

**ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO (AIN)
PARA ETIQUETADO DE PLÁSTICOS DE UN SOLO
Y BIOBASADOS, CRITERIOS PARA DETERMINAR
LOS PRODUCTOS PLÁSTICOS
BIODEGRADABLES Y/O COMPOSTABLES EN
CONDICIONES NATURALES Y PRODUCTOS QUE
SUSTITUIRÁN LOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO**

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana

Grupo de Gestión Integral de Residuos y
Pasivos Ambientales

Equipo Plásticos

Bogotá D.C, 2025

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. PROBLEMÁTICA.....	10
2.1. SITUACIÓN DE LOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO EN COLOMBIA Y OBJETIVOS DEL ANALISIS DE IMPACTO NORMATIVO	13
2.2. ARBOL DE PROBLEMAS	17
3. PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS	18
Objetivo Principal.....	18
Objetivos Específicos	18
3.1. ARBOL DE OBJETIVOS.....	20
4. LISTADO DE ACTORES.....	21
5. SELECCIÓN Y ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS	21
Selección de las alternativas.....	21
5.1. Alternativas para los productos sustitutos a los Plásticos de un solo uso	22
5.1.1. Alternativa 1. No regular (statu quo)	24
5.1.2. Alternativa 2. Regular	24
5.1.3. Alternativa 3. Autorregulación - Campañas.....	25
5.2. Alternativas del Etiquetado para los plásticos de un solo uso, plásticos biobasados y los plásticos de un solo uso que no estén referidos en el artículo 5° de la Ley 2232 de 2022	26
5.2.1. Alternativa 1. No regular (statu quo)	27
5.2.2. Alternativa 2. Autorregulación - Campañas.....	27
5.2.3. Alternativa 3. Regular	28
5.3. Alternativas para biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales	29
5.3.1. Alternativa 1. No regular (Statu quo):	30
5.3.2. Alternativa 2. Regular:	30
5.3.3. Alternativa 3. Autorregulación - campañas	31
6. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	33
6.1. Costos y beneficios de las alternativas.....	33
7. ANÁLISIS DE IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS	42
8. RELACION ANALISIS COSTO-BENEFICIO.....	50
8.1. ALTERNATIVAS SOSTENIBLE.....	50
8.2.....	50
8.3. DE COMPOSTABILIDAD Y BIODEGRADABILIDAD EN CONDICIONES AMBIENTALES NATURALES	50

8.3.1.	Alternativa 1: No regular (Status Quo)	50
8.3.2.	Alternativa 2: Autorregulación - Campañas	54
8.3.3.	Alternativa 3. Regulación para la compostabilidad y/o biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales.	58
8.4.	Síntesis de los resultados del ACB para compostabilidad y/o biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales.....	65
9.	RELACION COSTO BENEFICIO PARA EL ETIQUETADO PUSU	67
9.2.	Alternativa 1: No regular (Status Quo).....	67
9.2.	Alternativa 2: Autorregulación – Campañas.....	73
9.3.	Alternativa 3. Regular	76
10.	ALTERNATIVA SUSTITUTOS DE LOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO	86
10.1.	Alternativa 1: No regular (Status Quo).....	86
10.2.	Alternativa 2: Autorregulación - Campañas	89
	Alternativa 4: Regular - Normativa General de obligatorio cumplimiento sobre Materiales Sustitutos Biobasados.....	93
	Alternativa 5: Regular - Normativa General de obligatorio cumplimiento sobre Materiales Sustitutos (Aditivos).....	97
11.	IMPLEMENTACION Y MONITOREO	101
12.	BIBLIOGRAFÍA	106

Índice de tablas

- *Tabla 1. Selección y análisis de alternativas para materiales sustitutos.*
- *Tabla 2. Selección y análisis de alternativas para etiquetado.*
- *Tabla 3. Selección y análisis de alternativas para productos de biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales.*
- *Tabla 4. Impactos positivos y negativos de las alternativas a evaluar*
- *Tabla 5. Precio de las principales resinas importadas (2020,2021, 2022 y 2023) en USD por tonelada.*
- *Tabla 6. Generación de Plásticos de un solo Uso en Colombia (MILES DE TONELADAS)*
- *Tabla 7. Flujo de beneficios de la alternativa No Regular “Status Quo” (cifras en Millones de pesos).*
- *Tabla 8. Flujo de costos de la alternativa No Regular “Status Quo”- Impactos a los ecosistemas marinos (cifras en Millones de pesos)*
- *Tabla 9. Flujo de costos de la alternativa No Regular “Status Quo”- No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)*
- *Tabla 10. Flujo de beneficios de la alternativa reducción en contaminación del mar “incentivos a la autorregulación” (cifras en Millones de pesos)*
- *Tabla 11. Flujo de beneficios de la alternativa autorregulación – Reducción de emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)*
- *Tabla 12. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- Impactos a los ecosistemas (marinos cifras en Millones de pesos)*
- *Tabla 13. Flujo de costos de la alternativa de autorregulación de Emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)*
- *Tabla 14. Flujo de costos de la alternativa de autorregulación No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)*
- *Tabla 15. Flujo de costos de la alternativa autorregulación- costo de las campañas*
- *Tabla 16. Flujo de costos de la alternativa autorregulación- Costos de Campañas (cifras en Millones de pesos)*
- *Tabla 17. Flujo de beneficios de la alternativa de regulación de compostabilidad y/o biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales asociado a la “No entrada de plásticos al océano”*
- *Tabla1 8. Flujo de beneficios de la alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales asociado a la “valorización de residuos”*
- *Tabla 19. Flujo de beneficios de la alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales asociado a la reducción de GEI”*
- *Tabla 20. Flujo de beneficios de la alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales “incentivos a la tarifa”*
- *Tabla 21. Flujo de costos de la alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales asociadas a “costos incrementales de producción” Cifras en millones de pesos.*
- *Tabla 22. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – Costos de vigilancia*
- *Tabla 23. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de Costos de vigilancia*
- *Tabla 24. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de Costos de certificación*

- Tabla 25. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de Costos de Etiquetado
- Tabla 26. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de inversiones necesarias para compostación
- Tabla 27. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de reconversión productiva
- Tabla 28. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de investigación y desarrollo
- Tabla 29. Consolidado de las opciones evaluadas
- Tabla 30. Listado de criterios identificados
- Tabla 31. Matriz calificada de comparación criterio-criterio
- Tabla 32. Costos de etiquetado en envases.
- Tabla 33. Flujo de beneficios de la alternativa No Regular - “Status Quo” (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 34. Flujo de costos de la alternativa No Regular - “Status Quo”- Impactos a los ecosistemas marinos
- Tabla 35. Flujo de costos de la alternativa No regular - “Status Quo”- Emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 36. Flujo de costos de la alternativa No regular - “Status Quo”- No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 37. Flujo de beneficios de la alternativa “autorregulación - campañas” asociado a la “Beneficios por no etiquetar”
- Tabla 38. Flujo de beneficios de la alternativa “autorregulación - campañas” – emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 39. Flujo de costos de la alternativa Autorregulación – campañas. Impactos a los ecosistemas marinos (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 40. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- costo de las campañas
- Tabla 41. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- Costos de Campañas (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 42. Flujo de beneficios de la alternativa Regular - “Compostabilidad y/o biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales” asociado a la “No entrada de plásticos al océano”
- Tabla 43. Flujo de beneficios de la alternativa Regular - “incentivos al autocumplimiento o regulación?” – Menores emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 44. Flujo de beneficios de la alternativa Regular - “incentivos a la tarifa”
- Tabla 45. Flujo de costos de la alternativa Regular- costos incrementales de producción” Cifras en millones de pesos.
- Tabla 46. Alternativa de Reglamento técnico de Etiquetado– Costos de vigilancia (ANLA)
- Tabla 47. Alternativa Regular - Reglamento Técnico de Etiquetado – flujo de Costos de vigilancia (ANLA)
- Tabla 48. Alternativa de Reglamento técnico de Etiquetado– Costos de vigilancia (Autoridades Ambientales)
- Tabla 49. Alternativa de Reglamento Técnico de Etiquetado – flujo de Costos de vigilancia (ANLA)
- Tabla 50. Alternativa Regular - Reglamento Técnico de Etiquetado – flujo de Costos de Etiquetado
- Tabla 51. Flujo de costos de la alternativa Regular - reglamento técnico de etiquetado- costo de las campañas

- Tabla 52. Flujo de costos de la alternativa reglamento técnico de etiquetado - Costos de Campañas (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 53. Consolidado de las opciones evaluadas
- Tabla 54. Matriz calificada de comparación criterio-criterio
- Tabla 55. Matriz calificada de comparación criterio-criterio
- Tabla 56. Flujo de beneficios de la alternativa No regular - “Status Quo” (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 57. Flujo de costos de la alternativa No regular - “Status Quo”- Impactos a los ecosistemas marinos (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 58. Flujo de costos de la alternativa No regular - “Status Quo”- No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 59. Flujo de beneficios de la alternativa reducción en contaminación del mar “incentivos la autorregulación” (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 60. Flujo de beneficios de la alternativa “incentivos a la autorregulación” – Menores emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 61. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- Impactos a los ecosistemas (marinos cifras en Millones de pesos)
- Tabla 62. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- Emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 63. Flujo de costos de la alternativa “incentivos a la autorregulación”- No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 64. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- costo de las campañas
- Tabla 65. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- Costos de Campañas (cifras en Millones de pesos)
- Tabla 66. Flujo de beneficios de la alternativa Regular “Materiales Sustitutos” asociado a la “No entrada de plásticos al océano” (cifras en millones Cop)
- Tabla 67. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” asociado a las “menores emisiones de GEI” (cifras en millones Cop)
- Tabla 68. Flujo de beneficios de la alternativa regular “Materiales Sustitutos” en “Beneficio de Papel” (cifras en millones Cop)
- Tabla 69. Flujo de beneficios de la alternativa regular “Materiales Sustitutos” en “Beneficio de Papel” (cifras en millones Cop)
- Tabla 70. Alternativa de Materiales Sustitutos – flujo de Costos de Etiquetado
- Tabla 71. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” asociado a la “No entrada de plásticos al océano” (cifras en millones Cop)
- Tabla 72. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” asociado a las “menores emisiones de GEI” (cifras en millones Cop)
- Tabla 73. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” incentivos a la tarifa” (cifras en millones Cop)
- Tabla 74. Materiales Sustitutos - Costos de vigilancia
- Tabla 75. Alternativa regular de Materiales Sustitutos – flujo de Costos de vigilancia
- Tabla 76. Alternativa de Materiales Sustitutos – flujo de Costos de Etiquetado
- Tabla 77. Alternativa de Materiales Sustitutos – Biobasados (cifras en millones COP)
- Tabla 78. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” asociado a la “No entrada de plásticos al océano” (cifras en millones Cop)
- Tabla 79. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” asociado a las “menores emisiones de GEI” (cifras en millones Cop)
- Tabla 80. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” incentivos a la tarifa” (cifras en millones Cop)
- Tabla 81. Materiales Sustitutos - Costos de vigilancia

- Tabla 82. Alternativa regular de Materiales Sustitutos – flujo de Costos de vigilancia
- Tabla 83. Alternativa de Materiales Sustitutos (aditivo) – flujo de Costos de Etiquetado
- Tabla 84. Alternativa de Materiales Sustitutos – flujo de Costos de Aditivos (Cifras en millones Cop)
- Tabla 85. Consolidado de las opciones evaluadas
- Tabla 86. Fase implementación y monitoreo
- Tabla 87. Autoridades responsables
- Tabla 88. Indicadores de seguimiento
- Tabla 89. Indicadores de seguimiento
- Tabla 90. Indicadores de seguimiento
- Tabla 91. Indicadores de seguimiento
- Tabla 92. Indicadores de seguimiento

Índice de ilustraciones

- Ilustración 1. Información de Beneficios y costos de la implementación de la implementación de alternativas sostenibles. Pag 29
- Ilustración 2. Pasos metodológicos para el análisis económico de impactos ambientales de las tecnologías.
- Ilustración 3. Pasos metodológicos de la Trasferencia de Beneficios
- Ilustración 4. Tabla ACB – Biodegradabilidad y/o compostabilidad. Alternativa 1
- Ilustración 5. Tabla ACB – Biodegradabilidad y/o compostabilidad. Alternativa 2
- Ilustración 6. Tabla ACB – Biodegradabilidad y/o compostabilidad. Alternativa 3
- Ilustración 7. Ponderación de Criterios Metodología AHP
- Ilustración 8. Resultados de la aplicación de la metodología AHP - Proceso de Jerarquía Analítica a la alternativa sostenible de biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales.
- Ilustración 9. Beneficios y costos No regular - “status quo” – Reglamento Técnico de Etiquetado
- Ilustración 10. Resultados del análisis costo beneficio opción de “Campañas”
- Ilustración 11. Resultados del análisis costo beneficio del reglamento técnico de etiquetado
- Ilustración 12. Ponderación de Criterios Metodología AHP
- Ilustración 13. Resultados de la aplicación de la metodología AHP - Proceso de Jerarquía Analítica a la alternativa sostenible de Etiquetado PUSU.
- Ilustración 14. Resultados de la aplicación de la metodología AHP - Proceso de Jerarquía Analítica a la alternativa sostenible de Etiquetado PUSU.

Índice de graficas

- Grafica 1. Toneladas asociadas a paquete de prohibiciones 4%

ABREVIATURAS

ACB: Análisis Costo Beneficio
ACOPLÁSTICOS: Asociación Colombiana de Industrias Plásticas
AHP: Analytic Hierarchy Process – Proceso de Jerarquía Analítica
AIN: Análisis de impacto normativo
ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
B/C: Beneficio/Costo
BID: Banco Interamericano de Desarrollo
CEMPRE: Compromiso Empresarial Para El Reciclaje
CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y social
CRA: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas
DIAN: Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
DNP: Departamento Nacional de Planeación
EC: Economía circular
FENALCO: Federación Nacional de Comerciantes Empresarios
GEI: Gases de Efecto Invernadero
PEAD: Polietileno de Alta Densidad
IPC: Índice de Precios del Consumidor
IPP: Índice de Precios del Productor
INVEMAR: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis
MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
MINAMBIENTE: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MINSALUD: Ministerio de Salud y Protección Social
MINTRANSPORTE: Ministerio de Transporte
MINCIT: Ministerio del Comercio, Industria Y Turismo
MT: millones de toneladas
NRDC: Natural Resources Defense Council
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ONAC: Organismo nacional de acreditación de Colombia
OSINERG: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
PET: Polietileno Tereftalato
PE: Polietileno
PIB: Producto Interno Bruto
PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PS: Poliestireno
PUSU: Plásticos de Un Solo Uso
PVC: Policloruro de Vinilo
RB/C: Relación Beneficio/Costo
REP: Responsabilidad extendida del productor
SUI: Sistema Único de Información
TRM: Tasa Representativa del Mercado
ONU: Organización de las Naciones Unidas
VEA: Valoración Económica Ambiental (Consultor)
VBA: Valor Base de Aprovechamiento
VPN: Valor Presente Neto
VPNE: Valor Presente Neto Económico
WWF: Fondo Mundial para la Naturaleza

1. INTRODUCCIÓN

La inadecuada disposición final, así como las dificultades significativas que presentan la mayoría de los plásticos de un solo uso en materia de su composición química, degradación, falta de infraestructura, contaminación cruzada y la baja demanda, ha problematizado las condiciones que deben sostener estos materiales para garantizar su proceso de reciclabilidad y reincorporación a la cadena productiva. Por lo que, en la actualidad son escasas las condiciones de fabricación, industriales, económicas y financieras para garantizar que el 100% de los plásticos de un solo uso sean reciclables y reincorporados. Un ejemplo resulta ser el uso de envases y empaques plásticos, los cuales son vitales para preservar la vida útil de los alimentos, optimizar su manipulación, efectuar su correcto embalaje y transporte. Sin embargo, la acumulación de estos ha configurado consecuencias negativas y afectaciones graves al ambiente y los ecosistemas.

Ante la situación descrita, se han generado grandes alertas debido a la fuerte contaminación producida por la inadecuada gestión de estos productos al convertirse en residuos sólidos, y las afectaciones causadas en las ciudades, ecosistemas marinos y terrestres, así como el reducido y en algunos casos ineficiente sistema de infraestructura de aprovechamiento, lo que lleva a que la disposición final se realice por medio de enterramiento en rellenos sanitarios o peor aún, en botaderos a cielo abierto, desperdiciando el potencial de aprovechamiento que tiene el plástico.

En ese contexto, el presente documento busca abordar la situación actual de los plásticos de un solo uso en Colombia, establecida por la Ley 2232 de 2022, a través de un Análisis de Impacto Normativo que evaluará los parámetros de regulación en lo referente al Artículo 4, Parágrafo 1 – *“productos que sustituirán los plásticos de un solo uso referidos en el artículo 5.”*, el Artículo 11, *“Etiquetado de plásticos de un solo, biobasados y mencionados en el artículo 18”* y el Artículo 34 *“Criterios para determinar los productos plásticos biodegradables en condiciones naturales”*.

Este análisis seguirá las etapas establecidas en el Decreto 1468 de 2020, exponiendo la problemática, la cual ha sido enfocada desde la contaminación por plásticos de un solo uso en ecosistemas, afectaciones y dificultades para garantizar el modelo de economía circular y responsabilidad extendida del productor (REP) de los plásticos de un solo uso. Analizando las causas y consecuencias de esta problemática, a través de un árbol de problemas que fue llevado a consulta pública, siendo ajustado después de recibir los comentarios por parte de los actores sociales que participaron, para posteriormente formular el árbol de objetivos, brindando un marco de alcance en lo que se busca con este documento. Para realizar lo antes mencionado, se realizó el planteamiento, evaluación y selección de alternativas, y completada esta etapa, se diseñó una metodología para la implementación y seguimiento de las alternativas seleccionadas en la reglamentación de los artículos 4°, 11° y 34°. Una vez finalizado el documento, se llevará a cabo una segunda consulta pública, de las observaciones recibidas se realizará el ajuste al documento, al igual se enviará a la dirección de regulación del Ministerio del Comercio, Industria Y Turismo (MINCIT) y al Departamento Nacional de Planeación (DNP).

2. PROBLEMÁTICA

Debido a la inadecuada disposición de residuos sólidos, muchos productos plásticos se convierten en basura, afectando los ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos y su capacidad de proveer servicios ecosistémicos a la sociedad. La problemática ambiental derivada de la falta de conocimiento y cultura ciudadana, sumado a sistemas deficientes de aprovechamiento, la falta de políticas públicas para el cierre de ciclos, entre otros, ha generado impactos sobre los ecosistemas continentales, marino y costeros.

Por lo anterior, en los últimos años, tanto a nivel mundial como en Colombia se han promulgado normativas y políticas públicas encaminadas a generar restricción y alternativas para reducir gradualmente el uso y consumo de ciertos productos plásticos de un solo uso (PUSU); sin embargo, la implementación y ejecución siguen siendo escasas para atacar la problemática relacionada con gestión inadecuada de los PUSU y el ineficiente cierre de ciclos basados en el modelo de economía circular (EC) y la responsabilidad extendida del productor (REP).

De otra parte, se ha identificado que las dificultades en la gestión adecuada que presentan la mayoría de los PUSU, se ocasionan debido a falta de infraestructura para la recolección y reciclaje, siendo estos aún más limitados en zonas rurales y urbanas; la escasa e incorrecta separación en la fuente, sumado a la composición química, el tiempo de degradación, el bajo índice de recuperación y aprovechamiento debido a la calidad de los materiales y el inadecuado tratamiento de residuos que con lleva a su acumulación en vertederos y ecosistemas acuáticos, terrestres y marino.

Adicionalmente, la alta cantidad de residuos que se generan en el país, ha problematizado las condiciones con las que deben sostener estos materiales para garantizar su proceso de reciclabilidad y reincorporación a la cadena productiva para asegurar su cierre de ciclo; con el fin de lograr la reducción del consumo de PUSU y buscar alternativas sostenibles que generen una interrelación entre el desarrollo económico, ambiental y social que no afecte negativamente a ninguno de ellos y reduzca la contaminación e impactos causada por la alta producción, consumo y disposición inadecuada de productos plásticos de un solo uso en Colombia.

Es importante tener en cuenta que, algunos tipos de plásticos son ampliamente reciclables, otros presentan desafíos significativos debido a su composición química, propiedades y costos. Además, la falta de infraestructura adecuada, la contaminación cruzada y la baja demanda de productos reciclados también pueden obstaculizar los esfuerzos de reciclaje de plástico, dentro de las cuales se logran identificarlo siguiente:

1. **Diferencias en la Reciclabilidad de los Plásticos:** Si bien es cierto que algunos tipos de plásticos, como el PET y el PEAD, son altamente reciclables y se utilizan ampliamente en productos reciclados, otros tipos, como el PE, PVC y el PS, presentan desafíos significativos para su reciclaje debido a su composición química, propiedades y capacidad instalada para la separación, clasificación y tratamiento

que permitan la producción de materias primas sostenibles.

2. **Problemas de Contaminación Cruzada:** la contaminación cruzada es un problema común en los procesos de reciclaje de plásticos. La presencia de otros materiales no deseados en los desechos plásticos puede dificultar o incluso impedir su reciclaje efectivo. Esto puede incluir etiquetas adhesivas, residuos de alimentos, tintas y otros contaminantes que pueden ser difíciles de eliminar durante el proceso de reciclaje.
3. **Infraestructura limitada:** En muchos lugares, particularmente en países con tecnología limitada como Colombia, la infraestructura de reciclaje no está adecuadamente desarrollada y avanzado para manejar los diferentes tipos de plásticos generados, de manera eficiente. La falta de instalaciones de reciclaje adecuadas puede limitar la capacidad de reciclar ciertos tipos de plásticos.
4. **Baja Demanda de Productos Reciclados:** Aunque algunos plásticos son técnicamente reciclables, la baja demanda de productos reciclados en el mercado puede dificultar la viabilidad económica del reciclaje de ciertos tipos de plásticos. Esto puede resultar en una menor tasa de reciclaje y en la acumulación de desechos plásticos no reciclados.
5. **Responsabilidad Extendida del Productor (REP):** la implementación sigue siendo lenta y con algunas dificultades, entre las que se encuentran la falta de trazabilidad y control sobre los plásticos y productos plásticos de un solo uso, bajo nivel de reciclaje, la falta de incentivos económicos adecuados para asegurar la recolección y el reciclaje, fortalecer la eficiencia en el trabajo que desarrollan los recicladores y desarrollo de campañas para fomentar la cultura ciudadana para mejorar la separación en la fuente y la adecuada disposición de residuos, para que estos residuos lleguen efectivamente a los Planes de Manejo Ambiental que conforman la REP, para su aprovechamiento.
6. **Contaminación de ecosistemas terrestres y marinos:** La producción masiva de plásticos alcanza aproximadamente 400 millones de toneladas anuales en todo el mundo. Lamentablemente, la disposición inadecuada de la mayoría de estos materiales se debe a la carencia de sistemas eficientes de gestión de residuos sólidos y una planificación urbana e industrial insuficiente. Este exceso de plásticos está generando graves problemas ambientales al contaminar diversos ecosistemas acuáticos, terrestres y marinos, poniendo en peligro la biodiversidad. La descomposición de los plásticos es un proceso lento, que involucra acciones mecánicas, biodegradación y fotooxidación. Aunque la biodegradación de estos materiales sea poco probable, su descomposición resulta en cambios en sus propiedades mecánicas, ópticas y eléctricas, lo que conduce a la formación de grietas, erosión, decoloración y fragmentación (Singh & Sharma, 2008). La fragmentación produce partículas de menor tamaño, conocidas como micro plásticos, con un diámetro inferior a 5 mm (Vidal et al., 2021).

A pesar de la abundante información sobre la presencia de plásticos en mares y océanos, aún se carece de conocimiento sólido sobre la cantidad de plásticos que ingresan al medio marino. Esta situación se agrava con respecto a los nano y microplásticos; dado que la mayor parte de las investigaciones se han enfocado a los macroplásticos y a regiones de fácil acceso como playas. Por otra parte, la falta de armonización o estandarización en la

detección y medición de microplásticos, dificulta la comparación de datos espaciales y temporales de la problemática en la comunidad científica (Martínez et al., 2023).

Según el informe de Tekman et al. (2022), el 60% de todo el plástico alguna vez producido ya se habían convertido en desechos para el 2015, y una parte significativa ha terminado en los océanos. Los estimativos varían considerablemente, pero se cree que entre 86 y 150 millones de toneladas métricas (MTM) de plástico se han acumulado en los océanos hasta la fecha, con una tendencia constantemente creciente. Se estima que en 2010 se filtraron de 4,8 a 12,7 MTM de contaminación por plásticos al océano desde la tierra, mientras que un estudio reciente sugiere que esta cifra ha aumentado de 19 a 23 MTM en 2016.

Según Kühn et al. (2015), los desechos flotantes constituyen una parte significativa de la contaminación marina, siendo transportados por el viento y las corrientes en la superficie del océano, y están estrechamente vinculados con las rutas de los desechos en el medio marino. Estos desechos pueden ser arrastrados por las corrientes hasta que se hunden en el lecho marino, se depositan en la costa o se descomponen con el tiempo.

La contaminación por plásticos se ha extendido por todo el océano, afectando a prácticamente todas las especies marinas al ser ingeridos, transfiriéndose a lo largo de la cadena trófica, interactuando en la incorporación de otros contaminantes y proporcionando un nuevo hábitat no deseado en el medio marino. Aunque desde hace décadas se ha informado sobre la presencia de desechos antropogénicos flotando en los océanos del mundo, recientemente ha surgido un interés global en las zonas de acumulación de desechos marinos flotantes en los giros oceánicos. Para los ecosistemas terrestres, la presencia de residuos plásticos en espacios abiertos y entornos naturales altera los sistemas ambientales, afectando a los organismos, su entorno, sus actividades y dinámicas tanto a nivel individual como intra e interespecífico.

Los beneficios del plástico son innegables. El material es barato, liviano y fácil de hacer. Estas cualidades han llevado a un auge en la producción de plástico durante el siglo pasado y la tendencia continuará. Se estima que la producción mundial de plástico se disparará en los próximos 10 a 15 años. Actualmente, somos incapaces de hacer frente a la cantidad de residuos plásticos que generamos. Solo una pequeña fracción se recicla y alrededor de 13 millones de toneladas de plástico se filtran en nuestros océanos cada año, dañando la biodiversidad, las economías y, potencialmente, nuestra propia salud. El mundo necesita urgentemente reconsiderar la manera en la que fabricamos, usamos y administramos el plástico (ONU, 2018).

Nuestra capacidad para hacer frente a los desechos de plástico ya está sobrepasada. Solo se ha reciclado 9% de los 9.000 millones de toneladas de plástico que se han producido en el mundo. La mayor parte ha terminado en vertederos, basureros o en el medio ambiente. Si continúan los patrones de consumo y las prácticas de gestión actuales, para 2050 habrá alrededor de 12.000 millones de toneladas de basura plástica en los vertederos y espacios naturales. En ese entonces, si el aumento en la producción de plástico mantiene su ritmo vigente, la industria de este polímero consumirá 20% de la producción global de petróleo.

Los consumidores informados pueden jugar un papel decisivo en la promoción de una nueva economía del plástico. Sin embargo, esto requeriría que los gobiernos, los fabricantes y los minoristas garanticen que los productos cuenten con información fiable y que dirija el residuo a los lugares adecuados, para lo cual deberían estar etiquetados. Al enfocarse en el comportamiento del consumidor, la información clara, simple y concisa sobre un producto permitirá a las personas tomar mejores decisiones (ONU, 2018).

De acuerdo con Claudia Giacobelli, oficial de programas de la Unidad de Ciclo de Vida del PNUMA, "la naturaleza de producir objetos de un solo uso es lo más problemático para el planeta, más que el material del que están hechos". "La mejor solución puede no ser la misma en todas las sociedades, pero adoptar un enfoque de ciclo de vida puede ayudar a establecer la base hacia el camino correcto".

Si bien los residuos plásticos de un solo uso son fácilmente visibles en entornos urbanos, la mayor afectación se evidencia en los sistemas hídricos. Los desechos abandonados en calles y espacios públicos pueden ser arrastrados por escorrentías o sistemas de drenaje pluvial hacia ríos y otros cuerpos de agua. Cálculos realizados estiman que aproximadamente ocho millones de toneladas métricas de plástico ingresan anualmente a ecosistemas acuáticos, una cifra que podría triplicarse hacia 2040 si no se transforman los modelos actuales de producción, uso y disposición final de productos plásticos. (NRDC, 2024).

Gran parte de la contaminación por plásticos, particularmente la asociada a los productos de un solo uso, se origina en contextos donde existen limitaciones estructurales para el manejo integral de residuos. No obstante, la problemática del plástico trasciende la gestión de residuos, ya que la mayoría de los polímeros son derivados del petróleo, lo que establece una conexión directa entre el consumo de plásticos y el cambio climático. De mantenerse las tendencias actuales, se estima que para 2050 los plásticos podrían representar entre el 15% y el 19% del presupuesto mundial de carbono.

2.1. SITUACIÓN DE LOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO EN COLOMBIA Y OBJETIVOS DEL ANALISIS DE IMPACTO NORMATIVO

Colombia no se escapa a esta problemática, según Acoplásticos, con datos a 2019, cada ciudadano usa alrededor de 32 kilos de plástico al año, de los cuales una gran proporción se utiliza apenas por unos minutos, incluso pueden ser segundos, para luego ser desechado.

Cifras recientes de WWF y GreenPeace reportan que en Colombia se generaron aproximadamente 1.4 millones de toneladas de residuos de plásticos para el año 2023. Considerando un horizonte de análisis a 10 años y de acuerdo con cifras de WWF la tasa de crecimiento en la generación de plástico a nivel mundial se calcula en un porcentaje de crecimiento anual del 3.5%¹, dato empleado en las proyecciones para Colombia. En el país, actualmente solo se recicla el 20% de los materiales plásticos (Acoplásticos, 2022).

¹ WEF, 2016. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics

Para el año 2016, se fue aprobado el Documento CONPES 3874 Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos, que propone avanzar hacia una economía circular, en la que el valor de los productos y materiales se mantengan durante el mayor tiempo posible en el ciclo productivo. Para ello, estableció cuatro ejes estratégicos dirigidos a: (i) adoptar medidas encaminadas hacia la reducción y reúso de los residuos que contribuyan a la mitigación del cambio climático; (ii) mejorar la cultura ciudadana, la educación e innovación en la gestión integral de residuos sólidos; (iii) asignar roles específicos y claros a las entidades involucradas; y (iv) implementar acciones para mejorar el reporte de monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial.

La Política de Producción y Consumo Sostenible y el Documento CONPES 3874, sentaron las bases para que Colombia iniciara su transición hacia una economía circular. Se encontró que en el país hay insuficiente recuperación y retorno de materiales desde la etapa de post-consumo a los procesos manufactureros, con tasas totales de reciclaje de 20% para poliméricos (plásticos).

Además, en 2015, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), con el apoyo de expertos de la OCDE, realizó un análisis de impacto normativo que reveló que aproximadamente el 30% de los residuos generados son principalmente de papel, cartón, vidrio, plástico y metal. Este análisis destacó que una parte significativa de estos residuos proviene de envases y empaques, y que su mala gestión contribuye a la contaminación del suelo y del agua, además de reducir la vida útil de los rellenos sanitarios. Como resultado, se expidió la Resolución 1407 de 2018, modificada por la Resolución 1342 de 2020, que establece a los productores la responsabilidad de gestionar los residuos de envases y empaques, fomentando así su aprovechamiento. Esta resolución contempla la responsabilidad extendida del productor, la cual inició su cumplimiento obligatorio en 2021.

Por otra parte, la Ley 1715 de 2014 introduce el tratamiento de residuos con fines de valorización energética, lo que constituye una alternativa viable para aprovechar el contenido energético de los residuos generados. Asimismo, la Resolución 1407 de 2018, que fue modificada por la Resolución 1342 de 2020, regula la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metales, aunque esta norma requiere modificaciones para adaptarse a nuevos desafíos.

En 2018, el gobierno nacional, con el apoyo del sector privado, la academia y centros de investigación, firmó el Pacto Nacional por la Economía Circular y presentó la “Estrategia Nacional de Economía Circular- ENEC”. Este instrumento buscaba fomentar el crecimiento y la diversificación de sectores económicos, integrando consideraciones ambientales y sociales en el desarrollo del país. En este marco, se creó la Mesa Nacional para la Gestión Sostenible del Plástico, destinada a coordinar acciones en todas las fases del ciclo de vida del plástico, promoviendo la sostenibilidad ambiental, económica y social en beneficio de los colombianos, y alineándose con la ENEC (VEA, 2024).

Por otra parte, la Ley 2232 de 2022, puso en vigor a partir del 7 de julio de 2024, el primer

paquete de prohibiciones para poner en el mercado los plásticos de un solo uso contenidos en los literales 1, 2, 3, 6, 7 y 11 del artículo 5; que son los siguientes: bolsas plásticas de punto de pago, bolsas para embalar, rollos de bolsas vacías que están en los establecimientos de comercio para el empaque de productos a granel, mezcladores y pitillos, soportes plásticos para bombas de inflar y los soportes plásticos para copitos de algodón.

En Colombia, para el año 2023 se estima que se cuenta con una capacidad instalada para la producción de plásticos de 1.4 millones de toneladas (Acoplásticos, 2024), con un aumento proyectado a una tasa del 3.5% anual, de las cuales se estima el que el 56% corresponde a plásticos de un solo uso (784.000 ton) y de estos el 20% (157 mil toneladas) se reciclan o aprovechan. En cuanto a las prohibiciones establecidas en la ley se estima que el primer grupo de productos prohibidos, que comenzó a aplicar el 7 de julio de 2024, impactará el 4% de la producción de plásticos de un solo uso; sin embargo, concentra un número importante de micro y pequeñas empresas, en especial productores de bolsas. El segundo grupo de prohibiciones que se deberá aplicar el 7 de julio de 2030, se considera que afectará el 12% de la producción.

En este sentido, es posible deducir que la contaminación por plásticos de un solo uso en ecosistemas marinos, ecosistemas terrestres, es posiblemente causada por la alta producción, consumo y disposición inadecuada de plásticos de un solo uso, la falta de etiquetado informativo en los productos plásticos puestos en el mercado, la sustitución de materiales para uso alternativo de plásticos, la deficiencia para las características de aprovechamiento de residuos plásticos, entre otras; son causas y consecuencias relacionadas con una problemática central identificado y denominado “*Gestión Inadecuada de los Plásticos de un Solo Uso e Ineficiente Cierre de Ciclos Basados en el Modelo de Economía Circular y Responsabilidad Extendida del Productor (REP)*”.

