdirección de energía eléctrica, 2015) y conversión de unidad de consumo a MBTU en (ACIEM citado por Gas y Energía S.A, 2016).

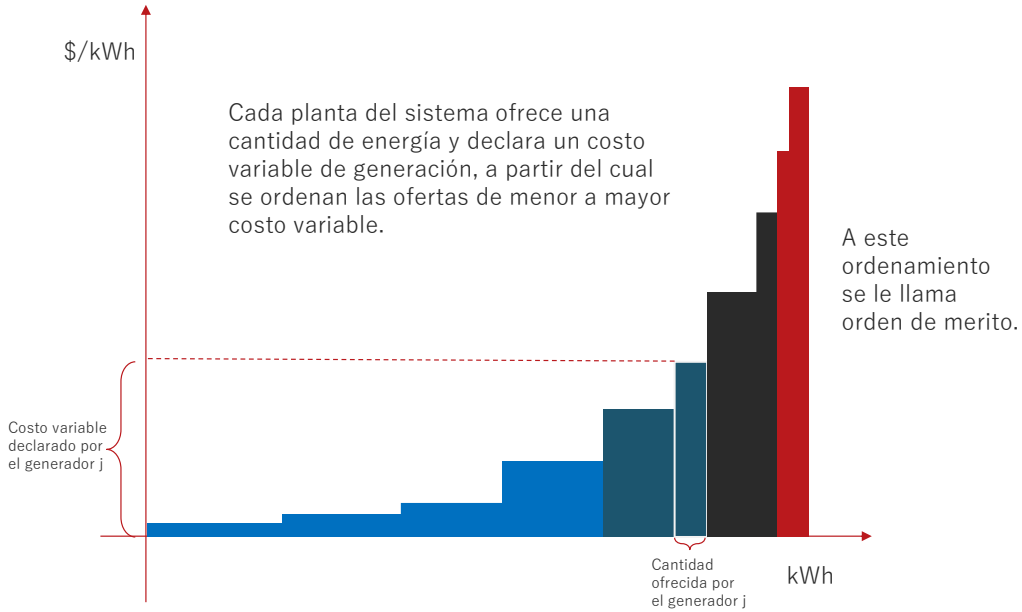
Como se puede observar, al calcular el valor del impuesto en proporción a los kWh generados por las distintas tecnologías, el menor impacto sobre los costos se encuentra en la generación con gas natural y el mayor impacto en costo por kWh se percibirá en la generación con diésel o fuel oil.

#### **FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO MAYORISTA DE ELECTRICIDAD**

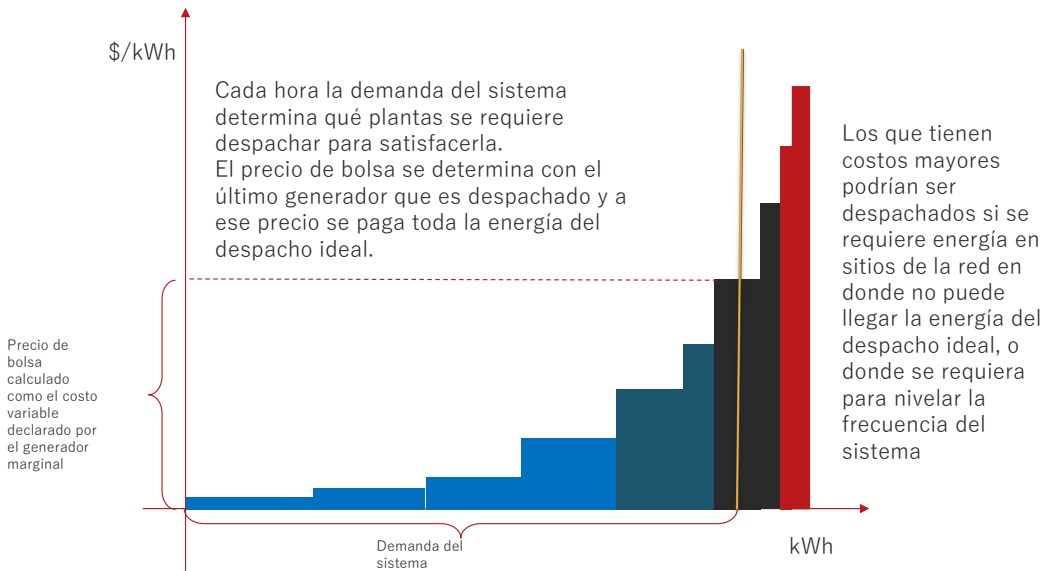
El efecto del impuesto en los precios del mercado mayorista de electricidad depende de qué tipo de plantas de generación eléctrica salen despachadas y a qué precio. Las siguientes figuras ilustran la forma en que funciona el mercado mayorista spot.

<sup>59</sup> O cuando se requieran por motivos estrictamente técnicos para satisfacer las restricciones de equilibrio del sistema. Este puede ser el caso de la generación por restricciones y AGC (control automático de generación, para garantizar la frecuencia) también conocida como regulación secundaria de frecuencia

**Figura 7.4 - Conformación de la curva de oferta**



**Figura 7.5 - Despacho ideal y despachos fuera de mérito**

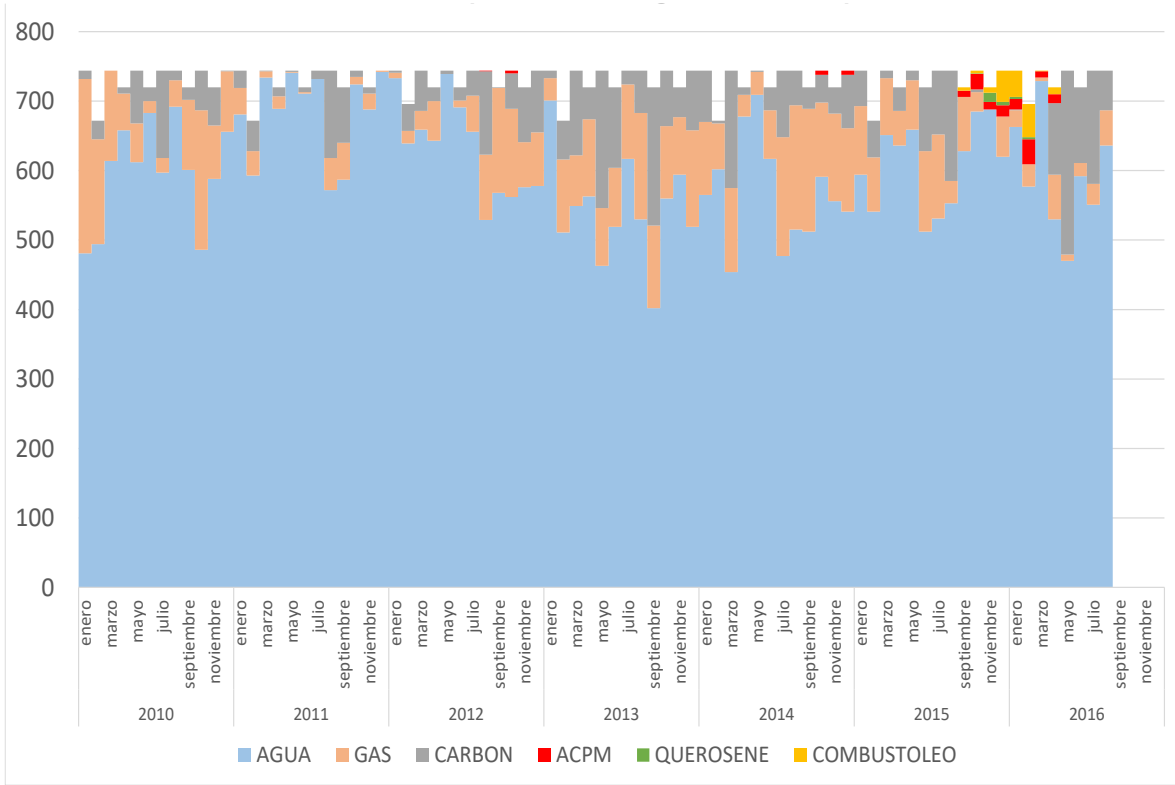


Fuente: Econometría consultores, con base en reglas del mercado

Si consideramos diferentes tecnologías se encuentran diferentes capacidades de generación con costos variables diferentes. Si la última planta en despacharse (planta marginal) es por ejemplo de carbón, todas las plantas despachadas en el ideal serán remuneradas con dicho costo, el cual se constituye como el precio de bolsa.

Para calcular el impacto del impuesto sobre las transacciones del mercado, resulta entonces muy relevante verificar con qué frecuencia el precio de bolsa está determinado por plantas cuya producción estará gravada por el impuesto. La siguiente figura presenta, para el periodo 2005-2016.8, el número de veces en que cada tecnología determino el precio de bolsa.

**Figura 7.6 - Número de despachos horarios en los que cada tecnología determinó el precio de bolsa, por mes**



Fuente: Econometría consultores, con base en XM

En el periodo enero de 2010 a agosto de 2016, la energía hidráulica determino el precio de bolsa en el 82.7% de las ocasiones, el gas 9.7% y el carbón el 7.1% y los combustibles líquidos menos del 1%.

El siguiente cuadro calcula estas proporciones para cada año del periodo de análisis

**Cuadro 7.5 - Proporción de la energía despachada, según tecnología de la planta marginal**

Año	ACPM	AGUA	CARBON	COMBUSTOLEO	GAS	QUEROSENE
2010	0.0%	83.0%	4.6%	0.0%	12.4%	0.0%
2011	0.0%	92.7%	4.1%	0.0%	3.2%	0.0%
2012	0.1%	86.5%	6.0%	0.0%	7.5%	0.0%
2013	0.0%	75.9%	10.5%	0.0%	13.6%	0.0%
2014	0.1%	79.9%	5.7%	0.0%	14.3%	0.0%

Año	ACPM	AGUA	CARBON	COMBUSTOLEO	GAS	QUEROSENE
2015	0.8%	83.5%	5.9%	0.9%	8.8%	0.1%
2016	1.2%	82.6%	11.1%	1.5%	3.5%	0.1%

Fuente: Econometría consultores, con base en XM

Los mayores usos de plantas térmicas durante los años secos y en especial en presencia del fenómeno de El Niño, llevó a que de 2014 en adelante, se haya determinado el precio de bolsa, a partir del costo de las plantas de ACPM o combustóleo, con frecuencias de superiores al 1% de las veces.

A continuación se calcula el precio promedio de bolsa en cada una de las situaciones anteriores.

