USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL DE LA USC

Karen Estefanía
Hinojosa Martínez

Tesis doctoral

Estrategias y factores determinantes para la economía circular. Un estudio del contexto y del tejido empresarial ecuatoriano

Santiago de Compostela, 2024

Programa de doctorado en Economía y Empresa

ESCOLA DE DOUTORAMENTO
INTERNACIONAL DA USC

TESIS DOCTORAL

ESTRATEGIAS Y FACTORES DETERMINANTES PARA LA ECONOMIA CIRCULAR. UN ESTUDIO DEL CONTEXTO Y DEL TEJIDO EMPRESARIAL ECUATORIANO

Karen Estefanía Hinojosa Martínez

Directora: Ángeles Pereira Sánchez

Tutor: Óscar Rodil Marzábal

PROGRAMA DE DOCTORADO EN ECONOMÍA Y EMPRESA

SANTIAGO DE COMPOSTELA

DEDICATORIA

A quien les debo todo, mis padres Amparo y Telmo

A mis hermanas Paulina y Mishel

A mi sobrino Agustín

A mi tía Negrita y mi abuelita Amanda

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta tesis ha sido un proceso lleno de grandes satisfacciones y aprendizajes, así como de desafíos y momentos difíciles que no habría podido superar sin el apoyo de todas aquellas personas que me han acompañado a lo largo de estos años, tanto a nivel personal como académico. Sus explicaciones, consejos y ánimos me ayudaron a enfrentar todas las dificultades que surgieron durante este proceso. Por todo ello, me gustaría agradecerles de corazón, ya que sin su ayuda no habría podido finalizar esta tesis.

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi directora de tesis, Ángeles Pereira, quien desde mi primera visita a su oficina me recibió con una sonrisa y la mayor disposición para ayudarme. Sin duda, no podría haber escogido una mejor directora de tesis. Su guía, paciencia y dedicación han sido fundamentales a lo largo de este proceso. No tengo palabras suficientes para agradecerle por su apoyo incondicional y por compartir abiertamente su conocimiento conmigo. Cada explicación, sugerencia y consejo fue una valiosa oportunidad de aprendizaje para mí y una constante motivación para seguir adelante. Siempre me sentí acompañada y guiada desde el primer día hasta el último. Gracias infinitas, Ángeles, por todo el tiempo y esfuerzo que dedicó a la finalización de esta tesis.

A mi tutor de tesis, el profesor Óscar Rodil, le agradezco por su colaboración activa y por todo el apoyo que me ha brindado. Gracias por estar siempre dispuesto a ayudarme cuando lo necesitaba.

También quiero expresar mi agradecimiento a todos los miembros del grupo ICEDE por su apoyo a lo largo de este proceso. Un agradecimiento especial al profesor Xavier Vence por los valiosos conocimientos que me ha brindado desde la realización del máster, así como por la oportunidad de colaborar en los proyectos del Grupo ICEDE. Sus recomendaciones durante la predefensa contribuyeron significativamente a mejorar la calidad de mi investigación. Agradezco también a Leandro y Hugo por su participación en el proceso de predefensa y por todos los valiosos aportes que realizaron. Gracias, María, por todo tu apoyo, cariño y hospitalidad durante mi estancia en Santiago.

A mis compañeros de la sala de doctorado y a todos aquellos a quienes tuve el placer de conocer a lo largo de estos años, quiero agradecerles por su apoyo y por las maravillosas experiencias y momentos únicos compartidos (Teresa, Ons, Natalia, Fuco, Fernando). A mis amigos Ayse, Benito, Jaz, Wilma, Napoleón, Jacky, Brais, Perla y Eve, gracias por estar a mi lado y por hacer de esta etapa algo verdaderamente especial.

A Guille, te agradezco por brindarme tu apoyo desde el primer día que llegué a Santiago; siempre has estado ahí para ayudarme. A Vane y Yago, gracias por cada detalle, por las risas, viajes y todos los momentos especiales que hemos acumulado juntos. Selva, llevaré en el corazón los recuerdos inolvidables que compartimos en Santiago. Tu amistad, tus consejos y tu cariño han sido un regalo invaluable que alegraron mis días, incluso en los momentos difíciles. Nuestra convivencia durante la pandemia nos unió de una manera única, y esos momentos permanecerán siempre en mi memoria. Jorge Luis, agradezco tu amistad y todo lo compartido, así como tus consejos y palabras de ánimo, que fueron muy importantes en la etapa final de la tesis.

USC UNIVERSIDADE

Freddy, valoro cada instante que hemos compartido, desde los cafés hasta los consejos, y todas las experiencias que hemos construido, así como las que están por venir. Angélica, gracias por ser parte de mi vida y de este proceso. Tu cariño, apoyo y ayuda constante han sido invaluables. Siempre has estado presente inyectándome energía y ánimo en cada momento. Sin duda, tu amistad ha sido uno de los mejores regalos que me ha dado Santiago. Sugey, gracias por tanto: por tu amistad, cariño, paciencia y apoyo incondicional. Gracias por estar siempre dispuesta a ayudarme, por tus explicaciones y consejos que me han impulsado a seguir adelante. De ti he aprendido mucho, tanto a nivel personal como profesional. Valoro cada momento que hemos vivido juntas y estoy segura de que seguirán llegando muchos más.

No puedo dejar de agradecer a mi pareja, Paúl. Tú fuiste una de las personas que me impulsaron a iniciar este doctorado. Gracias por hacer tuyo este proyecto de vida y por ser parte fundamental de él. A pesar del gran sacrificio que implicó este proceso y de la distancia, siempre estuviste presente, brindándome tu apoyo, amor y paciencia durante todos estos años. Estoy muy agradecida por tenerte en mi vida.

Gracias a mis mejores amigas de vida, mis hermanas Mishel y Paulina, por todo su apoyo, su amor y sus consejos. A mi sobrino Agustín, por llenar de alegría nuestras vidas. A mi abuelita Amanda (Q.E.P.D) y mi tía Negrita, gracias por su generosidad, apoyo y cariño que siempre me han acompañado a lo largo de mi vida.

Finalmente, quiero dedicar esta tesis doctoral a las dos personas más importantes de mi vida, Amparo y Telmo, mi madre y mi padre, a quienes les debo todo. Gracias por su esfuerzo, apoyo, guía, amor y dedicación diaria, que han sido fundamentales para mi desarrollo personal y profesional. Ustedes son mi motor y mi ejemplo para seguir mejorando cada día. De ustedes he aprendido el valor del trabajo duro, la importancia de luchar por mis metas y, sobre todo, a esforzarme por ser una mejor persona. Gracias por apoyarme en todos mis proyectos personales y por los valores y educación que me han inculcado. No hay palabras suficientes para describir todo lo que me han dado.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

RESUMEN

La necesidad de transitar hacia un modelo de desarrollo más sostenible y circular en Ecuador está cobrando mayor relevancia debido a los desafíos que plantea su actual modelo productivo basado en una especialización primario-exportadora, principalmente en los sectores extractivos y agrícolas. Este modelo ha generado una estructura económica vulnerable y dependiente de los recursos naturales, exacerbando problemas como la huella ecológica, la huella material, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación del suelo y la desigualdad social en el país.

El objetivo principal de esta investigación es analizar los factores que condicionan el progreso hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador. Teniendo en cuenta que la economía circular exige un cambio sistémico que necesita concretarse a través de múltiples innovaciones, en esta tesis se propone un enfoque integral que abarca el análisis del contexto, del marco institucional y del tejido empresarial ecuatoriano. Para ello, se empleó una combinación de metodologías cuantitativas y cualitativas, que incluye, el análisis descriptivo de una batería de indicadores propia para la economía circular, una revisión documental de la normativa ecuatoriana, la estimación de un modelo probit para el análisis de las empresas eco-innovadoras y un estudio de caso del sector eléctrico y electrónico.

Los indicadores analizados revelan que el progreso de Ecuador hacia la economía circular es incipiente y se encuentra en una etapa temprana, presentado varios desafíos, especialmente relacionados con la intensificación del consumo de recursos naturales, el aumento en la generación de residuos y las bajas tasas de reciclaje. Por otra parte, la visión de circularidad del marco institucional ecuatoriano se centra principalmente en el final de vida de los productos, específicamente en la gestión y tratamiento de residuos, dejando sin abordar otras fases relevantes como la extracción, la producción y comercialización y post-venta (eco-diseño, tecnologías limpias, modelos de acceso a los productos, actividades de reparación, etc.).

El análisis del tejido empresarial ecuatoriano muestra un avance limitado hacia prácticas más sostenibles y circulares, evidenciado por el reducido porcentaje de empresas que llevaron a cabo eco-innovaciones de producto y proceso en el país. Este grupo de empresas fue motivado por la demanda insatisfecha, oportunidades científico-técnicas y procesos de certificación. Mientras, entre las principales barreras que enfrentaron estas empresas destacan la falta de recursos financieros, la ausencia de financiamiento externo, altos costos de innovación, escasez de personal calificado, y dificultades para establecer alianzas de cooperación.

El estudio del sector eléctrico-electrónico revela, por un lado, que efectivamente la normativa existente para este sector constituye un factor impulsor de la circularidad centrado en la fase de gestión de residuos. Por otro lado, destaca la existencia oportunidades para la economía circular en el país en las fases de gestión de los RAEE y también en la fase de uso de los aparatos eléctricos-electrónicos, mediante la adopción de distintas estrategias y eco-innovaciones.

Los resultados de esta investigación resaltan la importancia de impulsar un modelo productivo más sostenible en Ecuador, integrando principios sostenibles en las actividades existentes y promoviendo la diversificación de nuevas actividades. Debido a la estructura productiva ecuatoriana, la transición hacia la economía circular requiere un especial foco en la adopción de eco-innovaciones en la fase de extracción de recursos, que favorezcan su conservación y minimicen los impactos negativos. Así mismo, la circularidad del sector empresarial debería

ligarse al desarrollo de actividades relacionadas con la extensión de la vida útil de los bienes (servicios de reparación, remanufactura) y reciclaje. En este sentido, son necesarios paquetes de políticas que tengan como objetivo crear las condiciones adecuadas y fomentar el desarrollo de actividades de eco-innovación y aquellas enfocadas en la durabilidad de los productos.

Palabras clave: economía circular, eco-innovación, desarrollo sostenible, Ecuador

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

RESUMO

A necesidade de transitar cara a un modelo de desenvolvemento máis sostible e circular en Ecuador cobra cada vez máis relevancia debido aos desafíos que supón o seu actual modelo produtivo baseado nunha especialización primario-exportadora, principalmente nos sectores extractivos e agrícolas. Este modelo xerou unha estrutura económica vulnerable e dependente dos recursos naturais, exacerbando problemas como a pegada ecolóxica, a pegada material, a perda da biodiversidade, a contaminación do solo e a desigualdade social no país.

O obxectivo principal desta investigación é analizar os factores que condicionan o progreso cara a un modelo máis sostible e circular no Ecuador. Tendo en conta que a economía circular esixe un cambio sistémico que debe realizarse mediante múltiples innovacións, esta tese propón un enfoque integral que abrangue a análise do contexto, do marco institucional e do tecido empresarial ecuatoriano. Para conseguilo, utilizouse unha combinación de metodoloxías cuantitativas e cualitativas, que inclúe a análise descritiva dunha batería de indicadores específicos da economía circular, unha revisión documental da normativa ecuatoriana, a estimación dun modelo probit para a análise de empresas eco-innovadoras e un estudo de caso do sector eléctrico e electrónico.

Os indicadores analizados revelan que o progreso do Ecuador cara á economía circular é incipiente e está en fase inicial, presentando varios retos, especialmente relacionados coa intensificación do consumo de recursos naturais, o aumento da xeración de residuos e as baixas taxas de reciclaxe. Por outra parte, a visión da circularidade do marco institucional ecuatoriano céntrase principalmente no final da vida útil dos produtos, concretamente na xestión e tratamento de residuos, deixando sen abordar outras fases relevantes como a extracción de recursos, a produción e comercialización e post-venda (eco-deseño, tecnoloxías limpas, modelos de acceso aos produtos, actividades de reparación, etc.).

A análise do tecido empresarial ecuatoriano mostra un avance limitado cara a prácticas máis sostibles e circulares, evidenciado pola pequena porcentaxe de empresas que levaron a cabo ecoinnovacións de produtos e procesos no país. Este grupo de empresas estivo motivado pola demanda insatisfeita, oportunidades científico-técnicas e procesos de certificación. Mentres, entre as principais barreiras coas que se enfrontaron estas empresas destacan a falta de recursos financeiros, a ausencia de financiamento externo, os altos custos de innovación, a escaseza de persoal cualificado e as dificultades para establecer alianzas cooperativas.

O estudo do sector eléctrico-electrónico revela, por unha banda, que a normativa existente para este sector constitúe realmente un factor impulsor da circularidade centrada na fase de xestión de residuos. Por outra banda, destaca a existencia de oportunidades para a economía circular no país nas fases de xestión de RAEE e tamén na fase de uso de aparellos eléctricos-electrónicos, mediante a adopción de diferentes estratexias e eco-innovacións.

Os resultados desta investigación resaltan a importancia de promover un modelo de produción máis sostible no Ecuador, integrando principios sostibles nas actividades existentes e promovendo a diversificación de novas actividades. Debido á estrutura produtiva ecuatoriana, a transición á economía circular require unha especial atención á adopción de ecoinnovacións na fase de extracción de recursos, que favorezan a súa conservación e minimicen os impactos negativos. Así mesmo, a circularidade do sector empresarial debería vincularse ao

UDC UNIVERSIDADE

desenvolvemento de actividades relacionadas coa extensión da vida útil dos bens (servizos de reparación, remanufacturación) e a reciclaxe. Neste sentido, son necesarios distintos paquetes de políticas que teñan como obxectivo crear as condicións adecuadas ou favorecer o desenvolvemento de actividades de eco-innovación e as centradas na durabilidade dos produtos.

Palabras clave: economía circular, eco-innovación, desenvolvemento sostible, Ecuador

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ABSTRACT

The need to transition towards a more sustainable and circular development model in Ecuador is becoming increasingly relevant due to the challenges posed by its current production model, which is based on a primary-export specialization, primarily in the extractive and agricultural sectors. This model has generated a vulnerable economic structure dependent on natural resources, exacerbating issues such as ecological footprint, material footprint, biodiversity loss, soil contamination, and social inequality in the country.

The main objective of this research is to analyze the factors that condition progress towards a more sustainable and circular model in Ecuador. Considering that the circular economy requires a systemic change that needs to be realized through multiple innovations, this thesis proposes an integrated approach that encompasses the analysis of the context, the institutional framework and the Ecuadorian business fabric. To achieve this, a combination of quantitative and qualitative methodologies was employed, including a descriptive analysis of a set of indicators specifically designed for the circular economy, a documentary review of Ecuadorian regulations, the estimation of a probit model for analyzing eco-innovation in businesses, and a case study of the electrical and electronic sector.

The analyzed indicators reveal that Ecuador's progress towards the circular economy is incipient and at an early stage, presenting several challenges, especially related to the intensification of natural resource consumption, the increase in waste generation and the low recycling rates. Moreover, the circularity vision of the Ecuadorian institutional framework focuses mainly on the end-of-life of products, specifically on waste management and treatment, leaving other relevant phases such as extraction, production and marketing and post-sale (eco-design, clean technologies, product access models, repair activities, etc.) unaddressed.

The analysis of the Ecuadorian business fabric shows limited progress towards more sustainable and circular practices, evidenced by the small percentage of companies that carried out product and process eco-innovations in the country. This group of companies was motivated by unsatisfied demand, scientific-technical opportunities and certification processes. The main barriers faced by these companies include a lack of financial resources, absence of external funding, high innovation costs, scarcity of qualified personnel, and difficulties in establishing cooperative alliances.

The study of the electric-electronic sector reveals, on the one hand, that the existing regulations for this sector act as a driving factor for circularity, focusing on the waste management phase. On the other hand, it highlights the existence of opportunities for the circular economy in the country in the e-waste management phases and also in the use phase of electrical and electronic equipment, based on the adoption of different strategies and eco-innovations.

The results of this research highlight the importance of fostering a more sustainable production model in Ecuador by integrating sustainable principles into existing activities and promoting the diversification of new initiatives. Due to o the structure of the Ecuadorian economy, the transition towards a circular economy requires a special focus on the adoption of eco-innovations in the resource extraction phase, which favor their conservation and minimize negative impacts. Furthermore, the circularity of the business sector should be linked to the development of activities related to the extension of the useful life of goods (repair services, remanufacturing)

UNR

and recycling. In this regard, different policy packages are necessary to create the appropriate conditions and to promote the development of eco-innovations and activities focused on the durability of products.