Para la identificación de la naturaleza y el contexto de esta problemática encontrada y que se pretende resolver, se elaboró un árbol del problema que permitió implementar la estrategia más óptima para establecer la reglamentación sobre las características, requisitos y certificación de los productos que sustituirán los plásticos, el etiquetado informativo de productos PUSU y biobasados, y los criterios de los productos plásticos de un solo uso que se biodegraden y/o composten en condiciones ambientales naturales.

Ahora bien, es indispensable partir de la baja exigencia de las políticas de plásticos de un solo uso que pueden afectar el ambiente, la cual conduce a la insuficiencia en políticas regulatorias e incentivos del gobierno como causa directa de la problemática central. Seguidamente, la inadecuada recolección y clasificación de residuos, además de la reducida capacidad instalada para el proceso de compostaje y reciclaje para el adecuado manejo de residuos plásticos de un solo uso.

Por otro lado, la desinformación y el manejo inadecuado de residuos de plásticos de un solo uso, por las dificultades en la realización de campañas de sensibilización, identifican la falta de educación ambiental para este tema. De otra parte, los precios altos en materias primas alternativas a las resinas plásticas y la baja competencia frente al uso tradicional de plásticos

provenientes del petróleo evidencian la diferencia en costo, siendo más elevados los materiales para elaborar los productos plásticos biodegradables, compostables y 100% elaborados de materiales reciclable, esto conduce al problema central de los plásticos de un solo uso en Colombia.

Objetivos del AIN

En ese contexto, el objetivo principal del AIN es contribuir con información cuantitativa y cualitativa en la decisión del regulador de intervenir en el mercado de los productos plásticos de un solo uso a través del posible diseño de un reglamento técnico dirigido definir alternativas viables para el etiquetado, la biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambiental naturales y los materiales sustitutos a los PUSU. Al gobierno nacional le compete el diseño de un Reglamento técnico que determine las especificaciones técnicas aplicables para que la comunidad regulada cumpla con lo establecido en la Ley 2232, bajo las condiciones particulares de Colombia.

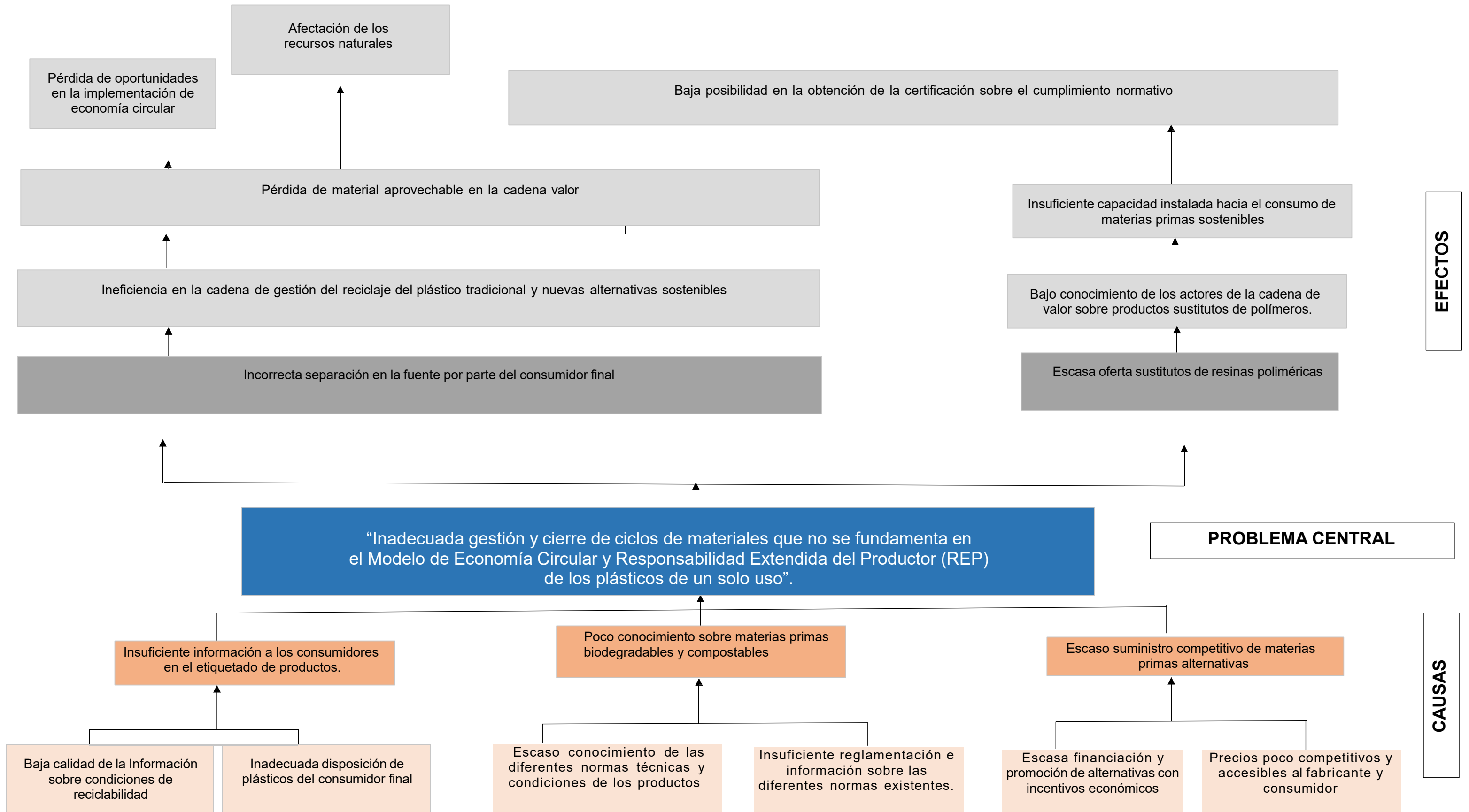
El reglamento técnico debe establecer lineamientos claros y precisos que guíen el comportamiento del mercado de plástico y al consumidor final, a realizar acciones adecuadas para la separación en la fuente y disposición adecuada de los envases y empaque de los productos consumidos e incentiven a los productores, fabricantes, comercializadores, e importadores al uso de materias primas y envases y empaques biodegradables y/o compostables en condiciones ambientales naturales, productos PUSU, biobasados y alternativas de materiales sustitutos a los PUSU. No obstante, el diseño de este tipo de reglamentos tiene unos requerimientos de información y otros requerimientos institucionales para su eficiente y efectivo funcionamiento. Además, la posible intervención a través de un reglamento debe cumplir con una serie de características deseables, buscando que se ajusten a las condiciones reales del comercio, la economía y sus instituciones.

Finalmente, de acuerdo con lo establecido en la literatura internacional ², la aplicación de una regulación acorde las condiciones colombianas que contribuya a la solución de una problemática ambiental deben cumplir por lo menos con las siguientes características: efectividad, realismo, efectividad en costos, fácil introducción, fácil monitoreo, flexibilidad, eficiencia dinámica, predictibilidad, equidad, aceptabilidad, simplicidad y articulación con los instrumentos regulatorios.

² Panayotou, Porter y otros.



2.2. ARBOL DE PROBLEMAS



3. PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS

La elección de materiales alternativos al uso de plástico, el etiquetado de estos productos y de los plásticos biobasados, y las condiciones de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales; conforman diferentes instrumentos que facilitan el cierre de ciclos de materiales basados en el Modelo de Economía Circular y Responsabilidad Extendida del Productor (REP), y que deben ser abordadas para permitir la debida reglamentación técnica que debe ser implementada por los regulados de la industria, el comercio y el sector económico del país.

Lo anterior surge de la necesidad de reducir la producción y consumo de los plásticos de un solo uso, y que como en la problemática descrita se expusieron, su generación y uso tienen como consecuencias impactos significativos en el ambiente, los ecosistemas y la salud pública, causados por la falta de instrumentos que contribuyan a facilitar la circularidad de los materiales como son, entre otros, la falta de información a los consumidores finales, el desconocimiento frente a las condiciones de reciclabilidad, la composición química, la infraestructura, los costos asociados a esto y la puesta en el mercado de materiales con menores impactos ambientales.

En ese sentido, el planteamiento de objetivos tiene como propósito establecer metas claras, que sean alcanzadas a través de la metodología de evaluación y selección de alternativas, con el fin de obtener un instrumento de reglamentación técnica como solución armónica para el país, para cumplir cada uno de las condiciones establecidas por la ley 2232 del 2022, en su artículos 5 (Sustitución de los plásticos de un solo uso), 11 (Etiquetado de productos plásticos de un solo uso y biobasados) y 32 (Condiciones para el compostaje y biodegradación de plásticos en condiciones naturales).

Objetivo Principal

“Realizar la adecuada gestión y cierre de ciclos basados en el Modelo de Economía Circular y Responsabilidad Extendida del Productor (REP) de los plásticos de un solo uso”.

Objetivos Específicos

1. Para abordar el artículo 4 “Prohibición y sustitución gradual de los plásticos de un solo uso”, parágrafo 1 “El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible reglamentará en un plazo de doce (12) meses, contado a partir de la entrada en vigencia de la presente ley, las características, requisitos y certificación de los productos que sustituirán los plásticos de un solo uso referidos en el artículo 5o, incluyendo aquellos productos que sean comercializados mediante plataformas digitales. Para lo cual, el Ministerio deberá garantizar la participación ciudadana efectiva previa a la expedición de esta

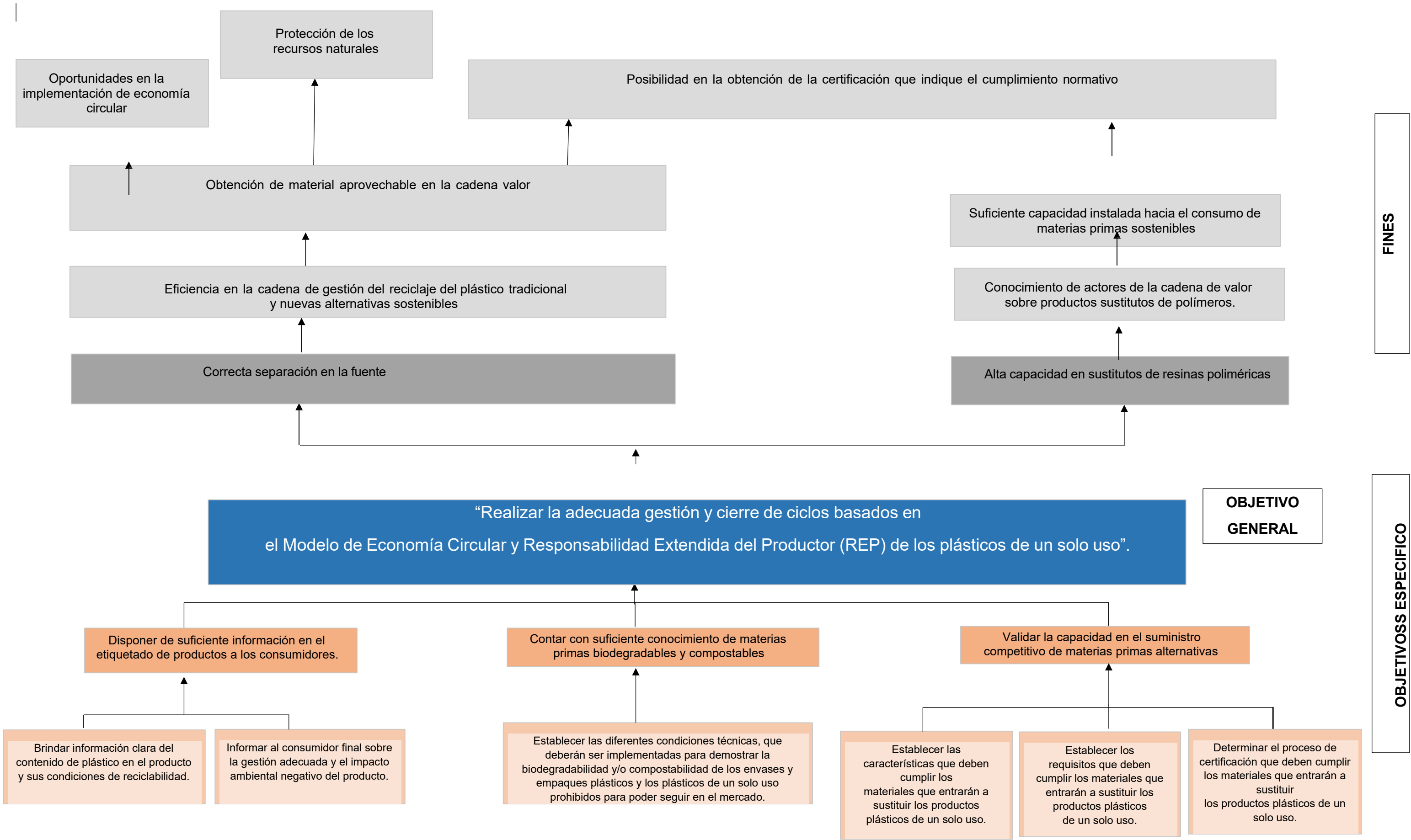
reglamentación; se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- 1.1. Generar las características que deben cumplir los materiales que entrarán a sustituir los productos plásticos de un solo uso.
- 1.2. Establecer los requisitos que deben cumplir los materiales que entrarán a sustituir los productos plásticos de un solo uso.
- 1.3. Determinar el proceso de certificación que deben cumplir los materiales que entrarán a sustituir los productos plásticos de un solo.
2. Para abordar el artículo 11 “Etiquetado de los productos. El Gobierno nacional, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el término de doce (12) meses desde la entrada en vigencia de la presente ley, expedirá un reglamento técnico de etiquetado para los plásticos de un solo uso, incluidos los plásticos biobasados y los plásticos de un solo uso que no estén referidos en el artículo 5° de la presente ley y que, de acuerdo con el artículo 18, deberán ser incorporados por el sector privado y el Gobierno nacional dentro del cierre de ciclos del modelo de economía circular y de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), con el objetivo de informar; se han establecido los siguientes objetivos específicos:
 - 2.1 Brindar información clara sobre el contenido de plástico en el envase y empaque del producto y en los productos plásticos de un solo uso y sus condiciones de aprovechamiento.
 - 2.2 Informar al consumidor final sobre la forma adecuada de gestionar los residuos de envases y empaque plástico y plásticos de un solo uso generados por el producto consumido y el impacto ambiental negativo que estos generan.
3. Para abordar el artículo 34 “Criterios para determinar los productos plásticos biodegradables en condiciones naturales”, parágrafo 1 “El Gobierno nacional, a través de la entidad que señale, expedirá las normas técnicas referentes a las condiciones que deben cumplir los productos plásticos de un solo uso que se biodegraden en condiciones ambientales naturales y/o composten en condiciones ambientales naturales”; se han establecido los siguientes objetivos específicos:
 - 3.1. Establecer las diferentes condiciones técnicas, que deberán ser implementadas para demostrar la biodegradabilidad y compostabilidad de los envases y empaques plásticos y los plásticos de un solo uso prohibidos para poder seguir en el mercado nacional.

A continuación, se relacionan los objetivos establecidos y los beneficios que se alcanzarán, en el siguiente árbol de objetivos.



3.1. ARBOL DE OBJETIVOS



4. LISTADO DE ACTORES

Se realizó la identificación de los principales actores involucrados para los temas objeto de estudio de este análisis de impacto normativo (AIN), que han sido clasificados de la siguiente manera:

- **Sector público:** Congreso de la República, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), Departamento Nacional de Planeación (DNP), Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) y Autoridades Ambientales y demás entidades públicas del orden nacional, regional y local.
- **Sector privado:** Asociaciones y gremios de empresas del sector industrial (fabricantes, comercializadores, importadores y consumidores).
- **Sociedad civil y Academia:** organizaciones no gubernamentales como WWF, MarViva, Avina, Cempre, Universidades y centros de investigación.
- **Otros actores relevantes:** Recicladores de oficio.

5. SELECCIÓN Y ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS

Selección de las alternativas

A continuación, se describirán las alternativas identificadas, seleccionadas para cada uno de los requerimientos establecidos en el artículo 4 parágrafo 1, artículo 11 y artículo 34 de la Ley 2232 de 2022 que posteriormente serán evaluadas para alcanzar los objetivos planteados en el presente AIN y definir la alternativa que genere los mayores beneficios, o la mejor relación beneficio/costo.

Para plantear las alternativas que se presentan se tuvieron en cuenta las siguientes preguntas orientadoras:

1. ¿Las alternativas son constitucionales y legales?
2. ¿Los grupos afectados tendrían la capacidad de tomar acciones por sí mismos para tratar de resolver la problemática?
3. ¿Existe una regulación que trate el problema?
4. ¿Qué otras entidades públicas están interesadas en resolver ese problema?
5. ¿El problema tiende a permanecer por mucho tiempo o puede responder ante cambios en factores externos?
6. ¿Las alternativas son viables con los recursos disponibles?
7. ¿Se tiene la capacidad de vigilar y hacer cumplir las regulaciones?

8. ¿Qué sucedería si no se hiciera ninguna intervención?
9. ¿El problema podría resolverse por sí solo o a través de acciones promovidas por el propio mercado?
10. ¿La situación empeoraría hasta volverse intolerable?

Una vez analizadas las temáticas a evaluar desde las preguntas orientadoras se logró identificar para cada uno de los requerimientos de la Ley 2232 de 2022, tres propuestas de alternativas que dan cumplimiento a la posible solución de la problemática permiten alcanzar los objetivos, tienen viabilidad jurídica y técnica, e involucra a los diferentes actores interesados.

5.1. Alternativas para los productos sustitutos a los Plásticos de un solo uso

Tabla 1. Selección y análisis de alternativas para materiales sustitutos

Objetivo principal	Objetivo específico	Alternativas
Validar la capacidad en el suministro competitivo de materias primas alternativas	Establecer las características que deben cumplir los materiales que entrarán a sustituir los productos plásticos de un solo uso.	<ul style="list-style-type: none"> • No regular • Regular • Autorregulación
	Establecer los requisitos que deben cumplir los materiales que entrarán a sustituir los productos plásticos de un solo uso.	
	Determinar el proceso de certificación que deben cumplir los materiales que entrarán a sustituir los productos plásticos de un solo uso.	

Fuente: Equipo Plásticos - GSSP, 2024

En esta alternativa seleccionada se aborda la definición de “plástico” desde el marco normativo nacional e internacional, con el fin de contextualizar técnicamente los alcances regulatorios y su aplicación en la Ley 2232 de 2022, lo dispuesto en Ley 2277 de 2022 y la Directiva 904 de 2019 de la Unión Europea, de manera complementaria.

Primero, es necesario definir qué se entiende por plástico dentro del marco general de la definición. En este contexto, la categoría de plásticos sustitutos se refiere a aquellos materiales que son sintetizados. A continuación, se presentan las definiciones correspondientes:

- Ley 2232 de 2022, artículo 2: “*Polímero sintético hecho por el hombre dotado de plasticidad en, al menos, alguna fase de su proceso de fabricación y que incluye*

aditivos químicos en su composición, los cuales son agregados para brindar características particulares al material”.

- Ley 2277 de 2022, artículo 50: *“Material compuesto por un polímero, al que pueden haberse añadido aditivos u otras sustancias, y que puede funcionar como principal componente estructural de los productos, con excepción de los polímeros naturales que no han sido modificados químicamente”.*
- Directiva 904 de 2019, artículo 3: *“Un material compuesto por un polímero tal como se define en el artículo 3, punto 5, del Reglamento (CE) no 1907/2006, al que pueden haberse añadido aditivos u otras sustancias, y que puede funcionar como principal componente estructural de los productos finales, con la excepción de los polímeros naturales que no han sido modificados químicamente;”*

Por lo anterior, se considera que el término *“plástico”*, conforme a los instrumentos anteriormente mencionados, incluye cualquier tipo de polímero, resina sintética y aditivos. Esta definición es clave para delimitar el universo de productos que sustituirán a los plásticos de un solo uso alcanzados por la norma.

En el marco de esta conceptualización, se han identificado variaciones en la interpretación y alcance del término, especialmente frente a los denominados plásticos biobasados y aquellos con aditivos que alteran su degradación, los cuales han sido objeto de análisis técnico y jurídico en la presente evaluación.

En el momento que se quiera demostrar que el sustituto a los plásticos de un solo uso genere menor impacto ambiental y a la salud, debe ser demostrable bajo el análisis de ciclo de vida (ACV) teniendo en cuenta la realidad del país. Se destaca que, sin perjuicio de los hallazgos actuales, en el momento de la toma de decisiones regulatorias se deberá contemplar la necesidad de realizar estudios específicos y detallados sobre los materiales que se pretende incorporar como sustitutos a los PUSU, especialmente en lo relacionado con su comportamiento a lo largo de todo su ciclo de vida, incluyendo las fases de producción, uso y disposición final.

Adicionalmente, es importante tener en cuenta que de acuerdo con el artículo 8 de la Ley 2232 de 2022, a partir del año 2030 queda prohibida la introducción en el mercado, comercialización y/o distribución en el territorio nacional de productos fabricados total o parcialmente con plásticos oxodegradables.

Por otra parte, atendiendo los pronunciamientos internacionales como el de la Unión Europea, en la Sentencia del Tribunal General de 31 de enero de 2024 — *Symphony Environmental Technologies y Symphony Environmental / Parlamento y otros (Asunto T745/20)*¹ [*«Responsabilidad extracontractual — Medio ambiente — Directiva (UE) 2019/904 — Prohibición de comercialización de productos fabricados con plástico oxodegradable — Infracción suficientemente caracterizada de una norma jurídica que confiere derechos a los particulares — Ausencia de distinción entre los productos fabricados con plástico oxodegradable y los productos fabricados con plástico oxobiodegradables — Evaluación de impacto — Igualdad de trato — Proporcionalidad»*]

(C/2024/2146)” de la Unión Europea, en la cual se informa que: “*en la medida en que la prohibición relativa a la comercialización de productos fabricados con plástico oxodegradable, establecida en dicho artículo 5 y ese considerando 15, se aplica al plástico oxobiodegradables*”.

De acuerdo con lo anterior, las alternativas son las siguientes:

5.1.1. Alternativa 1. No regular (statu quo)

Al realizar la revisión normativa y jurídica a nivel nacional, no se encontraron leyes, decretos o resoluciones que establezcan reglamentación para la caracterización, requisitos y certificación de los productos que sustituirán los plásticos de un solo uso.

5.1.2. Alternativa 2. Regular

Esta alternativa pretende reglamentar el artículo 4 - párrafo 1, correspondiente a las características, requisitos y certificaciones de los productos que sustituirán los plásticos de un solo uso, para los productos prohibidos enlistados en el artículo 5, los cuales se describen a continuación:

- Bolsas de punto de pago utilizadas para embalar, cargar o transportar paquetes y mercancías, excepto aquellas reutilizables o de uso industrial.
- Bolsas utilizadas para embalar periódicos, revistas, publicidad y facturas, así como las utilizadas en las lavanderías para empacar ropa lavada.
- Rollos de bolsas vacías en superficies comerciales para embalar, cargar o transportar paquetes y mercancías o llevar alimentos a granel, excepto para los productos de origen animal crudos.
- Envases o empaques, recipientes y bolsas para contener líquidos no preenvasados, para consumo inmediato, para llevar o para entregas a domicilio.
- Platos, bandejas, cuchillos, tenedores, cucharas, vasos y guantes para comer.
- Mezcladores y pitillos para bebidas.
- Soportes plásticos para las bombas de inflar.
- Confeti, manteles y serpentinas.
- Envases o empaques y recipientes para contener o llevar comidas o alimentos no preenvasados conforme a la normatividad vigente, para consumo inmediato, utilizados para llevar o para entregas a domicilio.
- Láminas para servir, empacar, envolver o separar alimentos de consumo inmediato, utilizados para llevar o para entrega a domicilio.
- Soportes plásticos de los copitos de algodón o hisopos flexibles con puntas de algodón.

- Mangos para hilo dental o porta hilos dentales de uso único.
- Empaques, envases o cualquier recipiente empleado para la comercialización, al consumidor final, de frutas, verduras y tubérculos frescos que en su estado natural cuenten con cáscaras; hierbas aromáticas frescas, hortalizas y hongos frescos. Podrán emplearse tales empaques, envases o recipientes para garantizar la inocuidad de los alimentos, prevenir la pérdida o el desperdicio de alimentos, y/o proteger la integridad de los mismos frente a daños, siempre y cuando los materiales empleados sean en su totalidad reciclables y/o reciclados, conforme lo permita la normatividad sanitaria, y cuenten con metas de reincorporación en un modelo de economía circular.
- Adhesivos, etiquetas o cualquier distintivo que se fije a los vegetales.

El contenido específico que tendrá la posible reglamentación sobre los productos que sustituirán los plásticos de un solo uso en esta alternativa, será el siguiente:

- ✓ Realizar un estudio para el respectivo análisis de ciclo de vida del producto alternativo sustituto a los plásticos de un solo uso con el fin de determinar sus características desde la extracción de la materia prima hasta su uso final. Dicho estudio contará con mecanismos que garanticen idoneidad y transparencia en los resultados.
- ✓ Establecer el alcance del ciclo de vida del producto sustituto, el cual deberá ser analizado desde su extracción hasta su correcto cierre.
- ✓ Dentro de los requisitos los productos alternativos sustitutos a los plásticos de un solo uso deben generar menor impacto al ambiente y a la salud.
- ✓ Los productos alternativos sustitutos a los plásticos de un solo uso deben contar con certificaciones de calidad emitidas por organismos evaluador de la conformidad avalado por un ente acreditador de tercera parte, que demuestren los beneficios ambientales del producto sustituto.
- ✓ Todas las anteriores aplica para los productos de fabricación nacional e importada.

5.1.3. Alternativa 3. Autorregulación - Campañas

Esta opción pretende involucrar las iniciativas necesarias para direccionar a todo el sector privado, importadores, organizaciones, comercializadores y demás miembros del ciclo, en el cumplimiento de la normalización voluntaria como elemento diferenciador en el mercado.

De esta forma el sector regulado, se tiene que imponer como premisa, poner en el mercado solamente materiales sustitutos de los plásticos de un solo uso, cuyos análisis de ciclo de vida permitan concluir que generan menor impacto ambiental y a la salud que el plástico convencional. Para esto, se puede seguir algún referente internacional. En este sentido, de forma autónoma se generará el mecanismo más adecuado para

llevarlo a cabo; como requisito debe contar con una ficha técnica de especificaciones del material y el producto final.

Con base en lo anterior, esta autorregulación del mercado definirá los estándares y el procedimiento para obtener el certificado de calidad que garantiza el cumplimiento de las características y los requisitos de este material sustituto, y que será expedido por el Organismo evaluador de la conformidad debidamente acreditador. Para este caso, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible no expediría un reglamento técnico.

La condición de suministrar a los consumidores productos de calidad considerados seguros se encuentra en la Ley 1480 de 2011, conocida como el Estatuto del Consumidor. Este documento describe las condiciones mínimas que deben cumplir los productos para ser comercializados, así como, los derechos que tienen los ciudadanos colombianos en calidad de consumidores respecto de los productos adquiridos.

Se debe tener en cuenta que para aquellos productores que deseen continuar con la fabricación de los productos plásticos de un solo uso prohibidos en el artículo 4, listados en el artículo 5° de la Ley 2232 de 2022, en los tiempos estipulados del artículo 6 de la Ley 2232 de 2022 y que no van a optar por la implementación de materiales sustitutos, deberán dar cumplimiento al numeral 9 del párrafo del artículo 5°, y a la referido sobre la acción 100 y acción 110 del artículo 18. Estas opciones con enfoque de economía circular pretenden resaltar el esquema de responsabilidad extendida del productor – REP.

5.2. Alternativas del Etiquetado para los plásticos de un solo uso, plásticos biobasados y los plásticos de un solo uso que no estén referidos en el artículo 5° de la Ley 2232 de 2022

En este numeral se analizan diversas alternativas para dar solución a la problemática identificada en relación con el suministro de información al consumidor, sobre los plásticos de un solo uso, en temas como las restricciones prohibitivas y las opciones de alternativas sostenibles, tipos de resinas, impactos y mejores formas de gestión. Para este caso se propone optar por un etiquetado de los productos PUSU y biobasados. De esta manera, se parte de considerar la opción de mantener la situación actual, lo que implica no tomar ninguna acción adicional y mantener la situación bajo las condiciones actuales, es decir, antes de la normativa de la Ley 2232 de 2022 y SIN considerar una reglamentación específica para etiquetado.

En segundo lugar, se propone ejecutar las actividades para el diseño e implementación de un Reglamento Técnico para el etiquetado de productos PUSU, que permita enviar señales claras a los usuarios para que puedan conocer los tipos de materiales, los impactos y para que puedan participar en su gestión eficiente.

Finalmente, la tercera alternativa se orienta a considerar una serie de campañas informativas a través de medios, redes sociales, entre otros, buscando concientizar a la comunidad sobre la gestión de residuos asociados a plásticos de un solo uso.

Tabla 2. Selección y análisis de alternativas para etiquetado.

Objetivo general	Objetivo específico	Alternativas
Disponer de suficiente información en el etiquetado de productos a los consumidores.	Brindar información clara del contenido de plástico en el producto y sus condiciones de reciclabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> • No regular Mantener la situación actual • Regular • Campañas
	Informar al consumidor final sobre la gestión adecuada y el impacto ambiental negativo del producto.	

Fuente: Equipo Plásticos - GIRPA, 2024

5.2.1. Alternativa 1. No regular (statu quo)

Teniendo en cuenta los datos y las cifras reportadas de la situación de los plásticos de un solo uso, en donde se establece que en Colombia se generan al año 1,4 millones de toneladas de plásticos, de las cuales el 56% corresponde a toneladas anuales de plástico de un solo, es necesario considerar como alternativa de estudio mantener la situación actual y no tomar ninguna medida al respecto. Bajo este escenario, de no regular ni intervenir, no existe la opción de etiquetado, como una alternativa sostenible para los productores, comercializadores e importadores de PUSU y biobasados.

Al realizar la revisión normativa y jurídica a nivel nacional, no se encontraron leyes, decretos o resoluciones que establezcan reglamentación correspondiente a los criterios de etiquetado de productos plásticos de un solo uso y biobasados, tal y como lo ordena el artículo 11 de la Ley 2232 del 2022.

5.2.2. Alternativa 2. Autorregulación - Campañas

Esta alternativa no regulatoria, busca informar al consumidor final acerca de las características básicas de los productos PUSU, biodegradables y/o compostables y biobasados, acerca del impacto ambiental que generan su incorrecta gestión y disposición final, la gestión adecuada, la reciclabilidad, así como la información sobre los mecanismos para ser gestionados.

La información sobre el etiquetado deberá ser clara, en un lenguaje común y permitir que el consumidor final tome una decisión razonable de su compra. Para esto, se plantea que las campañas se desarrollen a través de acciones específicas, planeadas y de fácil implementación.

En ese contexto, es necesario construir una estrategia de comunicación la cual va a permitir al Ministerio, definir qué mensaje quiere transmitir al público en general y de y los medios que se deben utilizar para cumplir el objetivo de informar. Dicha estrategia podrá contar con acciones como:

- Campañas en medios digitales masivos (TV, prensa, internet, radio, otros).
- Campaña dedicada exclusivamente a las redes sociales del gobierno y de los ministerios de apoyo.
- Campañas en centros educativos, universidades, colegios y demás
- Campañas en jornadas de salud pública, en los niveles municipales, distritales y departamentales.
- Campañas sobre las grandes superficies comerciales, industriales y demás.

5.2.3. Alternativa 3. Regular

Esta alternativa consiste en implementar lo determinado por la Ley 2232 de 2022, por la cual se establecen medidas tendientes a la reducción gradual de la producción y consumo de ciertos productos PUSU, establecidas en el artículo 11; la implementación y desarrollo de un reglamento técnico en materia de etiquetado de PUSU, incluidos los plásticos biobasados y los PUSU que no estén referidos en el artículo 5° de la ley y que, de acuerdo con el artículo 18, deberán ser incorporados por el sector privado y el Gobierno nacional dentro del cierre de ciclos del modelo de economía circular y de Responsabilidad Extendida del Productor (REP).

Esto indica que todos los productos PUSU, no mencionados en el artículo 5, así como los mencionados dentro de la prohibición y los que están exceptuados de la prohibición; deberán cumplir con el etiquetado señalado por esta alternativa.

Los productos plásticos biobasados y aquellos elaborados a partir de materiales sustitutos que incluyan plástico en su composición, también deberán contar con el etiquetado que sea indicado. Así mismo, los productos plásticos mencionados en los numerales del artículo 5° sin perjuicio de su fecha de prohibición.

Por otro lado, las etiquetas tendrán que ser parte integral del envase o empaque, y no deberán ser elaboradas a partir de otro plástico, aditivo, tinta o sticker sobre el producto, que afecte el cierre de ciclo en la cadena productiva. Para ello, también se podrá contar con el apoyo de símbolos y la tecnología en materia de códigos QR.

El reglamento técnico deberá establecer la obligatoriedad para que la información sea

corta, clara, precisa y transparente, en donde se expondrá como mínimo lo siguiente:

- Gestión adecuada de los productos que contengan envases y empaques primarios, secundarios y terciarios a ser dispuestos por parte de todos los actores de la cadena.
- Impacto ambiental negativo que puede generar su inadecuada disposición final.
- Contenido en porcentaje de materia prima plástica y otras materias primas diferentes en los productos de envases y empaques.
- Métodos de reciclabilidad adecuados para garantizar el cierre de ciclo del producto
- Información precisa sobre las condiciones para biodegradabilidad y compostabilidad.

5.3. Alternativas para biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales

En este numeral se analizan diversas alternativas para dar solución a la problemática identificada para el mercado de los plásticos de un solo uso, en cuanto a las restricciones prohibitivas y las opciones de alternativas sostenibles, en caso de optar por estas. De esta manera, se parte de considerar la opción de mantener la situación actual, lo que implica no tomar ninguna acción adicional y mantener la situación bajo las condiciones actuales, es decir, antes de la Ley 2232 de 2022 y sin considerar una normativa específica para compostables y biodegradables.

Respecto a esta primera opción es de resaltar que es hipotética. Como lo establece la Guía AIN “siempre se debe considerar, como referencia inicial, la posibilidad de no intervenir, manteniendo el statu quo. Es siempre la primera opción por estudiar, pues el regulador ha de preguntarse: ¿qué sucedería si no se hiciera ninguna intervención?, ¿el problema podría resolverse por sí solo o a través de acciones promovidas por el propio mercado?”.

La segunda opción que se estudia es referente a complementar los desarrollos normativos actuales contenidos en la Ley 2232 de 2022 y la Resolución 803 de 2024 a fin de introducir una normativa que determine las condiciones técnicas para el obligatorio cumplimiento sobre compostabilidad y biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales.