**Cuadro 7.6 - Precio promedio de bolsa, según tecnología de la planta marginal**

Año	ACPM	AGUA	CARBON	COMBUSTOLEO	GAS	QUEROSENE
2010		133.11	109.11		133.81	
2011		74.93	104.45		138.08	
2012	227.49	117.28	141.01		153.21	
2013		188.41	144.90		173.24	
2014	154.98	247.54	142.87		171.60	
2015	530.92	398.25	153.86	596.34	226.95	706.94
2016	649.09	406.56	139.01	459.36	253.52	527.07

Fuente: Econometría consultores, con base en XM

## IMPACTO SOBRE EL MERCADO DE ELECTRICIDAD

Para el cálculo del impacto del impuesto al carbono sobre el mercado de electricidad se adelantó el siguiente procedimiento:

- Con las bases del SUI consolidadas se calcularon las tarifas (promedio y efectiva) y los subsidios por kWh mensual.
- Se consolidaron las siguientes bases de XM entre 2010 y 2016:
  - Precios de oferta por día y por planta generadora
  - Precios de bolsa por día y hora
  - Energía despachada por cada oferente por día y hora,
  - Por día y hora se calcularon las siguientes variables:
  - Oferente marginal,

- Tipo de generación del oferente marginal,
- Precio (costo variable) del generador marginal,
- Para cada hora de cada día, se estableció la planta que determinó el precio de bolsa. A partir de esta información se calcula el despacho ideal. para aquellas plantas que ofertaron un costo menor que el marginal y por lo tanto quedaron incluidas en el despacho ideal. Igualmente se determina cuáles plantas fueron despachadas fuera de mérito y cuanto suma esa energía despachada al precio de oferta, cuando este fue mayor al de bolsa.
- A partir de esta información se valoró el despacho ideal, hora por hora, multiplicando el precio de bolsa por la energía despachada, para aquellas plantas que ofertaron un costo menor que el marginal y por lo tanto quedaron incluidas en el despacho ideal. Igualmente se valoran los despachos fuera de mérito usando el precio de oferta de cada planta<sup>60</sup>.
- Luego los datos diarios/horarios fueron agregados por meses y se generaron nuevas variables promedio mensual: como precio de bolsa medio, y precio total medio.
- Se estimó un modelo econométrico que relaciona el precio de bolsa medio mensual con la tarifa al consumidor final, tomando como referencia la tarifa del estrato 4.
- Se llevó a cabo una simulación del comportamiento del mercado bajo el escenario de haber introducido un impuesto de carbono en 2010.
- Se compararon los resultados con impuesto y sin impuesto.
- Se aplicó el modelo econométrico para estimar el efecto sobre la tarifa, en la situación con impuesto y sin impuesto.
- Se revisaron las diferencias.
- Se calculó el monto del recaudo.

El siguiente cuadro presenta el precio medio del mercado mayorista, que resulta de un promedio ponderado entre el precio de bolsa y el promedio de los precios de oferta de los despachos fuera de mérito.

---

<sup>60</sup> El proceso de cálculo del precio de reconciliación es un poco más complejo pero puede simplificarse y aproximarse de esta manera

**Cuadro 7.7 - Precio promedio de bolsa, según tecnología de la planta marginal, incluido el efecto del impuesto (\$/kWh)**

AÑO	ACPM	AGUA	CARBON	COMBUSTOLEO	GAS	QUEROSENE
2010		133.11	109.11		133.81	
2011		74.93	104.45		138.08	
2012	227.49	117.28	141.01		153.21	
2013		188.41	144.90		173.24	
2014	154.98	247.54	142.87		171.60	
2015	530.92	398.25	153.86	596.34	226.95	706.94
2016	649.09	406.56	139.01	459.36	253.52	527.07

Fuente: Econometría consultores, con base en XM

El siguiente cuadro presenta las diferencias entre el precio de bolsa en la situación con proyecto y la situación con impuesto, al simular desde el año 2010 hasta la fecha.

**Cuadro 7.8 - Cambios en el precio promedio de bolsa, según tecnología de la planta marginal, como efecto del impuesto (\$/kWh)**

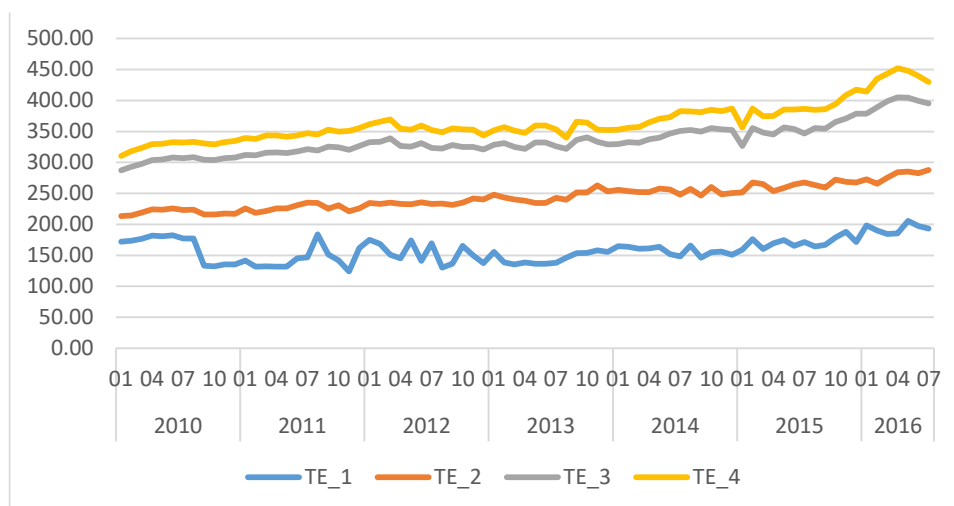
AÑO	ACPM	AGUA	CARBON	COMBUSTOLEO	GAS	QUEROSENE
2010		0.00	0.51		0.04	
2011		0.00	0.17		0.03	
2012	8.38	0.00	0.38		0.04	
2013		0.00	0.53		0.03	
2014	0.00	0.00	0.57		0.04	
2015	1.18	0.00	0.39	0.84	0.02	0.00
2016	2.93	0.00	0.60	2.26	0.06	0.00

Fuente: Econometría consultores, con base en XM

Aunque la existe un efecto muy pequeño del impuesto sobre el precio de bolsa el efecto sobre los precios de los despachos fuera de mérito son mayores pero como máximo alcanzan alrededor de 3 COP/kWh.

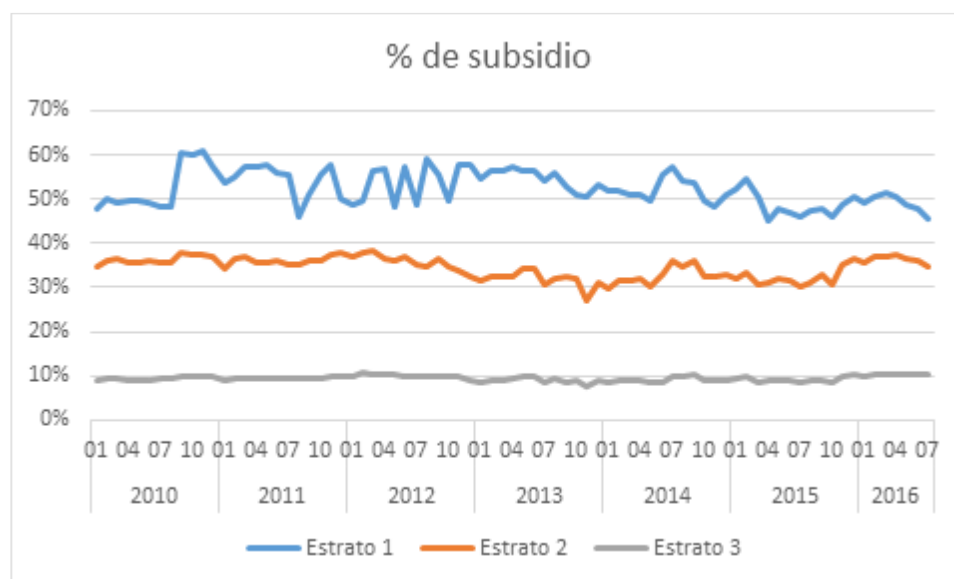
La siguiente figura presenta las tarifas electricidad de acuerdo con el SUI, entre 2010 y 2016.

**Figura 7.7 - Trifas medias mensuales por estrato**



Fuente: Econometría consultores, con base en SUI

**Figura 7.8 - Porcentaje promedio de subsidio, por estrato**



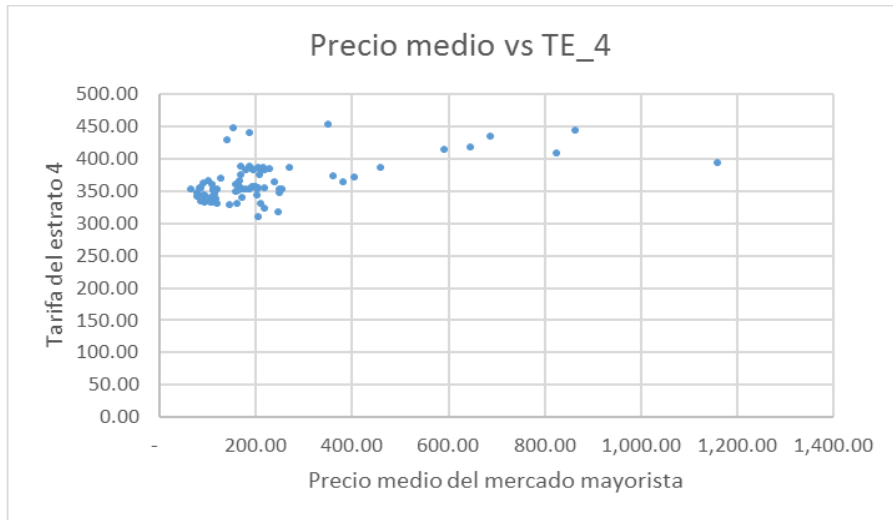
Fuente: Econometría consultores, con base en SUI

La relación entre el precio medio de la energía en el mercado mayorista y las tarifas finales, no es trivial. Las tarifas incorporan además del componente G (generación) un componente para remunerar la transmisión (T), la distribución (D) y la comercialización (C). El componente de generación es aproximadamente la tercera parte de la tarifa total, pero su cálculo lo realiza cada empresa comercializadora de acuerdo a su portafolio de compras entre bolsa y contratos bilaterales. Por regulación de la CREG es necesario calcular un promedio móvil, que amortigua el traspaso de las fluctuaciones del mercado al usuario final y por lo



tanto no es evidente cómo calcular el efecto inmediato entre los crecimientos de precios en el mercado y lo que llega al usuario. Por esta razón se planteó un modelo econométrico de cointegración con mecanismo de corrección de errores de manera que se puedan comparar los efectos del impuesto mediante la comparación de las dos simulaciones (con y sin impuesto) usando el modelo.

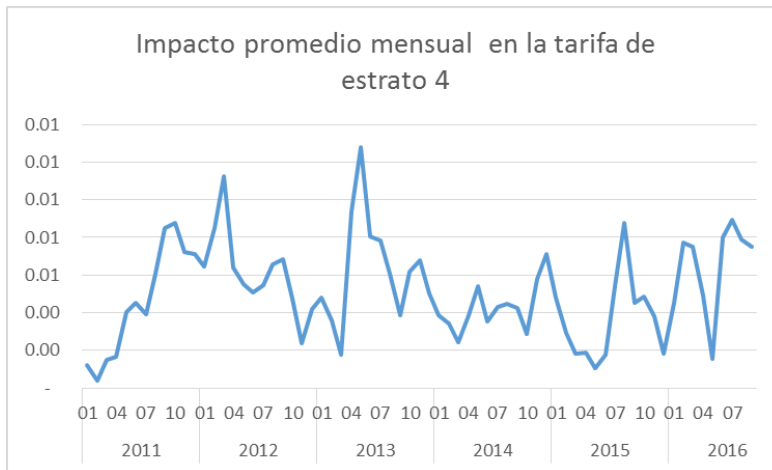
**Figura 7.9 -Relación entre precio medio del mercado y tarifa final**



Fuente: Econometría consultores

Dado que los efectos del impuesto sobre el precio del mercado mayorista es tan pequeño, los resultados en las tarifas son aún menos significativos. La siguiente figura muestra el efecto sobre la tarifa del estrato 4, la cual está en alrededor de un centavo.

**Figura 7.10 - Impacto sobre tarifas de electricidad**



Fuente: Econometría consultores

Dado que el efecto del impuesto se diluye y suaviza a lo largo del proceso de cálculo de las tarifas de electricidad, también puede decirse que el impuesto no será efectivo para dar incentivos al usuario final residencial para cambiar sus hábitos de consumo, aunque podría generar cambios tecnológicos en el mediano plazo que podrían generar reducciones de emisiones. Por otra parte si el instrumento se hubiese aplicado desde 2010 con una tarifa de 5 USD/tonCO2 habría recaudado apenas de 787 mil millones de pesos, que corresponde a menos del 0.02% del PIB.