Keywords: circular economy, eco-innovation, sustainable development, Ecuador.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

LISTA DE ABREVIATURAS

AFNOR	Asociación Francesa de Normalización
ALC	América Latina y el Caribe
ASOBANCA	Asociación de Bancos Privados del Ecuador
CCE	Corte Constitucional del Ecuador
CIEC	Centro de Innovación y Economía Circular
CE	Comisión Europea
CEA	Certificación Ecuatoriana Ambiental Punto Verde
CODA	Código Orgánico del Ambiente
EC	Economía Circular
EEA	European Environment Agency
EFIC	Estrategia Nacional de Financiamiento Climático
EI	Eco-innovación
EIO	Eco-innovation Observatory
EMF	Ellen MacArthur Foundation
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de efecto invernadero
GFN	Global Footprint Network
GIRS	Gestión Integral de Residuos Sólidos
IED	Inversión Extranjera Directa
IEES	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MA	Millennium Ecosystem Assessment
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
MAGAP	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MPCEIP	Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PCA	Panel Científico por la Amazonía
PNGIDS	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos
PNVB	Plan Nacional para el Buen Vivir
REP	Principio de Responsabilidad Extendida del Productor
SCP-HAT	Sustainable Consumption and Production Hotspots Analysis Tool
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
SENESCYT	Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación
SENPLANES	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo
SNGR	Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos de Ecuador

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

SRI	Servicio de Rentas Internas
TULSMA	Texto unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
UNEP	United Nations Environment Programme
WEF	World Economic Forum
WMO	World Meteorological Organization
WWF	World Wild Fund for Nature

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ÍNDICE

DEDICATORIA **2**
AGRADECIMIENTOS **3**
RESUMEN **5**
RESUMO **7**
ABSTRACT **9**
LISTA DE ABREVIATURAS **11**
INTRODUCCIÓN **17**
CAPÍTULO 1. RECURSOS NATURALES, DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD **25**
1.1 ANTECEDENTES: LA RELACIÓN ENTRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA ECONOMÍA **25**
1.2 EL MODELO DE DESARROLLO LATINOAMERICANO Y LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL **27**
1.2.1 Evolución de los modelos de desarrollo y dependencia de los recursos naturales en América Latina **27**
1.2.1.1 Modelo Primario Exportador 28
1.2.1.2 Modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones 29
1.2.1.3 Modelo Neoliberal 29
1.2.1.4 Enfoque Postneoliberal 30
1.2.2 Modelo de desarrollo basado en recursos naturales en América Latina **31**
1.2.3 El modelo de desarrollo y estructura productiva de Ecuador **34**
1.2.4 Impactos ambientales del modelo desarrollo centrado en recursos naturales **39**
1.2.4.1 Ámbito regional en América Latina y el Caribe 40
1.2.4.2 Ámbito nacional en Ecuador 42
1.3 LA NECESIDAD DE UN DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE: DIFERENTES VISIONES Y PERSPECTIVAS EN EL CONTEXTO LATINOAMERICANO **47**
1.3.1 El camino hacia la sostenibilidad en América Latina **49**
1.3.2 Del discurso a la realidad: los avances alcanzados en el desarrollo sostenible **50**
CAPÍTULO 2. ECONOMÍA CIRCULAR: CAMBIOS E INNOVACIONES PARA UN MODELO MÁS SOSTENIBLE **53**
2.1 INTRODUCCIÓN: PANORAMA GENERAL DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE **53**
2.2 ECONOMÍA CIRCULAR: BASES CONCEPTUALES Y ASPECTOS TEÓRICOS **57**
2.2.1 El origen de la economía circular **58**
2.2.2 Definición y principios de la economía circular **60**
2.2.3 Cambio sistémico e innovaciones para la economía circular **66**
2.2.4 Factores determinantes de la economía circular **69**
2.2.4.1 Impulsores de la economía circular 69
2.2.4.2 Barreras de la economía circular 70
2.2.5 Indicadores para la medición de la economía circular **72**

2.3 ECO-INNOVACIÓN: ASPECTOS TEÓRICOS 74
2.3.1 Definición de la eco-innovación y otros conceptos relacionados 74
2.3.2 Tipos de eco-innovación 81
2.3.3 La eco-innovación clave para la implantación de la economía circular 86
2.3.4 Determinantes de la eco-innovación empresarial 88
2.3.4.1 Características estructurales de la empresas 89
2.3.4.2 Impulsores de la eco-innovación 91
2.3.4.3 Barreras de la eco-innovación 100
2.3.4.4 Planteamiento hipótesis específicas de los determinantes de la eco-innovación empresarial 102
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA Y DATOS 105
3.1 ANÁLISIS DEL CONTEXTO PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR 105
3.1.1 Análisis del marco normativo y regulador para la economía circular 106
3.1.2 Análisis de indicadores para el seguimiento de la economía circular en Ecuador 107
3.2 ANÁLISIS DE LA ECO-INNOVACIÓN EN EL TEJIDO EMPRESARIAL ECUATORIANO 115
3.2.1 Datos y muestra 116
3.2.2 Definición de variables 117
3.2.2.1 Variable dependiente 117
3.2.2.2 Variables independientes y de control 117
3.2.3 Técnicas de análisis 120
3.2.3.1 Análisis descriptivo: perfil eco-innovador 120
3.2.3.2 Especificación del modelo: determinantes de la eco-innovación empresarial 120
3.3 ANÁLISIS SECTORIAL: APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS (RAEE) 121
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DEL CONTEXTO PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR: MARCO INSTITUCIONAL E INDICADORES DE PROGRESO HACIA LA ECONOMIA CIRCULAR 123
4.1 MARCO NORMATIVO Y REGULADOR PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR 123
4.1.1 Línea de tiempo hacia la Estrategia Nacional de Economía Circular 123
4.1.2 Instrumentos para la economía circular 125
4.1.2.1 Instrumentos legislativos 126
4.1.2.2 Instrumentos específicos de regulación directa 127
4.1.2.3 Instrumentos fiscales 129
4.1.2.4 Instrumentos voluntarios 129
4.1.3 Valoración crítica: fortalezas y debilidades de la normativa ambiental ecuatoriana en el marco de la economía circular 130
4.2 ANÁLISIS DE INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN ECUADOR 131
4.2.1 Producción y consumo 131
4.2.1.1 Huella material 131
4.2.1.2 Productividad material 133
4.2.1.3 Generación de residuos 133
4.2.2 Gestión de residuos 134
4.2.2.1 Tasas globales de reciclaje 135
4.2.2.2 Tasas de reciclado de flujos de residuos específicos 135

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.2.3 Materias primas primarias y secundarias 138
4.2.3.1 Comercio de materias primarias 140
4.2.3.2 Comercio de materias secundarias 141
4.2.4 Competitividad e innovación 142
4.2.4.1 Empresas que realizaron inversión ambiental 142
4.2.4.2 Inversión ambiental media y productividad 143
4.2.4.3 Empresas y ventas de sectores que incluyen actividades vinculadas a la economía circular 144
4.2.4.4 Empleo promedio de sectores que incluyen actividades vinculadas a la economía circular 146
4.2.4.5 Eco-innovación empresarial 148
4.2.5 Cambio climático 150
4.2.5.1 Emisiones nacionales de GEI procedentes de las actividades de producción 150
4.2.5.2 Huella de consumo 151
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LA ECO-INNOVACIÓN EN EL TEJIDO EMPRESARIAL ECUATORIANO 153
5.1 INTRODUCCIÓN 153
5.2 RESULTADOS ANÁLISIS DESCRIPTIVO 153
5.2.1 Estadísticas descriptivas 153
5.2.2 Caracterización empresas eco-innovadoras de producto y proceso 155
5.2.3 Tablas contingencia 160
5.2.4 Contraste de independencia Chi cuadrado y V de Cramer 163
5.3 RESULTADOS ANÁLISIS ECONOMÉTRICO 165
5.3.1 Factores facilitadores de la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador 165
5.3.2 Factores inhibidores de la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador 171
5.4 VALORACIÓN CRÍTICA: FACTORES DETERMINANTES DEL CONTEXTO Y DEL TEJIDO EMPRESARIAL PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR 174
CAPITULO 6. INNOVACIONES Y CAMBIOS HACIA LA CIRCULARIDAD EN EL SECTOR ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO 177
6.1 INTRODUCCIÓN 177
6.2 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO EN ECUADOR 178
6.2.1 Evolución de las tendencias de producción y consumo de AEE en Ecuador 178
6.2.2 Generación y gestión de residuos eléctricos y electrónicos en Ecuador 179
6.2.2.1 Participación de Ecuador en el comercio mundial de RAEE 181
6.2.2.2 Marco normativo y regulador para el sector eléctrico-electrónico 182
6.2.3 Análisis DAFO de la economía circular en el sector eléctrico-electrónico 182
6.2.4 Análisis pre-requisitos para la circularidad en el sector eléctrico-electrónico 184
6.2.5 Cambios y eco-innovaciones para la economía circular en el sector eléctrico-electrónico 186
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES 189
1.1 CONCLUSIONES 189
1.2 LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 196
BIBLIOGRAFÍA 199
ANEXOS 228
ÍNDICE DE TABLAS 250

USC DE COMPOSTELA

ÍNDICE DE GRÁFICOS **252**
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES **254**

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA TESIS

Esta tesis se sitúa en el extenso campo de investigación sobre el papel de la innovación en la consecución de beneficios ambientales y su contribución al nuevo paradigma de la Economía Circular (EC) y el Desarrollo Sostenible. Se trata de un análisis novedoso acerca de los factores determinantes del contexto y del tejido empresarial para la economía circular en Ecuador, una economía en desarrollo que hasta ahora ha sido escasamente explorada en este campo de estudio.

En los últimos años, la economía circular han despertado gran interés y atención por parte de la comunidad científica, responsables de políticas y diversos organismos internaciones comprometidos con la protección del medio ambiente. A pesar de esto, aún persisten lagunas y vacíos en la literatura, especialmente en países emergentes y de bajos ingresos.

Bajo este contexto, surge la pregunta sobre las condiciones actuales, cambios e innovaciones que se requieren para impulsar la transición hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador. El interés de esta investigación recae en apoyar con información útil que permita identificar las oportunidades y desafíos que Ecuador debe enfrentar en su transición hacia la economía circular. Para lograr este objetivo, se lleva a cabo un análisis de las características del contexto económico, social, ambiental y regulatorio que pueden condicionar la adopción de estrategias y modelos más circulares y sostenibles. Además, se analizan las características, impulsores y barreras de aquellas empresas que declaran ser eco-innovadoras y, por lo tanto, podrían contribuir potencialmente en la transición hacia una economía circular y más sostenible en el país.

Se espera que los resultados de esta investigación proporcionen información valiosa para la toma de decisiones a los responsables de políticas, empresas y otros actores interesados en promover un modelo más sostenible en Ecuador, teniendo en cuanta las condiciones y particularidades del país. En el marco de los grandes desafíos ambientales que afectan a escala global, esta tesis se alinea con el objetivo de desarrollo sostenible número 12, que se refiere a la producción y consumo sostenible.

MOTIVACIÓN

La motivación para esta tesis se fundamenta en la creciente relevancia de la economía circular (EC) en Ecuador, lo cual se refleja en la implementación de iniciativas y normativas destinadas a promoverla en el país. La importancia de este enfoque en Ecuador es evidente al considerar las particularidades del país, como su abundante dotación de recursos renovables y no renovables, los cuales se encuentran amenazados debido a un modelo de desarrollo históricamente arraigado a una especialización primaria exportadora, es decir, basado en la explotación y exportación de recursos naturales. La adopción de este camino ha causado graves problemas ambientales en el país.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En este contexto, la economía circular se presenta como un enfoque relevantes para lograr un cambio hacia un modelo de desarrollo más sostenible. Esto contribuiría a preservar el capital natural del país y promover el bienestar de la población ecuatoriana.

Por otro lado, esta tesis se plantea ante la constatación de la escasa investigación sobre esta temáticas en países como Ecuador. No cabe duda de que la EC es un enfoque relevante para afrontar los retos medioambientales del planeta, pero cabe aguardar que las formas en que éste se materialice sean diferentes según el país o contexto en el que se lleve a cabo.

Respecto a la investigación sobre la EC, vivimos en los últimos años un auge de la temática y de su impulso a nivel institucional, especialmente en la Unión Europea y en China. Varios países latinoamericanos han empezado también a fomentar este nuevo modelo a través de la creación y aplicación de hojas de ruta, estrategias y planes. En Ecuador, con un reciente marco normativo a favor de la EC, se detecta la carencia de información relevante respecto a la situación existente sobre los factores que pueden indicar las condiciones más o menos favorables para su impulso. Por este motivo, en la presente tesis se lleva a cabo una propuesta inicial de indicadores y un análisis de los mismos. Considerando la EC como un modelo económico transformador, que implica un cambio sistémico sustentado en una multiplicidad de innovaciones de diferente tipo, esta investigación también afronta la tarea de contribuir a realzar la eco-innovación como un tipo de innovación particularmente interesante para la EC. Por ello, se analiza el conjunto del tejido empresarial ecuatoriano en relación a la eco-innovación. Además, es relevante destacar que la mayoría de los estudios realizados hasta ahora sobre los determinantes de la ecoinnovación a nivel empresarial, y de la eco-innovación relacionada con la economía circular, se han enfocado principalmente en Estados Unidos y Europa (Aloise & Macke, 2017; Cainelli et al., 2020; de Jesus & Mendonça, 2018; Ghisetti & Montresor, 2020). Esto ha dejado vacíos en este campo de estudio, especialmente en mercados emergentes y países de bajos ingresos (Betancourt Morales & Zartha Sossa, 2020; Breard & Llorente-González, 2022; Pacheco et al., 2018; Tseng et al., 2016). Igualmente, estos análisis se han centrado principalmente en sectores como la manufactura y los servicios, mientras que sectores como la minería y las canteras han sido escasamente explorados en esta área de investigación.

Dado que el sector de minería y canteras tiene un peso importante dentro de la estructura productiva de Ecuador, es crucial abordar esta brecha de conocimiento. Es necesario comprender cómo se puede fomentar la ecoinnovación y cuáles son los desafíos para la adopción de prácticas más sostenibles y circulares en este sector.

Por último, para completar este análisis a nivel país, consideramos necesario concretar el análisis de las estrategias y modelos de EC en un sector concreto. Escogemos en esta tesis el sector eléctrico-electrónico. Se trata de un sector prioritario por la ingente cantidad de residuos que genera, y relevante para Ecuador, como se refleja en la reciente regulación aprobada, el Instructivo para la Aplicación de la Responsabilidad Extendida en la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) de origen doméstico. Siendo un sector pionero en contar con una normativa específica para la economía circular, resulta indispensable analizar los condicionantes que contribuirán a impulsar el cambio hacia prácticas más circulares en este sector, así como las barreras que podrían obstaculizar dicho cambio.

CONTRIBUCIÓN

La tesis representa una contribución importante al estudio de las estrategias y los factores determinantes para la transición hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador. Su principal aporte consiste en ampliar la investigación sobre los factores que impulsan y obstaculizan

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

esta transición en países no industrializados, centrándose específicamente en Ecuador, un país que ha sido escasamente explorado en este campo de estudio.

Ecuador se caracteriza por tener un modelo primario exportador intensivo en recursos naturales y una estructura productiva centrada en sectores de servicios y extractivistas. Los resultados de esta investigación no solo beneficiarán a Ecuador, sino que también serán relevantes para otros países en desarrollo con características similares. Además, la investigación proporcionará información útil que servirá de apoyo y guía para empresas y responsables de políticas en la transición hacia un modelo más circular y sostenible en países en desarrollo.

La investigación adopta un enfoque amplio de análisis al abordar la economía circular, como propuesta para un modelo de desarrollo más sostenible en Ecuador, considerando tres niveles de análisis: macro, meso y micro. A nivel macro, constituye la primera aproximación empírica que evalúa las condiciones y el progreso de Ecuador hacia la EC, destacando las potencialidades y desafíos para avanzar hacia la economía circular, a partir de un conjunto de indicadores propuestos en base al marco de seguimiento de la economía circular europeo.

En este análisis incorpora nuevos indicadores seleccionados en función de la información ambiental disponible en el país, así como la relevancia de dos sectores clave desde una perspectiva normativa y productiva: el sector primario y el electrónico. Los indicadores incluidos son: la generación de residuos eléctricos y electrónicos, las tasas de reciclaje para cuatro tipos de residuos regulados bajo el principio de Responsabilidad Extendida del Productor, el comercio de materias primas primarias, el porcentaje de empresas que han realizado inversiones ambientales, el número y las ventas de empresas que llevan a cabo actividades relacionadas con la EC, y el número de empresas con certificaciones ISO 14001.

A continuación, basado en datos de nivel micro, se analiza del tejido empresarial ecuatoriano como un facilitador clave en la transición hacia la EC, considerando las empresas eco-innovadoras como aquellas que podrían contribuir potencialmente con la economía circular. En análisis ofrece dos aportes significativos. En primer lugar, ayuda a llenar las lagunas en la literatura sobre los factores que obstaculizan y facilitan la eco-innovación empresarial en países emergentes. En segundo lugar, se destacan las especificidades para cuatro sectores analizados: manufactura, comercio, servicios, y minas y canteras. Este último, un sector poco estudiado y con un peso considerable en la estructura productiva de Ecuador.