La tercera posibilidad, plantea la alternativa de incentivos a través de campañas que contribuyan a la autorregulación del sector regulado.

Estos escenarios se plantean con mayor detalle en los numerales siguientes:

Tabla 3. Selección y análisis de alternativas para productos de biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales

Objetivo principal	Objetivo específico	Alternativas
Contar con suficiente conocimiento de materias primas biodegradables y compostables.	Establecer las diferentes condiciones técnicas, que deberán ser implementadas para demostrar la biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales, de los envases y empaques plásticos y los plásticos de un solo uso prohibidos para poder seguir en el mercado.	<ul style="list-style-type: none"> • No regular • Regular • Autorregulación

Fuente: Equipo Plásticos - GIRPA, 2024

5.3.1. Alternativa 1. No regular (Statu quo):

Teniendo en cuenta los datos y cifras reportadas en la problemática donde se señala que en Colombia se generan al año 1,4 millones de toneladas de Plásticos, de las cuales el 4%³ corresponde a los PUSU prohibidos a partir de julio del 2024. Esta alternativa considera mantener la situación actual y no tomar ninguna medida al respecto; bajo este escenario hipotético y de referencia, de no regular ni intervenir, no contempla la opción regulatoria para la biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales. Al realizar la revisión normativa y jurídica a nivel nacional, solo se encuentra lo establecido en el artículo 34 de la Ley 2232 de 2022, el artículo 2.2.7C.7. del Decreto 2192 de 2023 y el artículo 19 de la Resolución 0803 de 2024.

5.3.2. Alternativa 2. Regular:

Esta alternativa pretende reglamentar el artículo 34 de la Ley 2232 de 2022, a través de un reglamento técnico que deberán cumplir los productores, fabricantes e importadores que pongan en el mercado productos identificados como biodegradables y/o compostables en condiciones ambientales naturales, como alternativa sostenible mencionada en la Ley y en el artículo 19 de la Resolución 803 del 2024 para permanecer en el mercado con los productos prohibidos en el artículo 5 de la Ley Ibidem.

³ De acuerdo a criterios de expertos de la temática de plásticos en Colombia.

Como primera medida esta regulación debe establecer la definición de compostabilidad en condiciones ambientales naturales y biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales, referenciando como mínimo los tiempos y porcentajes de biodegradación y/o compostación de los materiales, exigidos en la Ley 2232 de 2022.

Así mismo, la determinación de los umbrales para la biodegradabilidad y la compostabilidad en condiciones ambientales naturales se debe adaptar al nivel industrial y casero, según los estudios técnicos, resultados de investigaciones y pruebas de laboratorio, y establecer los protocolos de realización de los ensayos de laboratorio realizados por laboratorios debidamente acreditados nacional o internacionalmente.

Dicho reglamento establecerá los mecanismos de medición y criterios técnicos para desarrollar esta alternativa sostenible, acorde con las condiciones actuales del país (capacidad instalada), con el objetivo de reincorporar en el ciclo productivo, a través del compostaje de residuos de plásticos de un solo uso en condiciones ambientales naturales, adaptada a la infraestructura del país y generar adicionalmente, obligaciones de dar cumplimiento a las metas de responsabilidad extendida del productor sobre estos plásticos de un solo uso. De esta forma, evitar la fuga de estos productos hacia rellenos sanitarios, botaderos, ecosistemas marinos y terrestres, así como daños en la salud pública.

En ese sentido, se debe determinar la forma de incorporar dentro del reglamento de biodegradabilidad y compostabilidad, los diferentes tipos de plásticos como los biobasados, aquellos productos elaborados con materia prima de fuentes renovables; y los plásticos que hayan incorporado aditivos para su fragmentación.

Se deberán seleccionar las normas técnicas bajo las cuales se realicen los ensayos que demuestren que los plásticos de un solo uso prohibidos cumplen con la biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales que exige la normativa. Asimismo, las condiciones que deben cumplir los laboratorios que vayan a realizar los ensayos de biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales ya sean nacionales o internacionales.

El reglamento técnico deberá garantizar que no se presenten distorsiones cuando se presente el producto en el mercado, que este cumpla con lo que se evidenció en los ensayos realizados por laboratorios y que la información que se da al consumidor sea real y bajo los criterios biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales establecido en el artículo 11° de etiquetado de Ley 2232 de 2022.

5.3.3. Alternativa 3. Autorregulación - campañas

Esta opción pretende involucrar las iniciativas, principalmente campañas, necesarias

para direccionar a todo el sector privado, importadores, organizaciones, comercializadores y demás eslabones de la cadena de valor de PUSU que opten por esta alternativa sostenible, en el cumplimiento de la normativa general sobre biodegradabilidad y compostabilidad, en condiciones naturales ambientales.

En ese contexto, el sector interesado en esta alternativa se tiene que imponer como premisa poner en el mercado solamente productos plásticos biodegradables y compostables en condiciones ambientales naturales, para los plásticos convencionales listados en el artículo 5 de la ley 2232 que están prohibidos. En este sentido, de forma autónoma y en el marco de la oferta y la demanda, se generará el mecanismo más adecuado para llevarlo a cabo.

Con base en lo anterior, esta autorregulación definirá los estándares y el procedimiento para obtener una autodeclaración que debe ser verificable por la autoridad competente que garantice el cumplimiento de los productos plásticos biodegradables y compostables en condiciones ambientales naturales. En este escenario, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible no generaría reglamento técnico.

6. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

6.1. Costos y beneficios de las alternativas

Justificación

Toda intervención regulatoria genera impactos reales y potenciales en los actores de toda la cadena. Estos impactos se presentan como beneficios si son positivos y/o costos si son negativos. La metodología con que se miden tales beneficios y costos es el centro del análisis de impacto normativo⁴.

La metodología de análisis costo beneficio que se implementará para la evaluación de las alternativas en cuanto a; características, requisitos y certificación de los materiales sustitutos, así como el etiquetado de plásticos, pretende clasificar los impactos negativos (costos) e impactos positivos (beneficios) encontrados durante la transferencia de beneficios, así como los datos calculados con la información disponible referente a generación, aprovechamiento y disposición final de residuos, impactos sobre la recuperación de los ecosistemas y costos asociados a la cadena productiva del plástico.

En cuanto a la metodología que se va a aplicar para evaluar las alternativas planteadas de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales, se realizará mediante la evaluación costo beneficio, la cual permitirá asignar valor a los impactos mediante la fijación de distintos criterios de evaluación y su forma de ponderación.

6.1.1. Análisis Costo beneficio - ACB

Frecuentemente durante el diseño e implementación de medidas regulatorias surgen interrogantes por parte de la sociedad y los tomadores de decisiones acerca del valor de los beneficios y/o costos relacionados directamente con la intervención. En general, la implementación de una regulación genera costos y beneficios. Sin duda alguna, los costos se traducen al sujeto pasivo que debe cumplir con la regulación, en este caso particular a los agentes en la cadena del plástico; productores, comercializadores, importadores y fabricantes de PUSU. De otro lado, asociado a la entrada en vigor de una normativa se generan beneficios privados y sociales. Estos últimos se transfieren directamente a la sociedad en términos de mejoras en salud, mejoras en productividad, mejoras en el ambiente, en el paisaje, y en general en bienestar de las comunidades.

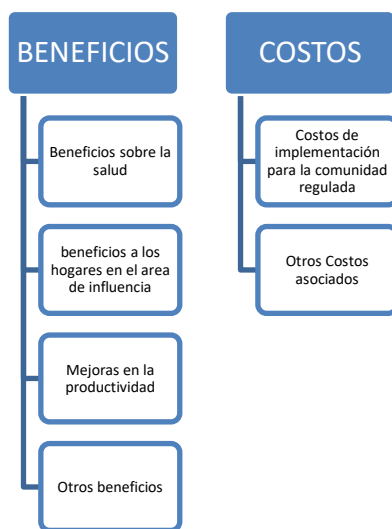
Surgen los siguientes interrogantes: ¿Cuál es el beneficio económico agregado de la implementación de sustitutos a los plásticos de un solo uso a través de las alternativas sostenibles como la biodegradabilidad y la compostabilidad? ¿Qué líneas de beneficios puede generar una norma de obligatorio cumplimiento asociado a la compostabilidad y biodegradabilidad?, ¿Cuál es el beneficio económico agregado de la implementación de

⁴ DNP (2021). Guía Metodológica para la Elaboración de Análisis de Impacto Normativo (AIN)

sustitutos a los PUSU a través de las alternativas sostenibles como la contenida en el artículo 11 de la Ley 2232 sobre etiquetado? ¿Qué líneas de beneficios puede generar un reglamento técnico de etiquetado de PUSU?, ¿Qué tipos de costos se imponen tanto a la comunidad regulada como al gobierno mismo, relacionado con una normativa de compostabilidad y biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales, etiquetado para los PUSU, incluidos los biobasados y los no prohibidos por la Ley y los sustitutos alternativos a los PUSU? ¿Cuál es el beneficio económico agregado de la implementación de sustitutos a los plásticos de un solo uso a través de las alternativas sostenibles como biobasados o aditivos? ¿Qué líneas de beneficios puede generar una norma de obligatorio cumplimiento asociado a materiales sustitutos en mención? ¿Qué tipos de costos de se imponen tanto a la comunidad regulada como al gobierno mismo, relacionado con una normativa de materiales sustitutos?

El análisis económico de costos y beneficios de las regulaciones permite aproximarse a las respuestas a los anteriores interrogantes. Tales análisis facilitan la cuantificación y la estimación de un valor económico en términos monetarios de los beneficios y/o de los costos derivados de la regulación que se quiere promulgar. El siguiente esquema, presenta los impactos típicos de la implementación de regulaciones en las dos dimensiones: beneficios y costos:

Ilustración 1. Información de Beneficios y costos de la implementación de la implementación de alternativas sostenibles



Fuente: Elaboración VEA, 2024.

De acuerdo con el esquema anterior, el ACB de la implementación de cada alternativa sostenible, contribuye a justificar económicamente la medida regulatoria, generando un indicador cuantitativo con base en la comparación del flujo de beneficios y costos de la intervención; en este caso particular, de la norma general de compostabilidad y biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales, etiquetado para los PUSU,

incluidos los biobasados y los no prohibidos por la Ley y los sustitutos alternativos a los PUSU.

Para la medida regulatoria en cuestión, se construye su flujo económico/financiero en el tiempo, incorporando los respectivos precios adecuados en la medida de lo posible. Así, el Valor Presente Neto - VPN corresponde al asociado al valor presente del flujo de beneficios económicos netos (impactos positivos y negativos) que generará la medida regulatoria. En su estimación se utilizará la Tasa Social de Descuento⁵, que representa el costo de oportunidad para la sociedad. La expresión matemática del indicador es:

Ecuación 1. Indicador de VPN de la implementación de la medida regulatoria

$$VPN = \sum_{i=1}^n \left[\frac{B_i - C_i}{(1 + TD)^i} \right]$$

Dónde:

VPN = Valor Presente Neto

Bi = Beneficios Económicos de la medida regulatoria, en el Periodo i.

Ci = Costos económicos (a precios cuenta de eficiencia) en el Periodo i.

TD = Tasa Social de Descuento

N = vida útil del análisis

Dentro de los costos de la implementación de la medida regulatoria se incluirán los costos de cumplimiento de esta (erogaciones asociadas a requerimientos de la autoridad ambiental, por ejemplo), los costos transaccionales (costos de asistencia a reuniones, fotos, talleres, etc.), y otros costos correspondientes a costos privados (inversiones necesarias en maquinaria y equipos para la reconversión productiva, por ejemplo). En la medida en que se identifiquen otros tipos de costos, estos serán incluidos en el respectivo flujo. De otro lado, se considerarán en el cálculo todos los beneficios directos e indirectos que perciben los agentes privados y la sociedad en general: en este caso principalmente beneficios medidos en términos de mejoras en la salud de los hogares y en la medida en que la información lo permita y esté disponible, sobre otros agentes en el área de influencia de los sitios de disposición final.

Así, se deberá calcular la relación Beneficio/Costo del flujo neto de la implementación de las distintas alternativas, lo cual justifica su inclusión en la medida regulatoria a través de la relación B/C, mediante el cual se establece una relación entre el valor presente de los beneficios económicos y el valor presente de los costos económicos de la medida regulatoria.

⁵ La tasa de descuento recomendada por el DNP para la evaluación de inversiones públicas

Ecuación 2. Indicador Relación Beneficio Costo – RBC de la implementación de la medida regulatoria

$$RB / C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+TD)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+TD)^i}}$$

Si la RB/C de la implementación de las distintas alternativas sostenibles toma valores mayores que uno, la regulación representa una ganancia importante para la sociedad, que justifica económicamente las recomendaciones sustitutas. Por el contrario, si la intervención hace que la sociedad como un todo incurra en costos mayores que los beneficios proyectados. En este último caso la RB/C es menor a 1.

Es importante nuevamente mencionar que dentro de los costos y los beneficios deben incluirse todos los posibles efectos positivos y negativos que surjan por la implementación de las opciones, así mismo todos los efectos sobre agentes vinculados al proyecto (beneficiarios, vecinos, etc.) y sobre agentes no vinculados a la intervención. Las medidas de implementación de alternativas sostenibles generan ciertos costos. Para un agente “típico” la medida implica unos costos directos, las cuales se traducen en inversiones iniciales en equipo e instalaciones. Por su parte, una vez la tecnología entre en funcionamiento, esta generara unos costos de operación y mantenimiento los cuales deberán ser considerados en el flujo de fondos. Ahora bien, se debe garantizar que los costos que genere la medida sean cubiertos por los beneficios. Esto es una típica evaluación costo/beneficio. En otras palabras, se requiere que la relación beneficio/costo sea mayor a 1, tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Resultado Esperado de una Evaluación Costo/Beneficio de la medida regulatoria

$$\frac{\text{Beneficio Total de la implementación de la Alternativa}}{\text{Costo Total de implementar la Alternativa}} > 1$$

La ecuación anterior representa el indicador que se debe calcular con el objeto de recomendar y justificar en términos económicos la medida regulatoria que se evalúa; el reglamento técnico de compostabilidad y biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales, el de etiquetado para los PUSU, incluidos los biobasados y los no prohibidos por la Ley y el de los sustitutos alternativos a los PUSU.

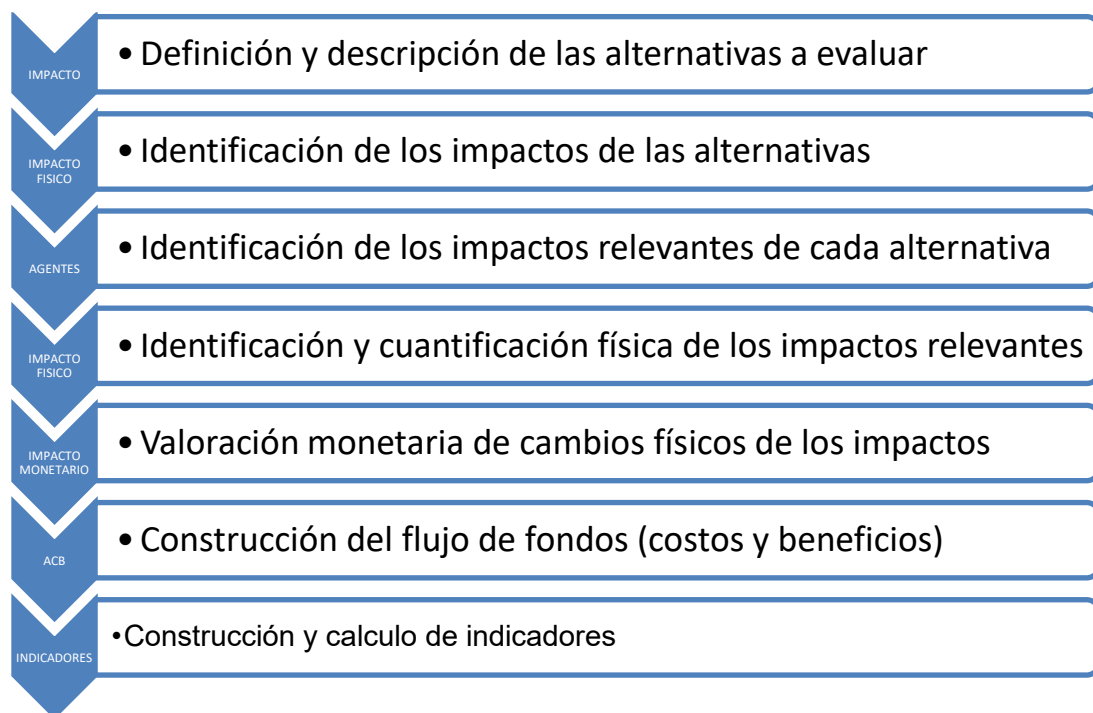
Se recuerda que la anterior medida se contrastará con el status quo (no intervención) y con la opción de diseñar e implementar campañas para alcanzar la autorregulación.

Este indicador está constituido en el numerador, por la suma de los beneficios (privados y sociales) de la medida regulatoria expresados en términos monetarios. Por otra parte, el denominador considera el flujo de costos de la implementación de la medida (Reglamento técnico sobre la compostabilidad y biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales, el etiquetado para los PUSU, incluidos los biobasados y los no prohibidos por la Ley y el de

los sustitutos alternativos a los PUSU) expresada en términos monetarios. El indicador será aplicado a las opciones o alternativas de status quo (no intervenir) y el diseño e implementación de campañas para alcanzar la autorregulación.

De acuerdo con los manuales y documentos expedidos por el MinAmbiente, las etapas del análisis económico de impactos ambientales serán desarrolladas para cada alternativa e incluirán, los siguientes pasos metodológicos:

Ilustración 2. Pasos metodológicos para el análisis económico de impactos ambientales de las tecnologías.



Fuente: Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales, MAVDT (2010).

De acuerdo con la ilustración anterior, para abordar de manera ágil, sistemática, consistente y veraz el proceso de análisis costo beneficio de los impactos de las intervenciones seguirán los siguientes pasos:

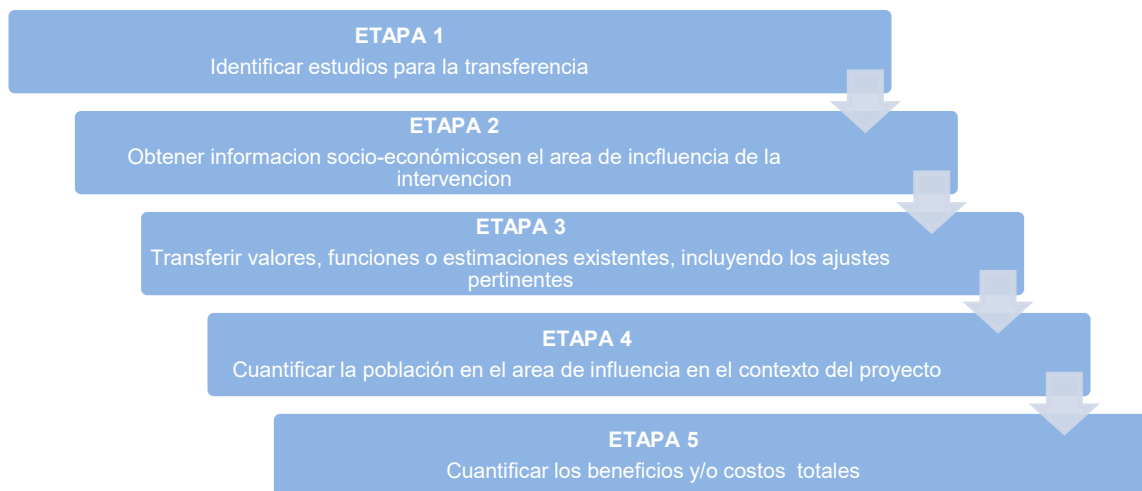
1. Definición de las alternativas a evaluar: esta etapa desarrolla una descripción general de las alternativas la cual incluye información de la ubicación, justificación, necesidad, entre otros. Esta definición y descripción de las distintas alternativas a evaluar se incluyó al inicio de cada una de ellas.
2. Identificación de los impactos de las alternativas consideradas (positivos y negativos): en esta etapa, el equipo evaluador identifica, analiza y lista los posibles impactos sociales, económicos y ambientales de la alternativa siguiendo las metodologías establecidas. Esta es realizada de acuerdo a la revisión bibliográfica de cada una de las alternativas.

3. Identificación de los impactos relevantes: la cual tiene por objeto la identificación de los impactos sociales, económicos y ambientales, positivos y negativos, asociados a la alternativa, incluyendo en el flujo aquellos que sean relevantes. En la medida en que sean impactos positivos se incluyen en el flujo de beneficios. Por su parte, si se presentan como impactos negativos se incluirán en el flujo de costos.
4. Cuantificación física de los impactos más relevantes - flujo de bienes y servicios ambientales afectados: se realizará la identificación y cuantificación de los flujos y servicios ambientales afectados por la alternativa. Identificación de Agentes Económicos afectados: para cada alternativa, se identificarán y caracterizarán los agentes económicos que estarán afectados por la pérdida de bienes y servicios económicos, sociales y ambientales en el área de influencia de los sitios de disposición final: hogares y/o productores.
5. Valoración monetaria de los impactos considerados: para cada alternativa, la cuantificación monetaria de los impactos sociales, económicos y ambientales relevantes según el caso, a través de las técnicas de valoración de beneficios y/o costos ambientales. Este paso se enfoca a expresar en términos monetarios los cambios en los indicadores sociales, económicos y ambientales. Este numeral se desarrollará a partir de la metodología de la transferencia de beneficios.
6. Construcción del flujo de beneficios y costos: para cada alternativa, se calculará el flujo de los beneficios y costos. Para ello, se empleará una tasa social de descuento adecuada, similar a la empleada por las entidades públicas del gobierno nacional.
7. Obtención de los principales criterios de decisión: una vez desarrollado el flujo de fondos del proyecto (beneficios y costos), se procederá al cálculo de indicadores que hacen parte del análisis costo beneficio. Serán calculados el VPNE y la RBC.

La estimación de los beneficios y los costos de la implementación de las distintas alternativas se realizará con base en información secundaria. Adicionalmente, se recomendará la aplicación de la técnica conocida como “transferencia de beneficios” la cual permite “adecuar y usar la información sobre beneficios (costos) económicos de uno o varios estudios de valoración en un nuevo entorno económico cuyas características son similares a las de los estudios ya realizados”.

En este sentido, se seleccionaron un número adecuado de estudios de valoración económica de beneficios asociados a la implementación de tecnologías de aprovechamiento y tratamiento de residuos, procediendo al ajuste de los respectivos valores. De acuerdo con la literatura esta metodología permite “*tener una aproximación económica a un cambio en los flujos de bienes y servicios usando otros estudios similares en regiones o contextos geográficos diferentes*”. Para el caso de la técnica de la transferencia de beneficios, se seguirán los pasos:

Ilustración 3. Pasos metodológicos de la Tráferencia de Beneficios



Fuente: Adaptado de OSINERG⁶.

En caso de requerir transferencia de valores de estudios realizados en otros pa3ses, ser3 necesario el empleo de la ecuaci3n:

$$V_t^T = V_o^F \left(\frac{PIBp_o^F}{PIBp_o^T} \right) * \left(\frac{IPC_t}{IPC_o} \right) * E_t$$

Fuente: Heinz J., Tol R. (1996). Secondary benefit of climate control policy: Implications for the global environment facility

Donde:

VTt: Valor del beneficio o costo ambiental en la modela local para el proyecto en cuesti3n en el a3o t.

VTo: Valor del beneficio o costo ambiental en la modela del pa3s en que se realiz3 el estudio y que va a usar para la transferencia, en el a3o t.

PIBpFo: PIB per c3pita de Colombia.

PIBpTo: PIB per c3pita del pa3s donde se realiz3 el estudio base para la transferencia, en el tiempo t.

IPCo: 3ndice de precios al consumidor de Colombia, en el a3o t.

Et: Tasa de cambio de la moneda de Colombia con respecto a la del pa3s donde se realiz3 el estudio base para la transferencia, en el periodo t.

IPCo: 3ndice de precios al consumidor del pa3s donde se realiz3 el estudio base para la transferencia en el periodo t.

⁶ Organismo Supervisor de la inversi3n en Energ3a – Per3.

6.1.2. Análisis Multicriterio

A modo de complemento del análisis costo-beneficio, fue posible integrar a sus resultados cuantitativos, el análisis multicriterio. Identificando 17 criterios categorizados registrando en la siguiente tabla:

Tabla 30. Listado de criterios identificados

TIPOLOGIA	CRITERIO
CRITERIOS TECNICOS	Viabilidad técnica
	Se Fomenta el uso de materiales reciclados
	Se incentiva la investigación y desarrollo
	Tiempo para obtener resultados
CRITERIOS SOCIALES	Generación de empleo en la cadena
	Adaptación laboral
	Mejor aceptación de la alternativa
CRITERIOS AMBIENTALES	Disminución de residuos: cumplimiento de Metas
	Se disminuye el uso de materiales vírgenes
	huella de carbono
	Capacidad institucional
CRITERIOS ECONOMICOS/FINANCIEROS	Costo de los productos fabricados
	Líneas de financiación disponible
	Creación de oportunidades de negocio
	Reconversión productiva
LEGALES	Claridad Normativa
	Costos de cumplimiento de la normativa
OTROS	Otros criterios a considerar

Fuente: Revisión de literatura nacional e internacional. Información aportada por MADS, VEA 2025.

La metodología AHP permitió de ese universo inicial de criterios seleccionar a los más relevantes, de acuerdo con la matriz de calificación Criterio-Criterio. Por su parte, una segunda validación por medio de una calificación de acuerdo con la expertica de los investigadores plasmada en la matriz criterio-criterio, permite dar otra mirada a las alternativas propuestas.

6.2. Beneficios de las alternativas

Los beneficios de las alternativas se resumen en la tabla 4.

Tabla 4. Impactos positivos y negativos de las alternativas a evaluar

Alternativa	Artículo 4 (Características, requisitos y certificación de materiales sustitutos)	Artículo 11 (Etiquetado de plásticos de un solo uso, Biobasados y de REP)	Artículo 34 (Condiciones de biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales)
No regular	<p>La evidencia muestra que esta opción es de poco impacto, debido a que no garantiza que se mejore la gestión adecuada de los plásticos de un solo uso, no mejora la reincorporación al ciclo de la economía circular y no fortalece la responsabilidad extendida del productor en materia de plásticos de un solo uso. De esta forma, la fuga de materiales, continuará afectando los ecosistemas marinos y terrestres, la salud pública y la utilidad real de los rellenos sanitarios. Por lo tanto, no se alcanzaría la efectividad esperada.</p> <p>Esta opción tendrá una asignación de cero (0) pesos (\$), frente a la valoración.</p>		
Regular	<p>La reglamentación de materiales y productos sustitutos o alternativos permitirá la reducción de residuos plásticos que terminan en océanos, rellenos sanitarios, botaderos a cielo abierto y ecosistemas terrestres, mitigar los impactos en el ambiente generados por estos contaminantes, disminuir la dependencia de hidrocarburos al no necesitar resina virgen, disminución en la generación de micro plásticos obtenidos en la descomposición y que terminan en la cadena trófica.</p> <p>El impacto positivo también abarca el</p>	<p>Los beneficios de las campañas informativas y el etiquetado de plásticos de un solo uso se encuentran relacionados ya que apuntan a permitir el acceso a información clara y completa sobre los productos que van a ser adquiridos en el mercado, en forma de envases y empaques plásticos, y serán reciclados o compostados, según sus características.</p> <p>Lo anterior genera un impacto positivo en el ambiente a mediano y largo plazo, disminuyendo los residuos plásticos que van a dar al relleno sanitario, a los ecosistemas y a los océanos, los costos de tarifa de aseo, costos de mantenimiento para los</p>	<p>La regulación de los criterios para determinar los productos plásticos biodegradables y compostables en condiciones ambientales naturales, para acceder a ella como alternativa sostenible, permitirá tener como beneficios el establecimiento de criterios claros y consistentes para la biodegradabilidad y compostabilidad con estándares ambientales, el asegurar que los plásticos de un solo uso se descompongan de manera segura y eficiente sin dejar toxinas o sustancias de interés, el fomento en la innovación y desarrollo de nuevas tecnologías implementadas para aprovechar el producto</p>

	<p>fomento en la innovación para impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías y materiales para la elaboración de productos sostenibles, dando apertura a la industria, el empleo y la economía.</p>	<p>municipios de sus áreas protegidas marítimas y terrestres, así como enfermedades asociadas a los micro plásticos.</p>	<p>resultado de la biodegradación o compostabilidad, la certificación de los productos que aumentará la confianza de los consumidores, y el fomento en la cadena para el diseño de productos y sistemas a base del resultado de la biodegradabilidad y la compostabilidad, y que sea utilizado por otros sectores como la agricultura y la ornamentación.</p> <p>De esta forma, a largo plazo se podrá alcanzar una disminución en los costos de producción de plásticos tradicionales</p>
<p>Auto regulación</p>	<p>La viabilidad de esta alternativa debe analizarse con ciertas precauciones, aunque algunos beneficios del sector empresarial estarían enlazados como la innovación y rápida adaptación a las demandas del mercado, la eficiencia frente a la regulación gubernamental, y con margen de flexibilidad en el enfoque para adaptarse a las circunstancias cambiantes.</p> <p>Sin embargo, los riesgos asociados a la falta de transparencia, los posibles conflictos de interés y la desigualdad que podría favorecer a las empresas con mayores recursos para implementar las practicas sostenibles, podría afectar a las pequeñas y medianas.</p> <p>Esta implementación para ser efectiva requiere tener estándares claros y verificables, transparencia y mecanismos de rendición de cuentas, la participación regulatoria del gobierno, así como la revisión periódica de los estándares.</p>		

Fuente: Equipo Plásticos - GIRPA, 2024

7. ANÁLISIS DE IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS

A continuación, se describen algunas de las consideraciones, aspectos básicos e Inputs, que fueron empleados para el análisis de beneficios y costos aplicable para; compostabilidad y biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales, etiquetado para los PUSU, incluidos los biobasados, los no prohibidos por la Ley y los sustitutos alternativos

a los PUSU.

1. El horizonte estimado para la evaluación de las fuentes financieras es de 10 años, pues surge de la recomendación hecha en “*Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*”, realizada por el MinAmbiente, y la ANLA (2018).

Los resultados de los análisis realizados permitirán la toma de decisiones con base en este horizonte de tiempo de 10 años.

2. Se tuvo en cuenta los modelos de costo social de los plásticos contenido en el documento: DALBERG para WWF “*Plastics: The costs to society, the environment and the economy*” de WWF, Dalberg. 2021.

En particular, de este estudio es de especial interés la determinación del daño causado por una tonelada representativa de plásticos mal dispuestos que terminan en los ecosistemas marinos, los cuales causan daño hasta por 150 años hacia adelante. La valoración económica de referencia tomada de este estudio corresponde al valor presente neto de los daños monetarios causados por una tonelada de plástico representativa dispuesta en los océanos.

3. El precio de la tonelada de Resina Virgen, se toma con valor de 1000 USD por tonelada en concordancia con el estudio de DALBERG (WWF 2021), y las cifras de importación de resinas informe “Plásticos en Colombia (Acoplásticos, 2024).

Este precio asumido es congruente con la información reportada por Acoplásticos en su más reciente informe sectorial. De acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 5. Precio de las principales resinas importadas (2020,2021, 2022 y 2023) en USD por tonelada.

RESINA	2020	2021	2022	2023
Polietilenos de densidad menor 0.94 (3901100000)	974,1	1689,9	1594,2	1080,5
Polietilenos de densidad mayor o igual 0.94 (3901200000)	878	1477,7	1448,8	1075,9
Copolímeros de etileno con otras olefinas (3901400000 + 3901400000)	872,8	1564,8	1559,3	1050,1
Polipropileno (3902100000)	974,4	1503,9	1522,4	1080,1
Copolímero de propileno (3902300000)	1218,4	1767,7	1703,5	1345,6
Poliestireno expandible (3903110000)	1122,4	1655,5	2011,5	1490,0
Demás poliestirenos (3903190000 + parte de 3903900000)	1077,4	1284,4	1908,7	1553,0
Policloro de vinilo, emulsión (3904101000)	1215,2	1555,1	1643,9	1489,3
Policloro de vinilo, suspensión (3904109000)	829,6	1511,6	1423,9	789,8
PTA (tereftalato de etileno) (3907619000 + 3907699000)	892	1140,7	1289,1	1066,6
Resinas poliéster insaturadas (3907910000)	1917,3	2490,3	2784,8	2278,2

Otras resinas	1815,8	2380,8	2543,5	2038,5
Demás polímeros de etileno (3901900000)	1863,9	2420,9	2619,4	2224,3
Copolímero etileno-acetato de vinilo (EVA) (3901300000)	1467,2	1627,2	1757,1	1275,2
Resinas SAN (3903300000)	1452,9	2159,4	2027,8	1788,9
Resinas ABS (3903300000)	1598,9	2465,8	2510,7	1817,7
Demás polímeros de estireno (Parte de 3903900000)	1439,8	1731,3	1961,2	1779,3
Demás policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias (3904109000)	1478,7	1526,3	1333,9	770.70
Demás policloruro de vinilo, sin plastificar (3904210000)	1682,3	1563	2281,8	2000,3
Demás policloruro de vinilo, plastificado (3904220000)	1484,7	1979	2516,9	1875,5
Copolímeros de cloruro de vinilo y acetato de vinilo, sin mezclar con otras sustancias (3904301000)	1715,7	2620,1	2364,4	1955,4
Demás copolímeros de cloruro de vinilo y acetato de vinilo (3904309000)	2411,3	1264,7	1018,5	584,1
Demás copolímeros de cloruro de vinilo, excepto copolímeros de cloruro de vinilo y acetato de vinilo (3904400000)	1263	2142,4	2522,4	2341,1
Demás copolímeros de olefinas (3904500000)	4178,2	8850	5445,9	-
Polímeros de metil, polimetilmetacrilato (3906100000)	13443,2	10878,9	13159,6	-
Poliacetel (3907100000)	4438,8	6034,8	7798,2	1862,7
Policarbonato (3907400000)	1654,7	1742,9	2016,2	10629,4
Poliésteres poliacetales de propileno (3907203000)	1627,3	3246	2179,9	1488,4
Policarbonatos (3907400000)	2062,8	3156,3	3749,2	2616,1
Poliamida 6 (3908100000)	1931,6	2569,8	2783,9	2124,9
Poliamida 11-6.12-6,6-4,6-8,9-6,10 & 6,12 (3908900000)	3635,5	3880,9	5361,5	4509,6
Demás poliamidas (3908900000)	2647,6	2967,6	3744,9	3488,1
Urea formaldehído para moldeo (3909100000)	1549,5	1505,4	1681,3	2045,9
Resinas fenólicas (3909300000)	2693,2	1128	3058,9	3464,8
Melamina formaldehído para moldeo (3909200100)	651,7	633,3	651,4	806,9
Poliuretano (3909500000)	2976,3	3267,8	3650,7	3467,1
Poli ácido láctico (3907600000)	2458,3	2564,3	3199	2793,0
PROMEDIO	1002,8	1589,3	1582,9	1,162.10

Fuente: Informe Plásticos en Colombia. Acoplásticos, 2023 y 2024.