**Cuadro 7.9 - Recaudo simulado 2010-2016**

RECAUDO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016.8	TOTAL
Promedio mensual	5645.8	2695.4	4094.2	8162.2	8172.0	25868.8	10928.1	65566.5
Total anual	67749.6	32345.0	49130.2	97946.5	98063.5	310425.7	131137.4	786798.0
%del PIB	0.012%	0.005%	0.007%	0.014%	0.013%	0.039%		

Fuente: Econometría consultores, con base en XM

## Capítulo 8

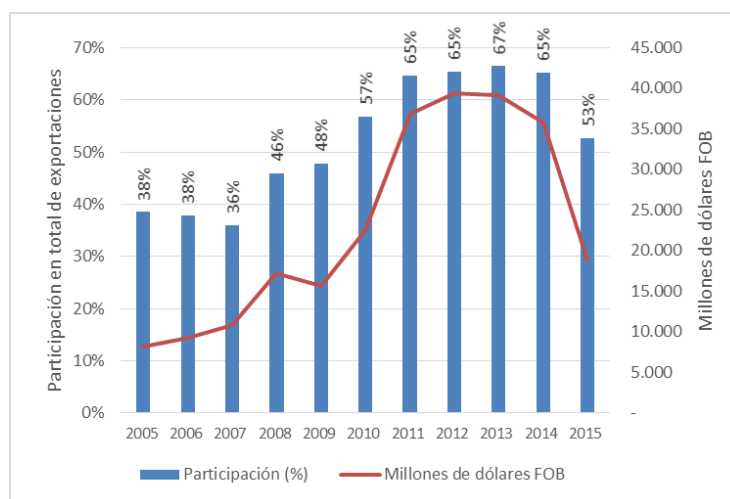
### IMPUESTOS A ACTIVIDADES EXTRACTIVAS

#### 8.1 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

El establecimiento de un impuesto a las emisiones de carbono puede ser uno de los instrumentos más efectivos para enviar una señal correcta que incentive las inversiones en tecnologías compatibles con el crecimiento verde. Sin embargo, si este impuesto no se establece a nivel global existe el riesgo de que, al fijarlo únicamente a nivel local, se vea afectada la competitividad del país en el contexto internacional frente a aquellos países que no lo establezcan en la misma magnitud.

En un escenario de alta participación del petróleo y el carbón en la composición de las exportaciones colombianas, un impuesto global a las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) adquiere especial relevancia. Por ejemplo, las mayores exportaciones de carbón de Colombia tienen como destino final Holanda, país que tiene uno de los más elevados impuestos a la generación energética de los países de la OECD (2% del PIB), gravando las importaciones del carbón con un IVA del 21% (Foro Nacional Ambiental, 2013).

**Figura 8.1 - Colombia. Valor y participación de exportaciones de minería y petróleo en total de las exportaciones**



Fuente: Fuente: DANE. Colombia. Exportaciones totales

Bajo esta situación, sería factible que Colombia, además de los impuestos locales a las emisiones de GEI, estableciera una política de comercio internacional que reflejara su preferencia por un impuesto global a las emisiones de carbono. Esto lo podría hacer a través alguno de los siguientes mecanismos, o una combinación de los mismos, todos los cuales generarían el doble beneficio de enviar una señal correcta al mercado (establecimiento de un impuesto al carbono) e incrementar los ingresos tributarios del país:

- Establecer un IVA a las exportaciones de petróleo y carbón, certificando este pago para que el exportador pueda tramitar el respectivo descuento por IVA en el país de destino. Esto generaría la señal de que el país comparte el impuesto al carbono sin afectar la competitividad internacional, pero que privilegia las exportaciones de combustibles fósiles hacia países que cobren impuestos a las importaciones de combustibles fósiles, ya que allí se obtendría descuentos por el IVA pagado en el país de origen. Además, generaría un incremento neto en los recursos fiscales para el país igual al nuevo IVA causado.
- Eliminar las devoluciones por IVA a las exportaciones de petróleo y carbón, reemplazándolas por una certificación del pago de este impuesto para que el exportador pueda solicitar su deducción en el país de destino. Generaría el mismo efecto que la propuesta anterior, aunque con incremento de los recursos fiscales menores, porque se restringirían a la eliminación del IVA ya pagado, sin un pago adicional en caso del que el IVA causado por las exportaciones fuese mayor al ya pagado.
- Revisando los beneficios tributarios que se han establecido al petróleo y al carbón como parte de una estrategia de estímulo a la inversión extranjera directa (IED). Esta revisión podría generar mayores ingresos tributarios, mejorando la posición de Colombia en las negociaciones de cambio climático al mostrar consistencia con las metas establecidas, eliminando incentivos a insumos generadores de GEI.

## 8.2 IMPACTO DE ESTABLECER IVA A LAS EXPORTACIONES DE COMBUSTIBLES FÓSILES

Desde el punto de vista de la política de cambio climático, establecer el IVA a las exportaciones de carbón y petróleo no modifica el precio interno de los mismos. En consecuencia, no genera cambios en la demanda interna ni aporta de manera directa al cumplimiento de metas de reducción de emisiones. Sin embargo, al generar recursos al Presupuesto General de la Nación se constituye en un alivio al déficit fiscal y contribuye de

manera indirecta a las posibilidades de financiamiento de las estrategias de mitigación de emisiones de GEI y a la política de adaptación al cambio climático.

En relación con el potencial de generación de recursos, teniendo en cuenta el valor FOB de las exportaciones de carbón y petróleo en los últimos años, el aporte incremental de recursos en época de precios bajos en el mercado internación (tal como los prevalecientes en 2015), podría generar recursos como mínimo de 1% del PIB.

**Cuadro 8.1 - Valor potencial de IVA (16%) a las exportaciones de combustibles fósiles**

Miles de millones de pesos corrientes											
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>IVA potencial</b>											
Petróleo y gas	2.065	2.388	2.431	3.844	3.537	5.013	8.399	9.078	9.714	9.258	6.250
Carbón	965	1.099	1.161	1.587	1.866	1.827	2.481	2.245	2.000	2.180	2.002
<b>Total</b>	<b>3.030</b>	<b>3.488</b>	<b>3.592</b>	<b>5.431</b>	<b>5.404</b>	<b>6.840</b>	<b>10.880</b>	<b>11.323</b>	<b>11.714</b>	<b>11.438</b>	<b>8.252</b>
% del PIB	0,9%	0,9%	0,8%	1,1%	1,1%	1,3%	1,8%	1,7%	1,6%	1,5%	1,0%

Valor FOB en dólares, expresado en pesos colombianos a TRM promedio anual.

Fuente: Cálculos Econometría con base en DANE. Exportaciones totales.

En relación con la competitividad en el mercado internacional, sí podría verse afectada pero este efecto se atenuaría al certificar el pago de IVA, de tal forma que este pago pudiera ser descontado de los impuestos a pagar en el país de destino.

### 8.3 IMPACTO DE ELIMINAR LA DEVOLUCIÓN DEL IVA A LOS EXPORTADORES DE COMBUSTIBLES FÓSILES

El estar exentas del pago del IVA, la exportaciones de carbón y petróleo están exoneradas de este impuesto y sus productores adquieren la calidad de responsables con derecho a devolución, pudiendo descontar los impuestos ocasionados en la adquisición de bienes y servicios y en las importaciones, que constituyan costo o gasto para producirlos o para exportarlos.

Si en lugar de estar exentos, los combustibles fósiles exportados se trasladan a la categoría de excluidos del IVA, dejarían de causar este impuesto y en consecuencia quien los comercializa (es decir, quien los exporta) dejaría de ser responsable del mismo y no tendría obligación alguna en relación con este gravamen. De esta forma, si quien los produce o los comercializa paga el IVA en la etapa de producción o de comercialización, dichos pagos no darían derecho a descuento ni a devolución, y por tanto se constituirían en un mayor costo del respectivo bien. Pero, al igual que en el caso anterior, si se certifican en el país estos valores pagados por

IVA, el exportador podría solicitar una rebaja por el mismo valor en el IVA a pagar en el país de destino.

Aplicando esta modalidad, se disminuirían los pagos por devolución en que incurre el Estado, incrementando el costo de las exportaciones. Pero este efecto sobre los costos, se podría atenuar si estos productos se exportan a países que cobren el respectivo IVA a las importaciones y autorizan el descuento del IVA pagado en el país de origen.

Para ilustrar el potencial efecto positivo sobre las finanzas públicas si se pasan estas exportaciones del régimen de exentas al régimen de excluidas del IVA, el siguiente cuadro muestra los saldos a favor de la actividad extractiva de estos combustibles por concepto de este impuesto.

**Cuadro 8.2 - Saldos a favor en la liquidación del IVA en las actividades de extracción de combustibles fósiles**

Actividad económica	Miles de millones de pesos corrientes										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Extracción de petróleo crudo	157	153	240	449	399	1.354	1.322	2.069	2.960	3.703	3.632
Extracción de hulla (carbón de piedra)	121	419	255	249	272	33	403	892	933	975	1.130
<b>Total saldos a favor de IVA</b>	<b>278</b>	<b>572</b>	<b>495</b>	<b>698</b>	<b>670</b>	<b>1.387</b>	<b>1.725</b>	<b>2.960</b>	<b>3.893</b>	<b>4.678</b>	<b>4.762</b>
% del PIB	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%	0,3%	0,4%	0,5%	0,6%	0,6%

Fuente: Cálculos de Econometría Consultores con base en DIAN, *Agregados de las declaraciones tributarias*.

## 8.4 IMPACTO DE REVISAR LOS BENEFICIOS TRIBUTARIOS A LA EXTRACCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES

Esta última propuesta, la revisión de los beneficios tributarios a las exportaciones de petróleo carbón, amerita un análisis con mayor detalle. El estímulo a la actividad extractiva como parte de la política de atracción de inversión extranjera directa (IED) se expresa en importantes deducciones y descuentos y tributarios. Tal como se muestra en el cuadro, el gasto fiscal del conjunto de deducciones y descuentos del sector de extracción de petróleo y gas, al igual que de carbón, representa en los últimos cinco años valores que representan entre medio y un punto porcentual del PIB anual. Para estimar este gasto, se procedió a calcular un impuesto nominal resultante de aplicar la tarifa del impuesto a la renta a la diferencia entre el total de ingresos y el total de costos directos de producción; y contrastar este valor, con el efectivamente liquidado por concepto de este impuesto, después de las deducciones y descuentos autorizados por las normas tributarias<sup>61</sup>.

<sup>61</sup> Para un mayor detalle de la forma de estimación de este gasto fiscal, véase los anexos a este trabajo.

### Cuadro 8.3 - Gasto tributario por deducciones y descuentos en liquidación del impuesto a la renta

	Miles de millones de pesos corrientes									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>INGRESOS</b>										
Extracción de petróleo y gas	1.878	2.473	4.663	7.009	5.986	4.748	5.883	5.305	3.426	5.601
Extracción de carbón	386	373	277	713	531	471	1.019	791	395	205
<b>Total hidrocarburos y carbón</b>	<b>2.263</b>	<b>2.846</b>	<b>4.941</b>	<b>7.723</b>	<b>6.517</b>	<b>5.219</b>	<b>6.901</b>	<b>6.097</b>	<b>3.821</b>	<b>5.806</b>
% del PIB	0,7%	0,7%	1,1%	1,6%	1,3%	1,0%	1,1%	0,9%	0,5%	0,8%

Fuente: Cálculos de Econometría Consultores con base en DIAN, *Agregados de las declaraciones tributarias*.

Para analizar en detalle el origen de estos gastos fiscales, en un anexo se muestra en detalle la evolución de las cifras que dan origen a estos gastos. Allí se muestra que entre 2005 y 2010 las deducciones por inversión en activos fijos tuvieron un peso importante en el total de descuentos y deducciones sobre el impuesto a la renta, pero también se pone de presente que este beneficio desaparece a partir del 2011. En contraste, tanto en hidrocarburos como en carbón la mayor parte de estos beneficios se concentra sobre el rubro genérico de “otras deducciones”, lo cual impide identificar con precisión el origen de las mismas.