Finalmente, a nivel meso, el estudio de caso del sector eléctrico-electrónico ilustra las estrategias y modelos de negocio necesarios para una mayor circularidad. Este sector es especialmente relevante para Ecuador debido a los desafíos que plantea la gestión y tratamiento sostenible de sus residuos, lo cual se refleja en la más reciente regulación aprobada sobre la aplicación del principio de responsabilidad extendida para los RAEE de origen doméstico. Además, las fortalezas del sector en términos de la existencia de una cultura de reparación y de empresas que ensamblen y reparan, lo convierten en un sector con potencial para el desarrollo de actividades circulares. En este sentido, este análisis representa una contribución importante sobre las innovaciones y cambios necesarios para transitar hacia la economía circular, tanto en este sector específico como para todo el conjunto de la economía ecuatoriana.

OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo general de esta investigación es analizar los aspectos determinantes del progreso hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador. Entendiendo la EC como un cambio sistémico, que necesita concretarse a través de múltiples innovaciones (de carácter tecnológico, social, institucional…) esta tesis pone el foco en las estrategias de políticas y en la eco-innovación empresarial. En particular, para caracterizar el estado y condiciones para la transición hacia

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

un modelo de desarrollo más sostenible y circular, se propone una batería de indicadores a nivel país. A continuación, se analizan los cambios en el marco institucional en aras de una economía más circular y eco-innovadora. El análisis de los cambios para la EC se completa con el estudio detallado de las características estructurales de las empresas, así como los inputs, facilitadores y barreras que impulsan o inhiben la eco-innovación de productos y procesos en el país. Por último, se realiza un análisis del sector de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) como caso de estudio, tratando de discutir de forma concreta las políticas y estrategias empresariales que pueden llevarse a cabo para el logro de la circularidad.

Para alcanzar el objetivo general, se establecen una serie de preguntas de investigación, de las que derivan los objetivos específicos que se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Matriz de preguntas y objetivos

Pregunta central	Objetivo general
¿ Qué factores influyen en el avance hacia la EC en Ecuador?	Analizar los aspectos determinantes del progreso hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador.
Preguntas secundarias	**Objetivos específicos**
¿Cómo ha sido la evolución del modelo de desarrollo y cuál es el estado actual de la estructura productiva de Ecuador?	1. Contextualizar el modelo de desarrollo ecuatoriano y la problemática ambiental asociada, para fundamentar la necesidad de un cambio hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador.
¿Cuál es el marco teórico y referencial en el análisis de los determinantes de la eco-innovación y la economía circular?	2. Construir, a nivel teórico, el marco de estudio para el análisis de los factores determinantes de la economía circular y la eco-innovación.
¿Cómo ha sido la evolución y el estado actual del marco normativo ecuatoriano en el ámbito de la economía circular?	3. Analizar los instrumentos normativos, de política pública y fiscales que favorecen a la economía circular en Ecuador.
¿Cuál es el estado de la EC en Ecuador?	4. Elaborar una batería de indicadores a nivel nacional que permita evaluar las condiciones y potencialidades de Ecuador en economía circular, identificando áreas de mejora y buenas prácticas existentes en el país.
¿Cuáles son los factores determinantes que impulsan u obstaculizan la adopción de eco-innovaciones en el tejido empresarial Ecuatoriano?	5. Elaborar un perfil de las empresas eco-innovadoras que podrían contribuir potencialmente a la economía circular en Ecuador.
	6. Constatar a nivel empírico la relación entre la eco-innovación de productos y procesos y los factores impulsores, las barreras y las características estructurales de las empresas ecuatorianas de los sectores manufacturero, minas y canteras, comercio y servicios.
¿Qué cambios e innovaciones pueden impulsar la circularidad en el sector eléctrico-electrónico?	7. Realizar un diagnóstico del sector eléctrico-electrónico (AEE) para determinar las estrategias y modelos de negocio para la circularidad en el sector AEE y en el tratamiento de sus residuos (RAEE).

Fuente: elaboración propia

HIPÓTESIS

La hipótesis generales que se pondrán a prueba en esta investigación son las siguientes:

H1. Las características del modelo de desarrollo condicionan el modo de avance hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador.

H1.1 La especialización primario-exportadora de la economía ecuatoriana dificulta la transición hacia un modelo de economía circular y la adopción de prácticas eco-innovadoras.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

H1.2 El progreso hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador es todavía incipiente

H2. Factores de tipo interno y externo condicionan la adopción de eco-innovaciones en las empresas de Ecuador.

H2.1 Las características estructurales de las empresas se relacionan con la eco-innovación de productos y procesos en Ecuador.

H2.2 Los factores tecnológicos, de atracción de la demanda y la política regulatoria pueden facilitar la adopción de eco-innovaciones de productos y procesos en Ecuador.

H2.3 La gestión de costos, el acceso a financiamiento, la falta de conocimientos y la incertidumbre en el mercado pueden obstaculizar la adopción de eco-innovaciones en productos y procesos en Ecuador.

H3. Las especificidades del sector de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en Ecuador condicionan su potencial circular.

H3.1 La normativa existente constituye un factor de impulso a la circularidad centrada en la fase de residuos.

H3.2 La inserción en la estructura productiva en la AEE y las prácticas de tratamiento y gestión de sus residuos (RAEE) en Ecuador limitan el potencial circular en dicho sector.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta tesis, de acuerdo con la naturaleza de los objetivos específicos plateados combina tres métodos científicos: analítico-sintético, el inductivo y el hipotético-deductivo.

Desde el punto de vista teórico, se realiza una revisión exhaustiva y actualizada de la literatura existente con relación tanto a los aspectos conceptuales y característicos de la economía circular y la eco-innovación, como a los principales factores que condicionan la transición hacia la economía circular y la adopción de prácticas y eco-innovaciones en el ámbito empresarial. Esta revisión de la literatura permite sentar las bases teóricas de la investigación y derivar un marco analítico integral de los diferentes niveles de análisis (macro, meso y micro) abordados en la tesis.

A nivel empírico, la investigación aborda un análisis multinivel que integra el estudio de los factores contextuales y del marco institucional de la economía circular (nivel macro), un estudio de caso del sector eléctrico-electrónico (nivel meso), y la identificación de los principales impulsores y barreras de la eco-innovación empresarial (nivel micro). Para ello, se emplea una combinación de metodologías cuantitativas y cualitativas, que incluyen un análisis descriptivo de una batería de indicadores específicos para la economía circular, una revisión documental de la normativa ecuatoriana, la estimación de un modelo probit para el análisis de empresas eco-innovadoras, y un estudio de caso en el sector eléctrico-electrónico. Esta metodología permite obtener una visión holística y complementaria de los factores que condicionan la transición hacia una economía más circular y sostenible en Ecuador.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ESTRUCTURA DE LA TESIS

La presente tesis se estructura en un total de siete capítulos, además de los apartados reservados para la introducción y la sección de referencias bibliográficas y anexos (Ilustración 1). En esta introducción se presenta el tema de investigación, así como la motivación, la contribución y los objetivos que guiarán el desarrollo de la tesis.

La sección I, dedicada a los fundamentos teóricos, corresponde a los capítulos 1 y 2. El primer capítulo de la tesis se dedica a contextualizar la problemática central de la investigación. Inicia con una breve revisión de los antecedentes que dieron origen al modelo económico lineal, intensivo en el uso de recursos naturales. Posteriormente, se detalla la evolución de los modelos de desarrollo predominantes en América Latina, para luego enfocarse en el caso específico de Ecuador, analizando en detalle su estructura productiva y la problemática ambiental asociada a este modelo de desarrollo caracterizado por una especialización primario-exportadora. Finalmente, se discute la perspectiva que América Latina ha adoptado en relación con los enfoques de desarrollo sostenible, haciendo énfasis en los avances logrados por Ecuador y en la necesidad de que el país transite hacia una modelo más sostenible y circular.

Por su parte, el segundo capítulo establece el marco teórico de la tesis. Este marco integra los aspectos teóricos relacionados con el objeto de estudio, junto con una revisión exhaustiva de la literatura empírica existente sobre los factores impulsores y las barreras que podrían condicionar la implementación de la economía circular y la adopción de eco-innovaciones a nivel empresarial. A partir de esta revisión, se derivaron las hipótesis que serán contrastadas a lo largo de la presente investigación.

La sección II corresponde al análisis empírico y está compuesta por cuatro capítulos. Así en el tercer capítulo se describe la fuente de datos utilizada y la metodología empleada en esta investigación, que aborda tres niveles de análisis: macro, meso y micro. En el capítulo cuatro se presenta un análisis macro-contextual divido en dos partes. Por un lado, se evalúa una batería indicadores para el seguimiento de la economía circular en Ecuador; por otro, se examinan los instrumentos normativos, de política pública y fiscales que favorecen la transición hacia una economía más circular y eco-innovadora en el país.

El capítulo cinco complementa este análisis con un estudio del tejido empresarial ecuatoriano, donde se presenta un perfil de las empresas eco-innovadoras que podrían contribuir a la EC en Ecuador, así como un análisis econométrico de los factores impulsores y barreras de eco-innovación empresarial de producto y proceso.

En el capítulo seis, se concreta el análisis de los cambios e innovaciones para la transición a la EC, a través de un estudio de caso del sector eléctrico-electrónico, que se ilustra las estrategias y modelos de negocio para impulsar la circularidad en este sector.

Finalmente, el capítulo siete se dedica a exponer las principales conclusiones de la tesis, así como las limitaciones y futas líneas ampliaciones susceptibles de realizar tras esta investigación.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

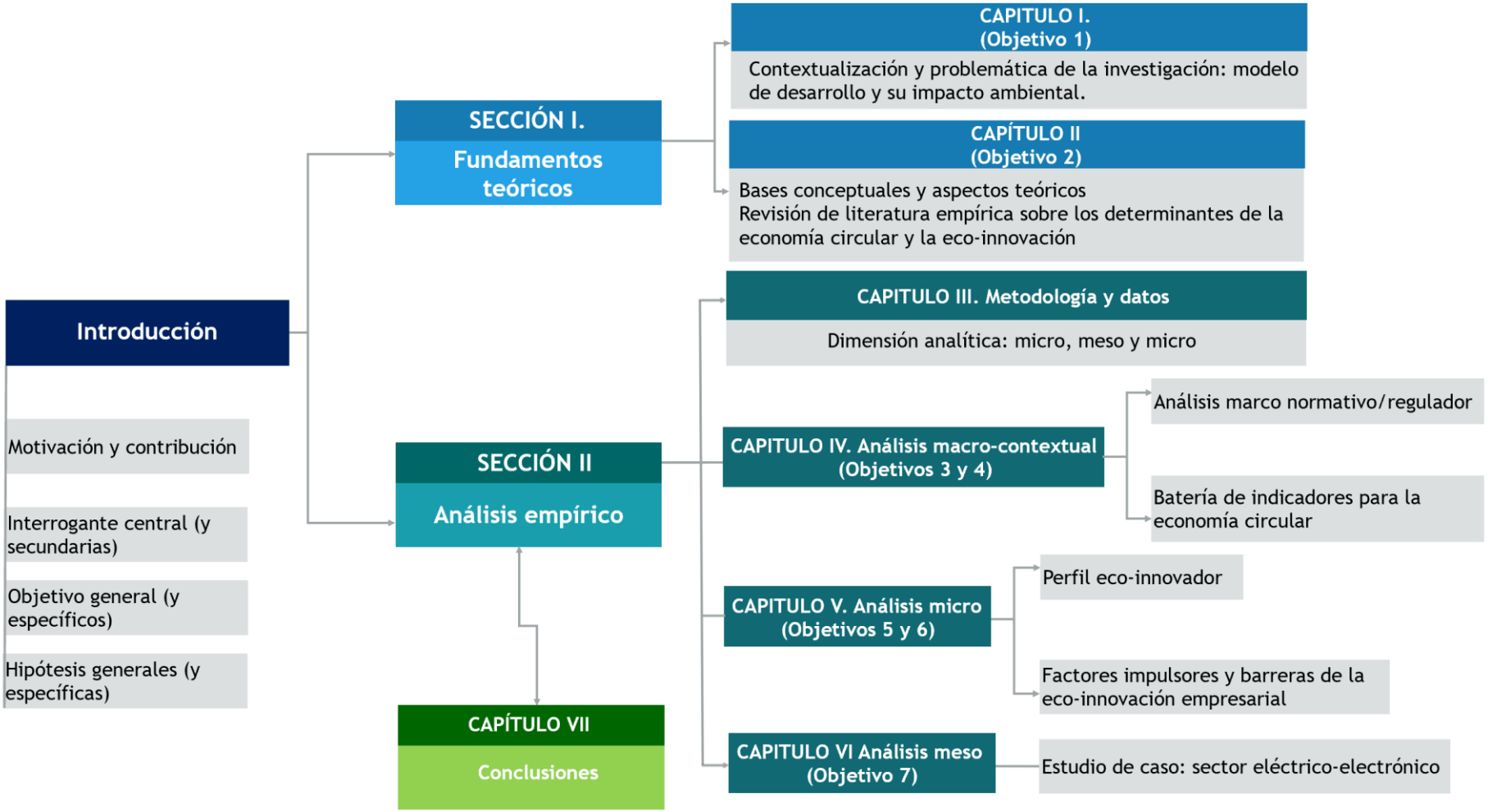


Ilustración 1. Estructura de la tesis
Fuente: elaboración propia

SECCIÓN I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 1. RECURSOS NATURALES, DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD

En este primer capítulo, se sitúa la problemática de la investigación a partir del análisis y discusión de cuatro aspectos. En primer lugar, se contextualizan brevemente los principales hitos que han marcado un precedente en el surgimiento del modelo de crecimiento económico lineal intensivo en la extracción de recursos naturales y la generación de residuos. En segundo lugar, se expone el debate sobre la abundancia de recursos naturales y los modelos de desarrollo predominantes en América Latina. En tercer lugar, se analiza el modelo de desarrollo y la estructura productiva actual de Ecuador, destacando los impactos ambientales derivados de este modelo y la necesidad de una transición hacia una economía circular y sostenible.

Finalmente, se abordan las distintas visiones y perspectivas del desarrollo sostenible en América Latina y se destaca la importancia de la economía circular y la eco-innovación como enfoques fundamentales para lograr un modelo de desarrollo más sostenible en Ecuador.

1.1 ANTECEDENTES: LA RELACIÓN ENTRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA ECONOMÍA

La economía mantiene una relación de dependencia con el medio ambiente, ya que extrae y transforma materias primas para satisfacer las necesidades de la población y genera residuos y emisiones que son asimilados por el medio ambiente. Esta relación, que desde la Revolución Industrial ha seguido un modelo lineal de extracción, producción, consumo y desecho, ha generado una alta dependencia y uso intensivo de materias primas (MITECO, 2020).

En retrospectiva, el modelo lineal que se vio fortalecido con la llegada de la Revolución Industrial, puso fin a la agricultura como actividad predominante. Este cambio fue resultado del descubrimiento y uso de combustibles fósiles como una fuente de energía eficiente, accesible y transportable, lo cual permitió la producción en masa, el desarrollo de herramientas y equipos, así como la automatización de operaciones (Steffen et al., 2007, 2011). Estos avances condujeron a la intensificación de nuevas actividades humanas y a la ampliación de las ya existentes, generando cambios significativos en la composición atmosférica, en los océanos y en el clima (Lambin & Geist, 2006; Smil, 2000).

De acuerdo con los datos de Fourth National Climate Assessment (NCA, 2018), el contenido de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera ha aumentado un 40% desde la época industrial. Además, el Informe sobre Cambio Climático y Tierra del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2019) señala que las actividades como agricultura y silvicultura representaron alrededor del 13% de las emisiones de CO_2, el 44% de las emisiones metano (CH_4) y el 81% de las emisiones de óxido nitroso (N_2O) a nivel mundial entre 2007 y 2016. Estas emisiones equivalen al 23% de las emisiones antropogénicas netas totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Por otro lado, entre 1970 y 2020, la población mundial se duplicó a 7.8 mil millones de personas (UNEP, 2021). Este crecimiento poblacional estuvo acompañado por un aumento en el consumo de energía en los países industrializados, así como por una duplicación en el uso del agua para fines domésticos e industriales en las últimas cuatro décadas. Además, la producción agrícola y pesquera también experimentó un incremento, lo que resultó en una

acumulación tres veces mayor de fósforo en los suelos agrícolas entre 1960 a 1990, y el aumento de dos veces más en el flujo de nitrógeno presente en los océanos desde 1860 (McNeill, 2000; MA, 2005; IPBES, 2019).

Así, la dinámica del proceso industrial que condujo a un progreso productivo y económico significativo también fue el responsable de problemas ambientales de gran magnitud a escala global (ver Tabla 2).