Es de resaltar que para el año 2023, el promedio de precios de las resinas importadas se ubica en los 1.162 dólares por tonelada, este precio de referencia es similar al estimado en el modelo de costos sociales de producción de plásticos, encontrando que, para la producción de plástico virgen, el precio establecido para el año 2019 alcanzó los 1.006,67 USD. Esto equivale a 1217 USD, que a precio promedio de dólar alcanza los COP \$5.049.028.75 por tonelada a precios del 2024 (PLASTICS: THE COSTS TO SOCIETY, THE ENVIRONMENT AND THE ECONOMY, WWF 2024).

- Según cifras de WWF y GreenPeace se generaron en Colombia aproximadamente 1.4 millones de toneladas de residuos plásticos para el año 2023.

5. De acuerdo con cifras de GreenPeace 2018, la contaminación plástica en Colombia y el mundo, del total de residuos plásticos generados en Colombia, el 56% corresponde a Plásticos de un solo uso.

Para el año 2023, del total de 1.4 millones de toneladas de residuos plásticos, el 56% que corresponde a 784.000 toneladas se asocia a residuos de plásticos de un solo uso. En este sentido, la estrategia para el etiquetado abarcará a esta parte del universo total. Por ello, en los cálculos relacionados con el análisis costo-beneficio del etiquetado de PUSU se tendrán como punto de referencia estas 784.000 toneladas.

6. Se asume que, el primer paquete de prohibiciones vigentes a partir de julio de 2024 de PUSU se estima en 4% del total de toneladas generadas de plásticos de un solo uso.

De acuerdo con la consulta realizada a seis (6) planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques y plásticos de un solo uso, el estimado para el año 2022 de productos plásticos de un solo uso que se encuentran establecidos en el artículo 5° de la Ley 2232 del 2022 es del 2,73%. Dado que estos planes representan alrededor del 50% de los plásticos puestos en el mercado, se extrapola el valor de 2,73% identificado con tendencia al incremento esperado para llegar a un estimado del 4% de PUSU del artículo 5°.

7. Según expertos, se proyecta una tasa de crecimiento anual de la generación de plásticos a nivel mundial para el periodo 2023-2050 de 3.5%. (Dalberg, WWF 2021).
8. El IPC promedio histórico para Colombia según proyecciones del Banco de la República de Colombia corresponde al 4%.
9. La Tasa Representativa del Mercado TRM, presenta un valor promedio del último año para Colombia de \$4.000/dólar, de acuerdo con estimaciones y proyecciones del Banco de la República de Colombia, 2023.

De acuerdo con el portal <https://www.dolar-colombia.com/ano/2024>, el promedio de la TRM para el año 2024 se estimó en \$ 4.071,35/dólar. Para efectos de proyecciones, se asume el valor reportado en el supuesto.

10. Los flujos y costos de beneficios según aplique fueron afectados por el IPC o IPP según el caso de fuente DANE, adicionalmente se trabaja con la TRM con fuente Banco de la República, 2023.
11. Se asume un precio de los Certificados por tonelada capturada de CO₂ equivalente a \$25.579/certificado, según la última reforma tributaria DIAN, Resolución número 000007 del 31 de enero de 2024 y Resolución Número 000008 de 31 de enero de 2024 DIAN reporta un valor de \$27.399,14 por tonelada de carbono.

Para la valoración económica de las reducciones de emisiones de carbono por cada tonelada, se acudió a la información disponible del mercado internacional de carbono. Los bonos de carbono transados a nivel internacional de tasa entre un rango de 5 USD hasta

los 120 USD. Es posible consultar fuentes como *Resoruces for Future* a fin de conocer un precio de cada tonelada de carbono tomando en cuenta el costo social del mismo.

En este caso, este precio puede llegar a ser significativamente alto. Ver. Carbón: <https://www.rff.org/publications/data-tools/scc-explorer/> que hace referencia a este estudio de Nature: <https://www.nature.com/articles/s41586-022-05224-9>. Adicionalmente, se puede consultar el visor del Banco Mundial y escoger un país tipo: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>. El precio escogido para estos cálculos no pretende reflejar el costo social del carbono en Colombia, más bien sirve como referencia para una valoración económica.

Para el caso de estudio se asume la valoración de cada tonelada de carbono al precio del mercado nacional establecido por la DIAN.

12. Se asume que para fabricar 1 kilo de plástico virgen se emiten 3,4 Kg de CO₂ equivalente, según el informe “Determinación del impacto ambiental por análisis de ciclo de vida -LCA de la fabricación de algunos plásticos de un solo uso” (Gámez Hernández, L. D., & Salcedo Galán, F. (s.f.). (UAndes, 2025).
13. Se asume que para fabricar 1 kilo de plástico reciclado se emiten 1,7 Kg de CO₂ equivalente. (Ática, 2024).
14. Para la identificación de los beneficios a incluir se realiza una revisión de literatura a nivel Mundial - Cálculo de los indicadores de análisis costo-beneficio: VPNE y la RBC. Se contempla una tasa de descuento del 8.5%.
15. La Tasa de Descuento anteriormente mencionada de 8.5% es recomendada por entidades públicas de orden nacional como el DNP, MINTRANSPORTE y BID (Tasa de descuento recomendada para proyectos de inversión).
16. El precio de una tonelada de compost en el orden de los \$ 200.000, valor ponderado tomado según consulta realizada a Planta de Compostaje industrial.
17. Se considera la estructura tarifaria del servicio de aseo contenido en la “Metodología tarifaria aplicable a prestadores con más de 5.000 suscriptores” (Resolución CRA 720 de 2015 y Resolución CRA 943 de 2021).
18. Se consideran los costos de vigilancia del gobierno de acuerdo a la reunión sostenida con funcionarios de la ANLA donde se manifestó el manejo de una estructura básica de funcionarios, para atender las solicitudes. Se puede concluir que para lograr la vigilancia es posible contar con tres (3) funcionarios contratados por prestación de servicios, profesionales, con especialización, con treinta y seis (36) meses de experiencia, lo cual de acuerdo a la Resolución 006 de 2023 de MinAmbiente, tendría una asignación mensual de \$7.000.000 lo cual, anualmente alcanzaría un valor de \$84.000.000.

19. Se aproximan los costos de certificación de acuerdo con la información recibida en las reuniones realizadas con el Sector Industrial regulado, la ONAC y el Laboratorio de la Universidad del Cauca. Se toma el dato que ensayos de biodegradabilidad y compostabilidad completos valorados en 20.000 USD. Adicionalmente, se espera que cada año se requieran unos 200 ensayos de biodegradabilidad y compostabilidad.
20. Se incluyen costos asociados al etiquetado de productos PUSU a partir de la información suministrada en las reuniones sostenidas con el Sector regulado. Se obtuvo el dato que, a nivel agregado por kilo de bolsa plástica el costo de etiquetado se puede acerca al 1% del costo de producción; según productores de envases PET, se pudo establecer un valor de \$3 a \$5 adicional en el costo total de producción por etiqueta de botellas (entre \$300 a \$500), por lo que se puede concluir que los costos por etiquetado pueden estar alrededor de 1% al 2% del costo de producción.

De lo anterior, se toma un costo total de 20 USD por tonelada de plástico producido, lo cual es muy cercano a los porcentajes antes mencionados.
21. El 2.71% de las toneladas de plásticos que se generan en una economía llegan al mar a causar impactos negativos lo cual se traducen en costos sociales (Dalberg WWF, 2021).

Esta consideración es parte fundamental de los cálculos en el marco del análisis costo-beneficio: Del total de PUSU objeto de las actividades de etiquetado, que se estiman para el año 2023 es de 784.00 toneladas, y que en un escenario de no “intervención” por parte del gobierno, el 2.71% de esas toneladas podría terminar en el océano, es decir 21.246 toneladas.

A ese respecto, las cifras reportadas a nivel nacional sobre este aspecto son bastante variables y diversas, se reporta que entre 12.900 a 29.500 toneladas de plástico transporta el río Magdalena hacia el mar (Lebreton et al., 2017). Por otro lado, se reporta que los residuos plásticos no recolectados pueden estimarse en fuentes hídricas en 18.977 toneladas y en suelo desnudo 147.494 toneladas. También es preciso resaltar que, de acuerdo con estudios realizados, el plástico flotante en la superficie del océano representa solo una pequeña fracción de la carga estimada descargada por los ríos. No obstante, los plásticos no solo van a flotar al océano, ellos llegan también a las playas (Meijer et al., 2021).

22. Se establece que, durante al menos 150 años, el plástico seguirá causando impactos cada año a medida que se divide en micropartículas, lo que significa que cada tonelada de plástico que entra en el océano genera un daño económico valorado entre los 204.270 USD y los 408.541 USD a través de su vida útil (*Plastics: The costs to society, the environment and the economy*. World Wide Fund for Nature (WWF), Dalberg WWF, 2021).

Para este caso particular se trabajará con límite superior de la estimación de la valoración económica del daño ambiental de una tonelada de plásticos dispuesto en el mar, dado que los ecosistemas colombianos son altamente sensibles. Debido a que es un estudio a nivel internacional, los resultados de la valoración económica del daño deben ser ajustado a las condiciones colombianas. Por ello se emplearán las razones del PIB per cápita.

23. Para asumir el valor de las externalidades causadas por una tonelada de plástico en los mares se tiene en cuenta el PIB de EE.UU. de 81.965 USD y Colombia 6.979 USD ambos para el año 2023, estableciendo una relación de 11.7, por lo cual, se ponderan los valores según la metodología de paridad de compra en la que se toma el valor mayor que corresponde al daño económico que genera una tonelada de plásticos cuando entra al océano. Al realizar el cálculo mediante

$$\left(\frac{PIB_{PCol}}{PIB_{PEEUU}} \right) \times (Valor\ del\ daño\ expresado\ en\ UsD)$$

Se obtiene el valor de 47.779 USD lo que se asume es el valor de las externalidades causadas por una tonelada de plástico en los mares. (*Plastics: The costs to society, the environment and the economy*, Dalberg para WWF, 2021).

24. Según datos de la oficina de comunicaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y como referencia datos de Ministerio de Salud (2018), el costo promedio de una pauta publicitaria de 30 segundos por televisión en prime time es \$20.000.000, por un segundo animado por Internet es \$ 300.000, por cuña radial de 30 segundos es de \$2.500.000. Asumiendo que anualmente con 3 pautas de TV al día equivale a 1095 pautas, publicidad por internet con 60 al día establece un valor de \$21.900 y cuñas radiales un valor de \$3.650 lo que genera un total de publicidad de \$55.047.000.000. Adicional ente, se asume un aumento sostenido del 10% anual para el periodo de análisis recomendado por el Ministerio de Salud para la evaluación de impacto del etiquetado de (MinAmbiente y MinSalud, 2018).
25. El valor contemplado para la realización de los cálculos en el Análisis Costo - Beneficio que respectan al precio de Aditivos Enzimáticos o Biodegradables es de \$ 7.700 para el año 2005 (UAndes, 2005). Este valor fue convertido a dólares, usando una tasa de cambio de \$4000/USD y actualizado a precios del 2023, aplicando una inflación anual del 4% conforme al IPC promedio.

Como se mencionó, cifras recientes de WWF y GreenPeace reportan que en Colombia se generaron aproximadamente 1.4 millones de toneladas de residuos de plásticos para el año 2023. Considerando un horizonte de análisis a 10 años y de acuerdo con cifras de WWF la tasa de crecimiento en la generación de plástico a nivel mundial se calcula en un porcentaje de crecimiento anual del 3.5%⁷, dato empleado para estimar las proyecciones en Colombia. Asimismo, se debe tener en cuenta que, en el país, actualmente solo se recicla el 20% de

⁷ WEF, 2016. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics

los materiales plásticos (Acoplásticos, 2021 y 2022).

Tabla 6. Generación de Plásticos de un solo Uso en Colombia (MILES DE TONELADAS)

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Toneladas al año de plásticos	1.400.000	1.449.000	1.499.715	1.552.205	1.606.532	1.662.761	1.720.957	1.781.191	1.843.533	1.908.056	1.974.838
Toneladas al año PUSU (0.56%)	784.000	811.440	839.840	869.235	899.658	931.146	963.736	997.467	1.032.378	1.068.512	1.105.909
% Reciclaje	0,20	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Toneladas recicladas al año	156.800	202.860	251.952	260.770	269.897	279.344	289.121	299.240	309.713	320.553	331.773
Toneladas asociadas a paquete de prohibiciones (año 2024): 4%	31.360	32.458	33.594	34.769	35.986	37.246	38.549	39.899	41.295	42.740	44.236

Fuente: VEA, 2024.

*Greenpeace (2018). La contaminación plástica en Colombia y el mundo.

** Greenpeace (2018). La contaminación plástica en Colombia y el mundo.

*** ACOPLASTICOS

Gráfica 1. Toneladas asociadas a paquete de prohibiciones 4%



Fuente: Proyecciones con base en las cifras de Acoplásticos, VEA 2024.

De acuerdo con la gráfica anterior a 2033 se producirán 784 mil toneladas de plásticos de un solo uso, de los cuales el 20% son recicladas (157 mil toneladas). El restante 80% corresponde a las toneladas remanentes, ascendiendo a 627 mil las cuales deben ser gestionadas.

A continuación, se aplica el análisis costo-beneficio con el posterior cálculo del indicador de RBC. Se tienen en cuenta las tres alternativas de comparación identificadas; i. Staus Quo, ii. Diseño e implementación de incentivos dirigidos al autorregulación o campañas y iii. Normativa general de regular, y un adicionalmente para la alternativa Normativa general de

obligatorio cumplimiento para materiales sustitutos se evalúo los biobasados y aditivos.

Para cada una de las alternativas, de manera independiente, se identifica y cuantifica una o varias líneas de beneficios y de costos, tales datos se plasman en un flujo de fondos a 10 años, con una tasa de descuento del 8.5%. Los análisis por alternativa sostenibles establecidas en la Ley 2232 de 2022 correspondientes a los productos plásticos de un solo uso que se biodegraden y/o composten en condiciones ambientales naturales, el etiquetado informativo de productos PUSU y los productos que sustituirán los plásticos, se presentan en el siguiente acápite:

8. RELACION ANALISIS COSTO-BENEFICIO

8.1. ALTERNATIVAS SOSTENIBLE

8.2.

8.3. DE COMPOSTABILIDAD Y BIODEGRADABILIDAD EN CONDICIONES AMBIENTALES NATURALES

8.3.1. Alternativa 1: No regular (Status Quo)

Corresponde a una situación de no regulación e intervención por parte del gobierno en el mercado de los PUSU. Es la alternativa base y se requiere hacer comparaciones contra el denominado status quo.

Beneficios

Para este caso, el único beneficio identificado se relaciona con los costos que generan las regulaciones a la comunidad regulada. En este escenario, los productores, importadores y comercializadores de PUSU se “ahorran” dichos costos de cumplimiento. Este beneficio se asocia con los mayores costos de producción ante escenarios normativos, los cuales no se ejecutan, puesto que el gobierno no interviene. Para el año 2025, se deberán gestionar 33.594 toneladas estimadas para el primer paquete de prohibiciones relacionado principalmente a los numerales 1, 2 y 3 del artículo 5° de la Ley 2232 de 2022.

Dado que en esta primera alternativa de comparación -el status quo, no intervención por parte del gobierno, para efectos del ACB se asume que estas toneladas no se gestionan, debido a que no hay intervención. Se tiene como supuesto fundamental que estos productos tienen un costo de producción adicional del 60% partiendo de que el plástico virgen tiene un costo aproximado en el mercado de 1000 USD/tonelada (WWF, 2021).

Este porcentaje del 60% se toma de las reuniones y encuestas semiestructuradas adelantadas con las empresas del sector. En todo caso es de resaltar que, ante este supuesto tan sensible, se realiza un análisis de sensibilidad variando este porcentaje a fin de verificar el impacto en el indicador de RBC.

El cálculo resulta en \$80.624.678.400 explicado en que el incremento en el costo de

producción es un 60% mayor tomando como base los 1000 USD; es decir, unos 600 USD. Por lo que, se multiplica por las toneladas totales a gestionar por la proyección del precio del dólar de 4000 \$/USD (la TRM proyectada de largo plazo).

Tabla 7. Flujo de beneficios de la alternativa No Regular “Status Quo” (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 75,264	\$ 77,898	\$ 80,625	\$ 83,447	\$ 86,367	\$ 89,390	\$ 92,519	\$ 95,757	\$ 99,108	\$ 102,577	\$ 106,167

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 609.432 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos

Para el caso del flujo de costos fueron identificados tres líneas; i. Costos por entrada de toneladas de plásticos al océano, ii. Emisiones de GEI y iii. No incentivos en la tarifa.

Costos por entrada de toneladas de plásticos al océano

Este cálculo surge de considerar que, en últimas, un pequeño porcentaje de los plásticos mal gestionados terminan en el mar causando un impacto económico significativo. Como se mencionó antes, de acuerdo con cifras del estudio DALBERG (WWF,2021), el 2.71% de las toneladas de plásticos que se generan en una economía llegan al mar a causar impactos o externalidades negativas las cuáles se traducen en costos sociales.

Siguiendo las cifras calculadas, se tiene que el plástico seguirá causando impactos cada año durante al menos 150 años, a medida que se divide en micropartículas; esto significa que cada tonelada de plástico que entra al océano genera un daño económico valorado entre los 204.270 y los 408.541 dólares EE. UU, durante su permanencia, cifras tomadas del estudio de Dalberg.

El PIB per Cápita de EEUU para el año 2023 ascendió a 81.965 USD, y en tanto el PIB en Colombia para ese mismo año fue de 6.979 USD, encontrando una relación de 11.7 entre ambas cifras.

A fin de ponderar los valores a transferir de acuerdo con el poder de paridad de compra se toma el valor superior de 408.541 USD por tonelada. Este se ajustó por este ponderador alcanzando los 47.779 USD, que se constituye en el valor de las externalidades causadas por una tonelada de plástico en los mares.

$$\left(\frac{PIB\ PC_{Col}}{PIB\ PC_{EEUU}} \times (Valor\ del\ daño\ expresado\ en\ UsD) \right)$$

Se asume entonces que del total de toneladas PUSU relacionadas con el primer paquete de prohibiciones 33.594 toneladas, el 2.71% termina en los mares de Colombia, con una valoración de los impactos que causa cada una de esas toneladas de 47.779 USD,

resultando en \$173.989.520.669 (considerando la TRM proyectada a largo plazo).
El flujo se presenta en la siguiente Tabla:

Tabla 8. Flujo de costos de la alternativa No Regular “Status Quo”- Impactos a los ecosistemas marinos (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 162,421	\$ 168,106	\$ 173,990	\$ 180,079	\$ 186,382	\$ 192,905	\$ 199,657	\$ 206,645	\$ 213,878	\$ 221,363	\$ 229,111

Fuente: VEA, 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5%⁸ es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 1.31 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

No incentivos en la tarifa

Las 33.594 toneladas asociadas al paquete de prohibiciones de PUSU (4%), no son gestionadas, estas no pueden ser reportadas en los sistemas de información para el cálculo de la tarifa de aprovechamiento.

El VBA es un costo que incluye la recolección, transporte, pesaje y clasificación de residuos aprovechables. Se toma en cuenta la cantidad de toneladas aprovechadas que se reportan al Sistema Único de Información (SUI). Tarifaria: Facturación del VBA (\$/Tonelada) según lo dispuesto en el artículo 34 de la Resolución CRA 720 de 2015.

El VBA es un componente del modelo tarifario aplicado en los servicios de aseo en Colombia. Se refiere al valor que se calcula para cubrir los costos asociados con la gestión de residuos sólidos aprovechables, como el reciclaje y la recuperación de materiales, en cumplimiento de las regulaciones establecidas por la CRA.

El VBA busca fomentar y garantizar una remuneración para los recicladores de oficio y a los sistemas de aprovechamiento, promoviendo prácticas sostenibles y el cumplimiento de la política nacional de residuos sólidos. La base de cálculo emplea la cantidad de residuos aprovechables en toneladas, el costo de recolección, transporte y comercialización de estos materiales y otros factores asociados a la operación del servicio, como los beneficios sociales a los recicladores.

La fórmula para calcular el VBA es:

$$\text{VBA} = \text{CRT} + \text{CDF}$$

Donde:

- **VBA:** Valor Base de Aprovechamiento
- **CRT:** Costo Promedio de Recolección y Transporte de residuos sólidos no aprovechables, expresado en pesos por tonelada.

⁸ Tasa de Descuento: Tasa de descuento adecuada (recomendada por las entidades públicas del orden nacional – DNP, MINTRANSPORTE- y del orden internacional – BID; Banco Interamericano de Desarrollo).

- **CDF:** Costo Promedio de Disposición Final de residuos sólidos no aprovechables, también en pesos por tonelada.

Estos costos deben ser publicados por las empresas prestadoras de los servicios de recolección, transporte y disposición final de residuos no aprovechables y reportados al SUI. Esto permite que las organizaciones de recicladores y otros interesados puedan acceder a la información necesaria para calcular el VBA correspondiente.

El VBA del servicio de aseo en Colombia para 2024 es un componente tarifario regulado que aplica principalmente a los residuos sólidos aprovechables. Este valor está establecido en \$ 147,518.83 por tonelada y es consistente en varias zonas del país, como indican los informes tarifarios de diferentes empresas de aseo. Este monto puede variar según el operador, la región, y las condiciones de operación reportadas.

De acuerdo con lo anterior, para el año 2025, se obtiene un valor total de \$ 4.955.663.045, producto de multiplicar las toneladas no gestionadas (33.594 ton para el año 2025) por el valor del incentivo no ganado por tonelada. El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9. Flujo de costos de la alternativa No Regular "Status Quo"- No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)

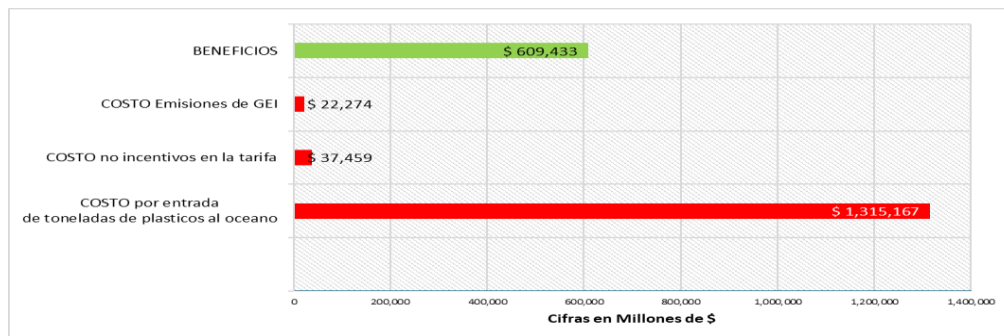
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 4,626	\$ 4,788	\$ 4,956	\$ 5,129	\$ 5,309	\$ 5,494	\$ 5,687	\$ 5,886	\$ 6,092	\$ 6,305	\$ 6,526

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 37.459 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Una vez se tiene el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio - costo, la cual para esta alternativa se calculó en 0.443, indicando que el flujo de costos de la alternativa de no regular, de no intervenir, es mayor al flujo de los beneficios de la misma alternativa. Lo anterior justifica en términos económicos la intervención que pretende realizar el gobierno nacional. No obstante, su decisión final dependerá de los resultados obtenidos para las otras alternativas.

Ilustración 3. Tabla ACB – Biodegradabilidad y/o compostabilidad. Alternativa 1



Fuente: VEA, 2025.

8.3.2. Alternativa 2: Autorregulación - Campañas

Esta alternativa supone que el gobierno nacional envía incentivos para la autorregulación por parte de la comunidad regulada: los productores, comercializadores e importadores de PUSU. En este caso se construyó el flujo de beneficios y costos de la alternativa para poder calcular la relación beneficio-costos. Se parte del mismo flujo de plástico correspondiente al primer paquete de prohibiciones (4%), que para el año 2025 se calcula en 33.594 toneladas de PUSU.

Los incentivos que enviará el gobierno para la autorregulación se relacionan con campañas invitando a la comunidad regulada al cumplimiento de la normatividad relacionada con la Ley 2232 de 2022. En este escenario, se puede referenciar un estudio de la efectividad de dichas campañas, encontrando un informe del DNP que establece que el reciclaje tuvo un cambio estructural en su tasa de porcentaje a partir de las regulaciones que incentivaron la separación⁹. El estudio concluye que *“En cuanto a la industria de plásticos se estima que la reducción de la producción de bolsas se encuentra cerca del 30%”*.

Así mismo en el estudio citado, según la información de almacenes afiliados al gremio, se estima que la reducción en la entrega de bolsas cuando el establecimiento traslada el valor del impuesto al consumidor ronda el 27%”. Se tomará entonces un impacto del 30% en la reducción de la generación de residuos como producto de las campañas de autorregulación.

Beneficios

En este escenario, los productores, importadores y comercializadores de PUSU se “ahorran” los costos de cumplimiento bajo la regulación, así que para el año 2025, se estima gestionar 33.594 toneladas de PUSU, menos el 30% debido a que las campañas que incentivan la autorregulación tienen esa efectividad. Al igual que en el caso anterior, se tiene como supuesto fundamental que estos productores tienen un costo adicional de producción del 60% indicando que el plástico virgen tiene un costo aproximado en el mercado de 1000 USD por tonelada. El cálculo resulta en \$ 56.437.274.880, teniendo en cuenta que el incremento en el costo de producción es de unos 600 USD por tonelada, lo que se multiplica por las toneladas totales a gestionar por la proyección del precio del dólar de \$4000/USD.

El flujo se presenta en la siguiente tabla

Tabla 10. Flujo de beneficios de la alternativa reducción en contaminación del mar “incentivos a la autorregulación” (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 52,685	\$ 54,529	\$ 56,437	\$ 58,413	\$ 60,457	\$ 62,573	\$ 64,763	\$ 67,030	\$ 69,376	\$ 71,804	\$ 74,317

Fuente: VEA 2025.

⁹ DNP (2018). Estudio de conciencia ambiental: Consumo y cuidado del ambiente

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 426.602 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Beneficios por menores emisiones de GEI

Para fabricar un kilo de plástico virgen se emiten 3,4 kg de CO₂ (U Andes, 2024) y para fabricar un kilo de plástico reciclado se emiten 1,7 kg de CO₂ (Atica, 2024); lo anterior, indica que se dejan de emitir 1.8 toneladas de CO₂/tonelada de plástico reciclado.

Para este caso particular, se toman las toneladas que efectivamente se gestionan a través de la biodegradabilidad y compostabilidad, que corresponden al 30% para el año 2025 lo que equivale a 10.078 toneladas. Estas se multiplican por la reducción de emisiones de 1.8 toneladas de CO₂ y por el respectivo precio de la tonelada de carbono de acuerdo al dato arrojado por la DIAN.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 11. Flujo de beneficios de la alternativa autorregulación – Reducción de emisiones de GEI
(cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 437	\$ 452	\$ 468	\$ 484	\$ 501	\$ 519	\$ 537	\$ 556	\$ 575	\$ 595	\$ 616

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 3.537 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos

Costos por entrada de toneladas de plásticos al océano

Como se mencionó, el total de toneladas PUSU relacionadas al primer paquete de prohibiciones son 33.594 toneladas. En este contexto, se espera que con las intervenciones del gobierno a través de campañas de autorregulación tengan una efectividad del 30% representado en 10.078 toneladas de PUSU gestionadas, quedando un remanente de 23.516 toneladas que no son atendidas (gestionadas). El 2.71% termina en los mares de Colombia, con una valoración de los impactos que causa cada una de esas toneladas de 47.779 USD (ya fue explicado de donde se obtiene esta valoración), resultando en \$121.792.664.468.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 12. Flujo de costos de la alternativa "Incentivos a la autorregulación"- Impactos a los ecosistemas
(marinos cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 113,695	\$ 117,67 4	\$ 121,79 3	\$ 126,055	\$ 130,46 7	\$ 135,03 4	\$ 139,76 0	\$ 144,65 1	\$ 149,71 4	\$ 154,95 4	\$ 160,37 8

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 920.617 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Emisiones de GEI

Como mencionó en los supuestos para fabricar un kilo de plástico virgen se emiten 3,4 kg de CO₂ (Universidad de los Andes, 2024). En este sentido, con base en esas 23.516 toneladas que no son gestionadas y el valor de una tonelada reducida de GEI de \$25.579. (Resolución Dian, 2024), se obtiene un valor para el año 2025 de \$ 2.062.702.444.

El flujo de costos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 13. Flujo de costos de la alternativa de autorregulación de Emisiones de GEI
(cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 1,926	\$ 1,993	\$ 2,063	\$ 2,135	\$ 2,210	\$ 2,287	\$ 2,367	\$ 2,450	\$ 2,536	\$ 2,624	\$ 2,716

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 15.592 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

No incentivos en la tarifa

Las 23.516 toneladas estimadas en la alternativa de incentivos a la autorregulación que sean gestionadas no pueden ser reportadas en los sistemas de información para el cálculo del incentivo al aprovechamiento.

El VBA es un costo que incluye la recolección, transporte, pesaje y clasificación de residuos aprovechables. Se toma en cuenta la cantidad de toneladas aprovechadas que se reportan al SUI, dicha tarifa de aprovechamiento es el resultado de sumar el costo de recolección y transporte más el costo de disposición final donde se realiza la actividad de aprovechamiento, asumiendo un valor promedio de \$147.518 por tonelada para Colombia.

De acuerdo con lo anterior, para el año 2025 se obtiene un valor total de \$ 1.032.214.242, producto de multiplicar las toneladas no gestionadas de 23.516 toneladas para el año 2025 por el valor del incentivo no ganado.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 14. Flujo de costos de la alternativa de autorregulación
No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 964	\$ 997	\$ 1,032	\$ 1,068	\$ 1,106	\$ 1,144	\$ 1,184	\$ 1,226	\$ 1,269	\$ 1,313	\$ 1,359

Fuente: VEA 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 7.802 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Campañas

En este ítem se tiene en cuenta el diseño básico para una estrategia de comunicaciones a nivel nacional enfocada en radio, televisión e internet. Los precios unitarios incluidos están contruidos con base en los datos reportados por en el estudio “*Análisis de Impacto Normativo en la temática de etiquetado nutricional y frontal de los alimentos envasados en Colombia*” (Minsalud, 2020¹⁰). En la siguiente tabla, se referencias los costos promedio de campañas publicitarias consultadas en diferentes fuentes como MinAmbiente, MinSalud.

Se asume un aumento sostenido del 10% anual durante el periodo de análisis, recomendado por MinSalud.

Tabla 15. Flujo de costos de la alternativa autorregulación- costo de las campañas

ITEM	VALOR	FUENTE
Costo promedio de una pauta publicitaria de 30 segundos por televisión en prime time	\$ 20.000.000	MinSalud (2018). Información de pautas publicitarias de programas de promoción y prevención financiados por MinSalud. Se ajustan los valores a 2024.
Costo promedio de un segundo animado por internet	\$ 300.000	
Costo promedio de una cuña radial de 30 segundos	\$ 2.500.000	
Número de pautas por televisión al año (3 al día)	1.095	Se asume que este es el mínimo de pautas requeridas para transmitir a la audiencia el mensaje de interés
Segundos publicitados por internet al año (60 al día)	21.900	
numero de Cuñas radiales al año	3.650	
TOTAL DE COSTOS PAUTAS DE TV	\$ 29.565.000.000	
TOTAL DE COSTOS INTERNET	\$ 9.855.000.000	
TOTALD E COSTOS CUÑAS RADIALES	\$ 10.950.000.000	
SUBTOTAL	\$ 50.370.000.000	
OTROS (AIU) – 10%	\$ 5.037.000.000	
TOTAL	\$ 55.407.000.000	

Fuente: Elaborado con base en la información reportada, VEA 2025.

El flujo para el periodo de análisis se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 16. Flujo de costos de la alternativa autorregulación- Costos de Campañas
(cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

¹⁰ Ministerio de Salud y Protección Social (2020). Análisis de Impacto Normativo en la temática de etiquetado nutricional y frontal de los alimentos envasados en Colombia

\$ 50.370	\$ 55.407	\$ 60.948	\$ 67.042	\$ 73.747	\$ 81.121	\$ 89.234	\$ 98.157	\$ 107.973	\$ 118.770	\$ 130.647
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------

Fuente: VEA 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 547.468 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Una vez se tiene el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio - costo, la cual para esta alternativa se calculó en 0.288, indicando que el flujo de costos de la alternativa de incentivos a la autorregulación es mayor al flujo de los beneficios de la misma alternativa. Lo anterior por si sola, no se justifica en términos económicos.

Ilustración 4. Tabla ACB – Biodegradabilidad y/o compostabilidad. Alternativa 2



Fuente: VEA, 2025.

8.3.3. Alternativa 3. Regulación para la compostabilidad y/o biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales.

En este apartado se considera el análisis costo - beneficio para esta alternativa, que corresponde al diseño e implementación de una norma general de obligatorio cumplimiento para los productores, comercializadores e importadores de PUSU.

Beneficios

Beneficios por la reglamentación que evita la entrada de toneladas de plásticos al océano

Mediante la regulación de compostabilidad y/o biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales, se logra un cumplimiento alto, permitiendo gestionar la totalidad de toneladas de PUSU del paquete de prohibiciones correspondiente al 4%. Ahora bien, para el año 2025, se estima que se deberán gestionar 33.594 toneladas, relacionadas con Bolsas. Se asume que estas toneladas se gestionan en su totalidad, debido a que hay

gestión, en este sentido el primer beneficio corresponde a que de ese total de PUSU no llega al mar.

El cálculo resulta en \$ 173.989.520.669, cifra que se obtiene calculando el beneficio de la no entrada de plásticos al océano correspondiente al 2.71% y bajo la premisa que cada tonelada de plásticos en el mar causa un impacto en su vida útil que asciende a 47.779 USD por tonelada (Dalberg, 2021).