Sin embargo, para explicar este comportamiento del gasto tributario un estudio de la Contraloría General de la República (CGR, 2013) plantea como hipótesis que hay dos componentes que pueden estar teniendo el mayor peso: las deducciones aceleradas por amortización de las inversiones y por depreciación de los activos fijos, con especial impacto en inversiones de largo plazo como las extractivas; y un concepto de la DIAN que permite, a partir de 2005, deducir de la base gravable del impuesto a la renta el pago por regalías al considerarlas como costo de producción.

#### 8.4.1 Deducciones por amortización en inversiones y depreciación de activos fijos.

Aunque la regla general establece que los activos fijos se deprecian en una alícuota para amortizar el cien por ciento de su costo durante la vida útil de dichos bienes (ET, Art. 128), en normas específicas se establecen varias excepciones que benefician especialmente las inversiones de largo plazo como las extractivas. Por ejemplo, de común acuerdo con un funcionario de la DIAN se pueden usar fórmulas alternas de depreciación tales como la depreciación acelerada (ET, Art. 134), o se puede acelerar esta depreciación usando los activos depreciables en más de un turno de operación (ET, Art. 137). Igualmente, se establecen casos excepcionales para amortizar inversiones (ET, Art. 142) y especialmente para cubrir el riesgo de inversión en exploraciones infructuosas amortizando la totalidad de esta inversión en plazos inmediatos (ET, Art. 143). En particular, las ventajas de cobertura del riesgo de la

inversión en exploración son especialmente atractivas, ya que en este tipo de inversiones tienen una probabilidad de éxito bastante conocida, de tal manera que la denominada inversión infructuosa está calculada para ser efectivamente cubierta en el largo plazo. Por último, para la actividad minera distinta a los hidrocarburos, se permite deducir el valor patrimonial de los bienes vinculados a la empresa del patrimonio líquido que sirve de base para calcular la renta presuntiva (ET, Art. 189).

#### 8.4.2 Deducción del pago de regalías de la base gravable del impuesto a la renta.

En reiteradas oportunidades, la DIAN había emitido conceptos negando la posibilidad de que el pago de regalías fuese considerado como un costo de producción, deducible de la base gravable para efectos del impuesto a la renta<sup>62</sup>. Sin embargo, en concepto emitido por el Jefe Oficina Jurídica de la DIAN el 17 de marzo de 2005 y con carácter vinculante, se revocan estos conceptos previos y se establece que “las regalías que se causan por la explotación de recursos naturales no renovables (...) son deducibles para efectos de la determinación de la renta líquida”<sup>63</sup>. En el mismo concepto se establece la salvedad de que “tratándose de regalías pagadas en especie, de acuerdo con la práctica contable, el costo de los volúmenes de producción que se entregan a título de regalías, es absorbido por el costo de la producción disponible para la venta, por lo cual esta asignación de costos es incompatible con cualquier otra deducción a título de regalías originada en el mismo hecho”.

Los costos fiscales generados a partir de 2005 por este concepto vinculante no se conocen con precisión, puesto que ellos aparecen agregados en las declaraciones de renta bajo el rubro genérico de “otras deducciones”. Sin embargo, las estimaciones elaboradas por la DIAN con base en la información del pago de regalías por el sector extractivo, se presentan en el siguiente cuadro.

---

<sup>62</sup> Ver DIAN, Concepto 054304 del 9 de julio de 1998 y Concepto 089041 del 20 de diciembre de 2004.

<sup>63</sup> Ver DIAN, Concepto Tributario 015766 del 17 de marzo de 2005, Diario Oficial 45.871.



**Cuadro 8.4 - Valor de las regalías y estimación de la DIAN del costo fiscal por deducciones en la base gravable**

Miles de millones de pesos corrientes										
Año	Hidrocarburos		Carbón		Metales preciosos		Níquel		TOTAL	
	Valor regalías	Costo fiscal estimado	Valor regalías	Costo fiscal estimado	Valor regalías	Costo fiscal estimado	Valor regalías	Costo fiscal estimado	Valor regalías	Costo fiscal estimado
2005	2.065	795	468	180	39	11	106	41	2.678	1.028
2006	2.900	1.117	563	217	29	11	135	52	3.627	1.397
2007	4.266	1.450	643	219	30	19	282	96	5.221	1.784
2008	4.854	1.602	1.027	339	57	19	174	57	6.112	2.017
2009	3.697	1.220	1.304	430	92	30	109	36	5.202	1.716
2010	5.180	1.709	931	307	120	40	174	58	6.406	2.114
2011	7.183	2.371	1.269	419	158	52	175	58	8.784	2.899
2012	2.838	937	596	197	31	10	69	23	3.534	1.166

Datos de Comunicaciones de Juan Ricardo Ortega al senador Jorge Enrique Robledo (17 de febrero de 2012) y de Santiago Rojas al Secretario General de la Comisión Tercera del Senado (19 de agosto de 2014)

Fuente: Comunicaciones de la DIAN

Este concepto y su eventual costo fiscal, amerita un análisis en al menos dos direcciones: en primer lugar, sobre la consistencia de considerar la contraprestación del Estado por su aporte de capital natural como un costo de producción (antes de impuestos) y no como una repartición de utilidades (después de impuestos); y en segundo lugar, sobre una eventual doble contabilización al deducir las regalías, después de la deducción del total de los costos de producción.

En relación con el primer aspecto, es necesario tener en cuenta que, adicionalmente al pago de los impuestos corrientes, las regalías son una contraprestación que representa la participación del Estado en las utilidades de la actividad de explotación de los recursos del subsuelo, un activo de propiedad la Nación. En ese sentido, mediante las regalías el Estado participa en la distribución de dividendos como retribución a su aportante del capital natural requerido para realizar esta actividad productiva. Al igual que la empresa operadora, el Estado hace un aporte de capital (el recurso del subsuelo) y comparte los riesgos de mercado (la volatilidad de los precios); y recibe como retribución su participación en las utilidades, a través de las regalías. En consecuencia, se debe asumir que esta contraprestación económica no es un costo de producción, ni un impuesto, sino una utilidad que recibe el Estado por su aporte de capital al proceso extractivo.

Por otra parte, independiente aún de la interpretación que se asuma sobre la naturaleza comercial de las regalías, al deducirlas de la base gravable se está generando una doble contabilización de estas deducciones. En efecto, en Colombia las regalías se contabilizan como un porcentaje de la producción, con dos alternativas de transferencia al estado: en especie, como sucede con la mayoría de las regalías petroleras; o en dinero, valorando este porcentaje de la producción a un precio a boca de mina y transfiriendo al estado este valor

por concepto de regalías. En el primer caso, las regalías pagadas en especie, el mismo concepto de la DIAN establece que no tendría sentido hacer una deducción. En efecto, se señala que la totalidad de los costos de producción, incluidos los costos de producir la porción que se paga en especie como regalías, se deduce de la base gravable.

Sin embargo, igual sucede en el segundo caso. Al pagar las regalías en dinero, la empresa recibe todos los ingresos por la venta de la totalidad del producto, incluyendo el producto que equivale a las regalías. Al calcular la base gravable, deduce todos los costos de producción, incluyendo en esta deducción los costos de producción de la parte del producto que corresponde a las regalías. En consecuencia, si se quisiera deducir las regalías como costo de producción, sólo se podría deducir el valor al que se liquidó la porción de la producción que constituyen las regalías, valoradas al precio a boca de mina, menos los costos de producción de esa porción del producto. En efecto, al deducir el pago de regalías como costo de producción, no se podría hacerlo sobre el valor total pagado por las mismas, sino por el neto de este valor menos los costos de producción de esta porción de la producción. Esto en virtud a que esos costos ya fueron deducidos de la base gravable total y volver a deducirlos constituye una doble deducción del mismo costo.

En síntesis, la revisión de estas normas tributarias actuales permitiría incrementar los ingresos del impuesto a la renta, enviando la señal adecuada en el contexto internacional de que no se establecen ventajas tributarias a actividades extractivas de alta generación de GEI.

## Capítulo 9

### OTROS INSTRUMENTOS

---

Este capítulo cubre el análisis cualitativo sobre armonización con crecimiento verde y cambio climático de cuatro instrumentos:

- **Beneficios a energías renovables.** Incentivos tributarios y financieros para la generación energética a partir de energías renovables.
- **Exención al predial.** Exenciones del impuesto predial, para predios con coberturas de bosques naturales.
- **Sobretasa al predial.** Porcentaje sobre el recaudo total del impuesto predial para financiación de las corporaciones autónomas regionales
- **Impulso a la reposición del parque de carga.**

Para cada uno de ellos se analiza la armonización frente a los siguientes aspectos u objetivos de la estrategia de crecimiento verde y la política de cambio climático:

- Crecimiento sostenible y bajo en carbono: se buscan acciones que al tiempo que mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero, generan cobeneficios en el crecimiento de la economía.
- Productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales: Se buscan acciones que incrementen la producción sostenible o el consumo responsable, o acciones que reduzcan los costos o la cantidad de insumos requeridos en un proceso.
- Calidad ambiental y uso sostenible de los recursos naturales: se buscan acciones que incentiven la conservación, la protección y el uso sostenible de los recursos naturales, y también se busca el adecuado funcionamiento de los ecosistemas, la reducción de la contaminación y demás alteraciones en las características
- Gobernanza ambiental: se busca el cumplimiento de las disposiciones relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, tanto desde lo público como desde los agentes privados incluidas las comunidades y otras expresiones de la sociedad civil.

- Adaptación al cambio climático: se persigue minimizar los riesgos, amenazas e impactos sociales y económicos generados por la variabilidad climática (PNACC, 2012), la reducción de la vulnerabilidad climática y un desarrollo resiliente.

## 9.1 BENEFICIOS ECONÓMICOS A ENERGÍAS RENOVABLES

### 9.1.1 Descripción del instrumento

#### DEFINICIÓN

Actualmente en el país existen diferentes incentivos y beneficios que están encaminados a lograr un crecimiento en la generación energética a partir de energías renovables:

- Creación del Fondo FENOGE para la financiación de proyectos de energías renovables no convencionales (art. 10 Ley 1715 de 2014 y art. 368 Ley 1819 de 2016)
- Incentivos tributarios (descuento impuesto de renta, incentivo contable depreciación acelerada de activos, exclusión de IVA y exención del pago de derechos arancelarios) como incentivo a la inversión en proyectos de fuentes no convencionales de energía (art. 11 y siguientes Ley 1715 de 2014).
- Beneficios tributarios derivados del Estatuto Tributario, como incentivo a la investigación, desarrollo tecnológico o innovación (art. 256 ET), a la realización de inversiones en control y mejoramiento ambiental (art. 255 ET), rentas exentas para venta de energía generada con base en eólica, biomasa o residuos agrícolas, solar, geotérmica o de los mares (artículo 235-2 # 7 ET)

A través de este tipo de beneficios, se busca que el país logre un desarrollo sostenible y bajo en carbono, fomentando la investigación, innovación y generación de energía con base en fuentes de energía renovables.

#### EFFECTOS ESPERADOS DEL INSTRUMENTO

El FENOGE apunta a que, la población que no tiene acceso a la energía del Sistema Interconectado Nacional, pueda contar con energía eléctrica a partir de la autogeneración, apoyando proyectos de energías renovables no convencionales. Esto incluye un efecto positivo para la población que no cuenta con acceso a energía eléctrica, permitiéndoles acceder a las ventajas que trae el acceso a tecnologías, que van desde neveras para conservar alimentos hasta el acceso a computadores. Esto le permite a estas poblaciones superar la desigualdad a la que se han visto sometidos por este tipo de falencias en el acceso a los servicios públicos básicos y generar mayores oportunidades en estas zonas del país.