Tabla 2. Efectos de la degradación ambiental a escala global

Indicador	Valor	Referencia
Huella ecológica mundial en 2018	1.75[1] (planetas Tierra)	(Global Footprint Network, 2023)
Incremento de temperatura media global durante los últimos 30 años	↑ 0.2 (°C/decenio)	(IPBES, 2019; IPCC, 2018)
Aumento en el nivel del mar en los dos últimos decenios	↑ 3.0 (mm/año)	(IPBES, 2019)
Disminución del contenido de oxígeno en alta mar desde 1950	↓ 0.5% - 3%	(WMO, 2021)
Ascenso superior a la media en el número de ciclones tropicales en el hemisferio norte y sur entre 2019-2020.	98 ciclones	(WMO, 2021)
Aumento de sequías entre 1961-2013.	↑ 1% (anual)	(IPCC, 2020)
Pérdida de hielo en aproximadamente 40 glaciares entre 2018 y 2019	↓ 1.18m	(WMO, 2021)
Superficie terrestre libre de hielo propensa a la degradación ambiental	1/4 superf. terrestre	(IPCC, 2019)
Reducción promedio del 69% en el número de especies animales en todo el mundo entre 1970 y 2018	↓ 69%	(WWF, 2022)
Destrucción de arrecifes a nivel mundial desde 1980	↓ 20%	(MA, 2005)
Crecimiento de especies exóticas invasores desde 1980	↑ 40%	(IPBES, 2019)
Pérdida de humedales desde la revolución industrial	↓ 85%	(WWF, 2020)
Pérdida de los manglares en todo el mundo desde 1980	↓ 35%	(MA, 2005)
Población afectada por la degradación de la tierra	3.2 billones	(UNEP, 2021)
Personas afectadas por inseguridad alimentaria aguda en 23 países durante 2017	39 millones	(WEF, 2019)

Fuente: elaboración propia

Nos enfrentamos a una deuda histórica con el medio ambiente, resultado de la actividad humana bajo un modelo lineal insostenible. Nuestra forma de producción y consumo ha ocasionado daños graves e irreversibles a un ritmo sin precedentes. El planeta está experimentando transformaciones radicales a escala global que exigen una respuesta urgente.

Para garantizar la supervivencia de la humanidad y preservar nuestro planeta, resulta imprescindible realizar una transición hacia un nuevo modelo más sostenible y circular, que reduzca al mínimo el uso de los recursos naturales. Este desafío, plantea una situación compleja para los países de América Latina y el Caribe, entre ellos Ecuador, los cuales dependen en gran medida de los recursos naturales y ahora se enfrentan al reto de desarrollar estrategias y políticas

[1] Este valor indica que la humanidad está abusando de los recursos naturales, ya que su consumo es 1.75 veces mayor que la capacidad que tiene el planeta para regenerarlos.

que promuevan la diversificación económica hacia sectores menos intensivos en recursos naturales, así como la eficiencia en el uso de estos recursos y la adopción de prácticas de producción y consumo más sostenibles.

1.2 EL MODELO DE DESARROLLO LATINOAMERICANO Y LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

1.2.1 Evolución de los modelos de desarrollo y dependencia de los recursos naturales en América Latina

El modelo de desarrollo de América Latina y de Ecuador en particular, se ha caracterizado históricamente por la exportación de bienes primarios, es decir, ha seguido una estrategia centrada en la explotación de sus abundantes recursos naturales (Hazin, 2019). Para comprender la razón detrás de esta dependencia y los problemas ambientales que ello conlleva, es necesario realizar un breve repaso de los modelos de desarrollo de América Latina. Esto nos ayudará a identificar y destacar los motivos para una transición hacia un modelo de desarrollo más sostenible.

Cálix (2016) identifica cuatro modelos de desarrollo predominantes en América Latina desde el siglo XIX: el Modelo Primario Exportador (MPE), influenciado por la teoría económica clásica; el Modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones (MISI), conceptualizado y expuesto por la teoría estructuralista de la CEPAL; el Modelo Neoliberal (MN), de las teorías económicas neoclásicas; y el Enfoque Postneoliberal (EPN), parcialmente influenciado por el Neoestructuralismo de la CEPAL de la década de 1990 (Ilustración 2). Estos modelos comparten la misma visión de la modernización como un proceso lineal centrado en el crecimiento, descuidando la importancia que tiene la naturaleza en las relaciones del ser humano con el entorno.

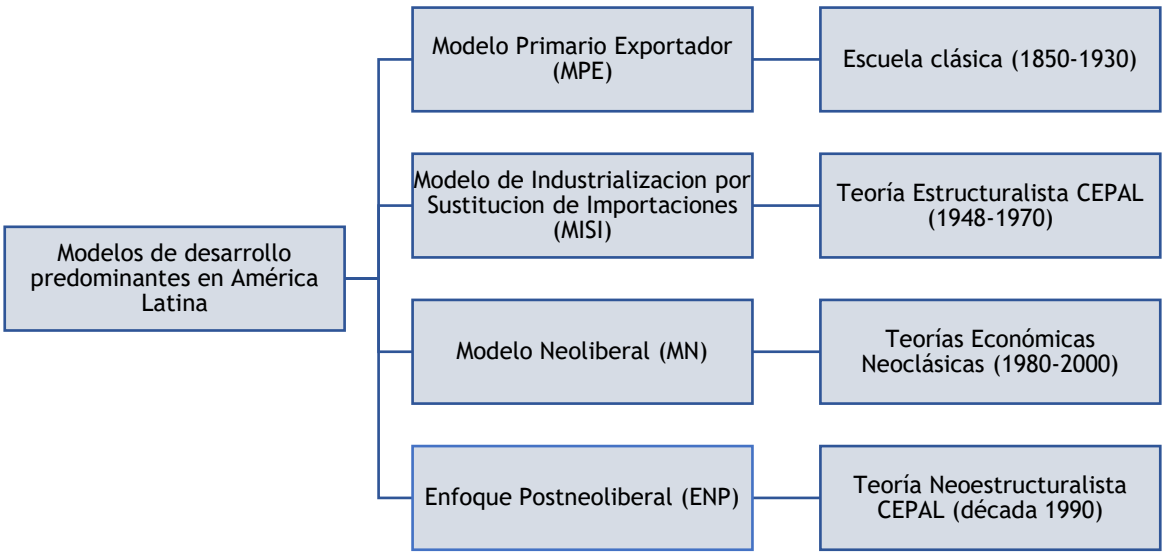


Ilustración 2. Modelos de desarrollo predominantes en América Latina
Fuente: elaboración propia a partir de Cálix (2016)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1.2.1.1 Modelo Primario Exportador

Desde su independencia a inicios del siglo XIX hasta el período entre guerras, América Latina implantó un Modelo Primario Exportador (MPE) que reforzó las características extractivas del modelo de desarrollo colonial, la explotación latifundista y la actividad minera (Buitrago, 2006; Guillén, 2008). Esto generó una especialización productiva primaria en la región (A. Cálix, 2016; Quintero & Silguero, 2019).

El MPE permitió la inserción de los países no desarrollados al comercio internacional a través de la exportación de bienes primarios, principalmente agrícolas y mineros (A. Cálix, 2016). Estos sectores se convirtieron en los ejes del proceso de acumulación; siendo el mercado externo el elemento impulsor de la economía en América Latina (Guillén, 2008). Los principales productos exportados fueron trigo, maíz, café, carne, cueros, lana, algodón, cobre, estaño y petróleo destinados mayoritariamente a Gran Bretaña y Estados Unidos. Mientras las importaciones eran bienes manufacturados provenientes de países industrializados para satisfacer la demanda de la élite local (Quintero & Silguero, 2019).

La consolidación del MPE fue el resultado de una serie de factores. Por un lado, la abundancia de recursos naturales y de mano de obra barata en los países periféricos. Por otro, los avances tecnológicos que permitieron a los países desarrollados generar mayor valor añadido a las materias primas de las colonias y excolonias, la mejora en el transporte marítimo que redujo el tiempo de traslado de las materias primas, así como el aumento del poder adquisitivo de los obreros en Europa y Estados Unidos (A. Cálix, 2016). La inversión extranjera directa también fue un elemento clave para la producción de los bienes primarios en los países no desarrollados. Esta inversión permitió a los centros capitalistas (países desarrollados) satisfacer su consumo de una forma más económica, mediante la reducción de los costos de insumos industriales y de la fuerza de trabajo (Marini, 2008; Prebisch, 1952).

El crecimiento experimentado por Latinoamérica gracias al MPE no contribuyó a mejorar el bienestar general de la población, por el contrario, reforzó y perpetuó la dependencia de las sociedades latinoamericanas (A. Cálix, 2016). La introducción de nuevas técnicas se limitó únicamente a los sectores primario-exportadores y a ciertas actividades económicas directamente vinculadas a la exportación (Prebisch, 1952; O. Rodríguez, 1977). Lo que provocó a nivel interno la configuración de una estructura productiva desigual, conformada por un sector "avanzado" dedicado a la producción y exportación de bienes primarios, controlado por el capital extranjero y desconectado del resto de la economía; y un sector "atrasado" o de "subsistencia" dirigido a satisfacer los mercados locales y sus necesidades de autoconsumo (Guillén, 2008; Pinto, 1973; Quintero & Silguero, 2019).

La crisis del Modelo Primario Exportador llegó con la Segunda Guerra Mundial y la Gran Depresión económica de la década de 1930 (Bértola & Ocampo, 2010). Estos eventos provocaron la caída de los precios de los productos básicos en el mercado mundial y consecuentemente la disminución de las exportaciones de estos bienes desde los países periféricos. Esta situación, sumada a los problemas de endeudamiento previos, provocaron una escasez de divisas que condujo a la imposición de medidas de restricción de importaciones como aranceles, prohibiciones o cuotas (Prebisch, 2012; Quintero & Silguero, 2019). Como resultado, la demanda interna se convirtió en un factor clave para impulsar la actividad industrial en los países subdesarrollados, que tenían dificultad de acceso a los bienes importados (Quintero & Silguero, 2019). En América Latina, esto se tradujo en un cambio del Modelo Primario Exportador hacia el Modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones (Bértola & Ocampo, 2010).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1.2.1.2 Modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones

Con el fin de superar el retraso económico de América Latina al que dio lugar el MPE, la corriente estructuralista de la CEPAL propuso en la década de 1950 la industrialización sustitutiva de importaciones (Domínguez et al., 2019). Esta propuesta se fundamentó en la expansión de la industria nacional a todos los sectores económicos para producir bienes locales que reemplazasen a los importados (Prebisch, 1952; Silva, 2007). El propósito era crear empleo, incrementar la productividad, mejorar la distribución del ingreso, redirigir el perfil de inserción de América Latina en la división internacional del trabajo y fomentar el crecimiento del PIB de los países periféricos, que dependían en gran medida de la extracción de recursos naturales (A. Cálix, 2016; O. Rodríguez, 1977).

El Modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones (MISI) consideró a los recursos naturales como un factor de producción clave para alcanzar el desarrollo económico en Latinoamérica (CEPAL, 1951, p. 404). Bajo el lema "desarrollar la industria de los países de América latina y utilizar al máximo sus enormes recursos naturales para elevar el nivel de vida de sus habitantes" se propuso una política amplia y coordinada de desarrollo económico y social que mejorase el bienestar de su población, diversificase sus economías, impulsase el comercio exterior, modernizase las técnicas en agricultura, industria, transportes y comercio, y aprovechase plenamente sus abundantes recursos naturales (Santa Cruz, 1995, pp. 25-29). En este marco, el estado debía asumir un papel fundamental como promotor y gestor en la creación de condiciones sociales favorables para la población trabajadora, especialmente en el ámbito industrial urbano (A. Cálix, 2016).

El surgimiento y fortalecimiento del MISI estuvo influenciado por ciertos factores del contexto, como las crisis globales que afectaron negativamente la demanda y los valores de las materias primas, y la colaboración entre grupos políticos, movimientos sociales y segmentos de la burguesía emergente que compartían el mismo objetivo de expandir los mercados internos y promover la industrialización a nivel nacional (A. Cálix, 2016).

1.2.1.3 Modelo Neoliberal

La crisis de la deuda externa en 1982 marcó el fin del Modelo de Sustitución de Importaciones en América Latina. Ante la necesidad de obtener financiamiento externo y generar superávits en la balanza comercial para hacer frente a la deuda, los gobiernos y las élites latinoamericanas iniciaron la transición hacia el modelo neoliberal (MN) a partir de 1983. Un factor clave que contribuyó al surgimiento y establecimiento del MN fue el acuerdo político conocido como el Consenso de Washington, en el que participaron el gobierno de Estados Unidos, los Organismos Financieros Internacionales y las élites latinoamericanas (A. Cálix, 2016; Guillén, 2007, 2008).

El MN supuso la aplicación de medidas de política económica para estabilizar la economía y promover la liberalización de los mercados, así como la apertura hacia el exterior. Se llevaron a cabo ajustes estructurales que incluyeron mejoras en la productividad industrial, privatización de empresas estatales, atracción de inversión extranjera y reorientación de la estructura productiva basada en las ventajas comparativas de cada país. Además, se buscó revertir el sesgo contra la agricultura y las exportaciones (A. Cálix, 2016). Para ello, se siguieron dos rutas. Por un lado, la exportación de materias primas y productos agrícolas en países andinos y del Cono Sur. Por otro, la exportación de manufacturas de baja intensidad tecnológica en países de Centroamérica, República Dominicana y México, siendo Estados Unidos el principal destino, donde la industria textil desempeñó un papel destacado (A. Cálix, 2016; Guillén, 2008).

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE CUMBRELA

El MN logró modernizar ciertos sectores de la industria manufacturera enfocados en la exportación, pero al mismo tiempo agravó la heterogeneidad de sistema productivo y exacerbó la desigualdad social (Guillén, 2008). Como resultado, se observó un crecimiento económico limitado e inestable, la desindustrialización y la ruptura de las cadenas productivas internas. Además, la liberalización financiera y la entrada de grandes cantidades de capital condujeron a la sobrevaluación de sus monedas y a un nuevo ciclo endeudamiento externo en la mayoría de los países de la Región (A. Cálix, 2016; Guillén, 2007; Papa, 2004). En el ámbito social, se evidenció un aumento de la informalidad laboral y la migración hacia Estados Unidos y Europa, particularmente en Argentina, Perú y Ecuador (Guillén, 2008). Estos hechos claramente reflejaron el fracaso del modelo neoliberal. En la primera mitad de la década de los 2000, en muchos países latinoamericanos empezaban a rechazarse las políticas neoliberales más estrictas (A. Cálix, 2016).

1.2.1.4 Enfoque Postneoliberal

El postneoliberalismo (EPN), aunque no se considera un nuevo modelo en sentido estricto, se presenta como un enfoque destinado a contrarrestar los efectos negativos de la desregulación del mercado, la reducción de las funciones estatales y el debilitamiento de la política social. En este sentido, el EPN tiene como objetivo otorgar al estado un papel regulador, aprovechar parte del excedente económico y fortalecer las infraestructuras necesarias para el desarrollo económico. Además, se enfoca en priorizar el gasto público para disminuir la desigualdad, siendo uno de sus principales objetivos mejorar las condiciones de vida de la población. A nivel internacional, se busca una mayor autonomía regional mediante la reconfiguración de instituciones y la exploración de nuevas formas de cooperación más allá de lo meramente comercial. Estas acciones responden a la crisis global y al crecimiento económico en la región de Asia-Pacífico (A. Cálix, 2016).

El EPN se concentró en Sudamérica con alcances y dinámicas diferentes. En países como Argentina, Brasil, Uruguay y Chile, las aplicaciones del EPN fueron limitadas. Por el contrario, en países andinos como Venezuela, Bolivia y Ecuador, se observó un papel más activo al promover políticas para fomentar la participación ciudadana. Estas políticas quedaron plasmadas en nuevas Constituciones elaboradas con la participación de sus respectivas sociedades (A. Cálix, 2016; Santos, 2011). Además, es importante destacar que tanto en Bolivia como en Ecuador se propone cambiar los objetivos del "desarrollo" por los del "Buen Vivir" (Santos, 2011). En este sentido, Ecuador adopta El Plan Nacional de Buen Vivir (SENPLADES, 2013) como política de gobierno. Este plan propone una serie de enfoques y principios relacionados con un modelo de desarrollo más sostenible. Se enfoca en la gestión integral y sustentable de los recursos naturales, promoviendo su conservación, uso racional y la participación ciudadana en su manejo. Además, se basa en principios como la equidad, la justicia social, la diversidad cultural y la sostenibilidad ambiental.

Así, es posible destacar tres grandes fases presentes en el modelo de desarrollo latinoamericano: la etapa de intervención estatal en los mercados para promover el crecimiento económico; el período neoliberal que impulsó la desregulación de los mercados, su autorregulación y el enfoque de las políticas públicas en tareas básicas del estado, como el desarrollo socioeconómico; y, por último, una tercera etapa caracterizada por la introducción del concepto de desarrollo sostenible (Dane, 2013).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1.2.2 Modelo de desarrollo basado en recursos naturales en América Latina

El análisis de los modelos de desarrollo en América Latina expuesto anteriormente revela que la región ha fortalecido su dependencia en el uso y explotación de sus recursos naturales a lo largo del tiempo. Es evidente que los recursos naturales han desempeñado un papel fundamental en la generación de ingresos en la región.

En el modelo primario exportador (MPE), los recursos naturales, como el petróleo, minerales y productos agrícolas, fueron la base de su economía, generando importantes ingresos a través de su exportación. En el modelo de sustitución de importaciones, los recursos naturales también han sido esenciales, ya que se utilizaron como insumos en la producción nacional de bienes y servicios para reemplazar las importaciones. En el modelo neoliberal, los recursos naturales fueron considerados como activos para la explotación privada en busca de beneficios económicos.