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 17. Flujo de beneficios de la alternativa de regulación de compostabilidad y/o biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales asociado a la “No entrada de plásticos al océano”

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 162,421	\$ 168,106	\$ 173,990	\$ 180,079	\$ 186,382	\$ 192,905	\$ 199,657	\$ 206,645	\$ 213,878	\$ 221,363	\$ 229,111

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 1.31 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Beneficio por Valorización de residuos

Se asume que esas 33.594 toneladas de PUSU son biodegradables y compostables en condiciones ambientales naturales; es decir, ellas van a ser gestionadas en infraestructura adecuada para garantizar su cierre de ciclo. Por ello, se asume que tres toneladas de residuos de envases y empaques de plástico compostaje producen una (1) tonelada de compost (Control Ambiental, 2024). Así mismo, se asume que el precio de la tonelada de compost es aproximadamente de \$200.000/tonelada. Con esos datos se obtiene un beneficio para el año 2025 de \$ 2.015.616.960.

El flujo completo, para el periodo de análisis se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 18. Flujo de beneficios de la alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales asociado a la “valorización de residuos”

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 1,882	\$ 1,947	\$ 2,016	\$ 2,086	\$ 2,159	\$ 2,235	\$ 2,313	\$ 2,394	\$ 2,478	\$ 2,564	\$ 2,654

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 15.235 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Beneficio por disminución de las Emisiones de GEI

De otra parte, dado que las 33.594 toneladas fueron producidas con procesos productivos con incorporación de componente de reciclaje, se presenta un ahorro en las toneladas

emitidas de GEI de 1.8 ton de CO₂/tonelada de plástico. Con base en este valor se calcula un beneficio de 1.560 millones de pesos para el año 2025.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 19. Flujo de beneficios de la alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales asociado a la reducción de GEI"

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 1,456	\$ 1,507	\$ 1,560	\$ 1,615	\$ 1,671	\$ 1,730	\$ 1,790	\$ 1,853	\$ 1,918	\$ 1,985	\$ 2,054

Fuente: Cálculos con base en los datos y cifras mencionada, VEA 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 11.792 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Beneficios por aplicación de la tarifa

Las 33.594 toneladas de plásticos serán gestionadas bajo esta alternativa, por lo cual estas pueden ser reportadas en los sistemas de información SUI para el cálculo para la implementación de la tarifa del servicio de aseo en la actividad de aprovechamiento. El VBA es un costo que incluye la recolección, transporte, pesaje y clasificación de residuos aprovechables. La tarifa de aprovechamiento es el resultado de sumar el costo de recolección y transporte más el costo de disposición final, donde se realiza la actividad de aprovechamiento. Asumiendo un valor promedio de \$147.518 /tonelada para Colombia.

Se obtiene entonces un beneficio de \$ 4.956 millones para el año 2025.

Este beneficio se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 20. Flujo de beneficios de la alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales "incentivos a la tarifa"

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 4,626	\$ 4,788	\$ 4,956	\$ 5,129	\$ 5,309	\$ 5,494	\$ 5,687	\$ 5,886	\$ 6,092	\$ 6,305	\$ 6,526

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 37.459 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos

Costos de producción incrementales

Las 33.594 toneladas de PUSU en la alternativa de biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales, las cuales deben ser producidas a unos mayores costos. Se ha tenido en cuenta un aumento en el costo de producción del 60% teniendo como base un costo de 1000 USD/tonelada; de esta manera, se encuentra el costo incremental de producción el cual surge de multiplicar 600 USD por las 33.594 toneladas

por la TRM establecida.

El flujo de costos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 21. Flujo de costos de la alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales asociadas a “costos incrementales de producción” Cifras en millones de pesos.

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 75,264	\$ 77,898	\$ 80,625	\$ 83,447	\$ 86,367	\$ 89,390	\$ 92,519	\$ 95,757	\$ 99,108	\$ 102,577	\$ 106,167

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5%, es posible obtener el VPN de la línea de costos equivalente a 609.432 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Vigilancia

La vigilancia del cumplimiento del reglamento técnico de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales, recae sobre las Autoridades Ambientales. En la siguiente tabla, se relacionan los costos aproximados asociado a las actividades de control y seguimiento por parte de las Autoridades Ambientales Competentes, teniendo en cuenta la necesidad de contar tres profesionales con especialización y experiencia de 36 meses de experiencia.

Tabla 22. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – Costos de vigilancia

Personal	Salario/mes	meses	subtotal
PROFESIONAL 1	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
PROFESIONAL 2	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
PROFESIONAL 3	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
		TOTALPERSONAL	\$ 252.000.000
		OTROS (20%)	\$ 50.400.000
		TOTAL	\$ 302.400.000

Fuente: Con base en la Resolución MADS 006 de 2023, VEA 2025.

El flujo de costos de personal por vigilancia se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 23. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de Costos de vigilancia

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 302	\$ 314	\$ 327	\$ 340	\$ 353	\$ 367	\$ 382	\$ 397	\$ 413	\$ 430	\$ 447

Fuente: VEA 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 2.499 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de certificación

El proceso de certificación a cargo del regulado será realizado por laboratorios nacionales

e internacionales acreditados y/o que hagan parte de los acuerdos Multilaterales con ONAC. De acuerdo a consultas realizadas con ONAC, laboratorios y con el sector regulado; se estima que el costo para los ensayos de laboratorio para determinar las condiciones de biodegradabilidad y compostabilidad de los PUSU está en orden de los 15.000 a 20.000 USD; se tomará en este caso el límite superior. Es importante mencionar que, las empresas de este Sector podrían incluso requerir varios ensayos de laboratorio, dado el amplio espectro de productos finales.

Siguiendo las cifras de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE, para el año 2022, se reportaron 589 establecimientos de los subsectores CIIU 222 (Fabricación de formas básicas de plástico (1)), CIIU 222 (Fabricación de artículos de plástico n.c.p. (9)), CIIU 201 (Fabricación de plásticos en formas primarias). Se espera que cada año se requieran unos 200 ensayos de biodegradabilidad y/o compostabilidad; siendo así y teniendo en cuenta los supuestos, para el año 2025 se espera un costo privado del orden de los \$ 17.305.600.000.

El flujo de costos se considera en la siguiente tabla:

Tabla 24. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de Costos de certificación

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 16,000	\$ 16,640	\$ 17,306	\$ 17,998	\$ 18,718	\$ 19,466	\$ 20,245	\$ 21,055	\$ 21,897	\$ 22,773	\$ 23,684

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 132.431 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de etiquetado para los anuncios de la alternativa

De acuerdo a consultas realizadas con el Sector Regulado, se obtuvo información acerca de los costos del etiquetado para biodegradación y compostación en condiciones ambientales naturales de PUSU. Para bolsas expresaron que es importante el ajuste de artes, cambios de moldes de impresión y gasto adicional en tintas. Si bien no se obtuvieron datos específicos, se estima que por kilo de bolsa plástica se puede incrementar hasta el 1% en el costo de producción destinados a la etiqueta.

En consultas realizadas a productores de envases de PET, se pudo estimar que la etiqueta puede generar un costo de \$3 a \$5 en un costo total de producción de botellas (entre \$300 a \$500). Expresaron que estos costos pueden ser del orden entre el 1% al 2% del costo de producción. Por lo anterior, se tomará un costo total de 20 USD por tonelada de plástico producido, lo cual se estima entre 1% y 2% del costo de producción. Este costo puede ascender para el año 2025 alrededor de \$ 2.687.489.280 (solo para etiquetar a los plásticos producidos con prácticas compostables y biodegradables). El Minsalud, reporta en el AIN de etiquetado que para el año 2019 el costo de esta actividad a 25 años asciende a 697.758, lo que se traduce en una inversión de 25.910 millones anuales.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 25. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de Costos de Etiquetado

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 2,509	\$ 2,597	\$ 2,687	\$ 2,782	\$ 2,879	\$ 2,980	\$ 3,084	\$ 3,192	\$ 3,304	\$ 3,419	\$ 3,539

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 20.314 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Infraestructura para la gestión de residuos

Para gestionar las 33.594 toneladas de PUSU biodegradables y/o compostables en condiciones ambientales naturales se requerirá infraestructura para tal fin. Se asume que el 30% de esta cantidad de residuos se gestionarán bajo una infraestructura técnica (compostaje industrial). De acuerdo, al estudio de United Nations Environment Programme (2018), se requiere una inversión de \$ 2.300.000 por tonelada para estas actividades de compostación. En este sentido se estima un costo total para el año 2025 de \$ 23.180 millones de pesos.

El flujo de costos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 26. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de inversiones necesarias para compostación

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 21,638	\$ 22,396	\$ 23,180	\$ 23,991	\$ 24,831	\$ 25,700	\$ 26,599	\$ 27,530	\$ 28,494	\$ 29,491	\$ 30,523

Fuente: VEA 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 175.211 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Inversión en maquinaria para la reconversión

Se requerirá reconversión industrial de acuerdo con lo identificado en el Plan de reconversión productiva y adaptación laboral, formulado por Minambiente, en los términos del artículo 9 de la Ley 2232 de 2022. Para ello se toman los datos presentados por Acoplásticos en el último informe del sector que presenta cifras de la importación de maquinaria del sector de plásticos; inyectoras, extrusoras, etc. para el año 2023 ascienden a 136.6 millones de USD. Se tiene que el paquete de prohibiciones corresponde al 4% de los PUSU por lo que se tomará este mismo porcentaje para estimar el valor de la maquinaria importada, que corresponde a 5.464 millones de USD.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 27. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de reconversión productiva

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 21,856	\$ 22,730	\$ 23,639	\$ 24,585	\$ 25,568	\$ 26,591	\$ 27,655	\$ 43,766	\$ 87,533	\$ 87,533	\$ 87,533

Fuente: VEA 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 263.814 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Inversión en Investigación y desarrollo

Se considera un flujo anual de 10.000 mil millones de pesos para investigación y desarrollo en la gestión integral de PUSU.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 28. Alternativa de regulación de biodegradabilidad y/o compostabilidad en condiciones ambientales naturales – flujo de investigación y desarrollo

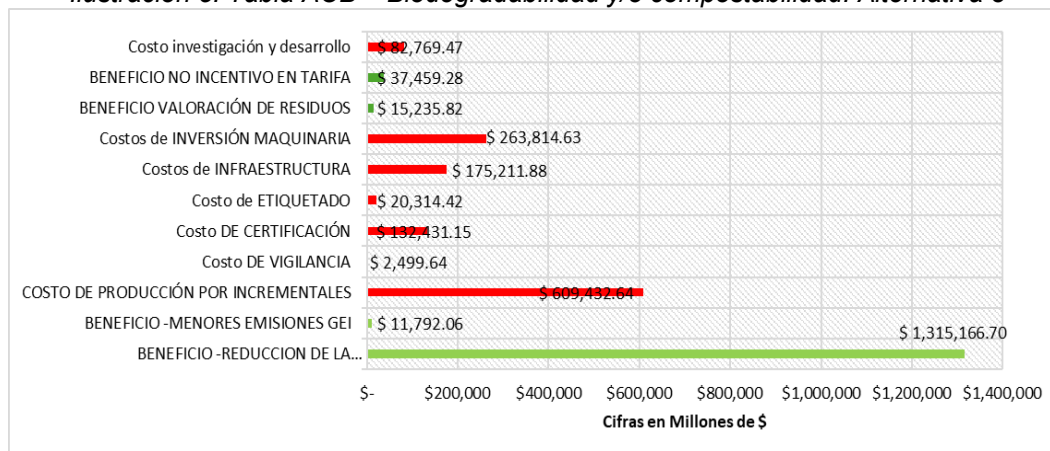
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 10.000	\$ 10.400	\$ 10.816	\$ 11.249	\$ 11.699	\$ 12.167	\$ 12.653	\$ 13.159	\$ 13.686	\$ 14.233	\$ 14.802

Fuente: VEA 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible calculando el VPN de la línea de beneficio obteniendo 82.769 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Una vez se tiene el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio - costo, la cual para esta alternativa se calculó en 1.072, indicando que el flujo de beneficios de la alternativa de diseñar e implementar un reglamento técnico de compostabilidad y biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales es mayor al flujo de los costos de la misma alternativa.

Ilustración 5. Tabla ACB – Biodegradabilidad y/o compostabilidad. Alternativa 3



Fuente: VEA 2025.

8.4. Síntesis de los resultados del ACB para compostabilidad y/o biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales.

En la tabla siguiente, se presenta el consolidado de la RBC de cada una de las opciones y los diferentes escenarios propuestos. Como se puede observar, las dos primeras alternativas, es decir, el “status quo” y el “envío de incentivos para la autorregulación” presentan una relación beneficio-costos menor que uno (1), lo que sugiere que los costos de dichas medidas superan a los beneficios, por lo cual ambas medidas no se sostienen en términos económicos. En cuanto a, la RBC para la opción del diseño de una regulación para compostabilidad y biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales representa un indicador que alcanza 1.072.

Es de resaltar que el ejercicio se extendió a un horizonte de tiempo hasta el año 2040 toda vez que el artículo 17 de la Ley 2232 incluye metas específicas en ese año.

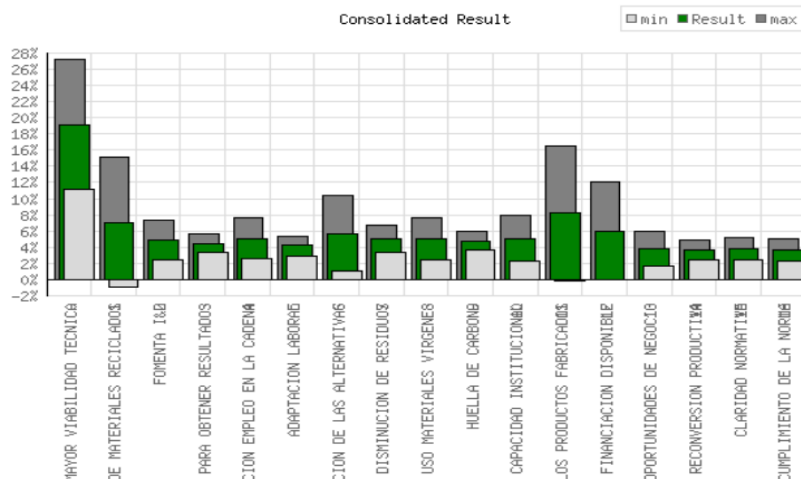
Tabla 29. Consolidado de las opciones evaluadas

Relación beneficio costo de la alternativa 1. No regular - Status quo	0.443
Relación beneficio costo de la alternativa 2. Autorregulación – campañas	0.288
Relación beneficio costo de la alternativa 3. Regular	1,072

Fuente: VEA, 2025.

A modo de complemento del análisis costo-beneficio, fue posible integrar a sus resultados cuantitativos, el análisis multicriterio como se presenta a continuación:

Ilustración 1. Ponderación de Criterios Metodología AHP



pareas:

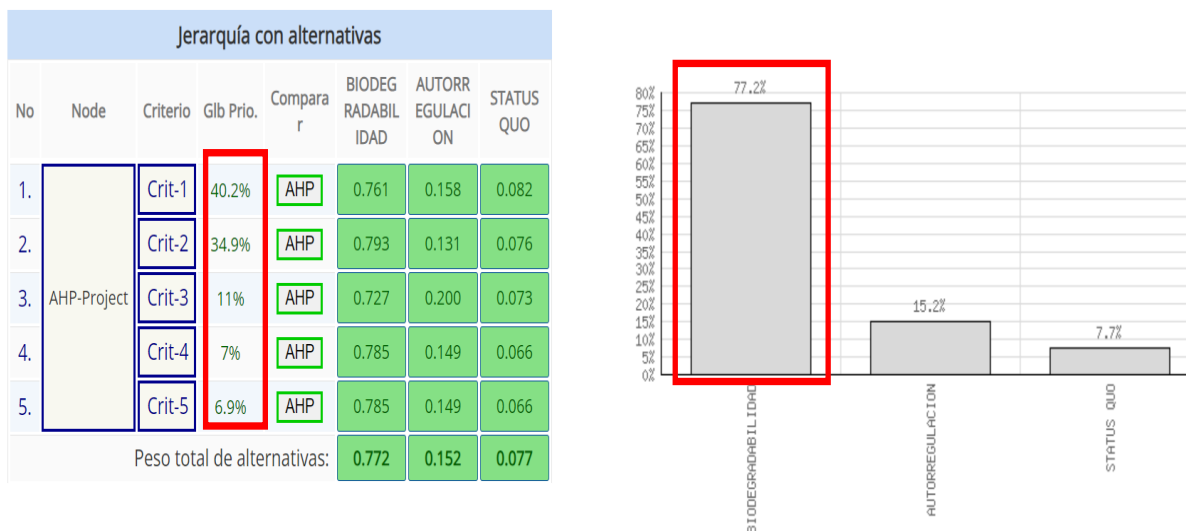
Cat		Prioridad	Rank	(+)	(-)
1	Mayor Viabilidad Técnica	19.1%	1	8.0%	8.0%
2	Fomenta el uso de materiales reciclados	7.1%	3	8.0%	8.0%
3	Fomenta I&D	4.9%	10	2.5%	2.5%
4	Tiempo para obtener resultados	4.5%	12	1.1%	1.1%
5	Generación empleo en la cadena	5.1%	6	2.5%	2.5%
6	Adaptación laboral	4.2%	13	1.3%	1.3%
7	Aceptación de las alternativas	5.7%	5	4.6%	4.6%
8	Disminución de residuos	5.0%	9	1.7%	1.7%
9	Menor uso materiales vírgenes	5.0%	8	2.6%	2.6%
10	Huella de carbono	4.8%	11	1.2%	1.2%
11	Capacidad institucional	5.1%	7	2.8%	2.8%
12	Costo de los productos fabricados	8.2%	2	8.3%	8.3%
13	Líneas de financiación disponible	6.0%	4	6.0%	6.0%
14	Oportunidades de negocio	3.8%	15	2.1%	2.1%
15	Reconversión productiva	3.7%	16	1.2%	1.2%
16	Claridad normativa	3.8%	14	1.4%	1.4%
17	Costo cumplimiento de la norma	3.7%	17	1.4%	1.4%

Fuente: Resultados de la metodología AHP- Software BPMSG. VEA, 2025.

De acuerdo con los resultados, los criterios priorizados corresponden a “*Mayor Viabilidad técnica*”, “*Costo de los productos fabricados*”, “*fomentó al uso de materiales reciclados*”, “*Líneas de financiación disponible*” y “*Aceptación de las alternativas*”. Como se puede apreciar, en esta “validación del software” los criterios económicos asociados a los costos de productos finales fabricados, las líneas de financiación disponible, costos de cumplimiento de la normativa, están resultando consistentemente prioritarios.

Estos criterios priorizados fueron empleados a fin de integrar el análisis de impacto normativo en el sentido que permiten complementar los resultados del análisis costo beneficio. Como ya se evaluó, para el caso de la alternativa de Biodegradabilidad y Compostabilidad se tienen tres opciones de comparación: i. No regular (Status quo), ii. Diseño e implementación de campañas para alcanzar la autorregulación por parte de la comunidad regulada y iii. La biodegradabilidad y compostabilidad como tal, es decir, el diseño de una normativa enfocada a esta alternativa. Una vez aplicado estos criterios priorizados al análisis, se obtienen los siguientes resultados de correr el modelo en el software BPMSG, se resumen en la siguiente gráfica:

Ilustración 2. Resultados de la aplicación de la metodología AHP - Proceso de Jerarquía Analítica a la alternativa sostenible de biodegradabilidad y compostabilidad en condiciones ambientales naturales.



Fuente: Resultados del software BPMSG empleando los criterios mencionados y las alternativas consideradas, VEA 2025

Los resultados indican que, dados los criterios considerados, la mejor alternativa corresponde a la normativa de biodegradabilidad y compostabilidad en un 77.2%. La autorregulación resultó con un 15.2%. Finalmente, la alternativa de “status quo”, tiene un peso del 7.2%.

9. RELACION COSTO BENEFICIO PARA EL ETIQUETADO PUSU

9.2. Alternativa 1: No regular (Status Quo)

Teniendo en cuenta que la Ley 2232 del 2022, en su artículo 11 expone que: “*El Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expedirá un reglamento técnico de etiquetado para los plásticos de un solo uso*”, es necesario para efectos de este análisis de impacto normativo, cumplir con los pasos para la elaboración de este. a literalidad lo establecido por el congreso de la república.

Beneficios

Para el etiquetado, en el status quo se identifica un solo beneficio, relacionado con el ahorro en costos en los que incurriría la comunidad regulada por la no regulación. Se constituye en un beneficio netamente privado, representado en las no erogaciones realizadas por los productores, comercializadores e importadores de PUSU debido a que no tienen que emprender acciones para cumplir norma alguna.

En este sentido, como se mencionó en las cifras recientes de WWF y GreenPeace, se considera que todos los PUSU a los que hace alusión corresponden al 56% de las toneladas

de plásticos puestas en el mercado al año, las cuales representan para el año 2025, 839.840 toneladas.

¿Ahora bien, cual es el costo del etiquetado por unidad de producto? En este caso se consultó a empresas del sector, las cuales aportaron algunas cifras de referencia; informando que los costos de etiquetado pueden variar según el material, el tamaño, la forma y la cantidad de productos a etiquetar, en este sentido pueden variar entre el 1% y el 3% del costo de elaboración según el tipo de producto.

Por ejemplo, para el caso de bolsas plásticas biodegradables de almacén, estas etiquetas pueden llegar a tener un costo de 20 a 40 USD por tonelada.

Por su parte, para el caso de botellas PET, se tiene el siguiente ejemplo:

Tabla 32. Costos de etiquetado en envases.

DESCRIPCION DEL PRODUCTO	% COSTO DE LA ETIQUETA RESPECTO AL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA BOTELLA	% COSTO DE LA ETIQUETA RESPECTO AL COSTO DE LA RESINA EMPLEADA
<ul style="list-style-type: none"> Tipo de resina: PET Virgen (1200 USD/ton) Peso (sin tapa): 23 g Tamaño: 300 ml Costo con código de barras: \$3 Costo con código QR: \$3 Costo de la resina: 23 gr a \$4,8/gramo = \$110,4 Costo de producir la botella: \$300 	1% al respecto del costo total de la botella (\$300)	2.72% respecto al costo de la resina (\$110,4)
<ul style="list-style-type: none"> Tipo de resina: PET Virgen Peso (sin tapa): 83 g Tamaño: 5 litros Costo con código de barras: \$10 Costo con código QR: \$10 Costo de la resina: 83 g a \$4,8/gramo = \$398,4 Costo de producir la botella: \$ 1000 	1% al respecto del costo total de la botella (\$1000)	2.5% respecto al costo de la resina (\$398,4)
<ul style="list-style-type: none"> Tipo De resina: Peso (sin tapa en gramos): 35 Tamaño: 1.7 litros Costo con código de barras: \$5 Costo con código QR: \$ 5 Costo de la resina: 35 g a \$4,8/gramo = \$168 Costo de producir la botella: \$500 	1% al respecto del costo total de la botella (\$500)	2.97% respecto al costo de la resina (\$168)

Fuente: A partir de datos de productor. VEA, 2025

En conclusión, para las botellas PET se espera un incremento del costo por el etiquetado alrededor del 3% referente a la materia prima empleada (resina). Por lo tanto, asumiendo, un costo total de la resina virgen de 1200 USD/tonelada, lo que indica que se obtiene un

costo total de \$144.000 / tonelada (36 USD).

El cuadro siguiente presenta el flujo de beneficios privados asociado a este ítem, indicado que para el año 2025 el costo del etiquetado alcanzará los 120.937 millones de pesos en nuestro país.

Tabla 33. Flujo de beneficios de la alternativa No Regular - "Status Quo" (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 112,896	\$ 116,847	\$ 120,937	\$ 125,170	\$ 129,551	\$ 134,085	\$ 138,778	\$ 143,635	\$ 148,662	\$ 153,866	\$ 159,251

Fuente: VEA, 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 914.149 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos

En el escenario de referencia status quo, se identificaron tres tipos de costos, a saber: i. Costos por entrada de toneladas de plásticos al océano, ii. Emisiones de GEI y iii. No incentivos en la tarifa. En este caso ante la no regulación e intervención del gobierno nacional en estos temas (escenario hipotético), las toneladas de PUSU generadas, no etiquetadas, no gestionadas, van a causar unos impactos; los cuales se describen y calculan a continuación.

Costos por entrada de toneladas de plásticos al océano

Se asume que de las 1.4 millones de toneladas de residuos plásticos generados anualmente en Colombia, se estima que el 56% pertenecen a PUSU, para un total de 839.840 para el año 2025 que no se etiquetan van a causar un impacto por los plásticos al mar.

El cálculo surge de considerar que, un porcentaje de los plásticos mal gestionados que terminan en el mar causan un impacto económico significativo, ya que de acuerdo con cifras del estudio DALBERG (WWF,2021), el 2.71% de las toneladas de plásticos que se generan en una economía y que llegan al mar causan externalidades negativas las cuáles se traducen en costos sociales.

Siguiendo las cifras se tiene que el plástico seguirá causando impactos cada año, durante al menos 150 años, a medida que se divide en micropartículas y se biodegrada, esto significa que cada tonelada de plástico que ingresa al océano genera un daño económico valorado entre los 204.270 y los 408.541 dólares EE.UU. a través de su vida útil (Dalberg, 2021).

Teniendo en cuenta que el PIB per Cápita de EEUU para el año 2023 ascendió a 81.965 USD y por su parte el PIB per Cápita de Colombia para ese mismo año fue de 6.979 USD, indica que la relación entre ambos es de 11,7. A fin de ponderar los valores a transferir de acuerdo con el poder de paridad de compra, se toma el valor superior de 408.541 USD/ tonelada. El poder de paridad se ajustó usando la fórmula indicada abajo, alcanzando un ponderador de 47.779 USD, este resultado indica el valor de las externalidades causadas

por una tonelada de plástico en los mares.

$$\left(\frac{\text{PIB PC}_{\text{Col}}}{\text{PIB PC}_{\text{EEUU}}} \times (\text{Valor del daño expresado en UsD}) \right).$$

Se asume entonces que del total de toneladas PUSU relacionadas para el primer y segundo paquete de prohibiciones correspondiente a 839.840 toneladas de las cuales el 2,71% termina en los mares de Colombia, con una valoración de los impactos que causa cada una de esas toneladas de 47.779 UAD, resultando en \$3.716.654.901,372 (considerando la TRM proyectada a largo plazo).

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 34. Flujo de costos de la alternativa No Regular - "Status Quo" - Impactos a los ecosistemas marinos (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 3,469,537	\$ 3,590,971	\$ 3,716,655	\$ 3,846,738	\$ 3,981,374	\$ 4,120,722	\$ 4,264,947	\$ 4,414,220	\$ 4,568,718	\$ 4,728,623	\$ 4,894,125

Fuente: VEA, 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5%¹¹ es posible obtener el VPN de la línea de beneficio dando como resultado 28,09 billones de pesos en el horizonte de 10 años. Ello resulta en un impacto económico alto, debido a que, de las 839 mil toneladas sin gestionar al no ser etiquetadas, probablemente el 2.71% de ellas terminaran en los ecosistemas marinos del país.

Emisiones de GEI

Asumiendo que las 839.840 toneladas asociadas al 56% de las toneladas anuales PUSU, en su producción van a generar 3,4 toneladas de GEI por tonelada de plástico, de acuerdo con cifras del IPCC. Para fabricar un kilo de plástico virgen se emiten 3,4 kg de CO₂ (UAndes, 2025).

El cálculo económico asociado a este tópico asciende a \$73.667.944.431, que se obtiene de multiplicar esas toneladas por el factor de emisión de GEI por el valor de una tonelada reducida de GEI de acuerdo a certificados por tonelada capturada de CO₂ equivalente de \$ 25.579 (Resolución Número 000007, 2024), como se presenta en la siguiente formula:

$$(839.840 \text{ toneladas}) \times (3.4 \text{ ton CO}_2) \times (25.579 \$ \text{ Col por ton CO}_2)$$

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

¹¹ Tasa de Descuento: Tasa de descuento adecuada (recomendada por las entidades públicas del orden nacional – DNP, MINTRANSPORTE- y del orden internacional – BID; Banco Interamericano de Desarrollo

Tabla 35. Flujo de costos de la alternativa No regular - “Status Quo”- Emisiones de GEI
(cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 68,770	\$ 71,177	\$ 73,668	\$ 76,246	\$ 78,915	\$ 81,677	\$ 84,536	\$ 87,494	\$ 90,557	\$ 93,726	\$ 97,007

Fuente: VEA 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 556.847 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

No implementación de la tarifa de aprovechamiento

Las 839.840 toneladas asociadas al 56% de toneladas anuales de PUSU que no son gestionadas no pueden ser reportadas en los sistemas de información para el cálculo del incentivo al aprovechamiento

El VBA es un costo que incluye la recolección, transporte, pesaje y clasificación de residuos aprovechables. Se toma en cuenta la cantidad de toneladas aprovechadas que se reportan SUI, dicha tarifa de facturación del VBA (\$/Tonelada) según lo dispuesto en el artículo 34 de la Resolución CRA 720 de 2015.

El VBA es un componente del modelo tarifario aplicado en los servicios de aseo en Colombia, que se refiere al valor que se calcula para cubrir los costos asociados con la gestión de residuos sólidos aprovechables, como el reciclaje y la recuperación de materiales, en cumplimiento de las regulaciones establecidas CRA.

El VBA busca fomentar y garantizar una remuneración a los recicladores de oficio y a los sistemas de aprovechamiento, promoviendo prácticas sostenibles y el cumplimiento de la política nacional de residuos sólidos. La base de cálculo emplea a la cantidad de residuos aprovechables (en toneladas), el costo de recolección, transporte y comercialización de estos materiales y otros factores asociados a la operación del servicio, como los beneficios sociales a los recicladores.

La fórmula para calcular el VBA es:

$$\text{VBA} = \text{CRT} + \text{CDF}$$

Donde:

- **CRT:** Costo Promedio de Recolección y Transporte de residuos sólidos no aprovechables, expresado en pesos por tonelada.
- **CDF:** Costo Promedio de Disposición Final de residuos sólidos no aprovechables, también en pesos por tonelada.

El VBA del servicio de aseo en Colombia para 2024 hace parte de un componente tarifario regulado que aplica principalmente a los residuos sólidos recuperables. Este valor está establecido en \$ 147.518,83 por tonelada y es consistente en varias zonas del país; como indican los informes tarifarios de diferentes empresas de aseo. Sin embargo, este monto

puede variar según el operador, la región, y las condiciones de operación reportadas.

De acuerdo con lo anterior, para el año 2025, se obtiene un valor total de \$ 123.891.576.127 producto de multiplicar las toneladas correspondientes al 56% (839.840 toneladas para el año 2025) por el valor del incentivo no ganado por tonelada.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 36. Flujo de costos de la alternativa No regular - "Status Quo"- No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 115,654	\$ 119,702	\$ 123,892	\$ 128,228	\$ 132,716	\$ 137,361	\$ 142,168	\$ 147,144	\$ 152,294	\$ 157,625	\$ 163,142

Fuente: VEA, 2025.

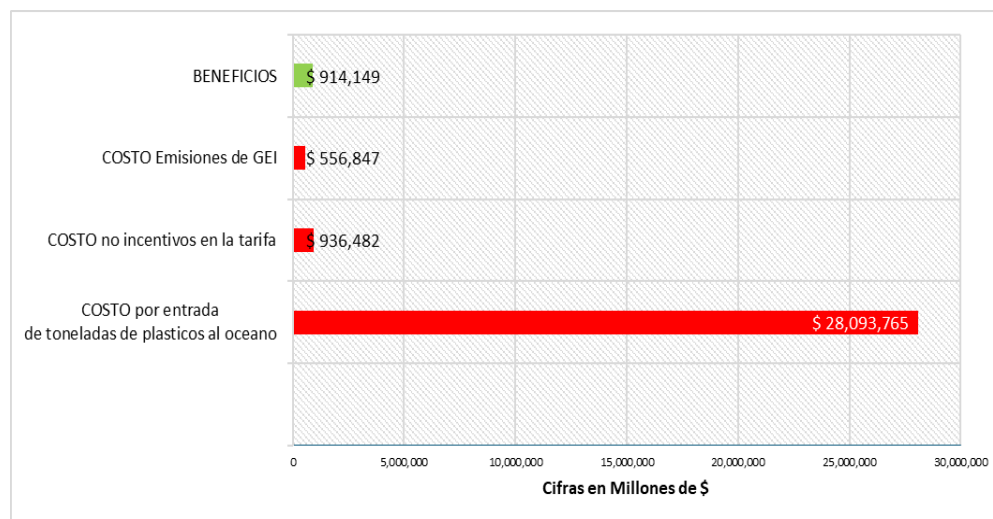
Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 936.482 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Una vez se tiene el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio - costo, la cual para esta alternativa se calculó en 0,031, indicando que el flujo de costos de la alternativa de no regular, no intervenir, es mayor al flujo de los beneficios de la misma alternativa.

Lo anterior, justifica en términos económicos la intervención actual del gobierno nacional; no obstante, su decisión final dependerá de los resultados obtenidos en las demás alternativas. Esta alternativa representa un indicador menor a uno (1) lo que no justifica esta alternativa de no regular.

La grafica siguiente se resume el resultado del análisis costo - beneficio:

Ilustración 8. Beneficios y costos No regular - "status quo" – Reglamento Técnico de Etiquetado



Fuente: VEA, 2025.

9.2. Alternativa 2: Autorregulación – Campañas

Esta alternativa no regulatoria, busca informar al consumidor final acerca de las características principales de los PUSU, conocimientos básicos de su composición química, exponer que son los biobasados, el alto impacto ambiental que generan, su correcta disposición final, la gestión adecuada, la reciclabilidad, así como información sobre la posibilidad de ser compostados a través de una descripción compost home y compost industrial.

Beneficios

Beneficios por no etiquetar.

Para este beneficio se tiene que como no hay un reglamento técnico de etiquetado vigente y de obligatorio cumplimiento por parte de los productores, comercializadores e importadores de PUSU, estos agentes no tendrían que incurrir en costos de etiquetado, puesto que en este caso se opta más bien por unas campañas dirigidas a los actores de la cadena de la regulación.

En este caso, se toman las toneladas correspondientes a los PUSU del primer y segundo paquete de prohibición, los biobasados y aquellos no referidos en el artículo 5° de la Ley 2232 de 2022 que representan el 56% (839.840 toneladas), y se multiplica por el costo estimado de etiquetado por tonelada, el cual se reportó en 36 USD/tonelada, ajustando por el valor proyectado de la tasa representativa del mercado (TRM).

Para el año 2025, este beneficio netamente privado, sería un costo no causado por parte de los productores, comercializadores e importadores alcanza los \$120.937.017.600.

La tabla siguiente presenta el flujo estimado:

Tabla 37. Flujo de beneficios de la alternativa “autorregulación - campañas” asociado a la “Beneficios por no etiquetar”.