De otro lado, teniendo en cuenta que los incentivos tributarios, están dirigidos a promover la generación de proyectos que impliquen el uso de fuentes no convencionales de energía, los cuales en la mayoría de los casos implican grandes inversiones de capital, la población que puede verse beneficiada por estos se circunscribe a empresas con grandes capitales, que tengan toda la capacidad logística y financiera para conseguir el incentivo.

Esto mismo sucede con los beneficios tributarios a las inversiones en control y mejoramiento ambiental que involucren fuentes no convencionales de energía y las rentas exentas para venta de energía generada con base en eólica, biomasa o residuos agrícolas, solar, geotérmica o de los mares. Este tipo de proyectos, también requieren de importantes inversiones con lo cual en su mayoría benefician a empresas con grandes capitales.

Ahora bien, respecto al incentivo dirigido a la investigación, desarrollo tecnológico o innovación, la población beneficiada se da desde dos perspectivas, quien realiza la inversión y quien recibe el dinero. Quienes realizan la inversión tendrán derecho a descontar de su impuesto sobre la renta a cargo el 25% del valor invertido en dichos proyectos en el período gravable en que se realizó la inversión, siendo necesario que quien realiza la inversión cuente con un capital importante.

Las inversiones se pueden realizar a través de *“investigadores, grupos o centros de investigación, centros e institutos de investigación centros de desarrollo tecnológico, parques de Ciencia Tecnología e Innovación, Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), empresas altamente innovadoras (EAI), en unidades de investigación, desarrollo tecnológico o innovación de empresas, centros de innovación y productividad, incubadoras de base tecnológica, centros de ciencia y organizaciones que fomentan el uso y la apropiación de la ciencia, tecnología e invocación, todos los anteriores, registrados y reconocidos como tales por Colciencias.”* (Artículo 256 del Estatuto Tributario)

La aplicación de este tipo de instrumentos genera importantes efectos positivos, pero también puede generar algunos efectos negativos.

Dentro de los efectos positivos que se esperan, se encuentra que los incentivos a las energías renovables permiten:

- Desincentivar el uso de combustibles fósiles mediante la sustitución por generación energética a partir de energías renovables como la energía eólica, solar, geotérmica, hidráulica, de los mares y de aprovechamiento de biomasa.
- Reducir los impactos locales al medio ambiente y los recursos naturales, por ser más limpias respecto de los combustibles fósiles.

- Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes, minimizando las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Mitigar riesgos. Las energías renovables pueden considerarse como una alternativa segura considerando que no suponen un riesgo para la salud y en principio, no implican la generación de residuos peligrosos.
- Aumentar la sostenibilidad de la generación eléctrica a largo plazo. Las energías renovables, en muchos casos tienen fuentes inagotables de distintos orígenes, de lo cual se infiere que su producción puede ser sostenible en el tiempo.

Por otra parte, deben considerarse algunas barreras y dificultades existentes como son:

- El uso de energías renovables implica una inversión inicial considerable, que en principio puede hacer ver el proyecto como inviable por baja rentabilidad.
- Considerando la naturaleza difusa de este tipo de energías, se tiene que la implementación de las mismas puede generar un mayor uso de suelos aprovechables. Lo anterior está relacionado al hecho que para el uso de este tipo de energías se requiere un gran espacio para su desarrollo, generando un efecto ambiental colateral, que puede afectar ecosistemas y recursos naturales renovables.
- La oferta de la capacidad de generación puede ser reducida frente a la demanda de energía.

### 9.1.2 Armonización con el Crecimiento sostenible y bajo en carbono

Este tipo de instrumentos apunta a la priorización y fomento de tecnologías innovadoras que permitan fortalecer la competitividad del país, al tiempo que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, por la sustitución de fuentes con altos factores de emisión. Es decir que se genera un aumento de la productividad y una disminución de costos en los sectores económicos que utilizan dichas fuentes reduciendo a su vez la emisión de GEI.

En este orden de ideas, la creación, implementación y fortalecimiento de beneficios económicos a las energías renovables, apuntaría específicamente a este objetivo de crecimiento verde y bajo en carbono.

### 9.1.3 Armonización con la productividad y Eficiencia en el uso de los recursos naturales

Las energías renovables pueden contribuir en regiones no interconectadas para lograr que los productores agrícolas o agroindustriales puedan alcanzar una mayor productividad y

eficiencia en su explotación. En regiones interconectadas podrían abaratar costos de la energía. También se puede lograr una combinación en el uso de energías tradicionales con las energías renovables lo cual necesariamente contribuye a una mayor productividad y eficiencia en el uso de recursos naturales, en la medida en que se permitiría la adaptación al cambio climático por los efectos que éste puede tener en la generación hidroeléctrica y naturalmente disminuiría el uso de carbón e hidrocarburos como fuente energética.

#### 9.1.4 Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural

Aunque en este caso no se evidencia de forma clara que los beneficios económicos a las energías renovables puedan llegar a impactar positivamente en el uso sostenible del capital natural, sí se pueden implementar medidas dentro de los requisitos para obtener los beneficios, que obliguen a los titulares y ejecutores de los proyectos a hacer un uso eficiente de los recursos naturales, dar protección a los ecosistemas especiales y áreas del Sistema de Áreas Protegidas y no generar deforestación para la realización de estos proyectos.

Por otra parte, este tipo de energías permiten que el país haga un mejor uso de su capital natural de forma sostenible, entendiendo que éste forma parte la amplia oferta de vientos, geotermia y sol en algunas zonas del país. Al fomentar estas energías, dichas zonas del país podrán ser más competitivas y tener nuevas fuentes de ingresos y de desarrollo.

Igualmente, evidenciando que dentro de las actividades que plantea el gobierno para mejorar la calidad ambiental, se encuentra el manejo integrado de la contaminación, promoviendo la reconversión a tecnologías más limpias, con énfasis en la reducción de las emisiones atmosféricas (ver PND Tomo 2, página 684), lo cual se puede lograr a partir del uso de energías renovables.

Así, los beneficios económicos a energías renovables, permitirán que quienes deseen apuntar a la reconversión a tecnologías más limpias, tengan una mayor oferta de energías limpias a mejores costos y con un mayor beneficio.

De otro lado, el fomento a las energías renovables, hará que otros tipos de energías potencialmente más contaminantes, como la térmica, dejen de generar impactos negativos, tales como emisiones de GEI y de material particulado, y calentamiento de fuentes de agua por vertimientos, con lo cual mejorará la calidad ambiental del país.

### 9.1.5 Armonización con la gobernanza ambiental<sup>64</sup>

Respecto a este punto, se evidencia que la utilización de estos instrumentos no ha tenido el impacto que se esperaba cuando se expedieron las normas que los regulan.

Así, para conseguir que el beneficio económico sea efectivo, haciendo viable y posible su obtención por parte de los interesados, se requiere la acción coordinada y efectiva de las instituciones competentes para realizar el análisis de las solicitudes para el otorgamiento de estos beneficios, alcanzando los objetivos de crecimiento y desarrollo sostenible.

Esto implicaría entonces el fortalecimiento de las autoridades ambientales (y otras), para la toma de decisiones y de los particulares, para que conozcan cómo acceder a estos beneficios y desarrollen proyectos que apunten a ello, promoviendo la participación ciudadana y logrando una mejor distribución del uso del capital natural.

### 9.1.6 Armonización con la adaptación al cambio climático

En términos de adaptación al cambio climático, no se evidencia que los beneficios económicos para energías renovables puedan tener una incidencia directa, pues estos estarían más dados hacia la mitigación de este fenómeno.

Sin embargo, colateralmente si se armoniza con la adaptación en la medida en que se crea una alternativa energética a la generación hidroeléctrica que se puede ver afectada por fenómenos climáticos extremos de sequía, lo cual a su vez garantiza la seguridad nacional energética.

Se debe observar que los proyectos que se realicen en materia de energías renovables, cuenten con criterios de gestión del riesgo derivados de los cambios climáticos extremos. Así, esto podría exigirse a quienes presenten proyectos para la obtención de beneficios económicos, con el fin de evitar pérdidas económicas en las inversiones realizadas en materia de energías renovables, en zonas de alto riesgo de desastre.

---

<sup>64</sup> Gobernanza es "la interacción entre instituciones, procesos y tradiciones de cómo se ejerce el poder, cómo se toman las decisiones en torno a cuestiones de interés público y a menudo privado, y cómo [...] es que los grupos interesados se hacen escuchar". Stoll-Kleemann, S. et al. *Linking Governance and Management Perspectives with Conservation Success in Protected Areas and Biosphere Reserves*. Berlín: Humboldt University, 2006.



## 9.2 EXENCIÓN AL PREDIAL

La exención predial por conservación de la biodiversidad, es un beneficio que otorgan ciertos municipios a los propietarios de predios privados que cumplan con los requisitos ambientales establecidos a través de un acuerdo del Concejo Municipal.

Sobre el particular, cabe precisar que la exención predial por conservación de la biodiversidad tiene su sustento principal en la Política Nacional para La Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, en la cual se identificó que mediante la cual se busca planificar, ejecutar y monitorear las acciones tendientes a la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, con el fin de mantener la resiliencia de los sistemas ecológicos a nivel nacional, regional y local.

De conformidad con lo dispuesto en la política en comento, la resiliencia debe entenderse como *“la capacidad de los socioecosistemas de absorber los disturbios y reorganizarse mientras se llevan a cabo cambios que permiten mantener la misma función, estructura, identidad y retroalimentación aumentando su capacidad de aprendizaje y adaptación al cambio, de manera que se mantenga y aumente el suministro de servicios ecosistémicos”*<sup>65</sup>.

Así, con este beneficio se busca que a través de iniciativas privadas de conservación se logren las metas de conservación determinadas por cada municipio, de conformidad con sus planes de desarrollo, planes de ordenamiento ambiental y la legislación vigente.

### 9.2.1 Descripción del instrumento

#### DEFINICIÓN

El impuesto predial es un tributo municipal de carácter directo, que grava los bienes inmuebles ubicados dentro del municipio. En este orden de ideas, es potestad del Concejo Municipal exonerar del pago de este impuesto a los propietarios de predios que realicen proyectos de conservación de la biodiversidad.

Así, a través de un acuerdo municipal se deberá establecer que en el evento en que dentro del predio se realicen actividades que no resulten armónicas ni sean compatibles con la conservación, se configurará una causal para no dar aplicación a este instrumento.

De conformidad con lo expuesto, la finalidad de esta exención es que aquellos propietarios de predios que se destinen a actividades que propendan por la conservación de la

---

<sup>65</sup> Política Nacional para La Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos.

biodiversidad, puedan obtener un alivio tributario y con ello se promuevan este tipo de acciones voluntarias.

## 9.2.2 Efectos esperados del instrumento

Dentro de los efectos positivos se evidencian:

- Promover el desarrollo de actividades de conservación de la biodiversidad en predios que están en desuso por parte de su propietario.
- Reducir los impactos al medio ambiente y los recursos naturales mediante el desarrollo de actividades de conservación de la biodiversidad.
- Incentivar al sector privado para que proteja la biodiversidad de sus predios destinando los mismos a actividades de conservación.
- Propender por la conservación de aquellos predios localizados en áreas protegidas, que se encuentran en cabeza de privados.
- La exención del impuesto predial por conservación de la biodiversidad, puede constituir un mecanismo mediante el cual se logre obtener un impacto más eficaz en términos de desarrollo sostenible, logrando metas de conservación que se fijen en los planes de desarrollo municipales y en general con la normativa ambiental vigente.<sup>66</sup>

Sin perjuicio de lo anterior, deberán tenerse en cuenta algunas barreras y dificultades que se presentan frente a este instrumento, tales como:

- La exención del impuesto predial no resulta ser un incentivo lo suficientemente sólido para desincentivar las actividades industriales y todas aquellas que conlleven con su ejecución el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables.
- Las autoridades regionales y locales deberán entrar a regular el procedimiento para acceder a este incentivo, lo cual podría resultar engorroso de cara a los propietarios de los predios.
- En general, este beneficio es potestativo de los municipios, con lo cual, entendiendo que la conservación del medio ambiente es un deber Constitucional y desde el punto de vista legal no es obligatorio otorgar incentivos cuando esto se da, se deja a criterio de cada municipio la creación de este incentivo, con lo cual dependerá en cada caso de su voluntad.