Por otro lado, en el postneoliberalismo, se reconoce que los recursos naturales son recursos estratégicos para el estado y forman parte del patrimonio de toda la sociedad, por lo que requieren una gestión sostenible. Sin embargo, a nivel práctico, todavía existen desafíos y obstáculos para lograr una transición hacia un modelo de producción y consumo más sostenible en la región. La diversificación del sistema productivo hacia sectores menos dependientes de recursos naturales sigue siendo un reto.

Los datos revelan que América Latina continúa teniendo una alta dependencia en la explotación y comercio de materias primas, siendo un proveedor clave de productos primarios en los países industrializados. De hecho, durante las últimas dos décadas, las exportaciones de recursos naturales han sido la fuente principal de ingreso para la economía de ALC, ocupando un lugar destacado en el mercado mundial como un importante abastecedor de materias primas y productos agrícolas (Altomonte & Sánchez, 2016; Schröder et al., 2020; Tello, 2019).

En 2018, un 52% de los países de la región, que incluían a todos los países de América del Sur, dependían de los productos primarios para generar ingresos. Esta dependencia se ha mantenido constante desde el año 2000 hasta el 2020, período en el que las exportaciones tuvieron una participación significativamente mayor que las importaciones en el comercio mundial de recursos naturales.

Por otro lado, según datos de la Organización no gubernamental Chatham House[2] (2022), en 2020 la región ALC representó un 11% de las exportaciones mundiales de recursos naturales y el 4.8% de las importaciones. Estas materias primas comprenden productos agrícolas, combustibles fósiles, metales y minerales, productos forestales, fertilizantes, perlas y piedras preciosas.

Las exportaciones de estos recursos han mostrado una tendencia creciente, llegando a su punto máximo de 1.40 billones de toneladas durante el período 2016-2019. En cuanto a las importaciones de ALC del resto del mundo, la tendencia también es ascendente, alcanzando su

[2] Las estimaciones del comercio internacional de recursos naturales se calculan a partir de la base de datos de Chatham House Resource Trade Database (CHRTD); que incluye información para más de 200 países y territorios. Se consideran materias primas, productos intermedios y subproductos para más de 1350 tipos de recursos naturales, entre los que encuentran productos agrícolas, pesqueros y forestales, combustibles fósiles, metales y otros minerales, perlas y piedras preciosas. Los productos agrícolas incluyen cereales, lácteos, huevos y miel, peces y recursos acuáticos, horticultura, animales vivos, carne, semillas oleaginosas, otros productos agrícolas, legumbres, raíces y tubérculos, caucho y gomas, estimulantes, tabaco, especias, azúcar, agua. En el grupo fertilizantes se incluyen a fertilizantes mixtos, fertilizantes nitrogenados, fertilizantes orgánicos, fertilizantes fosfatados, fertilizantes potásicos. Los productos forestales agrupan a tablero y contrachapado, leña y carbón vegetal, tablas y madera aserrada, pasta de madera, astillas y productos de desecho. Los combustibles fósiles agrupan al carbón, gas aceite, otros productos de combustibles fósiles. En el grupo de metales y minerales se encuentran los minerales industriales, hierro, acero, metales no especificados, metales no ferrosos, metales preciosos, metales especiales Los flujos comerciales están expresados en valor monetario y peso desde el año 2000 (CHRTD, 2022).

USC UNIVERSIDAD DE COMPOSTELA

punto más alto en los años 2017 y 2018, con valores respectivos de 0.58 y 0.61 billones de toneladas, para luego descender a 0.54 billones de toneladas en el año 2020 (Gráfico 1). Esto refleja el hecho de que la región ALC se ha convertido en un importante exportador de recursos naturales y es una fuente importante de materias primas para el resto del mundo.

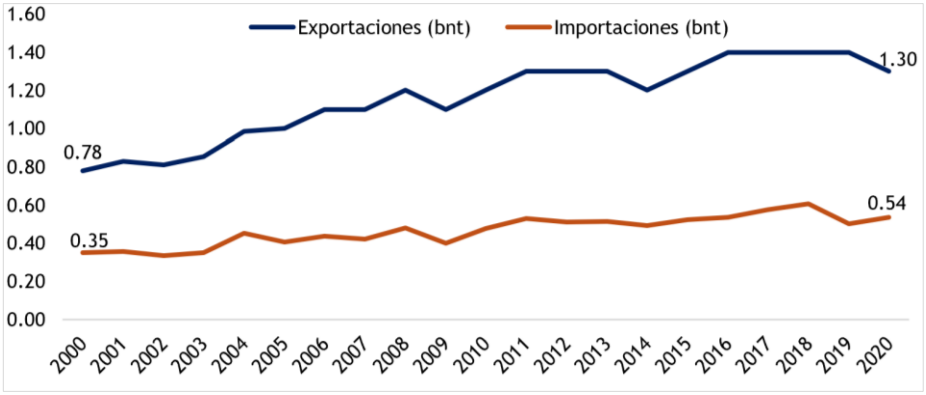


Gráfico 1. Evolución del comercio mundial de recursos naturales de ALC período 2000-2020 (billones de toneladas)
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHRTD (2022)
En línea: <https://resourcetrade.earth/>
(18 de febrero 2022)

En 2020, las exportaciones de América Latina y el Caribe se concentraron en China y Estados Unidos. Por su parte, el principal socio comercial de sus importaciones fue Estados Unidos (Tabla 3).

Destino de las exportaciones de ALC		Origen de las exportaciones de ALC	
Países (top 5)	**Valor (peso)**	**Países (top 5)**	**Valor (peso)**
Brasil a China	369 mt	EE. UU. a México	95.9 mt
México a EE. UU.	71.4 mt	EE. UU. a Brasil	33.8 mt
Brasil a Japón	29 mt	EE. UU. a Colombia	14.1 mt
México a Norteamérica y Centroamérica	28.8 mt	Rusia a Brasil	11.5 mt
Chile a China	28.4 mt	EE. UU. a Chile	11.2 mt

Tabla 3. Destino y origen de las importaciones y exportaciones de ALC en 2020
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHRTD (2022)
En línea: <https://resourcetrade.earth/>
(18 de febrero 2022)

Las principales categorías de materias primas exportadas e importadas en la región durante 2020 fueron los metales y minerales, los combustibles fósiles y los productos agrícolas. En la mayoría de estos casos, las exportaciones tuvieron un peso notable, siendo superiores a las importaciones. La excepción se presentó en el caso de los productos fertilizantes, cuyas importaciones fueron superiores a las exportaciones (Gráfico 2).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

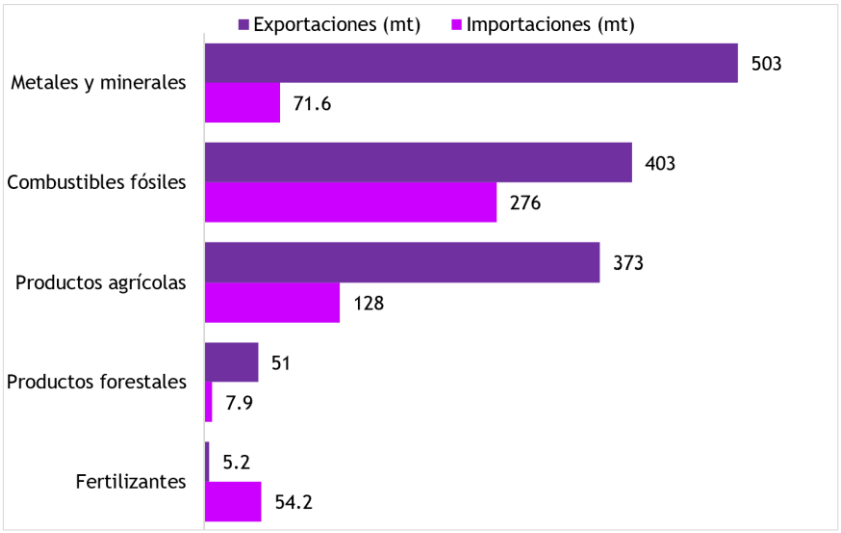


Gráfico 2. Materias primas exportadas e importadas por ALC en 2020 (miles de toneladas)
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHRTD (2022)
En línea: <https://resourcetrade.earth/>
(18 de febrero 2022)

Durante el período 2015-2020, las exportaciones de ALC experimentaron un aumento significativo en los productos forestales y agrícolas. Por otra parte, los fertilizantes y productos agrícolas fueron los que experimentaron el mayor crecimiento en las importaciones. En contraste, los fertilizantes mostraron el menor incremento en las exportaciones, mientras que en las importaciones los metales y minerales fueron los que menos crecieron (Gráfico 3).

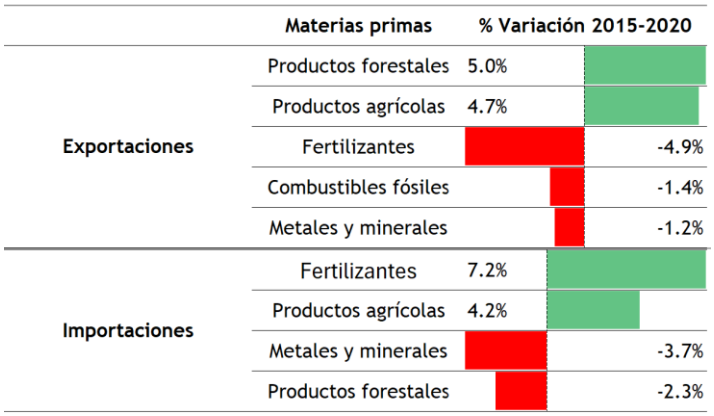


Gráfico 3. Variación en las exportaciones e importaciones de materias primas en ALC período 2015-2020
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHRTD (2022)
En línea: <https://resourcetrade.earth/>
(18 de febrero 2022)

La integración de América Latina y el Caribe en el mercado internacional ha desempeñado un papel crucial en el impulso de su desarrollo económico. Tras la independencia, los países latinoamericanos surgieron como economías frágiles y no lograron establecer un mercado interno sólido. En cambio, se enfocaron en la exportación de materias primas para satisfacer la demanda del mercado global, lo que impulsó su crecimiento económico al convertirse en exportadores netos de estos recursos desde 1999 (Tello, 2019) (Gráfico 1). Sin embargo, esta inserción en el mercado global ha dado lugar a un modelo de desarrollo que ha presentado grandes desafíos para muchos países de la región en términos de gestión y regulación de sus recursos naturales.

USC DE COMPOSTELA

Este modelo extractivista, sostenido en gran medida por mecanismos financieros como el endeudamiento externo, condiciona la capacidad de los países de ALC para diversificar sus economías y manejar de manera sostenible sus recursos (Azamar & Carrillo, 2017). A continuación, se examinará el modelo de desarrollo ecuatoriano, prestando especial atención a su estructura productiva y las implicaciones ambientales asociadas a este modelo basado en recursos naturales.

1.2.3 El modelo de desarrollo y estructura productiva de Ecuador

Al igual que otros países de Latinoamérica, Ecuador se caracteriza por tener una especialización primario exportadora, lo que implica una fuerte dependencia de la extracción y exportación de estos recursos para su economía (Braña et al., 2016). Durante el año 2017, los sectores extractivistas y agrícolas representaron el 56% y 36% de los ingresos por exportaciones, respectivamente (UNCTAD, 2019).

Por otro lado, los datos de SCP-HAT (2022), revelan un notable aumento del 77.23% en la extracción de materias primas en Ecuador a lo largo de las últimas tres décadas. En 1990, se extrajeron 91.90 millones de toneladas, mientras que en 2022 esta cifra alcanzó las 162.86 millones de toneladas (Gráfico 4).

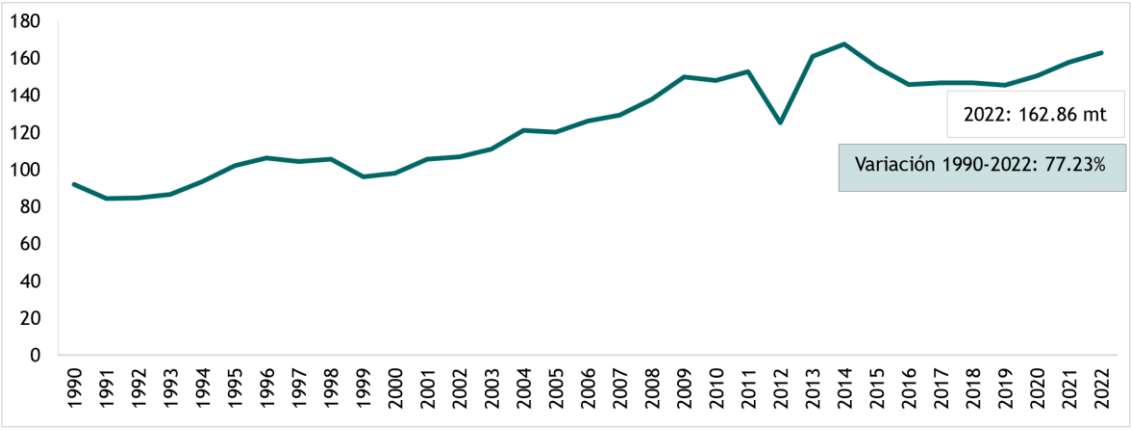


Gráfico 4. Evolución de la extracción de materias primas en Ecuador 1990-2022 (millones de toneladas)
Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)
En línea: <http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/>
(30 de septiembre 2024)

La biomasa fue el recurso más extraído en 2022, con un total de 66.54 millones de toneladas, seguido de los minerales no metálicos con 57.14 millones de toneladas, los combustibles fósiles con 24.95 millones de toneladas y los minerales metálicos con 14.23 millones de toneladas (Gráfico 5).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

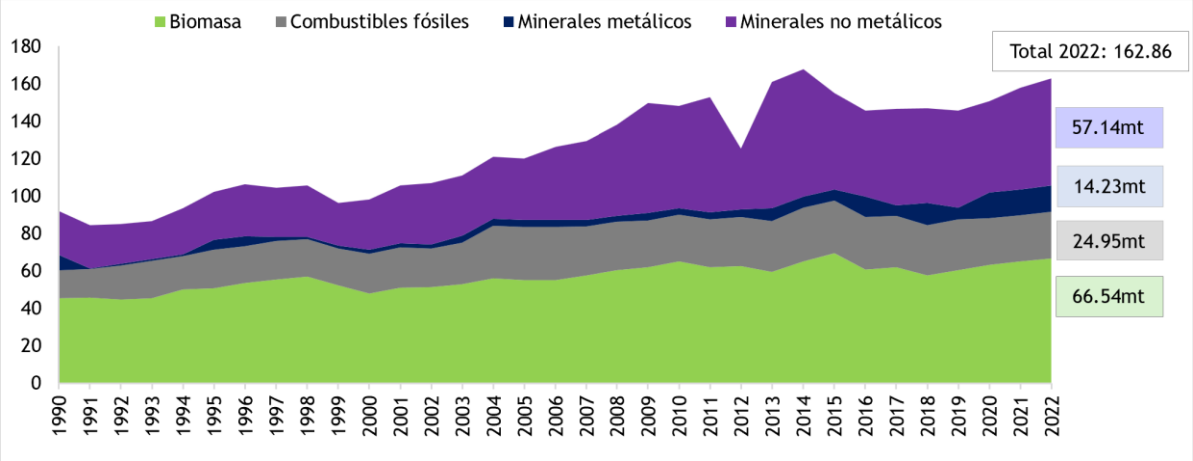


Gráfico 5. Materias primas extraídas en Ecuador período 1990-2022 (millones de toneladas)
Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)
En línea: <http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/>
(30 de septiembre 2024)

En el año 2018, la extracción de estas materias primas (biomasa, combustibles fósiles, minerales metálicos y minerales no metálicos) estuvo concentrada en 4 sectores principales: el sector agrícola, el sector de la construcción, el sector de la minería de carbón, petróleo y gas, y el sector de minería de minerales. Estos sectores, en conjunto, representaron 96% de la extracción total de materias primas en Ecuador durante este año (Tabla 4).