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 112,896	\$ 116,847	\$ 120,937	\$ 125,170	\$ 129,551	\$ 134,085	\$ 138,778	\$ 143,635	\$ 148,662	\$ 153,866	\$ 159,251

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 914.148 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Beneficios por disminución de emisiones de GEI

Se espera que la alternativa de aplicación de campañas tenga una efectividad e impacto en reducir la gestión inadecuada en el 10% de las 839.840 toneladas que deben ser etiquetadas, ello significa un total de 83.984 toneladas de PUSU para el año 2025.

Asumiendo que para fabricar un kilo de plástico virgen se emiten 3,4 kg de CO₂ (UAndes, 2025) y para fabricar un kilo de plástico reciclado se emiten 1,7 kg de CO₂ (Atica, 2024), lo que indica un ahorro de 1,8 toneladas de CO₂ por cada tonelada de plástico fabricado. Para este caso particular, se toman las toneladas que efectivamente se gestionan adecuadamente asociados al etiquetado y estas se multiplican por el ahorro en emisiones de 1,8 toneladas de CO₂ y por el respectivo precio de la tonelada de carbono de acuerdo a la DIAN.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 38. Flujo de beneficios de la alternativa “autorregulación - campañas” –emisiones de GEI
(cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 3,641	\$ 3,768	\$ 3,900	\$ 4,037	\$ 4,178	\$ 4,324	\$ 4,475	\$ 4,632	\$ 4,794	\$ 4,962	\$ 5,136

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 4.716 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos

Costos por entrada de toneladas de plásticos al océano

En esta alternativa las 839.840 toneladas no se etiquetarían, solo se tendrían las acciones del gobierno a través de la realización de campañas masivas a nivel nacional. Se asume que estas campañas tendrían una efectividad en la reducción de la problemática en un 10%, lo que supone un remanente de 755.856 toneladas de las cuales un porcentaje podría terminar en los océanos de nuestro país.

Se recuerda que el impacto de una tonelada de plásticos en el océano se estimó para Colombia en 47.779 USD, valor asumido de las externalidades causadas por una tonelada de plástico en los mares. Se tiene entonces que, de las 755.856 toneladas, el 2.71% termina en los mares de Colombia, con una valoración de los impactos de 47.779 USD/ tonelada, resultando en \$3.344.989.411.235 (considerando la TRM proyectada a largo plazo).

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 39. Flujo de costos de la alternativa Autorregulación – campañas. Impactos a los ecosistemas marinos
(cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 3,122,583	\$ 3,231,874	\$ 3,344,989	\$ 3,462,064	\$ 3,583,236	\$ 3,708,650	\$ 3,838,452	\$ 3,972,798	\$ 4,111,846	\$ 4,255,761	\$ 4,404,712

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 25.28 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Campañas

En este ítem se tiene en cuenta el diseño básico para una estrategia de comunicaciones a nivel nacional enfocada en radio, televisión e internet. Los precios unitarios incluidos están contruidos con base en los datos reportados por en el estudio “*Análisis de Impacto Normativo en la temática de etiquetado nutricional y frontal de los alimentos envasados en Colombia*” (Minsalud, 2020¹²). En la siguiente tabla, se referencian los costos promedio de campañas publicitarias consultadas en diferentes fuentes como MinAmbiente, MinSalud.

Se asume un aumento sostenido del 10% anual a través del periodo de análisis, recomendado por MinSalud.

Tabla 40. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación” - costo de las campañas

ITEM	VALOR	FUENTE
Costo promedio de una pauta publicitaria de 30 segundos por televisión en prime time	\$ 20.000.000	MinSalud (2018). Información de pautas publicitarias de programas de promoción y prevención financiados por MinSalud. Se ajustan los valores a 2024.
Costo promedio de un segundo animado por internet	\$ 300.000	
Costo promedio de una cuña radial de 30 segundos	\$ 2.500.000	
Número de pautas por televisión al año (3 al día)	1.095	Se asume que este es el mínimo de pautas requeridas para transmitir a la audiencia el mensaje de interés
Segundos publicitados por internet al año (60 al día)	21.900	
numero de Cuñas radiales al año	3.650	
TOTAL DE COSTOS PAUTAS DE TV	\$ 29.565.000.000	
TOTAL DE COSTOS INTERNET	\$ 9.855.000.000	
TOTALD E COSTOS CUÑAS RADIALES	\$ 10.950.000.000	
SUBTOTAL	\$ 50.370.000.000	
OTROS (AIU) – 10%	\$ 5.037.000.000	
TOTAL	\$ 55.407.000.000	

Fuente: VEA, 2025

El flujo para el periodo de análisis se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 41. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación” - Costos de Campañas
(cifras en Millones de pesos)

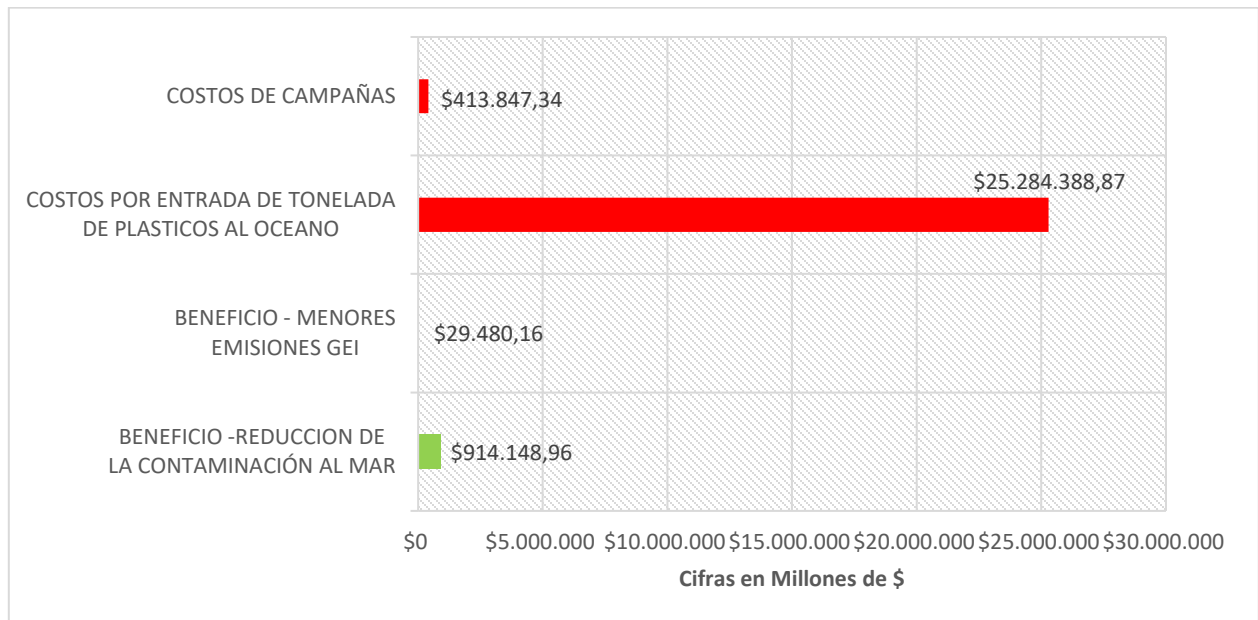
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 50,000	\$ 52,000	\$ 54,080	\$ 56,243	\$ 58,493	\$ 60,833	\$ 63,266	\$ 65,797	\$ 68,428	\$ 71,166	\$ 74,012

¹² Ministerio de Salud y Protección Social (2020). Análisis de Impacto Normativo en la temática de etiquetado nutricional y frontal de los alimentos envasados en Colombia

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio obteniendo 413.847 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Ilustración 9. Resultados del análisis costo beneficio opción de “Campañas”



Fuente: VEA, 2025

Una vez obtenido el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio-costos, la cual para esta alternativa se calculó en 0.037, indicando que el flujo de costos de la alternativa de incentivos a la autorregulación es mayor al flujo de los beneficios de la misma alternativa. Lo anterior por si sola, no se justifica en términos económicos.

9.3. Alternativa 3. Regular

Este apartado se refiere a la evaluación de la alternativa correspondiente a la expedición de un reglamento técnico de etiquetado de PUSU. Se tienen en cuenta tanto los beneficios como los costos, a fin de incorporarlos al flujo de fondos a 10 años.

Recordemos que el etiquetado de plásticos tiene múltiples beneficios que impactan positivamente al medio ambiente, los consumidores, las empresas y la gestión de residuos. Estos son algunos de los identificados:

Beneficios ambientales

- Fomento del reciclaje y economía circular: Las etiquetas que identifican el tipo de plástico y su reciclabilidad facilitan el manejo adecuado de residuos, promoviendo la reutilización y disminuyendo la acumulación de plástico en sitios de disposición final y ecosistemas,

- Reducción de contaminación: Al informar e incentivar a los consumidores sobre la disposición correcta de los residuos de los productos plástico, las etiquetas ayudan a evitar la contaminación cruzada en los flujos de reciclaje y compostabilidad y el cierre de ciclos, mejorando la calidad de los materiales en el cierre de la cadena productiva.

Beneficios para los Consumidores

- Mayor conciencia ambiental: Las etiquetas informan al consumidor sobre las características del producto, su contenido de plástico, su condición para ser reciclado, biodegradable y/o compostable, fomentando decisiones de compra responsables.
- Facilidad para la separación: Brindan instrucciones claras sobre la disposición adecuada del producto, lo que facilita la participación activa de los consumidores en el cierre de la cadena productiva (reciclaje, compostaje, biodegradación).

Beneficios para las Empresas

- Cumplimiento normativo: Las etiquetas ayudan a las empresas a alinearse con regulaciones ambientales, como la Ley 2232 de 2022 y sus reglamentaciones.
- Mejora de la reputación de marca: Productos con etiquetado sostenible atraen a consumidores conscientes y aumentan la confianza en las empresas que demuestran compromiso con la sostenibilidad.
- Apertura a nuevos mercados: Facilitan la entrada a mercados que valoran productos sostenibles.

Beneficios Económicos

- Reducción de costos a largo plazo: Al optimizar los flujos de reciclaje, las empresas pueden reducir el uso de resinas vírgenes, disminuyendo costos en el proceso productivo.
- Aumento de demanda y oferta de productos reciclados: Etiquetas que destacan el uso de plástico reciclado fomentan la preferencia del consumidor, incentivando una economía circular.

Beneficios específicos:

En este apartado partimos del supuesto que todos los PUSU prohibidos, biobasados y aquellos PUSU no referidos en el artículo 5 de la Ley 2232 de 2022 que corresponden al 56% de toneladas anuales que deberán ser etiquetados, lo que abarca un total de 839.840 toneladas de plásticas.

Beneficios por no entrada de toneladas de plásticos al océano

Este beneficio está asociado a que el gobierno, a través del reglamento técnico de Etiquetado incrementa la efectividad en la tasa de reciclaje de PUSU. Para el año 2025, en cuanto a las 839.840 toneladas de plásticos que se deben gestionar, se asume que con la estrategia de etiquetado se tiene, como mínimo, un beneficio aproximado del 20% en cuanto a su gestión, estimando una recuperación de 167.968 toneladas que al estar etiquetadas se gestionan de manera adecuada a través de alguna de las alternativas sostenibles, lo que indica que este total PUSU no llegarían al mar.

El resultado de \$869.947.603.344, se obtiene calculando el beneficio evitado de la no entrada al océano del 2.71%. Se recuerda que cada tonelada de plásticos en el mar causa un impacto en su vida útil que asciende a 47.779 USD/tonelada (Dalberg,2021).

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 42. Flujo de beneficios de la alternativa Regular - "Compostabilidad y/o biodegradabilidad en condiciones ambientales naturales" asociado a la "No entrada de plásticos al océano"

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 812,105	\$ 840,529	\$ 869,948	\$ 900,396	\$ 931,910	\$ 964,526	\$ 998,285	\$ 1,033,225	\$ 1,069,388	\$ 1,106,816	\$ 1,145,555

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 6.57 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Emisiones de GEI

Se espera que el reglamento técnico de Etiquetado tenga una efectividad e impacto en reducir la gestión inadecuada en 20% de las 839.840 toneladas que deben ser etiquetadas, ello significa un total de 167.968 toneladas de PUSU para el año 2025.

Asumiendo que para fabricar un kilo de plástico virgen se emiten 3,4 kg de CO₂ (UAndes, 2025) y para fabricar un kilo de plástico reciclado se emiten 1,7 kg de CO₂ (Atica, 2024), indica un ahorro de 1,8 toneladas de CO₂ por cada tonelada de plástico fabricado. Para este caso particular, se toman las toneladas que efectivamente se gestionan adecuadamente asociados al etiquetado y estas se multiplican por el ahorro en emisiones de 1,8 toneladas de CO₂ y por el respectivo precio de la tonelada de carbono de acuerdo a la DIAN.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 43. Flujo de beneficios de la alternativa Regular - "incentivos al auto cumplimiento o regulación" – Menores emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 7,282	\$ 7,536	\$ 7,800	\$ 8,073	\$ 8,356	\$ 8,648	\$ 8,951	\$ 9,264	\$ 9,588	\$ 9,924	\$ 10,271

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 58.960 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Beneficios por implementación de la tarifa

Las 167.968 toneladas asociadas a la efectividad del reglamento técnico del etiquetado son gestionadas, pueden ser reportadas en los sistemas de información SUI para el cálculo Dy reconocimiento de la tarifa aprovechamiento. Al igual que la alternativa de no Regular, se asume que el VBA tiene un valor promedio de \$147.518 por tonelada promedio para Colombia. Se obtiene entonces un beneficio de \$ 24.778 millones para el año 2025.

Este beneficio se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 44. Flujo de beneficios de la alternativa Regular - “incentivos a la tarifa”

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 23,131	\$ 23,940	\$ 24,778	\$ 25,646	\$ 26,543	\$ 27,472	\$ 28,434	\$ 29,429	\$ 30,459	\$ 31,525	\$ 32,628

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio obteniendo 187.296 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos

Costos de producción incrementales

Se ha estimado un aumento aproximado en el costo de producción del 60%, teniendo como base un costo de 1000 USD/tonelada. De esta manera se encuentra el costo incremental de producción el cual surge de multiplicar 600 USD por las 167.968 toneladas por la TRM establecida.

El flujo de costos se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 45. Flujo de costos de la alternativa Regular- costos incrementales de producción” Cifras en millones de pesos.

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 376,320	\$ 389,491	\$ 403,123	\$ 417,233	\$ 431,836	\$ 446,950	\$ 462,593	\$ 478,784	\$ 495,542	\$ 512,886	\$ 530,837

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de costos equivalente a 3.04 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Vigilancia

La vigilancia del cumplimiento del reglamento técnico de etiquetado recae sobre las Autoridades Ambientales. En la siguiente tabla, se relacionan los costos aproximados asociado a las actividades de control y seguimiento por parte de las Autoridades Ambientales Competentes, teniendo en cuenta la necesidad de contar tres profesionales

con especialización y experiencia de 36 meses de experiencia.

Tabla 46. Alternativa de Reglamento técnico de Etiquetado– Costos de vigilancia (ANLA)

PERSONAL	SALARIO/MES	MESES	SUBTOTAL
PROFESIONAL 1	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
PROFESIONAL 2	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
PROFESIONAL 3	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
		TOTALPERSONAL	\$ 252.000.000
		OTROS (20%)	\$ 50.400.000
		TOTAL	\$ 302.400.000

Fuente: Construido con base en la reunión con ANLA y Resolución MADS 006 de 2023, VEA 2025.

El flujo de costos de personal por vigilancia se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 47. Alternativa Regular - Reglamento Técnico de Etiquetado – flujo de Costos de vigilancia (ANLA)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 302	\$ 314	\$ 327	\$ 340	\$ 353	\$ 367	\$ 382	\$ 397	\$ 413	\$ 430	\$ 447

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de costos equivalente a 2.499 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

En este contexto, se asume que las cuarenta (40) Autoridades Ambientales cuentan con disponibilidad de un (1) profesional con dedicación del 50%, para atender lo relacionado a la vigilancia de lo dispuestos en el reglamento técnico de etiquetado.

Tabla 48. Alternativa de Reglamento técnico de Etiquetado– Costos de vigilancia (Autoridades Ambientales)

Personal	dedicación	Salario/mes	meses	subtotal
PROFESIONAL 1	50%	\$ 7.000.000	12	\$ 42.000.000
Numero de AA				40
TOTAL				\$ 1.680.000.000

Fuente: VEA, 2025

El flujo de costos de personal por vigilancia asociado a la Autoridad Ambiental local se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 49. Alternativa de Reglamento Técnico de Etiquetado – flujo de Costos de vigilancia (ANLA)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 1.680	\$ 1.747	\$ 1.817	\$ 1.890	\$ 1.965	\$ 2.044	\$ 2.126	\$ 2.211	\$ 2.299	\$ 2.391	\$ 2.487

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de costos estimado en 13.905 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Etiquetado

Al igual que en la anterior alternativa, se asume un costo total de la resina virgen de 1200 USD/ tonelada, con un costo total del etiquetado del orden del 3%, lo que alcanza los \$144.000/tonelada (36 USD), para este caso particular se asume que se etiquetarán 839.840 toneladas de plásticos. Para el año 2025, con base a los supuestos, se estima un costo total de etiquetado a nivel nacional del orden de los 120.937 millones.

El flujo de caja se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 50. Alternativa Regular - Reglamento Técnico de Etiquetado – flujo de Costos de Etiquetado

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 112,896	\$ 116,847	\$ 120,937	\$ 125,170	\$ 129,551	\$ 134,085	\$ 138,778	\$ 143,635	\$ 148,662	\$ 153,866	\$ 159,251

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de costos equivalente a un total de 914.148 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Campañas

En este ítem se tiene en cuenta el diseño básico para una estrategia de comunicaciones a nivel nacional enfocada en radio, televisión e internet. Los precios unitarios incluidos están contruidos con base en los datos reportados por en el estudio “*Análisis de Impacto Normativo en la temática de etiquetado nutricional y frontal de los alimentos envasados en Colombia*” (Minsalud, 2020¹³). En la siguiente tabla, se referencias los costos promedio de campañas publicitarias consultadas en diferentes fuentes como MinAmbiente, MinSalud.

Se asume un aumento sostenido del 10% anual durante el periodo de análisis, recomendado por MinSalud.

Tabla 51. Flujo de costos de la alternativa Regular - reglamento técnico de etiquetado- costo de las campañas

ITEM	VALOR	FUENTE
Costo promedio de una pauta publicitaria de 30 segundos por televisión en prime time	\$ 20.000.000	MinSalud (2018). Información de pautas publicitarias de programas de promoción y prevención financiados por MinSalud. Se ajustan los valores a 2024.
Costo promedio de un segundo animado por internet	\$ 300.000	
Costo promedio de una cuña radial de 30 segundos	\$ 2.500.000	

¹³ Ministerio de Salud y Protección Social (2020). Análisis de Impacto Normativo en la temática de etiquetado nutricional y frontal de los alimentos envasados en Colombia

Número de pautas por televisión al año (3 al día)	1.095	Se asume que este es el mínimo de pautas requeridas para transmitir a la audiencia el mensaje de interés
Segundos publicitados por internet al año (60 al día)	21.900	
numero de Cuñas radiales al año	3.650	
TOTAL DE COSTOS PAUTAS DE TV	\$ 29.565.000.000	
TOTAL, DE COSTOS INTERNET	\$ 9.855.000.000	
TOTAL, DE COSTOS CUÑAS RADIALES	\$ 10.950.000.000	
SUBTOTAL	\$ 50.370.000.000	
OTROS (AIU) – 10%	\$ 5.037.000.000	
TOTAL	\$ 55.407.000.000	

Fuente: VEA, 2025

El flujo para el periodo de análisis se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 52. Flujo de costos de la alternativa reglamento técnico de etiquetado - Costos de Campañas
(cifras en Millones de pesos)

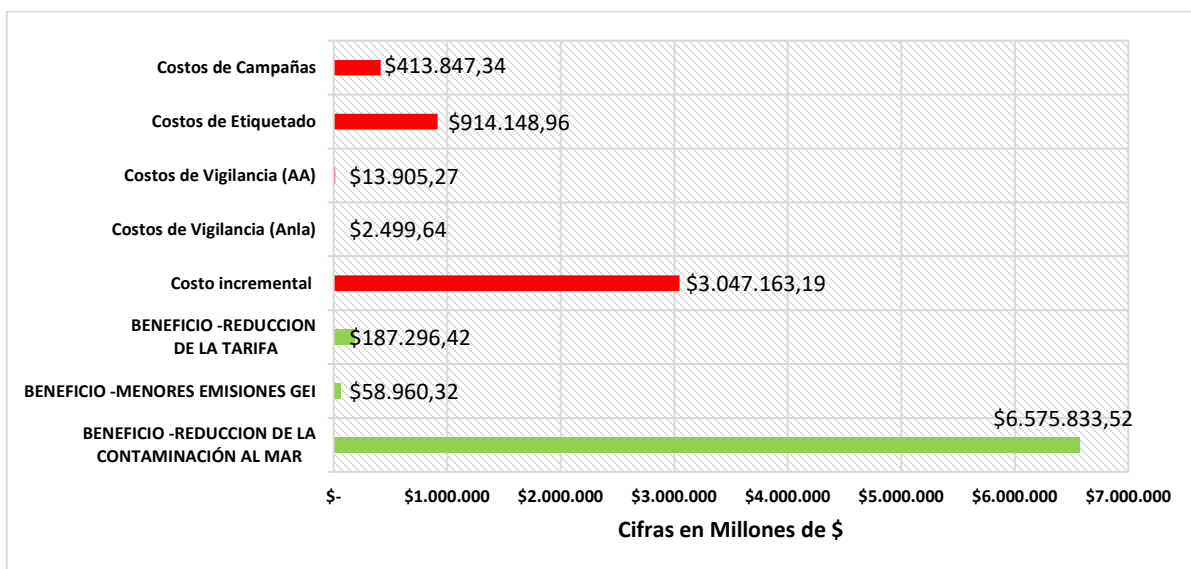
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 50,000	\$ 52,000	\$ 54,080	\$ 56,243	\$ 58,493	\$ 60,833	\$ 63,266	\$ 65,797	\$ 68,428	\$ 71,166	\$ 74,012

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 413.847 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Obtenido el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio-costos, la cual para esta alternativa se calculó en 1.5535, indicando que el flujo de costos de la alternativa de regular - reglamento técnico de Etiquetado es mayor al flujo de los beneficios de la misma alternativa. Los resultados del análisis costo-beneficio de la alternativa regular - reglamento técnico de Etiquetado se presenta en la siguiente ilustración:

Ilustración 10. Resultados del análisis costo beneficio del reglamento técnico de etiquetado



Fuente: VEA, 2025

Síntesis de los resultados del ACB

En síntesis, la tabla siguiente presenta el consolidado de la RBC de cada una de las opciones y los diferentes escenarios propuestos. Como se puede observar, dos alternativas, es decir, el “status quo” y el “Diseño e implementación de campañas para lograr la autorregulación y/o auto cumplimiento” presentan una relación beneficio/costo menor que uno (1), lo que sugiere que los costos de dichas medidas superan a los beneficios, por lo cual ambas medidas no se sostienen en términos económicos.

Por su parte, la RBC para la opción del diseño de un Reglamento Técnico sobre etiquetado de PUSU representa un indicador que alcanza 1.55. Es de resaltar que este ejercicio se extendió a un horizonte de tiempo hasta 2040, toda vez que en el artículo 17 de la Ley 2232 de 2022 considera unas metas en ese año, obteniendo resultados similares en cuanto a las relaciones beneficio costo.

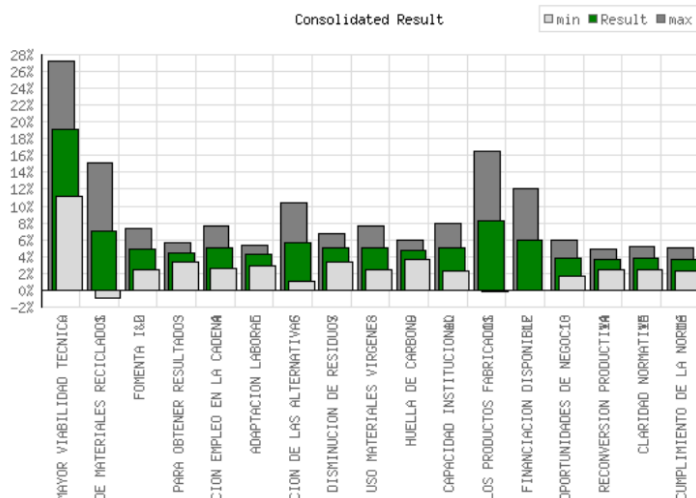
Tabla 53. Consolidado de las opciones evaluadas

Relación beneficio costo de la alternativa 1. No regular - Status quo	0.031
Relación beneficio costo de la alternativa 2. Regular	1.5535
Relación beneficio costo de la alternativa 3. Autorregulación – campañas.	0.037

Fuente: VEA, 2025

A modo de complemento del análisis costo-beneficio, fue posible integrar a sus resultados cuantitativos, el análisis multicriterio utilizando los 17 criterios categorizados para la alternativa de biodegradabilidad y compostabilidad, obteniendo los siguientes resultados:

Ilustración 11. Ponderación de Criterios Metodología AHP



Cat	Prioridad	Rank	(*)	(-)
1	MAYOR VIABILIDAD TÉCNICA	19.1%	1	8.0%
2	FOMENTA EL USO DE MATERIALES RECICLADOS	7.1%	3	8.0%
3	FOMENTA I&D	4.9%	10	2.5%
4	TIEMPO PARA OBTENER RESULTADOS	4.5%	12	1.1%
5	GENERACION EMPLEO EN LA CADENA	5.1%	6	2.5%
6	ADAPTACION LABORAL	4.2%	13	1.3%
7	ACEPTACION DE LAS ALTERNATIVAS	5.7%	5	4.6%
8	DISMINUCION DE RESIDUOS	5.0%	9	1.7%
9	MENOR USO MATERIALES VIRGENES	5.0%	8	2.6%
10	HUELLA DE CARBONO	4.8%	11	1.2%
11	CAPACIDAD INSTITUCIONAL	5.1%	7	2.8%
12	COSTO DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS	8.2%	2	8.3%
13	LÍNEAS DE FINANCIACIÓN DISPONIBLE	6.0%	4	6.0%
14	OPORTUNIDADES DE NEGOCIO	3.8%	15	2.1%
15	RECONVERSION PRODUCTIVA	3.7%	16	1.2%
16	CLARIDAD NORMATIVA	3.8%	14	1.4%
17	COSTO CUMPLIMIENTO DE LA NORMA	3.7%	17	1.4%

Fuente: Resultados de la metodología AHP- Software BPMMSG, VEA 2025.

De acuerdo con los resultados de la Ilustración 11, los criterios priorizados corresponden a “Mayor Viabilidad técnica”, “Costo de los productos fabricados”, “fomentar el uso de materiales reciclados”, “Líneas de financiación disponible” y “Aceptación de las alternativas”. Como se puede apreciar, en esta “validación del software” los criterios económicos asociados a los costos de productos finales fabricados, las líneas de financiación disponible, costos de cumplimiento de la normativa, están resultando consistentemente prioritarios, con los siguientes pesos:

Tabla 55. Matriz calificada de comparación criterio-criterio

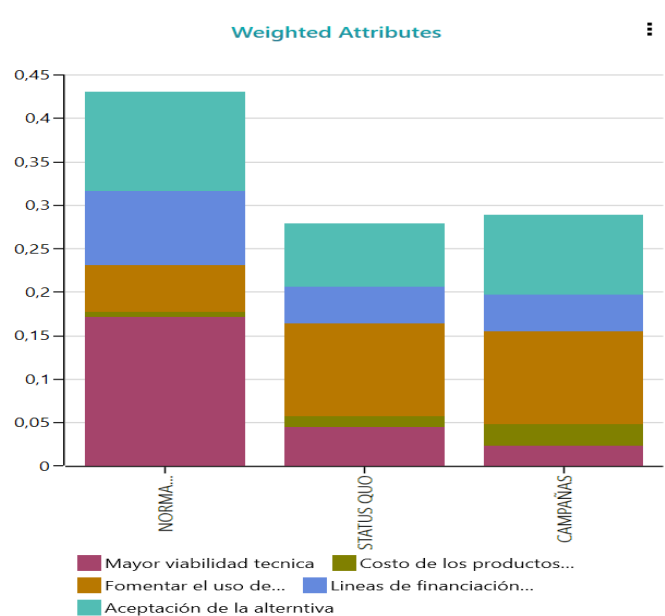
Criterios	Valor
Mayor viabilidad tecnica	0,098
Costo de los productos fabricados	0,571
Fomentar el uso de materiales re	0,4
Lineas de financiación disponible	0,25
Aceptación de la alterntiva	0,328

Fuente: Calificaciones del equipo consultor a los criterios identificados, VEA 2025.

Estos criterios priorizados fueron empleados a fin de integrar el análisis de impacto normativo en el sentido que permiten complementar y corroborar los resultados del análisis costo- beneficio. Para el caso del Reglamento Técnico de Etiquetado se evaluaron tres opciones de comparación: i. No regular (Status quo), ii. Diseño e implementación de campañas para alcanzar la autorregulación y iii. Reglamento Técnico de Etiquetado como tal. Una vez aplicado estos criterios priorizados al análisis, se obtienen los siguientes resultados. Para este análisis se emplearon los siguientes criterios: Mayor viabilidad técnica, costo de los productos fabricados, fomenta el uso de materiales reciclados, líneas de financiación disponible y aceptación de la alternativa.

Los resultados de la validación del modelo en el software BPMSG, se resumen en la siguiente gráfica:

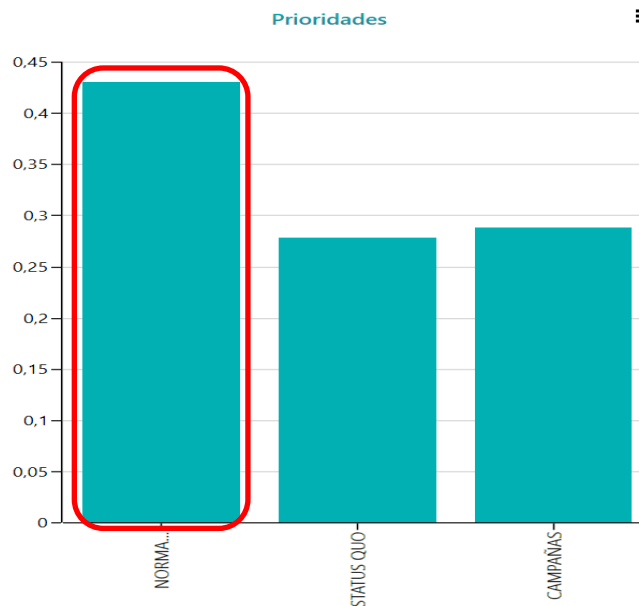
Ilustración 12. Resultados de la aplicación de la metodología AHP - Proceso de Jerarquía Analítica a la alternativa sostenible de Etiquetado PUSU.



Fuente: Resultados del software BPMSG empleando los criterios mencionados y las alternativas consideradas, VEA 2025.

Los resultados indican que, dados los criterios considerados, la mejor alternativa corresponde al reglamento técnico de etiquetado en un 43.1%, la alternativa de autorregulación obtuvo con un resultado de 28.9% y finalmente, la alternativa de No regular “status quo”, tiene un peso del 28%.

Ilustración 13. Resultados de la aplicación de la metodología AHP - Proceso de Jerarquía Analítica a la alternativa sostenible de Etiquetado PUSU.



Fuente: Resultados del software BPMSG empleando los criterios mencionados y las alternativas consideradas

10. ALTERNATIVA SUSTITUTOS DE LOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO

10.1. Alternativa 1: No regular (Status Quo)

Corresponde a una situación de no regulación e intervención por parte del gobierno en el mercado de los PUSU. Es la alternativa base y nos corresponde hacer comparaciones contra el denominado status quo.

Beneficios

Para este caso, el único beneficio se relaciona con la inexistencia de erogaciones para el sector regulado. En este escenario, los productores, importadores y comercializadores de PUSU se “ahorran” dichos costos de cumplimiento. Ese beneficio los asociamos con los mayores costos de producción ante escenarios normativos, los cuales no se causan, puesto que el gobierno no interviene. Según lo mencionado anteriormente, se estima que los plásticos de un solo uso (PUSU) representan el 56% del total de plásticos generados anualmente en el país. Para el año 2025, esta proporción corresponde a un volumen aproximado de 839.840 toneladas por año.

Dado que estamos en la primera alternativa de comparación -el status quo; no intervención por parte del gobierno, para efectos del ACB se supone que estas toneladas no se gestionan. Así mismo, se tiene como supuesto fundamental que estos productos sustitutos tienen un costo adicional del 60% partiendo de que el plástico virgen tiene un costo

aproximado en el mercado de 1000 USD/tonelada (WWF, 2021).

Este porcentaje del 60% se establece a partir la información de las reuniones y encuestas semiestructuradas adelantadas con las empresas del sector. En todo caso es de resaltar que, ante este supuesto altamente sensible, se realiza un análisis de sensibilidad variando este porcentaje a fin de verificar el impacto en el indicador de RBC.

El cálculo resulta en \$ 2.015.617 (Cifras en millones) explicado en que el incremento en el costo de producción es un 60% mayor teniendo como base los 1000 USD; es decir, unos 600 USD, el cual se multiplica por las toneladas totales a gestionar por la proyección del precio del dólar de \$4000/USD (la TRM proyectada de largo plazo).

Tabla 56. Flujo de beneficios de la alternativa No regular - "Status Quo" (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 1,881,600	\$ 1,947,456	\$ 2,015,617	\$ 2,086,164	\$ 2,159,179	\$ 2,234,751	\$ 2,312,967	\$ 2,393,921	\$ 2,477,708	\$ 2,564,428	\$ 2,654,183

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio obteniendo \$15.23 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos

Para el caso del flujo de costos fueron identificados tres líneas; i. Costos por ingreso de toneladas de plásticos al océano, ii. Emisiones de GEI y iii. No aplicación de la tarifa.

Costos por entrada de toneladas de plásticos al océano

Este cálculo surge de considerar que, en últimas, un pequeño porcentaje de los plásticos mal gestionados terminan en el mar causando un impacto económico bastante significativo. De acuerdo con cifras del estudio DALBERG (WWF, 2021), el 2.71% de las toneladas de plásticos que se producen llegan al mar a causar impactos o externalidades negativas las cuáles se traducen en costos sociales.

Siguiendo las cifras calculadas, se tiene que el plástico seguirá causando impactos cada año, durante al menos 150 años, a medida que se divide en micropartículas, esto significa que cada tonelada de plástico que entra el océano genera un daño económico valorado entre los 204.270 y los 408.541 dólares EE.UU. a través de su vida útil (Cifras que fueron tomadas del estudio de Dalberg).