---

<sup>66</sup> Política Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, Marco Legal Nacional Vigente, págs. 13 – 18.

- Cuando la actividad de conservación deriva de una obligación impuesta por una autoridad, la misma en principio no podrá ser objeto de un incentivo tributario.
- En el evento en que el impuesto predial tenga un costo muy bajo, este instrumento no constituirá realmente un incentivo para propender por la conservación.
- En lo que respecta a la exención al predial, cabe poner de presente que *“el amplio manejo discrecional que la legislación otorga a la administración en incentivos como el referido a la exención del impuesto predial hace que cada entidad territorial decida de qué manera implementa este incentivo, lo que puede resultar nada o poco atractivo para los titulares de los predios”*<sup>67</sup>

Una vez expuestos los efectos que puede tener la exención predial, se tiene que con la misma se verán beneficiados los propietarios que destinen sus predios a actividades de conservación. Por su parte la entidad pública titular del crédito, encargada de recaudar el impuesto predial, se podrá ver afectada, considerando que dejará de recibir un rubro económico.

### 9.2.3 Armonización con el Crecimiento sostenible y bajo en carbono

En términos de armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono, se tiene que este instrumento no tiene una incidencia directa. Si bien mediante el mismo se propende por el desarrollo de actividades de conservación en predios que estén en cabeza de privados, se tiene que dicho instrumento no prioriza opciones de desarrollo que estén basadas en la innovación y el aumento de la productividad sostenible.

Lo anterior, partiendo de la base que con la aplicación del incentivo de exención predial por conservación de la biodiversidad no se está interviniendo directamente en el desarrollo de los sectores ni se transforman sus procesos para propender con el crecimiento sostenible y bajo en carbono.

De conformidad con lo expuesto, es dable afirmar que con este instrumento no se mejora el desempeño ambiental de los procesos productivos de las empresas, partiendo de la base que el mismo aplica solamente para aquellos predios que se destinen a la conservación.

### 9.2.4 Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales

---

<sup>67</sup> Tomado de

<http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wpcontent/uploads/2015/10/SIMPOSIO-7.-Reservas-naturales-de-la-sociedad-civil-en-los-subsistemas.pdf>

Podría afirmarse que este instrumento genera unos menores costos para aquel que desee destinar su predio a la conservación, aunque en términos prácticos dicho valor pueda ser irrisorio. Igualmente, se evidencia que con este tipo de incentivos se podría incrementar la generación de proyectos de producción sostenible de servicios, como el ecoturismo.

#### 9.2.5 Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital ambiental

Este instrumento apunta directamente al mantenimiento de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, partiendo de la base que para poder acceder a este beneficio resulta ser un requisito *sine qua non* que el titular del predio objeto de la exención lleve a cabo en el mismo exclusivamente actividades de conservación.

Así, con este instrumento se propende porque no se generen cambio de usos del suelo, permitiendo el mejoramiento de la calidad ambiental y su uso sostenible en proyectos de conservación. Sin embargo, el impuesto predial en el sector rural no suele tener un valor que lleve a generar un análisis costo- beneficio positivo para optar por la realización de proyectos de conservación.

#### 9.2.6 Armonización con la gobernanza ambiental

Partiendo de la base que la armonización con la gobernanza ambiental busca fortalecer la gobernabilidad de las instituciones, con el fin de garantizar la efectividad en el ejercicio de las autoridades ambientales y mejorar la gestión ambiental del país, se tiene que para que el instrumento resulte viable y produzca los efectos esperados, deberá contarse con una acción coordinada entre las autoridades para que se establezca de forma clara cómo puede accederse al beneficio y que dicho procedimiento no resulte demasiado oneroso y engorroso para el particular. De esta forma, se podrá promover la participación de la comunidad para acceder a este incentivo.

En lo que respecta a este incentivo, se tiene que el mismo puede mejorar la relación entre los actores y el gobierno, considerando que con la aplicación de éste la comunidad tendrá la certeza de que existe un reconocimiento por parte del Estado frente a las actividades que se desempeñan con miras a la conservación y protección del medio ambiente, el cual se verá reflejado a través de la exención predial.

A efectos de que dicha relación mejore, resulta importante que el gobierno realice un barrido predial con miras a establecer a ciencia cierta cuál es la situación jurídica de cada uno de los

predios y determinar junto con el catastro el valor real de los mismos para que la exención constituya un incentivo real.

## 9.2.7 Armonización con la adaptación al cambio climático

Mediante esta estrategia se busca hacer frente a las causas de vulnerabilidad del país frente al cambio climático. En atención a esto, en principio podría pensarse que este instrumento tendría una incidencia directa en lo que respecta a la armonización con el cambio climático.

Sin perjuicio de lo anterior, es dable afirmar que al ser la exención predial un incentivo que aplica para aquellos casos en que se propende por la conservación de la biodiversidad de un predio, se tiene que el mismo constituye un mecanismo por medio del cual se planifica y monitorea la protección de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, manteniendo de esta forma la resiliencia de los sistemas ecológicos.

En atención a esto, se encuentra que este instrumento puede contribuir con la reducción de la variabilidad climática partiendo de la base que mediante el mismo se incentiva a los particulares a llevar a cabo la conservación de la biodiversidad, evitando la alteración de los ecosistemas.

## 9.3 SOBRE TASA AL PREDIAL

La sobretasa al predial encuentra su asidero legal en el artículo 317 de la Constitución Política de Colombia, el cual fue desarrollado por el artículo 44 de la Ley 9 de 1993 mediante el cual se da autonomía a la autoridad local para que defina un porcentaje del pago del impuesto predial para ser destinado a la protección del medio ambiente.

El recaudo que se realice por parte de los municipios o distritos, deberá ser asignado a las Corporaciones Autónomas Regionales que pertenezcan a su jurisdicción, quienes deberán destinar los recursos provenientes de la sobretasa al predial a la ejecución de programas y proyectos de protección o restauración del medio ambiente y los recursos naturales renovables.

Cabe precisar que el hecho que la sobretasa predial y el impuesto predial compartan la misma base gravable, no implica que sean iguales. Esto se afirma de la base que el impuesto predial es de carácter municipal y grava el valor de los inmuebles urbanos y rurales del municipio, sin importar si están destinados a un uso residencial o productivo.

### 9.3.1 Descripción del instrumento

## DEFINICIÓN

Constituye un instrumento que permite recaudar fondos por medio de una base que no está asociada directamente a un tema ambiental, pero que tiene una destinación exclusiva dirigida a propender por la protección y recuperación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Lo anterior, de conformidad con lo dispuesto mediante la Sentencia C 305/95 emitida por la Corte Constitucional.

Por su parte, la Corte Constitucional mediante Sentencia C 292 de 2015, Magistrado Ponente Luis Ernesto Vargas Silva, definió la sobretasa al predial como:

*“La sobretasa ambiental goza de soporte constitucional (Arts. 294 y 317 C.P.). En virtud de ella se permite a los municipios establecer sobretasas destinadas a financiar los proyectos de las entidades encargadas del manejo y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, dentro de la jurisdicción de los respectivos municipios.”*

## EFFECTOS ESPERADOS DEL INSTRUMENTO

### 9.3.2 Efectos esperados del instrumento

Una vez analizado el instrumento, se tiene que el mismo podrá generar efectos positivos de cara a la protección del medio ambiente, a saber:

- Reducir la contaminación y mejorar la calidad ambiental.
- Contribuir con la política de cambio climático.
- Destinación de recursos para contribuir con las problemáticas ambientales que presentan los municipios y/o departamentos.

Sin perjuicio de lo anterior, como debilidad se encuentra que en el evento en que las autoridades ambientales no inviertan los recursos en debida forma o los destinen a actividades que no tienen una incidencia positiva sobre el medio ambiente, se tiene que dichas inversiones no lograrán la meta ni los beneficios esperados con el instrumento y por ende no se verán reflejados en la protección del medio ambiente o los recursos naturales.

### 9.3.3 Armonización con el Crecimiento sostenible y bajo en carbono

Una vez analizado este instrumento, se tiene que mediante el mismo se puede contribuir con la estrategia de armonización con el crecimiento sostenible y bajo en carbono, considerando

que con los recursos asignados a las autoridades ambientales podrán implementar programas y proyectos que promuevan el uso de tecnologías que propendan por la protección del medio ambiente.

Lo anterior, a efectos que las empresas desarrollen sus actividades basando el proceso productivo en dichas tecnologías con el fin de reducir la contaminación y mejorar la calidad del medio ambiente y los recursos naturales renovables.

#### 9.3.4 Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales

En este caso, la sobretasa al predial, apuntaría a este aspecto, siempre y cuando los proyectos que se generen por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales, así lo hagan. De esta manera se puede apuntar al fortalecimiento del desempeño ambiental de sectores productivos, buscando mejorar su competitividad, reducir conflictos por contaminación, costos asociados a la degradación ambiental entre otros. Igualmente depende de la articulación del plan de desarrollo del municipio y el uso de la sobre tasa al predial.

#### 9.3.5 Armonización con la calidad ambiental y uso sostenible del capital natural

En vista que este instrumento apunta a recaudar fondos para la ejecución de programas y proyectos de protección o restauración del medio ambiente y los recursos naturales renovables, esto contribuye directamente con la reducción de la contaminación y la preservación del medio ambiente.

Además, esta estrategia puede apuntar a mejorar la calidad ambiental, a partir la gestión integral del recurso hídrico, planificación y gestión ambiental urbana para el mejoramiento del bienestar social, gestión de la contaminación del aire y del suelo. Así, mediante los recursos recaudados con la sobretasa predial la autoridad ambiental podrá invertir en programas que propendan por esta materia, logrando de esta forma proteger los ecosistemas, reducir la contaminación y preservar el medio ambiente y los recursos naturales.

#### 9.3.6 Armonización con la gobernanza ambiental

Se encuentra que con este instrumento se puede contribuir con el desarrollo de la estrategia de armonización con la gobernanza ambiental, garantizando la efectividad del ejercicio de las autoridades ambientales y mejorando la gestión ambiental del país.

Lo anterior, partiendo de la base que con la sobretasa al predial se generarán recursos que serán asignados a las diferentes autoridades ambientales para que las mismas los destinen en ejecución de programas y proyectos de protección o restauración del medio ambiente y los recursos naturales renovables.

Para esto, resulta importante que las autoridades ambientales realicen inversiones planificadas y destinadas a acciones o proyectos que realmente generen impactos positivos y que sean significativos para el medio ambiente. De no ser así, se tiene que la sobretasa al impuesto predial resulte infructuosa.

### 9.3.7 Armonización con la adaptación al cambio climático

La sobretasa al predial tiene una incidencia directa con la estrategia de armonización al cambio climático, partiendo de la base que mediante la misma se pretende recaudar fondos para destinarlos a la proyección del medio ambiente y los recursos naturales, con lo cual se puede lograr reducir la contaminación y el mejoramiento de las condiciones ambientales.

En atención a lo anterior, se tiene que para lograr armonizar este instrumento con la adaptación al cambio climático, deberá garantizarse que las autoridades ambientales efectivamente destinen los recursos recaudados con la sobretasa al predial, a proyectos y actividades que en la práctica resulten eficientes y eficaces para la materialización de la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

Así las cosas, se colige que las inversiones que se realicen con ocasión de la sobretasa predial deberán apuntar a la reducción de la contaminación y a la mejora de la calidad ambiental, teniendo en cuenta las problemáticas de cada uno de los municipios, a efectos de promover un desarrollo planificado y acorde con la evolución del cambio climático y la variabilidad climática.