Tabla 4. Sectores de mayor extracción de materias primas en Ecuador período 1990-2018

Sector	1990 (millones de toneladas)	2018 (millones de toneladas)	Variación (%)
Agricultura	40.34	52.06	29.03%
Extracción de material de construcción	23.52	51.20	117.68%
Minería de carbón, petróleo y gas	14.85	26.88	80.95%
Minería de minerales	8.04	12.07	50.06%
Madera y papel	2.53	3.31	30.98%
Forestal	2.04	1.51	-25.88%
Pesca	0.29	0.60	107.27%
Comida	0.09	0.24	164.04%
Total	**91.71**	**147.86**	**61.23%**

Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)
En línea: <http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/>
(05 de enero 2024)

El sector agrícola fue el de mayor extracción de biomasa, alcanzando un total de 61.08 millones de toneladas. En segundo lugar, se ubicó el sector de la construcción, con una extracción de 55.30 millones de toneladas de minerales no metálicos. El sector de minería, petróleo, gas y carbón ocupó el tercer lugar, con una extracción de 24.95 millones de toneladas de combustibles fósiles, seguido por el sector de minería de minerales, con un total de 14.23 millones de toneladas de minerales metálicos. Por último, se encuentran otros sectores como el forestal, pesca, comida, madera y papel, que en conjunto extrajeron un total de 7.30 millones de toneladas de biomasa (Gráfico 6).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

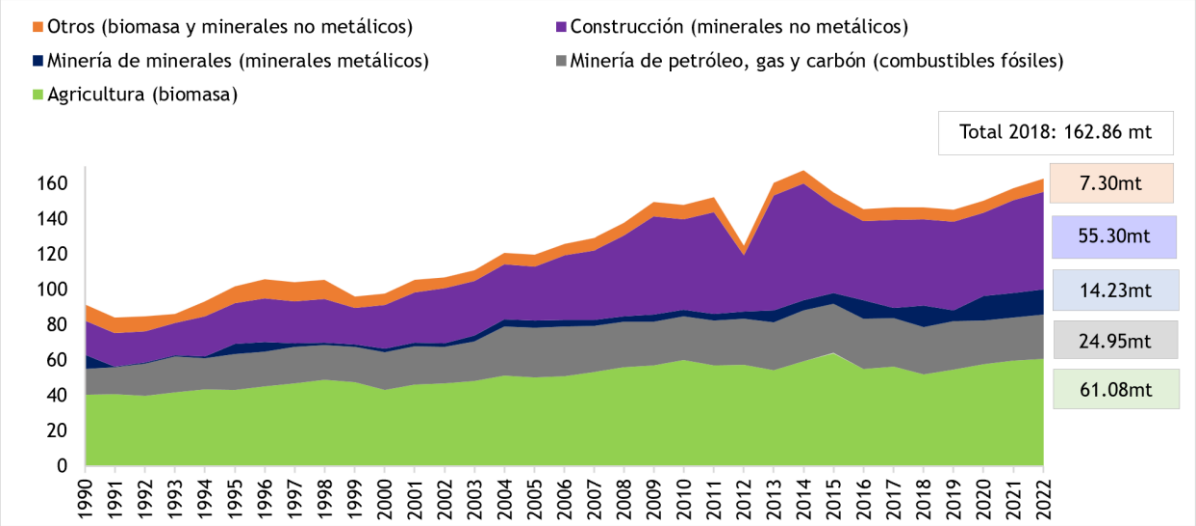


Gráfico 6. Evolución de la extracción de materias primas por sector en Ecuador período 1990-2018 (millones de toneladas)
Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)
En línea: <http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/>
(05 de enero 2024)

Estos datos evidencian que Ecuador es una economía altamente dependiente de los recursos naturales, particularmente de los sectores extractivos y agrícolas, los cuales desempeñan un papel fundamental en su configuración productiva. Durante las últimas décadas, la estructura productiva de Ecuador se ha caracterizado por una limitada diversificación y una marcada concentración en unos pocos productos clave, específicamente el cacao, el banano y el petróleo, orientados principalmente a la exportación (Caria, 2019; Tello, 2019).

Desde el período de la independencia hasta mediados del siglo XX, el cacao fue el principal producto de exportación de Ecuador, lo que lo llevó a convertirse en el mayor exportador mundial de cacao entre 1804 y 1914. Sin embargo, este auge cacaotero comenzó a perder fuerza con la llegada del banano en la década de 1950. Posteriormente, a partir de 1972, el petróleo se convirtió en el producto destacado de la economía ecuatoriana (Caria, 2019). Desde entonces, Ecuador ha dependido en gran medida de los ingresos provenientes de la industria petrolera, lo que ha impulsado una estrategia de desarrollo neoextractivista (Alarcón, 2020, 2021; Caria, 2019).

El siglo XX marcó el inicio de la era petrolera en Ecuador, destacándose dos grandes períodos de auge petrolero: 1972-1982 y 2003-2014. Durante este último período, se hizo un intento por superar la dependencia de los ingresos petroleros y transitar hacia un modelo más sostenible mediante la promoción de otros sectores económicos. Estos esfuerzos se materializaron en la iniciativa Yasuní ITT, lanzada en 2007 con el objetivo de prohibir la extracción de petróleo en el Parque Nacional Yasuní en la Amazonía Ecuatoriana (Alarcón, 2020, 2021).

Posteriormente, en 2008, tras la aprobación de una nueva constitución que reconoce los derechos de la naturaleza, Ecuador buscó un modelo de desarrollo que replantease las relaciones entre la economía, el estado, la sociedad y la naturaleza (Braña et al., 2016). Bajo este nuevo enfoque, se estableció el diseño y aplicación de una política pública orientada a construir una economía y una sociedad basada en el "Buen Vivir" (SENPLADES, 2013). Esto implica promover una economía sustentable que valore y proteja los recursos naturales, fomente la equidad social y genere condiciones de vida dignas para todos los ciudadanos (Ilustración 3).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

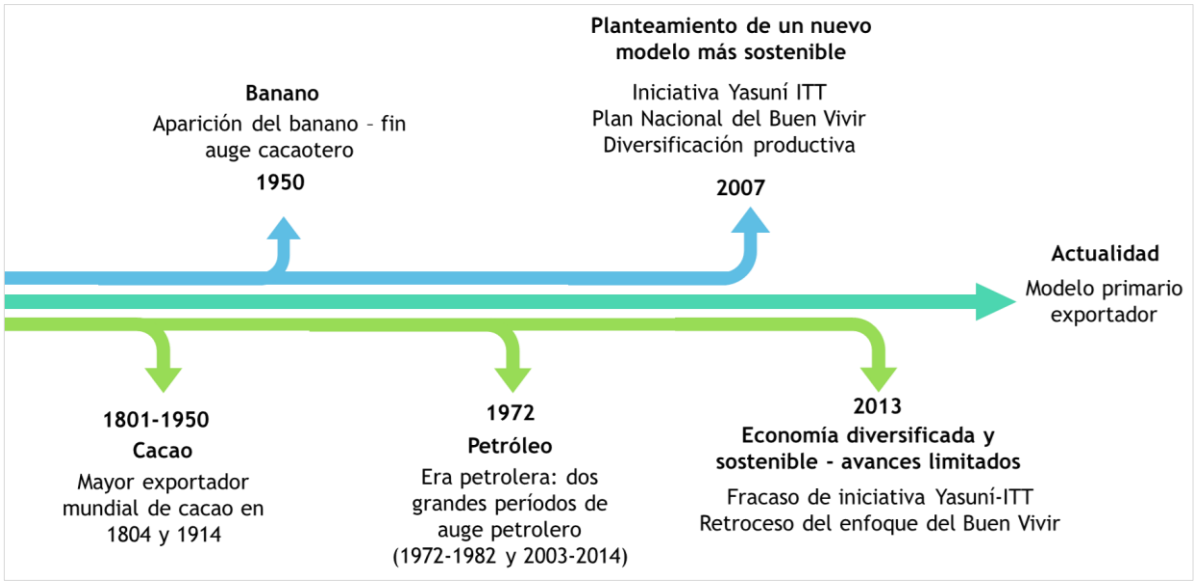


Ilustración 3. Evolución modelo de desarrollo ecuatoriano
Fuente: elaboración propia

A pesar de los esfuerzos realizados, los avances hacia una economía más diversificada y sostenible en Ecuador han sido limitados. En 2013, el gobierno decidió poner fin a la iniciativa Yasuní-ITT debido a presiones y a la necesidad de utilizar los recursos naturales para combatir la pobreza. El fracaso de esta iniciativa también marcó un retroceso en el enfoque del Buen Vivir (Alarcón, 2020). Bajo este contexto, Ecuador todavía se enfrenta a desafíos para reducir su dependencia en la producción y exportación de materias, así como en la importación de bienes manufacturados (Braña et al., 2016; Caria, 2019).

Según datos del Banco Central del Ecuador (BCE), durante el período de enero a diciembre de 2022, la Balanza Comercial Total registró un superávit de 2,324.6 millones de dólares (valor en términos FOB). De las exportaciones totales, que alcanzaron 32,018.1 miles de toneladas (equivalente a 32,658.3 millones USD FOB) durante este período, el 61% correspondió a exportaciones petroleras y el 39% a exportaciones no petroleras. Entre los principales productos de exportación, se encuentran el crudo y sus derivados que ocuparon el primer lugar, representando el 61% del total de toneladas exportadas. Le siguió el banano y plátano con el 20.7% y el camarón con el 3.3% de participación. En cuanto a las importaciones totales, que alcanzaron 16,267.7 miles de toneladas entre enero y diciembre del 2022, los bienes intermedios tuvieron la mayor participación con un 51.6%. Estos incluyen materias primas para la industria, agricultura y materiales de construcción (Tabla 5).

Tabla 5. Principales productos de exportación e importación período enero-diciembre 2022

Productos exportados	Participación en peso (%)	Productos importados	Participación en peso (%)
Crudo y derivados	61.0%	Bienes intermedios	51.6%
Banano y plátano	20.7%	Bienes de consumo	6.7%
Camarón	3.3%	Bienes de capital	3.2%
Productos mineros	2.7%	Combustibles y lubricantes	38.4%
Madera	2.3%	Diversos	0.04%
Cacao y elaborados	1.3%		

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Productos exportados	Participación en peso (%)	Productos importados	Participación en peso (%)
Enlatados de pescado	1.0%		
Otros (*)	10.0%		
Exportaciones totales	**32,018.1 miles toneladas**	**Importaciones totales**	**19,267.7 miles toneladas**

Fuente: elaboración propia a partir de datos BCE (2023)
Nota: (*) corresponde a porcentajes menores al 1%

En términos de Valor Agregado Bruto (VAB), en conjunto, el sector extractivo y agrícola representaron el 14.4% del VAB en 2022, lo que resalta la importancia de estos sectores en la economía ecuatoriana (Gráfico 7). Los servicios personales y comunales, que engloban una amplia variedad de actividades, como educación, salud, administración pública y servicios comunitarios aportaron el 18.1% del VAB. Le siguió la industria manufacturera, que abarca la producción de alimentos, textiles, productos químicos, maquinaria y equipos, entre otros, con un 17.4% del VAB. La intermediación financiera, que incluye actividades relacionadas con la banca, seguros, inversiones y servicios financieros, contribuyó con un 16.9% del VAB, mientras que el comercio aportó el 13.5%. Otros sectores como la construcción contribuyeron con aproximadamente el 9% del VAB y el suministro de electricidad, agua y gas aportó un 1.8%.

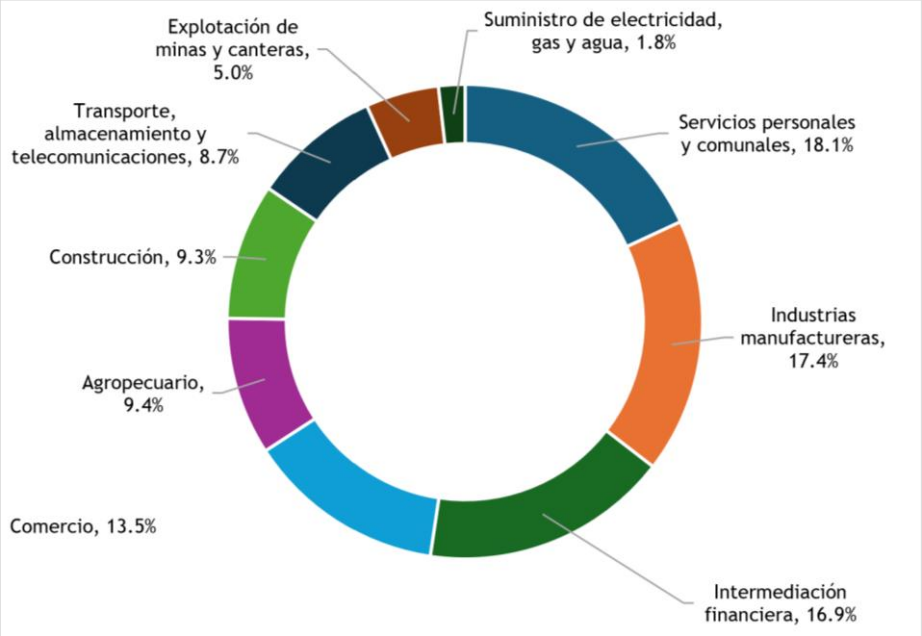


Gráfico 7. Valor agregado del PIB (%) de Ecuador por actividad económica a precios corrientes año 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos CEPAL (2022a)
En línea: https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/
(08 de febrero 2024)

La estrategia de desarrollo de Ecuador y otros países de la región de América Latina y el Caribe, basada en la extracción y exportación de productos primarios, ha puesto en evidencia que su abundante riqueza natural ha sido fundamental para su bienestar y progreso (CEPAL, 2018b). Sin embargo, este modelo de desarrollo ha generado problemas socioambientales a largo plazo en los países de la región (Azamar & Carrillo, 2017; Veltmeyer, 2013).

USC UNIVERSIDADE DE COMPOSTELA

La alta dependencia de los ingresos provenientes de sectores como la minería, el petróleo y agricultura ha hecho que la economía ecuatoriana sea vulnerable a la volatilidad de los precios de las materias primas en los mercados internacionales, lo que ha impactado negativamente su estabilidad económica y ha limitado la diversificación y el desarrollo de otras industrias (Á. Cálix & Blanco, 2020; Caria, 2019). La Inversión Extranjera Directa (IED) ha sido fundamental para el sector extractivo del país, proporcionando el capital necesario para la exploración y explotación de recursos. Durante el período enero a septiembre 2023, los tres sectores principales que atrajeron IED fueron la explotación de minas y canteras, comercio y servicios comunales, sociales y personales, con un flujo positivo de USD 230 millones (MPCEIP, 2024).

A medida que ha crecido la IED en las actividades extractivistas, también se ha incrementado la deuda externa para financiar el desarrollo del país, especialmente en tiempos de bajos precios de commodities. Sin embargo, la acumulación de deuda externa destinada a financiar inversiones significativas y enfrentar crisis económicas, ha limitado la inversión en el desarrollo social y económico, perpetuando así el sostenimiento del modelo extractivista (Á. Cálix & Blanco, 2020; Caria, 2019).

En este contexto, muchas voces abogan por una intervención pública clara que favorezca un cambio de la estructura productiva ecuatoriana, fomentando la industria manufacturera y diversos servicios (turismo, servicios basados en conocimiento), basándose en las fortalezas del territorio y de su población para contribuir a mejorar su desarrollo y bienestar. Sin embargo, a pesar de algunas declaraciones o intentos a favor de esta transformación, los cambios reales han sido limitados hasta ahora (Alarcón, 2020).

Es importante que este proceso de diversificación productiva no sea ajeno a la sostenibilidad, por lo que debe ir acompañado de iniciativas y estrategias alineadas con los principios de la EC, así como de mejoras tecnológicas a favor del medio ambiente.

A continuación, se examinarán algunos de los impactos ambientales derivados del actual modelo centrado en la extracción y exportación de recursos naturales, lo que refuerza aún más la necesidad de este cambio hacia una estructura productiva más diversificada y sostenible.

1.2.4 Impactos ambientales del modelo desarrollo centrado en recursos naturales

A lo largo de los últimos 50 años, las actividades humanas han llevado a una deforestación masiva, la sobreexplotación de recursos hídricos, la pérdida de la biodiversidad, el colapso de los ecosistemas, la aparición de eventos climáticos extremos, la acidificación de los océanos, el cambio climático, entre otros muchos efectos perjudiciales sobre el medio ambiente (WEF, 2019, 2023). Si bien esta situación es preocupante en todo el mundo, en América Latina y el Caribe es aún más alarmante. Esta región posee una increíble biodiversidad[3] que podría estar en riesgo de desaparecer si no se toman medidas urgentes.

La CEPAL y el PNUMA han documentado una serie de problemas tanto exógenos como endógenos que están afectando a la región ALC. Entre problemas exógenos se encuentran los efectos derivados de otras actividades relacionadas con el uso de los recursos naturales. Estos efectos incluyen la contaminación del aire, el agua, el suelo, el deterioro del paisaje, la congestión de transporte, la especulación inmobiliaria, el hacinamiento y la falta de servicios de agua y saneamiento. Por otro lado, en el grupo de problemas endógenos se encuentran aquellos

[3] América Latina y el Caribe posee algunas de las regiones más biodiversas del mundo. Su clima y suelo son adecuados para la producción de una amplia variedad de alimentos. También es rica en energía y minerales (petróleo, gas, carbón, hierro, cobre, estaño, zinc, aluminio, oro, plata, entre otros). En la región se encuentra la mayor reserva de agua del planeta y casi la mitad de los bosques tropicales del mundo. Además de otros biomas naturales de gran diversidad (IQAir, 2021; Tello, 2019).

USC

directamente relacionados con la explotación de recursos naturales en áreas rurales, como la deforestación, la pérdida de suelos, la contaminación y el deterioro de recursos hídricos (Sánchez, 2019). A continuación, se examinarán algunos de estos problemas ambientales desde una perspectiva regional en América Latina y el Caribe, y luego se abordarán desde una perspectiva nacional en Ecuador, país objeto de estudio de la presente investigación.