El PIB per Cápita de EEUU para el año 2023 ascendió a 81.965 USD, y en tanto el PIB en Colombia para ese mismo año fue de 6.979 USD, encontrando una relación de 11.7 entre ambas cifras.

A fin de ponderar los valores a transferir de acuerdo al poder de paridad de compra se toma el valor superior de 408.541 USD por tonelada. Este poder de paridad se ajustó por este ponderador alcanzando los 47.779 USD

$$\frac{PIB_{PCol}}{(PIB_{PCRRIII})} \times (\text{Valor del daño expresado en UsD})$$

El resultado alcanzado se asume como el valor de las externalidades causadas por una tonelada de plástico en los mares.

Se asume entonces que del total de toneladas PUSU relacionadas con el primer paquete de prohibiciones 839.840 toneladas, el 2.71% termina en los mares de Colombia, con una valoración de impactos que causa cada una de esas toneladas de 47.779 USD, resultando en \$ 4.349.738 cifras en millones (considerando la TRM proyectada a largo plazo).

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 17. Flujo de costos de la alternativa No regular - "Status Quo"- Impactos a los ecosistemas marinos (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 4,060,5 27	\$ 4,202,6 45	\$ 4,349,7 38	\$ 4,501,97 9	\$ 4,659,5 48	\$ 4,822,6 32	\$ 4,991,4 24	\$ 5,166,1 24	\$ 5,346,9 39	\$ 5,534,0 81	\$ 5,727,7 74

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5%¹⁴ es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 32.87 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

No implementación de la tarifa

Las 839.840 toneladas asociadas a los PUSU 56%, no son gestionadas, estas no pueden ser reportadas en los sistemas de información para el cálculo del incentivo al aprovechamiento.

Como se explicó en las anteriores alternativas de No regular (biodegradabilidad y/o compostabilidad y etiquetado), El VBA está establecido en \$ 147.518,83 por tonelada, de acuerdo con lo anterior, para el año 2025, se obtiene un valor total de \$ 123.891.576.127, producto de multiplicar las toneladas no gestionadas correspondientes al 56% (839.840 toneladas para el año 2025) por el valor del incentivo no ganado, por tonelada.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 58. Flujo de costos de la alternativa No regular -"Status Quo"- No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 115,654	\$ 119,70 2	\$ 123,89 2	\$ 128,228	\$ 132,71 6	\$ 137,36 1	\$ 142,16 8	\$ 147,14 4	\$ 152,29 4	\$ 157,62 5	\$ 163,14 2

¹⁴ Tasa de Descuento: Tasa de descuento adecuada (recomendada por las entidades públicas del orden nacional – DNP, MINTRANSPORTE- y del orden internacional – BID; Banco Interamericano de Desarrollo

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 936.482 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Una vez obtenido el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio - costo, la cual para esta alternativa se calculó en 0,443, indicando que el flujo de costos de la alternativa de no regular, de no intervenir, es menor al flujo de los beneficios de la misma alternativa.

Lo anterior, justifica en términos económicos la intervención actual del gobierno nacional; no obstante, su decisión final dependerá de los resultados obtenidos en las demás alternativas. Esta alternativa represente un indicador menor a uno (1) lo que no justifica No regular.

10.2. Alternativa 2: Autorregulación - Campañas

Esta alternativa supone que el gobierno nacional envía incentivos para la autorregulación por parte de la comunidad regulada; los productores, comercializadores e importadores de PUSU. En este caso se construyó el flujo de beneficios y costos de la alternativa para poder calcular la relación beneficio - costo. Se parte del mismo flujo de plástico correspondiente al 56%, que para el año 2025 se calcula en 839.840 toneladas de PUSU.

Para esta alternativa se usan las mismas cifras referenciadas en la alternativa de biodegradabilidad y/o compostabilidad, tomadas del estudio del DNP¹⁵ y la entrevista realizada a FENALCO. Se tomará entonces un impacto del 30% en la reducción de la generación de residuos como producto de las campañas de autorregulación.

Beneficios

En este escenario, los productores, importadores y comercializadores de PUSU se “ahorran” dichos costos de cumplimiento bajo la regulación, así que para el año 2025, se estima gestionar 839.840 toneladas de PUSU, menos el 30% debido a que las campañas que incentivan la autorregulación tienen esa efectividad. Al igual que en el caso anterior, se tiene como supuesto fundamental que estos productores tienen un costo adicional del 60% indicando que el plástico virgen tiene un costo aproximado en el mercado de 1000 USD por tonelada. El cálculo resulta en \$ 1.410.931.872.000, teniendo en cuenta que el incremento en el costo de producción es de unos 600 USD/tonelada, lo que se multiplica por las toneladas totales a gestionar, por la proyección del precio del dólar de \$4000/USD.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 59. Flujo de beneficios de la alternativa reducción en contaminación del mar “incentivos la

¹⁵ DNP (2018). Estudio de conciencia ambiental: Consumo y cuidado del ambiente.

autorregulación” (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 1,317,120	\$ 1,363,219	\$ 1,410,932	\$ 1,460,314	\$ 1,511,425	\$ 1,564,325	\$ 1,619,077	\$ 1,675,744	\$ 1,734,396	\$ 1,795,099	\$ 1,857,928

Fuente: VEA, 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 10.6 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Beneficios por menores emisiones de GEI

Para fabricar un kilo de plástico virgen se emiten 3,4 kg de CO₂ (U Andes, 2024) y para fabricar un kilo de plástico reciclado se emiten 1,7 kg de CO₂ (Atica, 2024); lo anterior, indica que se dejan de emitir 1.8 toneladas de CO₂/tonelada de plástico reciclado.

Para este caso particular, se toman las toneladas que efectivamente se gestionan adecuadamente a través de biodegradabilidad y compostabilidad, las cuales corresponden al 30%, para el año 2025 corresponden a 251.952 toneladas. Estas se multiplican por el ahorro en emisiones de 1.8 toneladas de CO₂ y por el respectivo precio de la tonelada de carbono de acuerdo al dato arrojado por la Dian.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 60. Flujo de beneficios de la alternativa “incentivos a la autorregulación” – Menores emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 10,922	\$ 11,305	\$ 11,700	\$ 12,110	\$ 12,534	\$ 12,972	\$ 13,426	\$ 13,896	\$ 14,383	\$ 14,886	\$ 15,407

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 88.440 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos

Costos por entrada de toneladas de plásticos al océano

Se espera que con las intervenciones del gobierno a través de campañas de autorregulación tengan una efectividad del 30% representado en 251.952 toneladas de PUSU gestionadas, quedando un remanente de 587.888 toneladas que no son atendidas (gestionadas). El 2.71% termina en los mares de Colombia, con una valoración de los impactos que causa cada una de esas toneladas de 47.779 USD (ya fue explicado de donde se obtiene esta valoración), resultando en \$ 3.044.816.611.705.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 61. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- Impactos a los ecosistemas (marinos cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 2,842,369	\$ 2,941,852	\$ 3,044,817	\$ 3,151,385	\$ 3,261,684	\$ 3,375,843	\$ 3,493,997	\$ 3,616,287	\$ 3,742,857	\$ 3,873,857	\$ 4,009,442

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 23.01 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Emisiones de GEI

Las toneladas remanentes, es decir, aquellas no gestionadas, se van a producir productos de plástico con prácticas productivas tradicionales, lo que se traduce en generación de gases de efecto invernadero.

Como se mencionó en los supuestos para fabricar un kilo de plástico virgen se emiten 3,4 kg de CO₂ (UAndes,2025). En este sentido, con base en esas 587.888 toneladas que no son gestionadas y el valor de una tonelada reducida de GEI de \$25.799 (Resolución Dian, 2024), se obtiene un valor para el año 2025 de \$51.567.561.101.

El flujo de costos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 62. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- Emisiones de GEI (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 48,139	\$ 49,824	\$ 51,568	\$ 53,372	\$ 55,240	\$ 57,174	\$ 59,175	\$ 61,246	\$ 63,390	\$ 65,608	\$ 67,905

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 389.793 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

No incentivos en la tarifa

Las 587.888 toneladas estimadas en la alternativa de incentivos a la autorregulación que sean gestionadas no pueden ser reportadas en los sistemas de información para el cálculo del incentivo al aprovechamiento.

El VBA es un costo que incluye la recolección, transporte, pesaje y clasificación de residuos aprovechables. Se toma en cuenta la cantidad de toneladas aprovechadas que se reportan al SUI, dicha tarifa de aprovechamiento es el resultado de sumar el costo de recolección y transporte, más el costo de disposición final del municipio donde se realiza la actividad de aprovechamiento, asumiendo un valor promedio de \$147.518 por toneladas para Colombia.

De acuerdo con lo anterior, para el año 2025 se obtiene un valor total de \$ 25.805.356.051,

producto de multiplicar las toneladas no gestionadas de 587.888 toneladas para el año 2025, por el valor del incentivo no ganado.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 63. Flujo de costos de la alternativa “incentivos a la autorregulación”- No incentivos a la tarifa (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 24,090	\$ 24,933	\$ 25,805	\$ 26,709	\$ 27,643	\$ 28,611	\$ 29,612	\$ 30,649	\$ 31,721	\$ 32,832	\$ 33,981

Fuente: VEA, 2025.

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 195.060 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Campañas

En este ítem se tiene en cuenta el diseño básico para una estrategia de comunicaciones a nivel nacional enfocada en radio, televisión e internet. Los precios unitarios incluidos están contruidos con base en los datos reportados por en el estudio “*Análisis de Impacto Normativo en la temática de etiquetado nutricional y frontal de los alimentos envasados en Colombia*” (Minsalud, 2020¹⁶). En la siguiente tabla, se referencias los costos promedio de campañas publicitarias consultadas en diferentes fuentes como MinAmbiente y MinSalud.

Se asume un aumento sostenido del 10% anual durante el periodo de análisis, recomendado por MinSalud.

Tabla 64. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- costo de las campañas

ITEM	VALOR	FUENTE
Costo promedio de una pauta publicitaria de 30 segundos por televisión en prime time	\$ 20.000.000	MinSalud (2018). Información de pautas publicitarias de programas de promoción y prevención financiados por MinSalud. Se ajustan los valores a 2024.
Costo promedio de un segundo animado por internet	\$ 300.000	
Costo promedio de una cuña radial de 30 segundos	\$ 2.500.000	
Número de pautas por televisión al año (3 al día)	\$ 1.095	Se asume que este es el mínimo de pautas requeridas para transmitir a la audiencia el mensaje de interés
Segundos publicitados por internet al año (60 al día)	\$ 21.900	
numero de Cuñas radiales al año	\$ 3.650	
TOTAL DE COSTOS PAUTAS DE TV	\$ 29.565.000.000	
TOTAL DE COSTOS INTERNET	\$ 9.855.000.000	
TOTALD E COSTOS CUÑAS RADIALES	\$ 10.950.000.000	

¹⁶ Ministerio de Salud y Protección Social (2020). Análisis de Impacto Normativo en la temática de etiquetado nutricional y frontal de los alimentos envasados en Colombia.

SUBTOTAL	\$ 50.370.000.000
OTROS (AIU) – 10%	\$ 5.037.000.000
TOTAL	\$ 55.407.000.000

Fuente: VEA, 2025

El flujo para el periodo de análisis se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 65. Flujo de costos de la alternativa “Incentivos a la autorregulación”- Costos de Campañas (cifras en Millones de pesos)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 50.370	\$ 55.407	\$ 60.948	\$ 67.042	\$ 73.747	\$ 81.121	\$ 89.234	\$ 98.157	\$ 107.973	\$ 118.770	\$ 130.647

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 547.468 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Obtenido el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio - costo, la cual resulta en 0.445, indicando que el flujo de costos de la alternativa de incentivos a la autorregulación es menor al flujo de los beneficios de la misma alternativa. Lo anterior por si sola, no se justifica en términos.

Alternativa 4: Regular - Normativa General de obligatorio cumplimiento sobre Materiales Sustitutos Biobasados

Se considera el análisis costo-beneficio para la alternativa de Materiales Sustitutos Biobasados. Esta corresponde a una alternativa para el diseño e implementación de una norma general de obligatorio cumplimiento para los productores, comercializadores e importadores de PUSU que opten por la alternativa sostenible de materiales sustitutos biobasados.

Beneficios

Beneficios por no entrada de toneladas de plásticos al océano

Este beneficio está asociado con una regulación de materiales sustitutos biobasados, con lo cual se lograría un cumplimiento alto en la gestión posconsumo, permitiendo gestionar la totalidad de toneladas de PUSU. Ahora bien, para el año 2025, se estiman que se deberán gestionar 839.840 toneladas. Se asume que estas toneladas se gestionan en su totalidad, debido a que hay intervención, en este sentido el primer beneficio corresponde a que de ese total de PUSU no llega al mar.

El cálculo resulta en \$ 4.349.738.016.721, esta cifra se obtiene calculando el beneficio evitado de la no entrada de plástico al océano correspondiente al 2.71% y bajo la premisa que cada tonelada de plástico en el mar causa un impacto en su vida útil que asciende a 47.779 USD por tonelada (Dalberg, 2021).

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 71. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” asociado a la “No entrada de plásticos al océano” (cifras en millones Cop)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 4,060,527	\$ 4,202,645	\$ 4,349,738	\$ 4,501,979	\$ 4,659,548	\$ 4,822,632	\$ 4,991,424	\$ 5,166,124	\$ 5,346,939	\$ 5,534,081	\$ 5,727,774

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 32.8 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Emisiones de GEI

Las 839.840 toneladas fueron producidas en procesos productivos con incorporación de componente de reciclaje, se presenta un ahorro en toneladas emitidas de GEI 1.8 toneladas de CO₂ por cada tonelada de plástico. Con base en este valor se calcula un beneficio de 39.001 millones de pesos para el año 2025.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 72. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” asociado a las “menores emisiones de GEI” (cifras en millones Cop)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 36,408	\$ 37,682	\$ 39,001	\$ 40,366	\$ 41,778	\$ 43,241	\$ 44,754	\$ 46,321	\$ 47,942	\$ 49,620	\$ 51,356

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio equivalente a 294.801 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Incentivos en la tarifa

Las 839.840 toneladas que sean gestionadas bajo esta alternativa pueden ser reportadas en los sistemas de información para el cálculo del incentivo al aprovechamiento. El VBA como se explicó en los anteriores numeral de incentivos en la tarifa al ser aplicado al SUI. Y la tarifa de aprovechamiento es el resultado de sumar el costo de recolección y transporte, más el costo de disposición final donde se realiza la actividad de aprovechamiento. Podemos asumir un valor promedio de \$147.518 por tonelada para Colombia, aproximado a un 20% del total.

Se obtiene entonces un beneficio de \$123.891.576.127 para el año 2025. Este beneficio se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 73. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” incentivos a la tarifa”
(cifras en millones Cop)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 115,654	\$ 119,702	\$ 123,892	\$ 128,228	\$ 132,716	\$ 137,361	\$ 142,168	\$ 147,144	\$ 152,294	\$ 157,625	\$ 163,142

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio de 936.482 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos

Costos de seguimiento y control

En la siguiente tabla se relacionan los costos aproximados asociados a las actividades de control y seguimiento por parte de las Autoridades Ambientales Competentes, teniendo en cuenta la necesidad de contar con tres profesionales especializados y experiencia de 36 meses. En este sentido se consideran los siguientes salarios:

Tabla 74. Materiales Sustitutos - Costos de vigilancia

Personal	Salario/mes	meses	subtotal
PROFESIONAL 1	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
PROFESIONAL 2	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
PROFESIONAL 3	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
		TOTALPERSONAL	\$ 252.000.000
		OTROS (20%)	\$ 50.400.000
		TOTAL	\$ 302.400.000

Fuente: Construido con base en la reunión con ANLA y Resolución MADS 006 de 2023

El flujo de costos de personal por vigilancia se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 75. Alternativa regular de Materiales Sustitutos – flujo de Costos de vigilancia

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 302	\$ 314	\$ 327	\$ 340	\$ 353	\$ 367	\$ 382	\$ 397	\$ 413	\$ 430	\$ 447

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio de 2.499 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Etiquetado

Las cifras establecidas y explicadas el numeral de costo de etiquetado de la alternativa de regular – biodegradabilidad y/o compostabilidad, fueron tomadas como referencia para realizar el cálculo de este costo de etiquetado para materiales sustitutos en biobasados, dando como resultado que este costo puede ascender para el año 2025 alrededor de \$

67.187.232000. El Minsalud, reporta en el AIN de etiquetado que para el año 2019 el costo de esta actividad a 25 años asciende a 697.758, lo que se traduce en una rata de 25.910 millones anuales.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 76. Alternativa de Materiales Sustitutos – flujo de Costos de Etiquetado

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 62,720.0 0	\$ 64,915.20	\$ 67,187.2 3	\$ 69,538.7 9	\$ 71,972.6 4	\$ 74,491.6 9	\$ 77,098.8 9	\$ 79,797.3 6	\$ 82,590.2 6	\$ 85,480.9 2	\$ 88,472.7 5

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio obteniendo 507.860 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de producción de los Biobasados

Teniendo en cuenta que la cantidad de toneladas que corresponden a 784.000 para el periodo 2023, permiten calcular el costo que representan los materiales sustitutos biobasados. Para el año 2025 se estimada un valor de \$ 1.373.718.528.000, que al tomar la cantidad inicial de toneladas y contemplando que el precio promedio de gestión de plástico convencional es de \$1000 USD se estima un valor aproximado de 3.13 billones de pesos.

Por otra parte, contemplando un valor promedio de fuentes consultadas se estima un valor promedio de 595 USD por tonelada, estableciendo así un valor aproximado a 1.8 billones de pesos generando una diferencia entre el valor que representa el plástico convencional y material sustituto por la alternativa de biobasados. De lo anterior, se sostiene que dicha diferencia, representa un aumento con respecto al valor establecido en plásticos convencionales correspondiente a 1.2 billones al sustituir PUSU por Materiales Sustitutos Biobasados.

Este costo se presenta a continuación:

Tabla 77. Alternativa de Materiales Sustitutos – Biobasados (cifras en millones COP)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 1,270,080	\$ 1,320,883	\$ 1,373,719	\$ 1,428,667	\$ 1,485,814	\$ 1,545,247	\$ 1,607,056	\$ 1,671,339	\$ 1,738,192	\$ 1,807,720	\$ 1,880,029

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio de 10.5 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Obtenido el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio-costos, la cual para esta alternativa se calculó en 3,09 indicando que el flujo de beneficios de la alternativa de diseñar e implementar una norma general de materiales sustitutos es mayor al flujo de los costos de la misma alternativa.

Alternativa 5: Regular - Normativa General de obligatorio cumplimiento sobre Materiales Sustitutos (Aditivos)

Se considera el análisis costo-beneficio para la alternativa de Materiales Sustitutos (Aditivos). Esta alternativa de regular para el obligatorio cumplimiento dirigido a los productores, comercializadores e importadores de PUSU que opten por la alternativa sostenible de Materiales Sustitutos (aditivos).

Beneficios

Beneficios por no entrada de toneladas de plásticos al océano

Este beneficio se refiere al logro de un cumplimiento alto en la gestión con el establecimiento de la regulación de materiales sustitutos (Aditivos), permitiendo gestionar la totalidad de toneladas de PUSU. Ahora bien, para el año 2025, se estiman que se deberán gestionar 839.840 toneladas relacionadas con materiales alternativos sustitutos a los PUSU. En este sentido el primer beneficio corresponde a que de ese total de PUSU no llega al mar.

El cálculo resulta en \$ 4.349.738.016.721, esta cifra se obtiene calculando el beneficio evitado de la no entrada de plástico al océano correspondiente a 2.71% y bajo la premisa que cada tonelada de plástico en el mar causa un impacto en su vida útil que asciende a 47.779 USD por tonelada (Dalberg, 2021).

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 78. Flujo de beneficios de la alternativa "Materiales Sustitutos" asociado a la "No entrada de plásticos al océano" (cifras en millones Cop)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 4,060,52 6.98	\$ 4,202,645. 43	\$ 4,349,73 8.02	\$ 4,501,97 8.85	\$ 4,659,54 8.11	\$ 4,822,63 2.29	\$ 4,991,42 4.42	\$ 5,166,12 4.28	\$ 5,346,93 8.63	\$ 5,534,08 1.48	\$ 5,727,77 4.33

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio obteniendo 32.8 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Emisiones de GEI

Las 839.840 toneladas fueron producidas en procesos productivos con incorporación de componente de reciclaje o aprovechamiento, se presenta un ahorro en las toneladas emitidas de GEI, representada en 1.8 tonelada de CO₂ por cada tonelada de plástico. Con base en este valor se calcula un beneficio de 39.000.676.463 millones de pesos para el año 2025.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 79. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” asociado a las “menores emisiones de GEI” (cifras en millones Cop)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 36,407.5 5	\$ 37,681.81	\$ 39,000.6 8	\$ 40,365.7 0	\$ 41,778.5 0	\$ 43,240.7 5	\$ 44,754.1 7	\$ 46,320.5 7	\$ 47,941.7 9	\$ 49,619.7 5	\$ 51,356.4 4

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio de 294.801 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Implementación de la tarifa

Las 839.840 toneladas que sean gestionadas bajo esta alternativa pueden ser reportadas en los sistemas de información para el cálculo del incentivo al aprovechamiento. El VBA como se explicó en los anteriores numeral de reconocimiento de la tarifa al ser aplicado al SUI. Dicha tarifa equivale a sumar el costo de recolección y transporte, más el costo de disposición final, donde se realiza la actividad de aprovechamiento. Podemos asumir un valor promedio de \$147.518 por tonelada para Colombia.

Se obtiene entonces un beneficio de \$123.891.576.127 para el año 2025. Este beneficio se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 80. Flujo de beneficios de la alternativa “Materiales Sustitutos” incentivos a la tarifa” (cifras en millones Cop)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 115,65 4.11	\$ 119,702. 01	\$ 123,89 1.58	\$ 128,227 .78	\$ 132,71 5.75	\$ 137,36 0.81	\$ 142,16 8.43	\$ 147,14 4.33	\$ 152,29 4.38	\$ 157,62 4.68	\$ 163,14 1.55

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el valor presente neto VPN de la línea de beneficio obteniendo 936.482 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Vigilancia y control

En la siguiente tabla se relacionan los costos aproximados asociados a las actividades de control y seguimiento por parte de las Autoridades Ambientales Competentes, teniendo en cuenta la necesidad de contar con tres profesionales especializados y experiencia de 36 meses. En este sentido se consideran los siguientes salarios:

Tabla 81. Materiales Sustitutos - Costos de vigilancia

Personal	Salario/mes	meses	subtotal
PROFESIONAL 1	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
PROFESIONAL 2	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
PROFESIONAL 3	\$ 7.000.000	12	\$ 84.000.000
		TOTALPERSONAL	\$ 252.000.000
		OTROS (20%)	\$ 50.400.000
		TOTAL	\$ 302.400.000

Fuente: Construido con base en la reunión con ANLA y Resolución MADS 006 de 2023, VEA 2025.

El flujo de costos de personal por vigilancia se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 82. Alternativa regular de Materiales Sustitutos – flujo de Costos de vigilancia

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 302	\$ 314	\$ 327	\$ 340	\$ 353	\$ 367	\$ 382	\$ 397	\$ 413	\$ 430	\$ 447

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio de 2.499 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Etiquetado

Las cifras establecidas y explicadas el numeral de costo de etiquetado de la alternativa de regular – biodegradabilidad y/o compostabilidad, fueron tomadas como referencia para realizar el cálculo de este costo de etiquetado para materiales sustitutos en biobasados, dando como resultado que este costo puede ascender para el año 2025 alrededor de \$67.187.232.000. El Minsalud, reporta en el AIN de etiquetado que para el año 2019 el costo de esta actividad a 25 años asciende a 697.758, lo que se traduce en 25.910 millones anuales.

El flujo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 83. Alternativa de Materiales Sustitutos (aditivo) – flujo de Costos de Etiquetado

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 62,720.00	\$ 64,915.20	\$ 67,187.23	\$ 69,538.79	\$ 71,972.64	\$ 74,491.69	\$ 77,098.89	\$ 79,797.36	\$ 82,590.26	\$ 85,480.92	\$ 88,472.75

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio obteniendo 507.860 millones de pesos en el horizonte de 10 años.

Costos de Aditivos

A partir de la cantidad de toneladas que corresponden a 784.000 para el periodo 2023, que

permiten calcular el costo que representan los materiales sustitutos – aditivos, se puede proyectar las toneladas para el 2025 con un valor estimado en 839.840 toneladas. Por tanto, al tomar dicha cantidad de toneladas y contemplando que el precio promedio de gestión de plástico convencional es de 1000 USD se estima un valor aproximado de 3.1 billones de pesos.

Por otra parte, contemplando un valor promedio de fuentes consultadas a nivel mundial de gestión de materiales sustitutos (aditivos), se estima un valor promedio de 3.899 USD por tonelada, estableciendo así el valor aproximado a 12.23 billones de pesos, generando una diferencia entre el valor que representa el plástico convencional y material sustituto por la rama de aditivos. Adicionalmente, en reuniones adelantadas con el sector regulado, se obtuvo como información que se estima un incremento de costo del 2% del valor promedio de la resina convencional, aplicado a aditivos enzimáticos o biodegradables, por lo tanto, para el año 2025 representa alrededor de 196 mil millones.

Este costo se presenta a continuación:

Tabla 84. Alternativa de Materiales Sustitutos – flujo de Costos de Aditivos
(Cifras en millones COP)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
\$ 3.139.6 37	\$ 3.253.2 89	\$ 3.371.051	\$ 3.505.1 69	\$ 3.640.372	\$ 3.789.38 5	\$ 3.944.370	\$ 4.105.562	\$ 4.249.25 7	\$ 4.397.98 1	\$ 4.551.91 0

Fuente: VEA, 2025

Empleando una tasa de descuento del 8.5% es posible obtener el VPN de la línea de beneficio de 25,7 billones de pesos en el horizonte de 10 años.

Una vez obtenido el VPN de los Beneficios y Costos, se procede al cálculo de la relación beneficio-costos, la cual para esta alternativa se calculó en 1,30 indicando que el flujo de beneficios de la alternativa de regular materiales sustitutos (aditivos), es mayor al flujo de los costos de la misma alternativa.

Síntesis de los resultados del ACB

En síntesis, la tabla siguiente presenta el consolidado de la RBC de cada una de las alternativas y los diferentes escenarios propuestos. Como se puede observar, el “status quo” y el “la autorregulación” presentan una relación beneficio/costo menor que uno, lo que sugiere que los costos de dichas medidas superan a los beneficios, por lo cual ambas medidas no se sostienen en términos económicos. Por su parte, la RBC para la alternativa de regular los materiales sustitutos y aditivos, representa un indicador que alcanzan valores mayores a 1 indicando que, por cada peso invertido, existe un retorno positivo.

Tabla 85. Consolidado de las opciones evaluadas

Relación beneficio costo de la alternativa 1. Status quo	0,443
--	-------

Relación beneficio costo de la alternativa 2. Envío de incentivos para el auto cumplimiento	0,445
Relación beneficio costo de la alternativa 4. Regular materiales sustitutos: biobasados	3,09
Relación beneficio costo de la alternativa 5. Regular materiales sustitutos: aditivos	1,30

Fuente: VEA, 2025.

11. IMPLEMENTACION Y MONITOREO

En el AIN realizado mediante la metodología análisis de costo-beneficio implementará para la evaluación de las alternativas, la cual requiere una implementación y monitoreo, para garantizar que la política pública logre sus objetivos ambientales, sociales y económicos de manera eficaz; analizando los Artículo 4°. Prohibición y sustitución gradual de los plásticos de un solo uso, Artículo 11 Etiquetado de los productos y Artículo 34° Criterios para determinar los productos plásticos biodegradables en condiciones naturales.

Se definió cuantitativamente la alternativa del diseño e implementación de una norma dirigida a aquellos productores, comercializadores e importadores de PUSU que opten por una alternativa sostenible bajo lo exigido por la Ley 2232 de 2022 y su reglamentación, resultando la mejor relación beneficio - costo. Siendo la alternativa elegida.

Se da paso a realizar el trámite respectivo en la formulación y expedición de la norma regulado, bajo la fase de implementación y monitoreo:

Tabla 86. Fase implementación y monitoreo

IMPLEMENTACIÓN	MONITOREO
Diseño de medidas regulatorias.	Indicadores de evaluación.
Participación de los actores de entidades públicas y privadas.	Seguimiento y control periódicas al sector regulado.
Incentivos económicos y fiscales.	Sistemas de recolección y análisis de datos.

Fuente: Equipo Plásticos - GIRPA, 2024

En este sentido se revisa la normatividad vigente en términos de su cadena y se encuentran las siguientes entidades con sus respectivas responsabilidades.

Tabla 87. Autoridades responsables

ENTIDAD	RESPONSABILIDAD	NORMA
MINAMBIENTE	Artículo 4°. Prohibición y sustitución gradual de los plásticos de un solo uso.	Ley 2232 de 2022

	<p>Artículo 11°. Etiquetado de los productos</p> <p>Artículo. 34 °. Criterios para determinar los productos plásticos biodegradables en condiciones naturales.</p> <p>CAPITULO III. Alternativas Sostenibles y excepciones a la prohibición para los productos plásticos de un solo uso.</p>	Resolución 0803 de 2024
ANLA	<p>Artículo 21. Solicitud para la verificación del cumplimiento de las condiciones para las alternativas sostenibles.</p> <p>Artículo 22. Verificación y evaluación de las alternativas sostenibles y excepciones a la prohibición.</p>	Resolución 0803 de 2024
ONAC	<p>Artículo 34. El Gobierno Nacional, a través del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), se encargará de acreditar los laboratorios nacionales e internacionales que tengan la capacidad de verificar el cumplimiento de lo señalado en el inciso primero y de las normas técnicas consagradas en el inciso segundo del presente artículo.</p> <p>Artículo 10. Acreditación del Organismo evaluador de la conformidad para la certificación de tercera parte.</p>	<p>Ley 2232 de 2022 Art 34</p> <p>Resolución 0803 de 2024</p>
AUTORIDADES AMBIENTALES	<p>Artículo 23°. Seguimiento y control. Las autoridades ambientales competentes tendrán a su cargo la implementación, seguimiento y control de la sustitución y reemplazo de los elementos de plásticos de un solo uso de qué trata el artículo 5° de la presente ley, de acuerdo con los plazos fijados; las cuales deberán reportar semestralmente los resultados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.</p> <p>Artículo 24. Promoción de la ley. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y las autoridades ambientales competentes, bajo la coordinación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, deberán realizar campañas de difusión y concientización sobre la importancia e implicaciones de la presente ley.</p>	Ley 2232 de 2022

MINCIENCIAS MINTRABAJO MINCIT	Artículo 9°. Plan de Reconversión Productiva y Adaptación Laboral. Parágrafo 3.	Ley 2232 de 2022.
-------------------------------------	---	-------------------

Fuente: Equipo Plásticos - GIRPA, 2025

Ahora bien, en cuanto a los métodos de cumplimiento la Ley 2232 de 2022 establece en el Capítulo VII régimen sancionatorio, recursos y disposiciones finales en el artículo 25 estableciendo las sanciones por el incumplimiento de lo dispuesto en la presente ley que implicará para las personas naturales o jurídicas. Esta es una estrategia específica para lograr el cumplimiento Ley 2232 de 2022 y su reglamentación. Entre ellas se tienen, Multas, Decomisos de los elementos plásticos mencionados en el artículo 5° de la Ley 2232, clausura temporal del establecimiento y la clausura definitiva del establecimiento.

Referente a lo que atañe al cumplimiento de los establecido para los productos plásticos biodegradables y/o compostables, se tiene establecido que el primer año para el cumplimiento del artículo 34° de ese criterio deben presentar ante el Min Ambiente el Anexo VIII: *“REPORTE DE RESULTADOS DE BIODEGRADABILIDAD Y/O DE COMPOSTABILIDAD EN CONDICIONES AMBIENTALES NATURALES”*.

11.1. Indicadores para evaluar el éxito de la intervención

En este apartado se proponen indicadores de seguimiento que están asociados a las medidas recomendadas en el presente AIN, con el fin de hacer seguimiento y control al cumplimiento y a la medición con una periodicidad anual. En la siguiente tabla se presentan los indicadores y fórmula para su medición del cumplimiento de las obligaciones establecidas en cada uno de los artículos objeto del AIN realizado. Estos indicadores serán analizados en detalle y considerados en la formulación de las políticas ambientales relacionadas.

11.1.1. Reducción de residuos plásticos: Disminuir la acumulación de plásticos en sitios de disposición final y océanos

Tabla 88. Indicadores de seguimiento

INDICADOR	MEDIDA
Importación de maquinaria requerida para reconversión productiva materias primas recicladas plásticas, biodegradables y/o compostables.	USD (anual)
Toneladas de PUSU que son gestionadas con la alternativa de materias primas recicladas plásticas, biodegradables y/o compostables.	$\frac{\text{Toneladas de PUSU gestionadas}}{\text{Total de toneladas PUSU generadas}} \times 100$ (Anual)
Toneladas de residuos valorizables (Compost) producidos a partir de PUSU biodegradables y compostables	Toneladas de compost producidas con PUSU gestionados con biodegradación (Anual).
Toneladas de residuos valorizables (recicladas con 100 % posconsumo nacional)	Toneladas de plástico reciclado a ser gestionados para aprovechamiento (Anual).