## 9.4 IMPULSO A LA REPOSICIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR DE CARGA

### 9.4.1 Descripción del instrumento

#### **DEFINICIÓN**

La reposición del parque automotor y la subsiguiente desintegración vehicular corresponde a un asunto del cual se han ocupado, tanto las políticas y normas de tránsito y transporte, como de ambiente, con el objeto de minimizar los riesgos para los usuarios, la competitividad,



calidad, eficiencia y disminución de las cargas contaminantes presentes en las emisiones atmosféricas.

En este contexto, con la expedición del documento CONPES 3489 de 2007 el cual estableció la Política Nacional de Trasporte Público Automotor de Carga, señala que el 57% del parque automotor de carga en Colombia *“correspondía a vehículos de más de 20 años de vida útil, con un promedio de 24.4 años de edad”*. Para tal efecto recomendó que los Ministerio de Trasporte y Hacienda, en conjunto con el Departamento Nacional de Planeación, propusieran medidas pertinentes para la modernización del parque automotor del servicio público de carga a través de la implementación de un programa de reposición.

Posteriormente, y en desarrollo del anterior instrumento, en el año 2013 se expidió el CONPES 3759 de 2013 que declaró la importancia estrategia del Programa de Promoción para la Reposición y Renovación del Parque Automotor de Carga, con el objeto entre otros, de *“mitigar los efectos negativos de las principales externalidades del transporte (contaminación, congestión, accidentalidad, costos variables), y a proponer medidas integrales para la mejora de las condiciones de los actores: propietarios, clientes del servicio, conductores y sus familias, y la sociedad en general”*. Adicionalmente se propuso incentivar la renovación del Parque Automotor de Carga de forma simplificada. (Subrayado fuera de texto).

Se agrega, que *“el 37,3% de los camiones de servicio público tiene más de 20 años en servicio<sup>18</sup>, lo que se traduce en costos operativos elevados (reparaciones más frecuentes y costosas y mayor consumo de combustibles y lubricantes), baja rentabilidad para sus propietarios, y altas externalidades negativas, reflejadas en contaminación ambiental, congestión en los principales corredores de carga y accidentalidad”*. (Subrayado fuera de texto).

Respecto de la contaminación atmosférica y emisión de GEI por la actividad del transporte de carga, el mencionado instrumento advierte que la *“combustión de energéticos al interior de los motores de los vehículos, implica la emisión de una amplia gama de contaminantes atmosféricos entre ellos el material particulado (PM) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El primero genera impactos directos sobre la salud humana, pues ocasiona y exacerba enfermedades cardiorrespiratorias; el segundo, contribuye al fenómeno global de cambio climático. Indiscutiblemente, los niveles de emisión de estos contaminantes están relacionados con la edad de los vehículos, pues los automotores más modernos cuentan con sistemas de control de emisiones, con condiciones técnico mecánicas que garantizan procesos de combustión más eficientes y menores tasas de consumo de combustible por kilómetro recorrido.*

Según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME),

*“el sector económico que más consumió derivados del petróleo en el año 2009 fue el transporte con el 37,1%, seguido por la industria con el 24,2%. Consistentemente, el mayor consumidor de combustible en este mismo periodo fue el transporte de carga interurbano, con aproximadamente 24 mil Teracalorías (unidad de consumo energético) provenientes del diésel, siendo este consumo el más alto dentro del sector transporte en general. La combustión de estos energéticos implica la emisión de cerca de 3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> anuales, equivalentes a un 3% del total de GEI (Gases Efecto Invernadero) emitidos en el país. Suponiendo la desintegración de un total de 30,000 unidades, y adoptando una distribución entre reconocimiento económico y renovación del vehículo de 50/50 (similar a la tendencia histórica), sería posible obtener una reducción de 1,400 toneladas de material particulado (PM) y 520,000 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en un año, lo cual podría traducirse en beneficios económicos de \$5,500 millones”.*

En este contexto y respecto de la reposición del parque automotor el artículo 2 del Decreto 2085 de 2008<sup>68</sup> incorporado hoy en el Decreto 1079 Único Sectorial de Transporte, señala en el artículo 2.2.1.7.7.2., el “Ingreso a reposición” mediante el “registro inicial de vehículos de transporte terrestre automotor de carga de servicio público y particular se hará por reposición ante cualquier organismo de tránsito, previa demostración de que (i) el(los) vehículo(s) objeto de reposición fueron sometidos al proceso de desintegración física total y (ii) la licencia de tránsito fue cancelada.

En los casos de pérdida o destrucción total o por hurto, la reposición de vehículos de transporte terrestre automotor de carga de servicio público y particular no requerirá de los requisitos señalados en el inciso anterior”.

Recientemente se expidió el Decreto 1517 de 2016 modificatorio del Decreto 1079 de 2015, mediante el cual se crea el Registro Único Nacional de Desintegración Física de Vehículos e Ingreso de Nuevos Vehículos de Transporte Terrestre Automotor de Carga - RUNIS TAC, entre otras medidas. Igualmente la Resolución 332 de 2017<sup>69</sup> cuyo objetivo es crear los procedimientos para la operación y funcionamiento del Programa de promoción para la reposición y renovación del parque automotor de carga nacional.

Ahora bien, respecto de la desintegración vehicular, la Ley 769 de 2002 (Código Nacional de Tránsito Terrestre) en el artículo 2 define el proceso de Chatarrización como la “Desintegración total de un vehículo automotor”. Con la expedición de la Ley 1630 de 2013<sup>70</sup> se establecen exoneración del pago de impuestos sobre vehículos a someter al proceso de desintegración física vehicular, se ordena a los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS y Transporte reglamentar las condiciones y requisitos ambientales por medio de los cuales las entidades desintegradoras y/o centros de tratamiento de vehículos

---

<sup>68</sup> Por el cual se reglamenta el ingreso de vehículos al servicio particular y público de transporte terrestre automotor de carga.

<sup>69</sup> por la cual se definen las condiciones y el procedimiento de los trámites inherentes a la política pública de modernización del parque automotor de carga y se dictan otras disposiciones.

<sup>70</sup> "Por medio de la cual se establece una exoneración tributaria sobre el impuesto de vehículos automotores y se dictan otras disposiciones en materia de desintegración física vehicular".

fuera de uso deben desarrollar el proceso de desintegración física total vehicular y a cancelación de la licencia de tránsito de vehículos particulares, respectivamente.

En tal sentido, el MADS expidió la Resolución 1606 de 2015<sup>71</sup> con el fin de reglamentar las condiciones y requisitos ambientales que las Entidades Desintegradoras, deben cumplir para desarrollar el proceso de desintegración de vehículos automotores, observando el cumplimiento de la normatividad ambiental relativa a emisiones atmosféricas, ruido, vertimientos líquidos, residuos peligrosos, residuos no peligrosos y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), entre otras.

Como se observa hasta lo dicho, la reposición de vehículos de carga busca el ingreso de nuevas tecnologías vehiculares menos contaminantes para lo cual los vehículos usados deben someterse al proceso de desintegración como un proceso técnico con el fin de prevenir la contaminación ambiental.

A lo anterior habría que agregar que según datos de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire (MADS, 2010) reporta el incremento de la contaminación atmosférica es la responsable de los *“efectos que se han causado a la salud de las personas y al medio ambiente más aún cuando es conocido que las pérdidas causadas anualmente en el país por la contaminación local del aire ascienden a 1,5 billones de pesos<sup>16</sup>, que incluyen afectaciones por cáncer, asma, bronquitis crónica, desórdenes respiratorios y aumento de muertes prematuras, entre otros”*. Problemática que por su puesto hoy es mayor tanto en términos de mortalidad, morbilidad y costos económicos de atención en salud o correctiva.

En tal sentido el instrumento propuesto se define en el marco de la ejecución de la política de reposición vehicular del transporte de carga como el reconocimiento de un valor al propietario que lo someta al proceso de desintegración el vehicular al final de su vida útil<sup>72</sup>.

#### **EFFECTOS ESPERADOS DEL INSTRUMENTO**

Al aplicar el instrumento se esperan los siguientes posibles efectos:

- 1) Renovación del parque automotor de carga.
- 2) Disminución de la contaminación ambiental atmosférica especialmente de Material Particulado (MP), Ozono, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y CO, que hoy especialmente afectan a las grandes ciudades del país.

---

<sup>71</sup> Por la cual se reglamenta el artículo 4 de la Ley 1630 de 2013 y se dictan otras disposiciones.

<sup>72</sup> Para lo cual las normas de transporte señalan que hasta 20 años.

- 3) Prevención y disminución de las enfermedades respiratorias especialmente en la población vulnerable como niños y ancianos.
- 4) Prevención y disminución del número de muertes por afectaciones respiratorias o enfermedad pulmonar especialmente en la población vulnerable como niños y ancianos.
- 5) Mejora en la calidad de vida y bienestar de los habitantes especialmente de las grandes ciudades y corredores viales.
- 6) Disminución de la emisión de Dióxido de Carbono – CO<sub>2</sub> y gases equivalentes que agravan el cambio climático.
- 7) Contribución al cumplimiento de las metas de reducción de GEI del país ante la Convención Marco de Cambio Climático y COP 21 del 20%.
- 8) Mayor competitividad, calidad y eficiencia del transporte de carga con beneficios económicos y sociales para el país.
- 9) Disminución de la congestión vehicular en las grandes ciudades por la eficiencia del parque automotor.
- 10) Aprovechamiento de las inversiones que ha realizado el país en mejorar la calidad de los combustibles y el suministro por parte de Ecopetrol (Reficar de Cartagena S.A y Barrancabermeja) coherente con la mayor eficiencia de las nuevas tecnologías vehiculares.
- 11) Sustitución de actividades o negocios contaminantes o poco amigables con el ambiente.
- 12) Cumplimiento de las metas fijadas por los instrumentos de política y/o regulatorios de impulso a la reposición del parque automotor de carga (CONPES 3489 de 2007 y 3759 de 2013).
- 13) Podría retrasar la sustitución hacia vehículos eléctricos y sistemas de transporte de carga como el Tren Eléctrico con cero emisiones y que previenen deterioro en la red vial nacional.

#### 9.4.1 Armonización con el crecimiento bajo en carbono

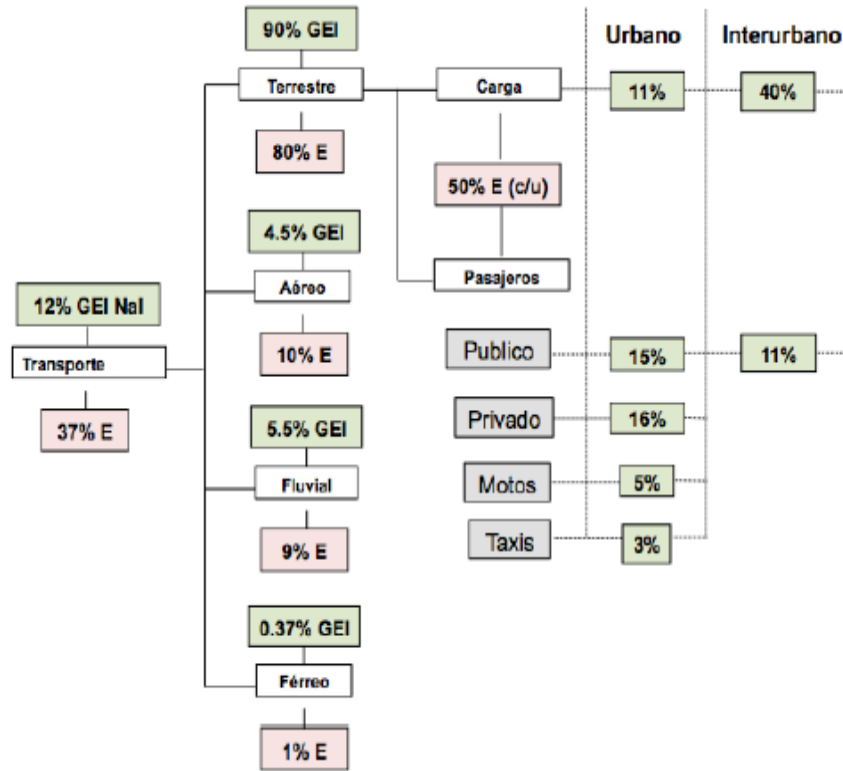
Los instrumentos de política y normativa en materia de mitigación del cambio climático como la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC, 2012) buscan “desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico

nacional”. A través del diseño de planes acción sectoriales PAS<sup>73</sup> mitigación de desarrollo bajo en carbono, compuesto de a planes, programas, medidas y políticas que estarán priorizadas teniendo en cuenta la contribución al desarrollo del sector (agricultura, transporte, energía, etc.,) potencial de reducción de GEI, con beneficios sociales, económicos y ambientales, así como los costos de implementación.