1.2.4.1 Ámbito regional en América Latina y el Caribe

La región de América Latina y el Caribe es especialmente vulnerable al impacto del cambio climático, debido a sus características geográficas, climáticas, socioeconómicas y demográficas. Esta vulnerabilidad se ha visto reflejada en un incremento promedio de la temperatura de 0.1ºC por década, así como en una mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones (Bárcena et al., 2020; CEPAL, 2015, 2017b). El 2020 fue el segundo año más cálido registrado para América del Sur, con un aumento de +0.6°C con respecto a la temperatura media de 1981-2010. Durante el verano, una intensa ola de calor afectó a la Amazonía peruana, al Pantanal y a varias regiones de Brasil, mientras que en el sureste de América del Sur se registró una ola de frío (WMO, 2020). Este mismo año (2020) contó con la peor temporada de incendios desde que se tiene registros en la región del Pantanal y un número récord de tormentas ciclónicas en el Atlántico. Los huracanes Eta y Iota, ambos de categoría 4, provocaron daños cuantificables en decenas de miles de millones de dólares y afectaron a más de 8 millones de personas en América Central (World Bank, 2021).

Otro de los grandes desafíos ambientales que enfrenta América Latina y el Caribe es la alarmante disminución de la biodiversidad, como resultado del cambio climático, la expansión de actividades extractivas, la sobreexplotación de especies, la introducción de especies invasoras y el cambio en el uso de la tierra (Barragán et al., 2022; IPBES, 2019; IQAir, 2021; WWF, 2020).

Según Global Risk Report (2020), la pérdida de la biodiversidad es el segundo riesgo más impactante y el tercero más probable en la próxima década. En esta línea, datos de WWF (2022) estiman una disminución en la cantidad de especies animales de aproximadamente 69% en todo el mundo entre los años 1970 y 2018. En América Latina y el Caribe, la situación es aún más preocupante, ya que el declive en la abundancia poblacional media de especies animales asciende al 94%. Por otro lado, la evidencia científica señala también la pérdida de aproximadamente 5.5.% de bosques de toda la región entre 2000 y 2016 y la degradación del 17% de bosques en la amazónicos en 2021 (PCA, 2021; WMO, 2020). Esto representa una gran amenaza para el equilibrio climático de la Tierra, ya que la Amazonía almacena entre 150 y 200,000 millones de toneladas de carbono; y alberga una gran cantidad de la diversidad biológica mundial, que incluye el 22% de todas las plantas con sistema vascular, el 14% de todas las aves, el 9% de los mamíferos, el 8% de los anfibios y el 18% de los peces tropicales a nivel mundial (WWF, 2022).

La contaminación del aire en la región ALC es otro tema urgente de abordar. Perú, Chile, Guatemala y México experimentaron los niveles más altos de contaminación del aire durante 2021 (IQAir, 2021). Esta mala calidad del aire tiene un gran impacto en la salud humana, especialmente en grupos más vulnerables, como lo demuestra las muertes prematuras registradas en la región (CCAC & UNEP, 2018). Los principales factores responsables de este problema en América Latina y el Caribe incluyen los residuos y rellenos sanitarios, la quema de biomasa al aire libre, la extracción y distribución de combustibles fósiles, así como el transporte (UNEP, 2016, 2018).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

A lo anterior hay que añadir la contaminación de suelos y aguas. Alrededor de una cuarta parte de los ríos de ALC se encuentran en un estado de contaminación grave, afectando a 25 millones de personas de zonas rurales que tienen contacto con aguas superficiales no aptas para el consumo (UNEP, 2016). Asimismo, los mares[4] están gravemente afectados por los plásticos. Las estimaciones de Tambutti & Gómez (2022) indican una gran cantidad de micro y macro plásticos flotando en 10 ecosistemas marinos de la región. Esto se debe principalmente al crecimiento de la población, el desarrollo urbanístico y turístico, la elevada demanda y producción de plásticos, los efectos del cambio climático, la falta de regulación y cumplimiento de las medidas de uso de tierra, así como la deficiente gestión de desechos y la inadecuada gestión de la industria marina.

Por otro lado, Rodríguez et al. (2019) ha identificado a la contaminación de suelos como el octavo mayor peligro para el desempeño de los suelos en América Latina. Los datos de Gligo et al. (2020) indican que factores como el estrés hídrico, deforestación, bajo contenido de carbono en el suelo, declinación de la productividad y cambio en la cobertura vegetal están provocando la degradación de tierras en 8 países de América Latina (Tabla 6).

Tabla 6 Degradación de tierras en América Latina

País	Área total (km^2)	Degradación (% de tierras)	Áreas recientemente más afectadas
Mesoamérica y el Caribe			
México	1 964 380	32.9	Baja California Sur, Chihuahua, Sonora, Guanajuato y Zacatecas
Guatemala	108 890	55.6	Petén, Alta Verapaz, Chiquimula
República Dominicana	48 670	59.9	Provincias de Monseñor Nouel, Santiago, La Vega y Samaná
América del Sur			
Brasil	8 515 770	36.0	Estados de la región norte vinculados a la Amazonia y al Cerrado
Argentina	2 780 400	40.0	Provincias de Santa Cruz, San Luis y Santa Fe
Paraguay	406 752	62.3	Departamentos de San Pedro, Ñeembucú, Guairá, Caaguazú y Alto Paraná
Perú	1 285 220	58.1	Departamentos de Ucayali, Pasco, Callao, Madre de Dios, Apurimac y Moquegua
Ecuador	256 370	49.9	Provincias de la región oriente (Morona Santiago, Sucumbíos, Orellana, Zamora Chinchipe y Napo)

Fuente: extraído de Gligo et al. (2020, p. 21)

Los números expuestos no reflejan la verdadera complejidad del deterioro ambiental en América Latina y el Caribe, un problema que sigue teniendo un impacto significativo en la región. Los ecosistemas y los recursos naturales continúan experimentando las consecuencias de los patrones insostenibles de producción, consumo y urbanización, y actualmente están siendo sometidos a una mayor carga de contaminación. En la última década, la región ha mostrado una mayor vulnerabilidad frente a fenómenos naturales cada vez más intensos y frecuentes, los cuales han tenido graves repercusiones en los sistemas ecológicos y en la salud humana (Guimarães, 2006; Sabogal & Hurtado, 2009). Los datos respaldan este hecho, pues en 2021, se registró un 13% de muertes asociadas a riesgos ambientales (OPS, 2021).

[4] La región de América Latina y el Caribe conforma por tres subregiones principales (Mesoamérica, el Caribe y América del Sur) cuenta con una superficie marina de 16 millones de kilómetros cuadrados y una línea costera de 70.000 km. Para 22 países de la región, el océano representa al menos un 60% de sus territorios soberanos (Tambutti & Gómez, 2022).

Bajo este contexto los gobiernos de la región deben tomar medidas urgentes para mejorar el manejo de los recursos naturales, promover la educación ambiental y la sensibilización de la población sobre el impacto de la actividad humana en el medio ambiente.

1.2.4.2 Ámbito nacional en Ecuador

Ecuador, reconocido como uno de los países más megadiversos del mundo[5] y con una importante dotación de recursos renovables y no renovables (Bárcena et al., 2020; Schröder et al., 2020), se enfrenta a los impactos del daño ambiental causados por un modelo primario exportador, caracterizado por una intensiva explotación de sus recursos naturales. Estos impactos incluyen la deforestación, la contaminación del suelo, la falta de tratamiento de aguas residuales, la pérdida de biodiversidad, el cambio climático, entre otros.

La valoración de los límites sociales y biofísicos[6] propuesta por O'Neill et al. (2018) revela que Ecuador ha sobrepasado el umbral del espacio seguro en 4 de los 7 límites evaluados: huella ecológica (Ecological Footprit), huella material (Material Footprint), ciclo bioquímico del fósforo (Phosphorus), y ciclo bioquímico del Nitrógeno (Nitrogen). En cuanto a los indicadores sociales, Ecuador enfrenta 7 brechas por satisfacer: nutrición (NU-Nutrition), servicios de salud (SA-Sanitation), ingresos (Income Poverty), apoyo social (SS- Social Support), calidad democrática (DQ-Democratic Quality), igualdad (EQ-Equality), satisfacción de vida (LS-Life Satisfaction) (Ilustración 4). Estos resultados muestran un mejor desempeño de Ecuador en términos de sostenibilidad ambiental en comparación con el desempeño social. Sin embargo, el estrecho vínculo existente entre los indicadores biofísicos y sociales plantea un grave riesgo tanto para el patrimonio ecológico como para el bienestar social del país. Ya es visible el deterioro de su capital natural y el aumento de la población expuesta a los efectos de desastres naturales, así como a la incapacidad de cubrir sus necesidades básicas.

[5] Ecuador al igual que Brasil, Colombia, México, Perú y Venezuela es reconocido como un país mega diverso del mundo https://www.rankred.com/top-10-megadiverse-countries-in-the-world/ (consultado el 17/01/2022).

[6] En la figura Donut, los círculos verdes oscuros muestran el límite biofísico y el umbral social; las cuñas azules representan el desempeño social en relación con el umbral de satisfacción de las necesidades básicas; las cuñas verdes reflejan el uso de los recursos naturales en relación con el límite de sostenibilidad ambiental; las cuñas rojas muestran las deficiencias por debajo del umbral social o el rebasamiento del límite biofísico, las cuñas grises muestran indicadores con datos que faltan; la cuñas con un borde punteado se extienden más allá del gráfico. "Lo deseable es que las cuñas azules alcancen el umbral social y las cuñas verdes se ubiquen dentro del límite biofísico.

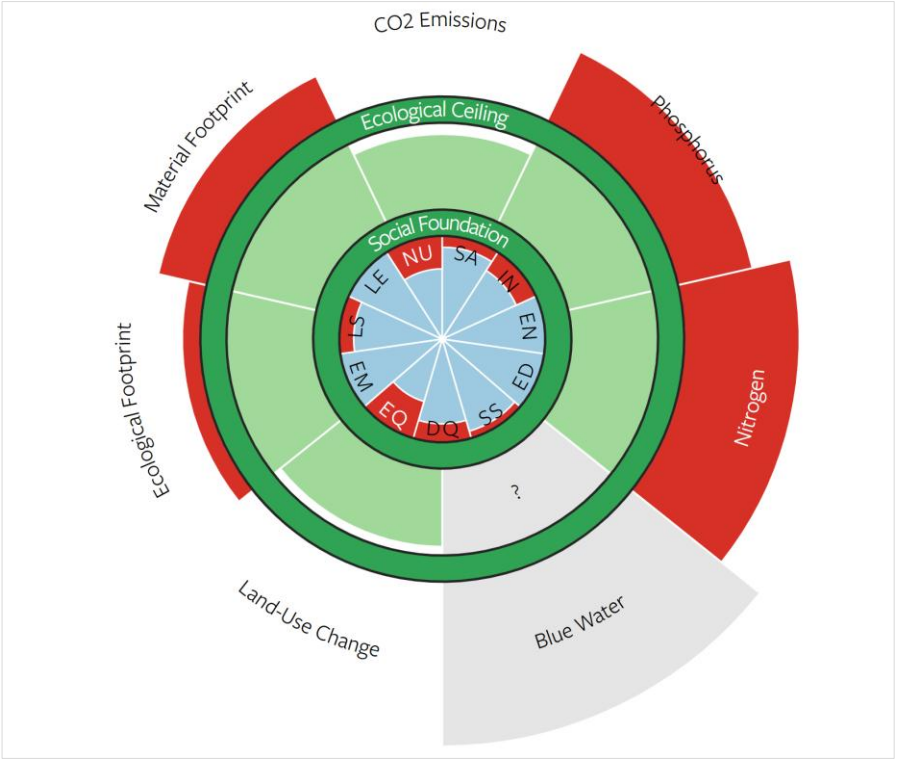


Ilustración 4. Donut Ecuador: nivel de sostenibilidad ambiental y desempeño social
Fuente: elaborado desde la web A Good Life For All Within Planetary Boundaries (datos, gráficos y figuras de uso libre) En línea: <https://goodlife.leeds.ac.uk/>
(25 de febrero 2022)

Este análisis plantea un gran reto para Ecuador, ya que requiere una reestructuración urgente de sus sistemas de aprovisionamiento. Es fundamental utilizar los recursos de manera más eficiente y distribuirlos equitativamente para garantizar la cobertura de todas las necesidades básicas de su población y evitar que los límites biofísicos sigan siendo trasgredidos a un ritmo acelerado. En consecuencia, resulta indispensable avanzar hacia un modelo más sostenible que permita desvincular el crecimiento económico de la dependencia de los recursos naturales. De esta manera, se logrará mantener a la población ecuatoriana dentro de un espacio justo y seguro.

Huella material de Ecuador

La huella material de Ecuador, que representa la suma de todas las extracciones utilizadas en las cadenas de suministro de bienes y servicios consumidos en el país, ha experimentado un incremento significativo del 86.7% entre 1990 y 2022, pasando de 69.9 millones de toneladas a 125.0 millones de toneladas. En cuanto a huella material per cápita, este incremento representó un 8.4%, pasando de 6.4 millones de toneladas per cápita a 6.9 millones de toneladas per cápita (SCP-HAT, 2022). Estos datos sitúan a Ecuador un 46.1% por debajo de la media de la región de América Latina y el Caribe, cuyo valor es de 12.7 toneladas per cápita (Gráfico 8).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

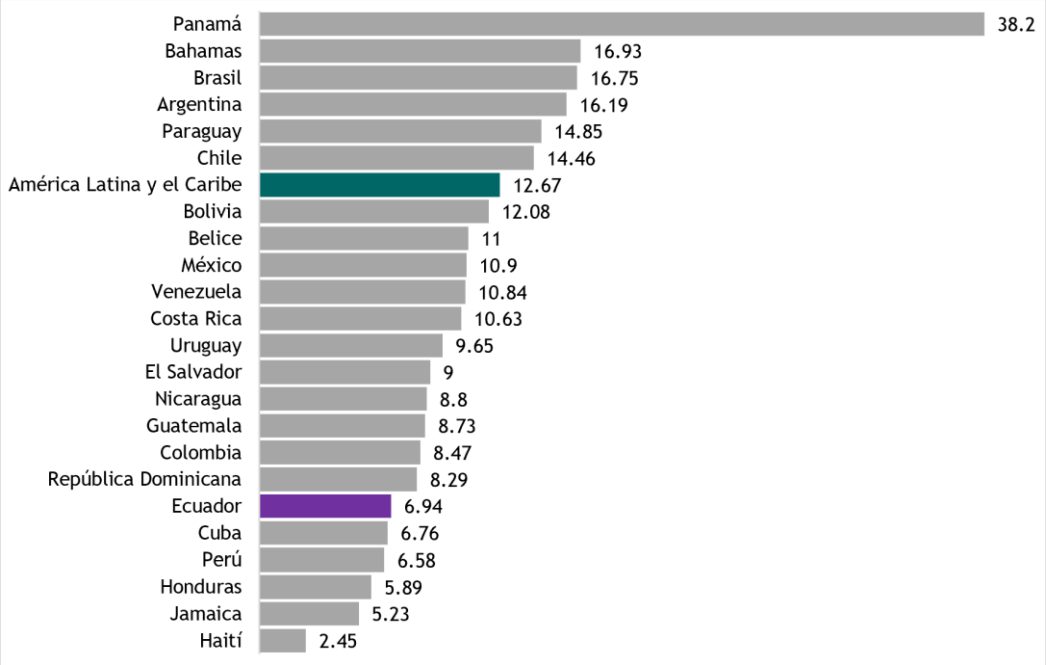


Gráfico 8. Posición de la Huella Material de Ecuador dentro de ALC en 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)
En línea: <http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/>
(30 de septiembre 2024)

El país depende en gran medida de la extracción de recursos provenientes de prácticamente todos los países del mundo, debido a la importación de bienes intermedios y productos manufacturados.