Numero de investigaciones relacionadas con nuevos materiales sustitutos a los PUSU y procesos productivos relacionados con Compostación y Biodegradación	Numero de investigaciones al año (Anual). Fuente: MinCiencias, ICIPC, Universidades
--	--

Fuente: Equipo Plásticos - GIRPA, 2025

11.1.2. Aprovechamiento de recursos

Tabla 89. Indicadores de seguimiento

INDICADOR	MEDIDA
Inversiones realizadas en infraestructura para compostación y transformación de pusú.	USD anuales (fuente: Acoplasticos)
Toneladas de PUSU gestionadas con la alternativa de Biodegradación y compostación que fueron reportadas al SUI	Numero de toneladas. Anual Fuente: Superservicios
Numero de sitios de compostación industrial construidos para tal fin	Numero de sitios a nivel nacional Anual

Fuente: Equipo Plásticos - GIRPA, 2025

11.1.3. Minimización de la huella de carbono

Tabla 90. Indicadores de seguimiento

INDICADOR	MEDIDA
Toneladas de CO ₂ equivalente ahorradas por producción de PUSU bajo la alternativa de biodegradabilidad y/o compostabilidad.	Cálculos con base en las Toneladas de PUSU gestionadas con la alternativa de Biodegradación y compostación Millones de Toneladas anuales (anual)
Toneladas de CO ₂ equivalente ahorradas por producción de envases y empaques en materiales sustitutos a los PUSU.	Cálculos con base en las Toneladas de PUSU que se dejaron de poner en el mercado comparado con los materiales sustitutos. Millones de Toneladas anuales (anual)

Fuente: Equipo Plásticos - GIRPA, 2025

11.1.4. Promover el reciclaje y reutilización de plásticos biodegradables, integrándolos en procesos de compostabilidad y producción de biomateriales

Tabla 91. Indicadores de seguimiento

INDICADOR	MEDIDA
Número de solicitudes de tramites de aprobación de Biodegradación y compostación ante la MinAmbiente por año.	Número de solicitudes anuales Fuente: MinAmbiente
Numero anual de peticiones, quejas y reclamos (PQR) radicadas ante el MinAmbiente relacionadas con la biodegradabilidad y compostabilidad	Numero de PQR anuales Fuente: MinAmbiente

Número de laboratorios nacionales certificados por la ONAC para la realización de ensayos de biodegradabilidad y compostabilidad.	Numero de laboratorios nacionales Fuente ONAC
Número de laboratorios internacionales con convenio vigente con la ONAC para la realización de ensayos de biodegradabilidad y compostabilidad.	Numero de laboratorios Internacionales con convenio vigente con ONAC Fuente ONAC
Numero de ensayos realizados a nivel nacional de biodegradabilidad y compostabilidad.	Número total de ensayos realizados al año Fuente: MinAmbiente sector regulado
Costo promedio de Ensayos biodegradabilidad y compostabilidad.	Muestreo de costos de ensayos Fuente: Laboratorios
Numero de campañas anuales ejecutadas en Radio, Televisión e Internet, relacionadas con biodegradabilidad y compostabilidad.	Numero de Campañas ejecutadas Fuente: Minambiente
Empleos generados/perdidos en la cadena de biodegradabilidad y compostabilidad.	Número de empleos generados/perdidos en la cadena de la compostación y Biodegradación Fuente: Asociaciones empresariales del sector plástico
Costos del etiquetado PUSU asociado a productos biodegradables y comportables, por categoría de plástico prohibido	Costo promedio de la actividad de etiquetado Fuente: Asociaciones empresariales del sector plástico

Fuente: Equipo Plásticos - GIRPA, 2024

11.1.5. Promover el uso de productos sustitutos a los plásticos de un solo uso integrándolos en el modelo de economía circular

Tabla 92. Indicadores de seguimiento

INDICADOR	MEDIDA
Número de solicitudes de tramites de aprobación de estudios de análisis de ciclo de vida de productos sustitutos a los PUSU	Número de solicitudes anuales Fuente: MinAmbiente
Número de estudios de ACV certificados emitidos por ente de tercera parte	Numero de certificados Fuente Ente verificador
Numero de campañas anuales ejecutadas en Radio, Televisión e Internet, relacionadas con biodegradabilidad y compostabilidad.	Numero de Campañas ejecutadas Fuente: MinAmbiente y Sector regulado
Cantidad de envases y empaques en productos sustitutos a los PUSU recolectados	Cantidad puesta en el mercado vrs recolectado Fuente: Cadena de valor del plástico
Tasa de reciclaje de los sustitutos PUSU	Cantidad recolectada vrs cantidad reciclada Fuente: Gestores y transformadores
Empleos generados/perdidos en la cadena de productos sustitutos	Número de empleos generados/perdidos en la cadena de la compostación y Biodegradación Fuente: Acoplásticos
Satisfacción de los consumidores	Encuestas de satisfacción, comportamiento del consumidor

Fuente: Equipo Plásticos – GIRPA, 2025

12. BIBLIOGRAFÍA

Acosta-Coley, I., Duran-Izquierdo, M., Rodríguez-Cavallo, E., Mercado-Camargo, J., Mendez-Cuadro, D., Olivero-Verbel, J., 2019a. Quantification of microplastics along the Caribbean Coastline of Colombia: pollution profile and biological effects on *Caenorhabditis elegans*. *Mar. Pollut. Bull.* 146, 574-583. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.06.084.

Acosta-Coley, I., Mendez-Cuadro, D., Rodríguez-Cavallo, E., de la Rosa, J., Olivero-Verbel, J., 2019b. Trace elements in microplastics in Cartagena: a hotspot for plastic pollution at the Caribbean. *Mar. Pollut. Bull.* 139, 402-411. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.12.016.

Acosta-Coley, I., Olivero-Verbel, J., 2015. Microplastics resin pellets on an urban tropical beach in Colombia. *J. Environ. Monit. Assess.* 187(7), 435-449. DOI: 10.1007/s10661-015-4602-7.

Asamblea legislativa de la república de Costa Rica. (2019). Ley para combatir la contaminación por plástico y proteger el ambiente. Obtenido de https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90187

Asamblea Nacional de Francia. (2020). Ley 105 / 2020 relativa a la lucha contra los residuos y a la economía circular. Obtenido de Servicio público de difusión LEGIFRANCE: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759?r=zUYDSp3nzi>

Ayala, F., Zeta-Flores, M., Ramos-Baldarrago, S., Tume-Ruiz, J., Rangel-Vega, A., Reyes, E., Quinde, E., De-la-Torre, G. E., Lajo-Salazar, L., & Cárdenas-Alayza, S. (2023). Terrestrial mammals of the Americas and their interactions with plastic waste. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(20), 57759–57770. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26617-x>

Barrows, A. P. W., Cathey, S. E., & Petersen, C. W. (2018). Marine environment microfiber contamination: Global patterns and the diversity of microparticle origins. *Environmental pollution*, 237, 275-284.

Chamie, J. (2022). Planet Earth into Planet Plastics. In *Population Levels, Trends, and Differentials* (pp. 113–116). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22479-9_23

Correa Pérez, J. A. (2020). Revisión de la problemática de la contaminación por y microplásticos en el recurso hídrico. [Tesis de Especialización en manejo y gestión del agua, Universidad de Antioquia].

Darbre, P. D. (2020). Chemical components of plastics as endocrine disruptors: Overview and commentary. *Birth Defects Research*, 112(17), 1300–1307. <https://doi.org/10.1002/bdr2.1778>

De Souza Machado, A. A., Kloas, W., Zarfl, C., Hempel, S., & Rillig, M. C. (2018). Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Global Change Biology*, 24(4), 1405–1416. <https://doi.org/10.1111/gcb.14020>

DECC. (2021). Waste Action Plan for a Circular Economy. Obtenido de Department of the Environment, Climate and Communications: <https://www.gov.ie/pdf/?file=https://assets.gov.ie/86647/dcf554a4-0fb7-4d9c-9714-0b1fbc7dbc1a.pdf#page=null>

Equipo Plásticos - GSSP. (2024). Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbano. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, et al. (2014) Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE* 9(12): e111913. doi:10.1371/ journal. Phone.0111913

Galgani, F., Hanke, G., & Maes, T. (2015). Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter. In *Marine anthropogenic litter*, 29-56.

Garcés-Ordóñez, O., Díaz, L., Cardoso, R., Muniz, M., 2020b. The impact of tourism on marine litter pollution on Santa Marta beaches, Colombian Caribbean. *Mar. Pollut. Bull.* 160, 111558. DOI: 10.1016/j.mar-polbul.2020.111558.

Garcés-Ordóñez, O., Espinosa, L., Cardoso, R., Cardozo, B., dos Anjos, R., 2020a. Plastic litter pollution along sandy beaches in the Caribbean and Pacific coast of Colombia. *Environ. Pollut.* 267, 115495. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115495.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>

Gobierno Nacional de Ruanda. (2019). Ley núm. 17/2019. Obtenido de Alianza Mundial de Derecho Ambiental: <https://www.elaw.org/es/ruanda-leyes-sobre-pl%C3%A1sticos#:~:text=17%2F2019%20de%20Ruanda%20se,pl%C3%A1stico%20de%20un%20solo%20uso%22>.

Hollman, P. C. H., Bouwmeester, H., & Peters, R. J. B. (2013). Microplastics in the aquatic food chain Sources, measurement, occurrence and potential health risks (RIKILT report 2013.003). Wageningen, RIKILT Wageningen University and Research centre. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/260490>

Huerta Lwanga, E., Mendoza Vega, J., Ku Quej, V., Chi, J. de los A., Sanchez del Cid, L., Chi, C., Escalona Segura, G., Gertsen, H., Salánki, T., van der Ploeg, M.,

Koelmans, A. A., & Geissen, V. (2017). Field evidence for transfer of plastic debris along a terrestrial food chain. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14588-2>

ICONTEC. (2024). Normativa - Biodegradabilidad y Compostabilidad para Plásticos. Bogotá: <https://www.icontec.org/quienes-somos/>.

IHOBE. (2018). Guía de etiquetado ambiental para envases y embalajes. Obtenido de Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/etiquetado_envases/es_def/adjuntos/Gu%C3%ADa_etiquetado_ambiental_envases.pdf

INVEMAR-MADS, 2017. Resolución No. 646 de 2017. Formulación de lineamientos, medidas de conservación, manejo y uso de ecosistemas marinos y costeros, con la intención de apoyar acciones y fortalecimiento en la gestión ambiental de las zonas costeras de Colombia 239 p + Anexos.

Jefatura del Estado de España. (2022). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5809-consolidado.pdf>

Kühn, S., Bravo Rebolledo, E. L., & Van Franeker, J. A. (2015). Deleterious effects of litter on marine life. *Marine anthropogenic litter*, 75-116.

Martínez, F. R., Sánchez, A. B., & Guzmán, A. B. P. (2023). Micro y nanoplasticos en mares y océanos. *Vínculos. Sociología, análisis y opinión*, (7), 91-121.

Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (2021). Ley 21368. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163603>

Ministerio de Medio Ambiente de Senegal. (2020). Ley No 2020-04. Obtenido de elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plasticos

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). minsalud.gov.co. Obtenido de MinSalud expide Resolución 2492/2022 sobre etiquetado nutricional y frontal: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-expide-Resolucion-2492-2022-sobre-etiquetado-nutricional-y-frontal.aspx>

NTC 3205. (2021). Codificación de productos fabricados en material plástico por identificación de resinas plásticas. Obtenido de ICONTEC.

Parlamento Europeo. (2020). Reglamento de Ejecución (UE) 2020/2151. Obtenido de Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2020/428/L00057-00067.pdf>

Parlamento Europeo. (2019). DIRECTIVA (UE) 2019/904. Obtenido de Diario Oficial de la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2019/155/L00001-00019.pdf>

PNUMA. (2018). Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad. Obtenido de PNUMA: <file:///C:/Users/liset/Downloads/plasticosdeunsolouso.pdf>

Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health? In *Environmental Pollution*, 234, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>

Quirós-Rodríguez, J. A., Nisperuza-Pérez, C., & Yepes-Escobar, J. (2021). Los microplásticos, una amenaza desconocida para los ecosistemas marinos de Colombia: perspectivas y desafíos a enfrentar. *Gestión y Ambiente*, 24(1), 91615-91615.

Rai, P. K., Lee, J., Brown, R. J. C., & Kim, K. H. (2021). Environmental fate, ecotoxicity biomarkers, and potential health effects of micro- and nano-scale plastic contamination. *Journal of Hazardous Materials*, 403. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123910>

Rangel-Buitrago, N., Arroyo-Olarte, H., Trilleras, J., Arana, V., Mantilla-Barbosa, E., Gracia, A., Mendoza, A., Neal, W., Williams, A., Micallef, A., 2021. Microplastics pollution on colombian Central Caribbean beaches. *Mar. Pollut. Bull.* 170, 112685. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112685.

Sa'adu, I., & Farsang, A. (2023). Plastic contamination in agricultural soils: a review. In *Environmental Sciences Europe*, 35(13). <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00720-9>

Singh, B., & Sharma, N. 2008. Mechanistic implications of plastic degradation. *Polymer degradation and stability*, 93(3), 561-584.

Tekman, M. B., Walther, B. A., Peter, C., Gutow, L., & Bergmann, M. (2022). Impacto de la contaminación por plásticos en los océanos sobre las especies, la biodiversidad y los ecosistemas marinos. WWF, Germany.

Thrift, E., Porter, A., Galloway, T. S., Coomber, F. G., & Mathews, F. (2022). Ingestion of plastics by terrestrial small mammals. *Science of the Total Environment*, 842. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156679>

Vidal, L., Molina, A., & Duque, G. (2021). Incremento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano.

Wang, J., Tan, Z., Peng, J., Qiu, Q., & Li, M. (2016). The behaviors of microplastics in the marine environment. *Marine Environmental Research*, 113, 7-17 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113615300659#preview-section-introduction>

Z., Xi, B., ... Liu, H. (2020). Plastic pollution in croplands threatens long-term food security. *Global Change Biology*, 26(6), 3356–3367. <https://doi.org/10.1111/gcb.15043>

Asamblea legislativa de la república de Costa Rica. (2019). Ley para combatir la contaminación por plástico y proteger el ambiente. Obtenido de https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90187

Asamblea Nacional de Francia. (2020). Ley 105 / 2020 relativa a la lucha contra los residuos y a la economía circular. Obtenido de Servicio público de difusión LEGIFRANCE: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759?r=zUYDSp3nzi>

DECC. (2021). Waste Action Plan for a Circular Economy. Obtenido de Department of the Environment, Climate and Communications: <https://www.gov.ie/pdf/?file=https://assets.gov.ie/86647/dcf554a4-0fb7-4d9c-9714-0b1fbe7dbc1a.pdf#page=null>

Equipo Plasticos - GSSP. (2024). Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbano . Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Gobierno Nacional de Ruanda. (2019). Ley núm. 17/2019. Obtenido de Alianza Mundial de Derecho Ambiental: <https://www.elaw.org/es/ruanda-leyes-sobre-pl%C3%A1sticos#:~:text=17%2F2019%20de%20Ruanda%20se,pl%C3%A1stico%20de%20un%20solo%20uso%22>.

ICONTEC. (2024). Normativa - Biodegradabilidad y Compostabilidad para Plasticos. Bogotá: <https://www.icontec.org/quienes-somos/>.

IHOBE. (2018). Guía de etiquetado ambiental para envases y embalajes. Obtenido de Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/etiquetado_envases/es_def/adjuntos/Gu%C3%ADa_etiquetado_ambiental_envases.pdf

Jefatura del Estado de España. (2022). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5809-consolidado.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (2021). Ley 21368. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163603>

Ministerio de Medio Ambiente de Senegal. (2020). Ley No 2020-04. Obtenido de [elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plásticos](https://www.elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plásticos)

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). minsalud.gov.co. Obtenido de MinSalud expide Resolución 2492/2022 sobre etiquetado nutricional y frontal:

<https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-expide-Resolucion-2492-2022-sobre-etiquetado-nutricional-y-frontal.aspx>

NTC 3205. (2021). Codificación de productos fabricados en material plástico por identificación de resinas plásticas. Obtenido de ICONTEC.

Parlamento Europeo . (2020). Reglamento de Ejecución (UE) 2020/2151. Obtenido de Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2020/428/L00057-00067.pdf>

Parlamento Europeo. (2019). DIRECTIVA (UE) 2019/904. Obtenido de Diario Oficial de la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2019/155/L00001-00019.pdf>

PNUMA. (2018). Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad. Obtenido de PNUMA: <file:///C:/Users/liset/Downloads/plasticosdeunsolouso.pdf>

Asamblea legislativa de la república de Costa Rica. (2019). Ley para combatir la contaminación por plástico y proteger el ambiente. Obtenido de

https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90187

Asamblea Nacional de Francia. (2020). Ley 105 / 2020 relativa a la lucha contra los residuos y a la economía circular. Obtenido de Servicio público de difusión LEGIFRANCE:

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759?r=zUYDSp3nzi>

DECC. (2021). Waste Action Plan for a Circular Economy. Obtenido de Department of the Environment, Climate and Communications :

<https://www.gov.ie/pdf/?file=https://assets.gov.ie/86647/dcf554a4-0fb7-4d9c-9714-0b1fbe7dbc1a.pdf#page=null>

(Facultad de Derecho de la Universidad de los Andes - Greenpeace Colombia, 2019) (Periódico La Nota Económica, 2023)

Gobierno Nacional de Ruanda. (2019). Ley núm. 17/2019. Obtenido de Alianza Mundial de Derecho Ambiental: <https://www.elaw.org/es/ruanda-leyes-sobre-pl%C3%A1sticos#:~:text=17%2F2019%20de%20Ruanda%20se,pl%C3%A1stico%20de%20un%20solo%20uso%22>.

ICONTEC. (2024). Normativa - Biodegradabilidad y Compostabilidad para Plásticos. Bogotá: <https://www.icontec.org/quienes-somos/>.

IHOBE. (2018). Guía de etiquetado ambiental para envases y embalajes. Obtenido de Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental

(International Solid Waste Association (ISWA), , 2022) (World Wildlife Fund (WWF), 2021)

Jefatura del Estado de España. (2022). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5809-consolidado.pdf>

(Jodi Flaws PhD - Paulina Damdimopoulou PhD, 2020) (The Pew Charitable Trusts - SYSTEMIQ, , 2022)

(Lote C. Lorena - Durán D.González, 2021) (Carina Thomassen. Eirin Husabø, 2024)

United Nations Development Programme. Plastics 101 (2023).

Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (2021). Ley 21368. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163603>

Ministerio de Medio Ambiente de Senegal. (2020). Ley No 2020-04. Obtenido de elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plasticos

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). minsalud.gov.co. Obtenido de MinSalud expide Resolución 2492/2022 sobre etiquetado nutricional y frontal: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-expide-Resolucion-2492-2022-sobre-etiquetado-nutricional-y-frontal.aspx>

Naciones Unidas El hambre en el mundo aumentó en 2020 debido a la pandemia, según un informe de la ONU (2021). Banco Mundial What a waste: An updated look into the future of solid waste management (2018).

NTC 3205. (2021). Codificación de productos fabricados en material plástico por identificación de resinas plásticas. Obtenido de ICONTEC.

Parlamento Europeo . (2020). Reglamento de Ejecución (UE) 2020/2151. Obtenido de Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2020/428/L00057-00067.pdf>

Parlamento Europeo. (2019). DIRECTIVA (UE) 2019/904. Obtenido de Diario Oficial de la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2019/155/L00001-00019.pdf>

PNUMA. (2018). Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad. Obtenido de PNUMA: <file:///C:/Users/liset/Downloads/plasticosdeunsolouso.pdf>

Asamblea legislativa de la república de Costa Rica. (2019). Ley para combatir la contaminación por plástico y proteger el ambiente. Obtenido de https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90187

Asamblea Nacional de Francia. (2020). Ley 105 / 2020 relativa a la lucha contra los residuos y a la economía circular. Obtenido de Servicio público de difusión LEGIFRANCE:

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759?r=zUYDSp3nzi>

DECC. (2021). Waste Action Plan for a Circular Economy. obtenido de Department of the Environment, Climate and Communications :

<https://www.gov.ie/pdf/?file=https://assets.gov.ie/86647/dcf554a4-0fb7-4d9c-9714-0b1fbe7dbc1a.pdf#page=null>

Gobierno Nacional de Ruanda. (2019). Ley núm. 17/2019. Obtenido de Alianza Mundial de Derecho Ambiental:

<https://www.elaw.org/es/ruanda-leyes-sobre-pl%C3%A1sticos#:~:text=17%2F2019%20de%20Ruanda%20se,pl%C3%A1stico%20de%20u n%20solo%20uso%22.>

https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/etiquetado_envases/es_def/adjuntos/Gu%C3%ADa_etiquetado_ambiental_envases.pdf

ICONTEC. (2024). Normativa - Biodegradabilidad y Compostabilidad para Plásticos. Bogotá: <https://www.icontec.org/quienes-somos/>.

IHOBE. (2018). Guía de etiquetado ambiental para envases y embalajes. Obtenido de Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (International Solid Waste Association (ISWA), , 2022) (World Wildlife Fund (WWF), 2021)

Jefatura del Estado de España. (2022). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5809-consolidado.pdf>

(Jodi Flaws PhD - Paulina Damdimopoulou PhD, 2020) (The Pew Charitable Trusts - SYSTEMIQ, , 2022)

(Lote C. Lorena - Durán D.González, 2021) (Carina Thomassen. Eirin Husabø, 2024)

United Nations Development Programme. Plastics 101 (2023).

Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (2021). Ley 21368. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163603>

Ministerio de Medio Ambiente de Senegal. (2020). Ley No 2020-04. Obtenido de [elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plásticos](https://www.elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plásticos)

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). [minsalud.gov.co](https://www.minsalud.gov.co). Obtenido de MinSalud expide Resolución 2492/2022 sobre etiquetado nutricional y

frontal: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-expide-Resolucion-2492-2022-sobre-etiquetado-nutricional-y-frontal.aspx> Model de aprovechamiento. UAESP (2021). Resumn ejecutivo consorcio NCU-UAESP (2028).

Naciones Unidas El hambre en el mundo aumentó en 2020 debido a la pandemia, según un informe de la ONU (2021). Banco Mundial What a waste: An updated look into the future of solid waste management (2018).

Parlamento Europeo. (2020). Reglamento de Ejecución (UE) 2020/2151. Obtenido de Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2020/428/L00057-00067.pdf>

Parlamento Europeo. (2019). DIRECTIVA (UE) 2019/904. Obtenido de Diario Oficial de la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2019/155/L00001-00019.pdf>

PNUMA. (2018). Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad. Obtenido de PNUMA: <file:///C:/Users/liset/Downloads/plasticosdeunsolouso.pdf>

Acosta-Coley, I., Duran-Izquierdo, M., Rodríguez-Cavallo, E., Mercado-Camargo, J., Mendez-Cuadro, D., Olivero-Verbel, J., 2019a. Quantification of microplastics along the Caribbean Coastline of Colombia: pollution profile and biological effects on *Caenorhabditis elegans*. Mar. Pollut. Bull. 146, 574-583. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.06.084.

Acosta-Coley, I., Mendez-Cuadro, D., Rodríguez-Cavallo, E., de la Rosa, J., Olivero-Verbel, J., 2019b. Trace elements in microplastics in Cartagena: a hotspot for plastic pollution at the Caribbean. Mar. Pollut. Bull. 139, 402-411. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.12.016.

Acosta-Coley, I., Olivero-Verbel, J., 2015. Microplastics resin pellets on an urban tropical beach in Colombia. J. Environ. Monit. Assess. 187(7), 435-449. DOI: 10.1007/s10661-015-4602-7.

Asamblea legislativa de la república de Costa Rica. (2019). Ley para combatir la contaminación por plástico y proteger el ambiente. Obtenido de https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90187

Asamblea Nacional de Francia. (2020). Ley 105 / 2020 relativa a la lucha contra los residuos y a la economía circular. Obtenido de Servicio público de difusión LEGIFRANCE: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759?r=zUYDSp3nzi>

Ayala, F., Zeta-Flores, M., Ramos-Baldarrago, S., Tume-Ruiz, J., Rangel-Vega, A., Reyes, E., Quinde, E., De-la-Torre, G. E., Lajo-Salazar, L., & Cárdenas-Alayza, S. (2023). Terrestrial mammals of the Americas and their interactions with plastic

waste. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(20), 57759–57770.
<https://doi.org/10.1007/s11356-023-26617-x>

Barrows, A. P. W., Cathey, S. E., & Petersen, C. W. (2018). Marine environment microfiber contamination: Global patterns and the diversity of microparticle origins. *Environmental pollution*, 237, 275–284.

Chamie, J. (2022). Planet Earth into Planet Plastics. In *Population Levels, Trends, and Differentials* (pp. 113–116). Springer Nature Switzerland.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-22479-9_23

Correa Pérez, J. A. (2020). Revisión de la problemática de la contaminación por y microplásticos en el recurso hídrico. [Tesis de Especialización en manejo y gestión del agua, Universidad de Antioquia].

Darbre, P. D. (2020). Chemical components of plastics as endocrine disruptors: Overview and commentary. *Birth Defects Research*, 112(17), 1300–1307.
<https://doi.org/10.1002/bdr2.1778>

de Souza Machado, A. A., Kloas, W., Zarfl, C., Hempel, S., & Rillig, M. C. (2018). Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Global Change Biology*, 24(4), 1405–1416. <https://doi.org/10.1111/gcb.14020>

DECC. (2021). Waste Action Plan for a Circular Economy. Obtenido de Department of the Environment, Climate and Communications:
<https://www.gov.ie/pdf/?file=https://assets.gov.ie/86647/dcf554a4-0fb7-4d9c-9714-0b1fbe7dbc1a.pdf#page=null>

Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, et al. (2014) Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE* 9(12): e111913. doi:10.1371/journal.Pone.0111913

Galgani, F., Hanke, G., & Maes, T. (2015). Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter. In *Marine anthropogenic litter*, 29-56.

Garcés-Ordóñez, O., Díaz, L., Cardoso, R., Muniz, M., 2020b. The impact of tourism on marine litter pollution on Santa Marta beaches, Colombian Caribbean. *Mar. Pollut. Bull.* 160, 111558. DOI: 10.1016/j.mar-pollbul.2020.111558.

Garcés-Ordóñez, O., Espinosa, L., Cardoso, R., Cardozo, B., dos Anjos, R., 2020a. Plastic litter pollution along sandy beaches in the Caribbean and Pacific coast of Colombia. *Environ. Pollut.* 267, 115495. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115495.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7).
<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>

Gobierno Nacional de Ruanda. (2019). Ley núm. 17/2019. Obtenido de Alianza Mundial de Derecho Ambiental: <https://www.elaw.org/es/ruanda-leyes-sobre-pl%C3%A1sticos#:~:text=17%2F2019%20de%20Ruanda%20se,pl%C3%A1stico%20de%20un%20solo%20uso%22>.

Hollman, P. C. H., Bouwmeester, H., & Peters, R. J. B. (2013). Microplastics in the aquatic food chain Sources, measurement, occurrence and potential health risks (RIKILT report 2013.003). Wageningen, RIKILT Wageningen University and Research centre. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/260490>

Huerta Lwanga, E., Mendoza Vega, J., Ku Quej, V., Chi, J. de los A., Sanchez del Cid, L., Chi, C., Escalona Segura, G., Gertsen, H., Salánki, T., van der Ploeg, M., Koelmans, A. A., & Geissen, V. (2017). Field evidence for transfer of plastic debris along a terrestrial food chain. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14588-2>

ICONTEC. (2024). Normativa - Biodegradabilidad y Compostabilidad para Plásticos. Bogotá: <https://www.icontec.org/quienes-somos/>.

IHOBE. (2018). Guía de etiquetado ambiental para envases y embalajes. Obtenido de Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/etiquetado_envases/es_def/adjuntos/Gu%C3%ADA_etiquetado_ambiental_envases.pdf

INVEMAR-MADS, 2017. Resolución No. 646 de 2017. Formulación de lineamientos, medidas de conservación, manejo y uso de ecosistemas marinos y costeros, con la intención de apoyar acciones y fortalecimiento en la gestión ambiental de las zonas costeras de Colombia 239 p + Anexos.

Jefatura del Estado de España. (2022). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5809-consolidado.pdf>

Kühn, S., Bravo Rebolledo, E. L., & Van Franeker, J. A. (2015). Deleterious effects of litter on marine life. *Marine anthropogenic litter*, 75-116.

Martínez, F. R., Sánchez, A. B., & Guzmán, A. B. P. (2023). Micro y nanoplásticos en mares y océanos. *Vínculos. Sociología, análisis y opinión*, (7), 91-121.

Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (2021). Ley 21368. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163603>

Ministerio de Medio Ambiente de Senegal. (2020). Ley No 2020-04. Obtenido de [elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plásticos](https://www.elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plásticos)

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). minsalud.gov.co. Obtenido de MinSalud expide Resolución 2492/2022 sobre etiquetado nutricional y frontal:

<https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-expide-Resolucion-2492-2022-sobre-etiquetado-nutricional-y-frontal.aspx>

NTC 3205. (2021). Codificación de productos fabricados en material plástico por identificación de resinas plásticas. Obtenido de ICONTEC.

Parlamento Europeo. (2020). Reglamento de Ejecución (UE) 2020/2151. Obtenido de Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2020/428/L00057-00067.pdf>

Parlamento Europeo. (2019). DIRECTIVA (UE) 2019/904. Obtenido de Diario Oficial de la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2019/155/L00001-00019.pdf>

PNUMA. (2018). Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad. Obtenido de PNUMA: <file:///C:/Users/liset/Downloads/plasticosdeunsolouso.pdf>

Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health? In *Environmental Pollution*, 234, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>

Quirós-Rodríguez, J. A., Nisperuza-Pérez, C., & Yepes-Escobar, J. (2021). Los microplásticos, una amenaza desconocida para los ecosistemas marinos de Colombia: perspectivas y desafíos a enfrentar. *Gestión y Ambiente*, 24(1), 91615-91615.

Rai, P. K., Lee, J., Brown, R. J. C., & Kim, K. H. (2021). Environmental fate, ecotoxicity biomarkers, and potential health effects of micro- and nano-scale plastic contamination. *Journal of Hazardous Materials*, 403. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123910>

Rangel-Buitrago, N., Arroyo-Olarte, H., Trilleras, J., Arana, V., Mantilla-Barbosa, E., Gracia, A., Mendoza, A., Neal, W., Williams, A., Micallef, A., 2021. Microplastics pollution on colombian Central Caribbean beaches. *Mar. Pollut. Bull.* 170, 112685. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112685.

Sa'adu, I., & Farsang, A. (2023). Plastic contamination in agricultural soils: a review. In *Environmental Sciences Europe*, 35(13). <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00720-9>

Singh, B., & Sharma, N. 2008. Mechanistic implications of plastic degradation. *Polymer degradation and stability*, 93(3), 561-584.

Tekman, M. B., Walther, B. A., Peter, C., Gutow, L., & Bergmann, M. (2022). Impacto de la contaminación por plásticos en los océanos sobre las especies, la biodiversidad y los ecosistemas marinos. WWF, Germany.

Thrift, E., Porter, A., Galloway, T. S., Coomber, F. G., & Mathews, F. (2022). Ingestion of plastics by terrestrial small mammals. *Science of the Total Environment*, 842. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156679>

Vidal, L., Molina, A., & Duque, G. (2021). Incremento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano.

Wang, J., Tan, Z., Peng, J., Qiu, Q., & Li, M. (2016). The behaviors of microplastics in the marine environment. *Marine Environmental Research*, 113, 7-17 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113615300659#preview-section-introduction>

Zhang, D., Ng, E. L., Hu, W., Wang, H., Galaviz, P., Yang, H., Sun, W., Li, C., Ma, X., Fu, B., Zhao, P., Zhang, F., Jin, S., Zhou, M., Du, L., Peng, C., Zhang, X., Xu, Z., Xi, B., ... Liu, H. (2020). Plastic pollution in croplands threatens long-term food security. *Global Change Biology*, 26(6), 3356–3367. <https://doi.org/10.1111/gcb.15043>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Dalberg para WWF. (2021). *Plastics: The costs to society, the environment and the economy*. World Wide Fund for Nature (WWF)

Acoplásticos. (2024). *Plásticos en Colombia 2024*. Acoplásticos.

WWF y GreenPeace. (2023). Contaminación plástica.

Greenpeace. (2018). Contaminación plástica en Colombia y el mundo: Impacto de los plásticos de un solo uso

Banco de la República de Colombia. (s.f.). Índice de precios al consumidor (IPC)

Banco de la República. (2023). *Tasa de cambio representativa del mercado (TRM)*.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Banco de la República. (2023). *Tasa de cambio representativa del mercado (TRM)*.

DIAN. (2024). Resolución Número 000007 (31 de enero de 2024). Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales

Ática. (s.f.). Grupo especializado en tratamiento de aguas y gestión integral de residuos mediante calidad, seguridad, salud en el trabajo y ambiente.

Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Transporte, & Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). Tasa de descuento recomendada para proyectos de inversión.

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2015). Resolución CRA 720 de 2015 y Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2021). Resolución CRA 943 de 2021

Acoplásticos. (2021). *Informe de plásticos en Colombia 2021: Ecodiseño y empaques plásticos ¿cómo evaluarlo y comunicarlo?*

Acoplásticos. (2022). *Informe de plásticos en Colombia 2022: Encuesta de reciclaje y plásticos en Colombia*

Departamento Nacional de Planeación. (2017). *Estudio de conciencia ambiental: Consumo y cuidado del ambiente*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Ministerio de Salud. (2018).

Acoplásticos. (2024). *Informe de plásticos en Colombia 2024, Tabla 11: Importaciones de máquinas, partes y moldes para plástico 2021-2023.*

Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (2021). Informe de Gestión de Resultados

Asamblea legislativa de la república de Costa Rica. (2019). Ley para combatir la contaminación por plástico y proteger el ambiente.

Obtenido de

https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90187

Asamblea Nacional de Francia. (2020). Ley 105 / 2020 relativa a la lucha contra los residuos y a la economía circular. Obtenido de Servicio público de difusión LEGIFRANCE:

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759?r=zUYDsp3nzi>

DECC. (2021). Waste Action Plan for a Circular Economy. Obtenido de Department of the Environment, Climate and Communications :

<https://www.gov.ie/pdf/?file=https://assets.gov.ie/86647/dcf554a4-0fb7-4d9c-9714-0b1fbe7dbc1a.pdf#page=null>

ICONTEC. (2024). Normativa - Biodegradabilidad y Compostabilidad para Plásticos. Bogotá: <https://www.icontec.org/quienes-somos/>.

IHOBE. (2018). Guía de etiquetado ambiental para envases y embalajes. Obtenido de Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental

(International Solid Waste Association (ISWA), , 2022) (World Wildlife Fund (WWF), 2021)

Jefatura del Estado de España. (2022). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5809-consolidado.pdf>

(Jodi Flaws PhD - Paulina Damdimopoulou PhD, 2020) (The Pew Charitable Trusts - SYSTEMIQ, , 2022)

Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (2021). Ley 21368. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163603>

Ministerio de Medio Ambiente de Senegal. (2020). Ley No 2020-04. Obtenido de [elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plásticos](http://elaw.org/es/senegal-leyes-sobre-plasticos)

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). minsalud.gov.co. Obtenido de MinSalud expide Resolución 2492/2022 sobre etiquetado nutricional y frontal: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-expide-Resolucion-2492-2022-sobre-etiquetado-nutricional-y-frontal.aspx>

Naciones Unidas El hambre en el mundo aumentó en 2020 debido a la pandemia, según un informe de la ONU (2021). Banco Mundial What a waste: An updated look into the future of solid waste management (2018).

Parlamento Europeo. (2020). Reglamento de Ejecución (UE) 2020/2151. Obtenido de Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2020/428/L00057-00067.pdf>

Parlamento Europeo. (2019). DIRECTIVA (UE) 2019/904. Obtenido de Diario Oficial de la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2019/155/L00001-00019.pdf>

PNUMA. (2018). Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad. Obtenido de PNUMA: <file:///C:/Users/liset/Downloads/plasticosdeunsolouso.pdf>

(Virdin - Stephen Fletcher - Keiron P. Roberts - Yoni Shiran - John, 2021) (Andrea Hernández - Marco Rojo, 2023)