A este respecto, se tiene la expedición del PAS de Transporte en el cual se señala que el sector transporte participa con el 4% en el PIB, correspondiendo al mayor consumidor de energía del país, demandando el 35% del total de los derivaos del petróleo (373,000 TJ en el año 2009) y que el sector aporta el 12% al inventario nacional (20 millones de toneladas, al año 2009) y el subsector carretero es responsable por el 90% de dicha cantidad.

En la siguiente figura tomada del PAS sector transporte se puede observar los consumos de energía y aportes de GEI del sector.

**Figura 9.1 Consumo de energía y emisión de GEI del sector transporte**



<sup>73</sup> O también conocido como NAMs (Acción voluntaria para la reducción de emisiones de CO2 o equivalentes). De conformidad con el Minambiente (2016) con dichos planes se evitaría que las emisiones crezcan de manera exponencial por el uso de las actuales tecnologías, en el 2030 las emisiones se habrán incrementado en más del 60% y en el 2040 estaremos emitiendo más del doble de las emisiones actuales.

Fuente: (Mintransporte, s.f.)

Como medidas y meta de reducción de GEI, se propone en el Anexo 1 “Medidas de Mitigación” del documento bajo análisis lo siguiente:

Medida	Descripción	Reducción CO <sub>2</sub> (M Ton)	\$USD/Ton
Desintegración del parque automotor de carga	Chatarrización de 5,000 camiones al año entre el 2014 y el 2024. La medida propone continuar con esta meta entre el 2024 y el 2040. Esto significa para el periodo 2024-2040, 3,000 camiones adicionales respecto a lo propuesto para estos años en la línea base.	17	-91
Renovación del parque automotor de carga	La medida inicia en el 2015 y consiste en renovar toda la flota con edad superior a 30 años. Los vehículos que son reemplazados se chatarrizan. Esta medida se aplica sobre la flota cuando ya se ha aplicado la medida anteriormente expuesta sobre chatarrización. En el año 2040 el 30% de la flota ya ha sido renovada	27	-12

De lo señalado se tiene que la reposición por desintegración del parque automotor de carga que ha llegado al fin de su vida útil reporta beneficios en materia de cambio climático por reducción de GEI del sector y contribuye al desarrollo sostenible por la emisión menores cargas contaminantes a la atmosfera.

#### 9.4.2 Armonización con la productividad y eficiencia en el uso de los recursos naturales:

Además de lo señalado en los instrumentos de política pública en materia reposición y/o modernización del parque automotor, otros lo estiman como una oportunidad de negocio e incremento de la competitividad y productividad del país (CONPES 3527 Política Nacional de Competitividad y Productividad, 2008) y (CONPES 3668, Informe de Seguimiento a la

Política Nacional de Competitividad y Productividad, 2010) que está ligado con el desarrollo de otros sectores de la economía.

Igualmente, uno de los elementos de la sostenibilidad data con el máximo aprovechamiento<sup>74</sup> de los recursos naturales con el objeto de disminuir su consumo o extracción.

En este sentido, el incentivo a la reposición del parque automotor de carga permite mayor eficiencia en la combustión de los combustibles con lo cual no solo se reduce el consumo de los recursos naturales no renovables como el petróleo y sus productos derivados, sino que disminuye los costos para empresas dedicadas al transporte y los de sus clientes, lo cual aumenta las posibilidades y crecimiento del sistema productivo y el PIB nacional.

#### 9.4.3 Calidad ambiental y uso sostenible del capital natural

La calidad ambiental está relacionada con el mantenimiento de las condiciones o estándares ambientales o de los recursos naturales renovables, como presupuesto para asegurar la sostenibilidad o conservación. En este contexto, el incentivo propuesto contribuye a que el sector transporte cumpla con los estándares o límites permisibles establecidos para fuentes móviles señalados en el Decreto 1076 de 2015 Único Sectorial de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Resolución 910 de 2008<sup>75</sup> modificada por la Resolución 1111 de 2013 del MADS y demás normas que las adicionen o sustituyan.

Con la reposición del parque automotor de carga y desintegración vehicular contribuye a garantizar la calidad del aire en los niveles establecidos en la reglamentación ambiental. Y además ayuda a la estabilidad climática e hidrológica.

De otro lado, el incentivo de reconocimiento de un valor al propietario que lo someta al proceso de desintegración el vehicular al final de su vida útil, está dirigida a potenciar las acciones de prevención y control de la contaminación atmosférica, lo cual contribuye con su sostenibilidad de los sistemas naturales y con efectos adicionales positivos para el bienestar y la salud de las personas.

Igualmente, con respecto del manejo seguro de los residuos (ordinarios, peligrosos y RAEE) producto de la desintegración vehicular, se previene la contaminación al espacio público, ríos, quebradas, lagos, humedales y bosques y fauna, etc.

---

<sup>74</sup> A este respecto, el artículo 9 del Decreto ley 2811 de 1974 señala que el uso de los recursos naturales renovables y demás elementos ambientales debe hacerse de forma eficiente de tal manera que se logre su máximo aprovechamiento. Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 (Hoy Decreto 1076 de 2015) y se adoptan otras disposiciones.

#### 9.4.4 Armonización con la gobernanza ambiental

En la prevención y control de la contaminación ambiental del aire intervienen diferentes actores públicos como privados (Minambiente, Mintransporte, Cars, Entes Territoriales y el sector privado de transporte de carga, etc.). En este sentido, el incentivo a la reposición y desintegración vehicular contribuye a la articulación, cumplimiento de los programas y metas de reducción de emisión de GEI especialmente del sector transporte y de la reglamentación de prevención y control de la contaminación atmosférica.

Igualmente, contribuye a la cohesión y el cumplimiento de las metas de productividad y competitividad del país y las de las regiones, pues agiliza el transporte o intercambio de mercancías desde los centros de producción hasta los puertos o centros de oferta y demanda, con menor emisión de contaminantes a la atmosfera.

#### 9.4.5 Armonización con la adaptación al cambio climático

En el documento<sup>76</sup> del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC, 2012) establece una interacción estrecha entre clima, ecosistemas y el desarrollo. En este sentido y aunque la reposición vehicular está más relacionada con la mitigación, no es menor cierto que ese solo hecho contribuye a la lucha contra el cambio climático y por ende reducción de los riesgos, peligros, amenazas y adaptación de las poblaciones y centros urbanos.

Vale decir, que la desintegración vehicular incorpora la gestión de los residuos ordinarios, peligrosos y RAEE con lo cual se previene la contaminación de los sistemas naturales y especialmente la estructura ecológica de las grandes ciudades (espacio público, ríos, quebradas, lagos, humedales y bosques y fauna, etc.) con lo cual se tiene una mejor capacidad adaptativa o de respuesta ante la variabilidad climática (invierno- verano) y prevención de desastres naturales, sociales y económicos.

---

<sup>76</sup> El PNACC hace parte de las estrategias políticas e institucionales del país. El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos” ha priorizado cuatro estrategias encaminadas a abordar de forma integral la problemática del cambio climático, dentro de las cuales se incluye la formulación e implementación del PNACC. Estas iniciativas se articulan a través de la estrategia institucional planteada en el CONPES 3700, por medio del cual se establece la necesidad de crear el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA).





## BIBLIOGRAFÍA

---

- ACIEM citado por Gas y Energía S.A. (septiembre de 2016). Obtenido de Gas y energía:  
<http://www.gasyenergia.com/datos-tecnico>
- Becerra, M., & Ramos, A. (2002). *Biocomercio sostenible - Procedimientos de apoyo de biocomercio sostenible*. Bogotá: Instituto Alexander von Humbolt.
- CGR. (2013). *Minería en Colombia: Derechos, políticas públicas y gobernanza*. Bogotá, DC: Contraloría General de la República.
- CNRC, PND. (2015). *Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018*. Congreso Nacional de la Republica de Colombia, Colombia.
- Comité Técnico Nacional de Biodiversidad y Competitividad. (2014). *Programa Nacional de Biocomercio Sostenible 2014-2024*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- EDCBC, MADS, GIZ,WRI. (2015). *Documento Nacional del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación*. Bogotá.
- Foro Nacional Ambiental. (2013). Notas sobre el estado de la minería de carbón a gran escala en Colombia. *Políticas Públicas no. 40*.
- Galindo, L., Samaniego, J., Alatorre, J., Ferrer, J., & Reyes, O. (julio de 2014). Paradojas y riesgos del crecimiento económico en America Latina y el Caribe: una visión ambiental de largo plazo. *Medio Ambiente y Desarrollo*.
- Lee, J. (2017). *EPR System and Empty Container Deposit System in Korea*. *Presentación electrónica*. Seoul, Korea: Ministry of Environmet of Korea- Resource Recycling Division.
- MADS. (junio de 2017). *Política nacional de cambio climático: Documento para tomadres de decisión*. Obtenido de [minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co):  
<http://www.minambiente.gov.co/index.php/politica-nacional-de-cambio-climatico-2/politica-nacional-de-cambio-climatico-pncc#politica-nacional-de-cambio-climatico-pncc>
- Martínez, A., & Benavides, J. &. (2015). *Política de regulación de precios de combustibles líquidos para uso automotor en Colombia*. Ecopetrol. Bogotá: Fedesarrollo.

Mintransporte. (s.f.). *Plan de Acción Sectorial (PAS) del sector Transporte*. Bogotá: Ministerio de Transporte.

Morgandi, M. (2008). *Extractive Industries Revenues Distribution at the Sub - National Level. The experience in seven resource - rich countries*. New York: Revenue Watch Institute.

OPTIM-VEA. (2015). *Diseño de instrumentos económicos que reduzcan emisiones de gases efecto invernadero (GEI) de acuerdo a las circunstancias nacionales, la naturaleza y magnitud de los retos específicos para el país en materia de cambio climático y la normativa vigente*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resolucion 1377 (MADS 2015).

Uniandes. (2014). *Productos analíticos sectoriales para apoyar la toma de decisiones sobre acciones de mitigación a nivel sectorial*. Bogotá: EDCBC.

Uniandes. (2015). *Documento soporte para la iNDC Colombiana*. Bogotá: Minambiente.

UPME - Subdirección de energía eléctrica. (Diciembre de 2015). *Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico*. Obtenido de SIEL: [http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento\\_Variables\\_Diciembre\\_2015.pdf](http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento_Variables_Diciembre_2015.pdf)

UPME. (2016). *Balance Energético de Colombia*. Bogotá: Documento interno de trabajo.

UT Econometría-SEI. (2015). *Levantamiento de la Línea de Base de los Fondos de Desarrollo Regional y de Compensación Regional que permita una Futura Identificación y Evaluación de sus Impactos*. Bogotá: DNP.