Deterioro de los suelos en Ecuador

Por otro lado, la importante participación del sector agrícola en la economía ecuatoriana, tanto para consumo interno como para exportación, ha resultado en cambios en los usos de la tierra, lo que ha ocasionado el deterioro de los suelos en el país. Según datos de la FAO (2015, 2020), en 2018 las tierras agrícolas en Ecuador abarcaban un total de 5,330,000 hectáreas. Entre los principales usos de tierra se encuentran los montes y bosques, pastos cultivados y cultivos permanentes para la producción de banano, cacao, café, caña de azúcar, maracuyá, naranja, palma africana, plátano, tomate de árbol, entre otros (Gráfico 9).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

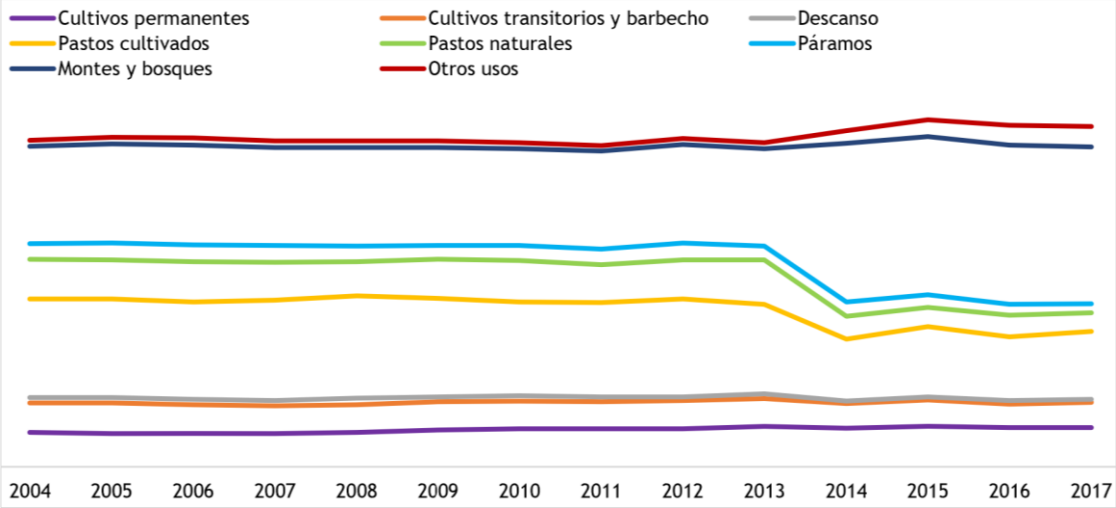


Gráfico 9. Evolución de los usos de tierra (hectáreas) en Ecuador período 2004-2017
Fuente: elaboración propia a partir de datos SENPLADES (2022)
En línea: https://menucloud.sni.gob.ec/web/menu/
(11 de abril 2022)

Durante el período comprendido entre 2004 y 2017 se observa una notable participación de los montes y bosques, los pastos cultivados y los cultivos permanentes en el uso de suelo (Gráfico 9). Esta tendencia se ha mantenido hasta 2020, según los datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP, 2022), para este año, los montes y bosques representaron el 49% del uso del suelo, seguidos de los pastos cultivados con un 17% y los cultivos permanentes con un 12%. Por otro lado, es relevante destacar que el uso de suelo en Ecuador ha experimentado un crecimiento del 6%, pasando de 11,758,289 hectáreas en 2010 a 12,462,614 en 2020. Durante este mismo período se observa una disminución de los pastos naturales y los páramos, lo cual puede tener graves consecuencias para la biodiversidad de Ecuador (Tabla 7).

Tabla 7. Análisis de variación en el uso de la tierra en Ecuador período 2010-2020

Uso de tierra (ha)	2010	2020	Variación	Participación
Cultivos permanentes	1,391,379	1,442,973	4%	12%
Cultivos transitorios	992,369	822,516	-17%	7%
Descanso	193,957	215,014	11%	2%
Pastos cultivados	3,409,952	2,067,795	-39%	17%
Pastos naturales	1,509,972	871,378	-42%	7%
Páramos	539,475	249,139	-54%	2%
Montes y bosques	3,504,127	6,112,324	74%	49%
Otros usos	217,058	681,476	214%	5%
Total	**11,758,289**	**12,462,614**	**6%**	**100%**

Fuente: extraído de MAGAP (2022)

Además de la expansión agrícola y el sobrepastoreo, la deforestación constituye otra causa importante del deterioro del suelo en Ecuador. Según datos del Mapa Histórico de Deforestación del Ecuador Continental (MAATE, 2016a), la superficie de bosque nativo en Ecuador se redujo de 13,038,367 ha en 2008 a 12,753,387 ha en 2014, lo que equivale a una deforestación neta anual de 47, 497 hectáreas durante el período 2008-2014. Esta deforestación tiene graves consecuencias para la vegetación natural y la biodiversidad. Ecuador alberga 91 ecosistemas[7]; de

[7] 91 ecosistemas ubicados en las siguientes zonas: 24 en la Costa, 45 en los Andes y 22 en la Amazonía

los cuales 65 son boscosos, 14 son herbáceos y 12 son arbustivos, cubriendo una superficie total de 15,333,562 hectáreas, que equivale al 59.8% del territorio nacional (MAATE, 2017).

Por otro lado, la degradación del suelo tiene efectos negativos en los servicios ecosistémicos, como la mitigación del cambio climático y la regulación del clima. Entre 2012 y 2019, se registraron incendios en algunas zonas de Ecuador debido al cambio de suelo para el pastoreo y la producción agrícola, así como a otros factores como la escasez de lluvias y altas temperaturas (MAATE, 2021b). Esta degradación de los suelos también reduce la productividad agrícola y afecta la calidad del agua (FAO, 2015). Esto representa un grave riesgo para la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana, como se refleja en el aumento de personas con inseguridad alimentaria moderada y grave según las estimaciones de la FAO (2020) (Gráfico 10).

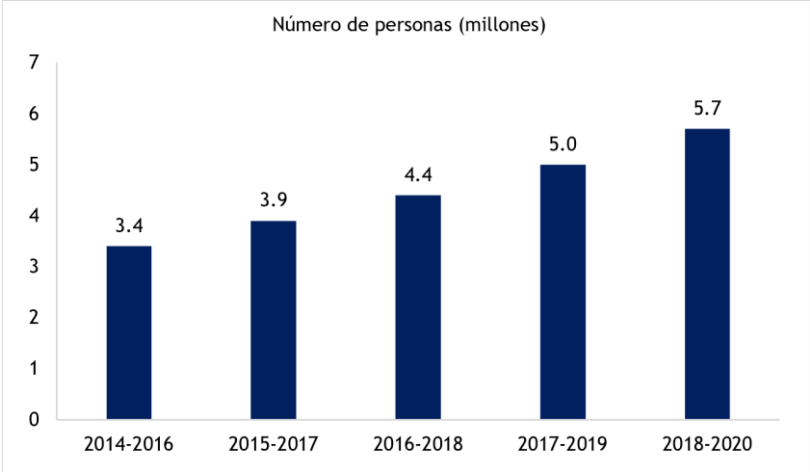


Gráfico 10. Población ecuatoriana afectada por inseguridad alimentaria moderada y grave (promedio de 3 años)
Fuente: elaboración propia a partir de datos FAO (2020)
En línea: <https://www.fao.org/faostat/es/#country/58>
(12 de abril 2022)

Los datos expuestos revelan que el modelo económico seguido por Ecuador, basado principalmente en la extracción de recursos naturales y la exportación de materias primas, han contribuido a la generación de graves problemas ambientales en el país. Estos problemas representan un riesgo para su capital natural y para gran parte de su población, entre las que se encuentran las comunidades indígenas que dependen de estos recursos. Por lo tanto, es necesario afrontar los desafíos y plantear medidas para desarrollar un modelo de producción y consumo sostenible que permita preservar los recursos y reducir su uso intensivo, al tiempo que asegure el bienestar de la población ecuatoriana.

En esta línea, la CEPAL (2014, 2018b) hace un llamado urgente a abandonar el modelo extractivista de explotación de recursos naturales y adoptar un enfoque compatible con la sostenibilidad, que promueva la igualdad social y el bienestar tanto de las generaciones presentes como de las futuras. West & Schandl (2013) resaltan la necesidad de un cambio hacia una mayor eficiencia en el uso de los recursos en los países de América Latina y el Caribe, buscando obtener mayor valor por unidad de recurso utilizado y reduciendo los impactos ambientales derivados de las actividades de procesamiento de materiales que requieren una alta demanda de energía.

En el caso de Ecuador, hacer frente a los desafíos ambientales y promover el bienestar de su población a largo plazo requiere un enfoque que valore la eficiencia en el uso de los recursos y que busque nuevas alternativas económicas y productivas que sean compatibles

USC DE COMPOSTELA

con la preservación del medio ambiental. Es necesario fomentar la diversificación hacia sectores menos intensivos en recursos naturales, promoviendo la eco-innovación y la adopción de prácticas más sostenibles y circulares en la producción y el consumo.

1.3 LA NECESIDAD DE UN DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE: DIFERENTES VISIONES Y PERSPECTIVAS EN EL CONTEXTO LATINOAMERICANO

Desde principios de la década de 1970, la conciencia sobre los graves problemas medioambientales ha ido en aumento a raíz de una serie de investigaciones que cuestionaban la insostenibilidad del modelo de producción y consumo convencional. Uno de los hitos importantes fue la publicación del libro "Los Límites del Crecimiento" del Club de Roma en 1972, que advirtió sobre los niveles insostenibles del crecimiento y su cercanía al colapso (Meadows et al., 1972).

Más adelante en 1987, el informe Brundtland, titulado "Nuestro futuro común", marca un punto de inflexión al señalar el peligro que representaba el crecimiento económico y demográfico para el medio ambiente y los recursos naturales, al mismo tiempo que introdujo el concepto de desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Bermejo, 2007; ONU, 1987). Desde la perspectiva de Brundtland, el desarrollo sostenible implica reconocer los límites de la biosfera para absorber los efectos de las actividades humanas, así como la capacidad actual de la tecnología y la organización social para resolver los problemas derivados del consumo de recursos en un planeta finito (Bermejo, 2007).

Este informe contribuyó significativamente al debate sobre la sostenibilidad, convirtiendo al desarrollo sostenible en una prioridad y objetivo a alcanzar. Además resaltó la necesidad de una transformación socio-tecnológica para lograr una transición ecológica (Aguado et al., 2009; Pansera, 2016). Como señala Dane (2013), la idea fundamental consistía en que los países logren un desarrollo que integre de manera equilibrada los objetivos económicos, sociales y ambientales.

Desde entonces, se han emitido múltiples alertas científicas sobre la magnitud de la problemática ambiental a escala global. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2000) pronosticó un aumento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) debido al crecimiento poblacional, el uso de la tierra, las fuentes de energía, el cambio tecnológico y el desarrollo económico. Además, se ha demostrado que el crecimiento demográfico y la actividad industrial están causando alteraciones ecológicas importantes (Costanza et al., 2005).

La evidencia científica sobre los problemas ambientales ha llevado a importantes cambios en las políticas a nivel mundial, con un creciente énfasis en la incorporación de cuestiones medioambientales en las agendas políticas y sociales de los países. Además, se han implementado diversas iniciativas en el ámbito industrial con el objetivo de contrarrestar estos desafíos ambientales (Munodawafa & Johl, 2019; Pereira, 2016).

En las últimas cuatro décadas, se han suscrito numerosos acuerdos y convenios a nivel mundial, acompañados por la celebración de varias cumbres. En 1992, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) resultó en la adopción de la agenda 21 y en la Declaración de Río, así como la firma de la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático" y el "Convenio sobre la Diversidad Biológica". Estos acuerdos tenían como objetivo prevenir el deterioro del capital natural, promover el desarrollo sostenible y abordar el cambio climático y la pérdida de biodiversidad (Poulopoulos, 2016). En el año 2000, la Declaración del Milenio (ONU, 2000) estableció los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que posteriormente se ampliaron a los Objetivos de Desarrollo

USC DE COMPOSTELA

Sostenible (ODS). En 2005, la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU, 2015) aprobó los 17 ODS, los cuales abarcan metas sociales, ambientales y económicas. Estos objetivos promueven el consumo y la producción sostenible, la innovación, la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático y la protección de ecosistemas terrestres y marinos.

Desde finales de 2015, los esfuerzos para avanzar hacia el desarrollo sostenible se han intensificado, logrando importantes avances. Entre estos logros se encuentran la firma del Acuerdo de París, la aprobación de enmiendas a la Agenda del Protocolo de Montreal, así como la firma del Acuerdo Internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Hidalgo, 2017).

En el ámbito empresarial, se produce un importante avance en 1984 cuando el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) participa en la Conferencia Industrial Mundial sobre la Protección del Medio Ambiente. Además, se une al programa de Cuidado Responsable de la industria química de Canadá, lo que lleva al desarrollo de un código de conducta para asegurar que las empresas tengan una gestión segura y responsable con el medio ambiente. Como resultado de este proceso, se consolida el concepto de eficacia ecológica en el sector industrial (Sabogal & Hurtado, 2009). A partir de entonces se ha promovido una mayor conciencia y responsabilidad ambiental en las decisiones y operaciones empresariales. Dando lugar, a la aparición de algunos conceptos y prácticas orientadas a una producción más sostenible, los cuales han ido evolucionando a lo largo del tiempo (Ilustración 5).



Ilustración 5. Evolución conceptos y prácticas de desarrollo sostenible
Fuente: adaptado y traducido de OCDE (2009a, p. 37)

El enfoque inicial, que se centraba en tratar la contaminación al final del proceso, ha evolucionado hacia la prevención, minimización de insumos y productos, y sustitución de materiales tóxicos. En la actualidad, las empresas buscan adoptar soluciones más avanzadas para reducir los flujos de materiales y energía, lo cual implica cambios en productos, métodos de producción

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

y la reutilización de residuos como nuevos recursos. Esta evolución ha llevado a enfoques más integrales, como el enfoque de ciclo de vida de los productos, la producción en ciclo cerrado, la ecología industrial y, más recientemente, el impulso de la economía circular y la eco-innovación (OCDE, 2009a; Vence & Pereira, 2019).

1.3.1 El camino hacia la sostenibilidad en América Latina

En respuesta al compromiso internacional de promover el desarrollo sostenible, en América Latina y el Caribe han surgido diferentes visiones, enfoques, estrategias, y se han llevado a cabo acciones concretas para abordar los desafíos del desarrollo sostenible y fortalecer la estrategia regional hacia la sostenibilidad. Históricamente, la concepción desarrollo y bienestar ha estado estrechamente ligada a la capacidad de las sociedades para generar riqueza. Sin embargo, en los últimos tiempos en América Latina han surgido enfoques nuevos que buscan abordar el desarrollo y la calidad de vida desde una perspectiva diferente (Mochi Alemán & Girardo, 2018).

Durante los últimos quince años, la mayoría de los gobiernos en América del Sur se han esforzado por cambiar sus enfoques de desarrollo, dando prioridad a programas que implementen políticas más inclusivas y redistributivas, con un papel destacado del estado en programas sociales. Al mismo tiempo, han establecido colaboraciones entre actores estatales y no estales (organizaciones de la sociedad civil, ONG internacionales y entidades académicas), abriendo así camino a nuevos movimientos y enfoques para una gestión más sostenible de sus recursos naturales (Hogenboom et al., 2014; Mochi Alemán & Girardo, 2018; I. Rodríguez & Govea, 2006).

Entre estos movimientos, destaca la economía de la vida o la sustentabilidad de la vida (Yáñez, 2021). En esta línea, Max-Neef (2017) defiende una economía para la vida que esté fuertemente vinculada a los ecosistemas y no dependa del crecimiento. Algunos discursos políticos en América Latina como el del presidente colombiano Gustavo Petro han hecho una distinción entre una economía de la vida y una economía de la muerte, esta última asociada a prácticas extractivas de alto impacto social y ambiental en la región (Yáñez, 2021).

También cobran fuerza en América Latina las denominadas economía popular y economía solidaria (Yáñez, 2021). Según lo señalado por Quijano (2011), estos movimientos engloban una amplia variedad de prácticas de producción y organización económica que están dirigidas a sectores populares en las sociedades latinoamericanas. En el caso específico de Ecuador, la Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria (Asamblea Nacional, 2011a), aprobada en mayo del 2011, define la economía popular y solidaria como una forma de organización económica en la cual las personas se unen para llevar a cabo procesos de producción, intercambio y consumo de bienes y servicios, basados en la solidaridad, cooperación y reciprocidad. Esta ley prioriza el trabajo, el buen vivir y la armonía con la naturaleza, en lugar de la acumulación de capital y el lucro.

Entre los enfoques recientes impulsados por movimientos que cuestionan el modelo de desarrollo predominante en la región y que proponen alternativas más inclusivas y respetuosas con la diversidad cultural y el medio ambiente, destaca el concepto del Buen Vivir. En Bolivia y Ecuador, el Buen Vivir, emerge como un nuevo enfoque promovido por el movimiento indígena de estos países (Altmann et al., 2011). El cual desde una perspectiva más holística busca construir un modelo de desarrollo que promueva el bienestar integral de las personas y la armonía con la naturaleza. Para alcanzar el Buen Vivir, se plantea la necesidad de establecer un estado multiétnico y multicultural que reconozca y valore la diversidad cultural. En este sentido, el enfoque del Buen Vivir va más allá de los enfoques exclusivamente centrados en el

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

crecimiento económico, priorizando la calidad de vida, la equidad social y el respeto por el entorno natural (Mochi Alemán & Girardo, 2018).

Tras este breve repaso, se puede destacar el progreso de América Latina hacia enfoques y movimientos en pro del desarrollo sostenible. Estos se han centrado en la promoción del trabajo digno, el bienestar humano y la preservación del capital natural de la región (Altmann et al., 2011; Mochi Alemán & Girardo, 2018). Desde esta perspectiva, se podría considerar que estos movimientos se alinean más con una sostenibilidad fuerte, al priorizar la preservación del capital natural y los servicios ecosistémicos como base fundamental para el desarrollo. El enfoque de sostenibilidad fuerte, se basa en la idea de que los servicios ecosistémicos proporcionados por los activos ambientales son indispensables para la supervivencia y el bienestar humano a largo plazo, por lo que no se contempla la sustitución directa de bienes ambientales por bienes productivos (Dane, 2013; Gómez, 2021; Madroñero & Guzmán, 2018; Sánchez, 2019). Así, la sostenibilidad fuerte se enfoca en preservar y salvaguardar las funciones críticas del capital natural (Sánchez, 2019). Para ello se considera crucial establecer límites y barreras para regular la utilización de los recursos naturales y los servicios ambientales, mismos que están delimitados por la capacidad de la naturaleza para absorber o eliminar la contaminación (Gómez, 2021).

Por otro lado, la sostenibilidad débil adopta una visión más flexible al considerar que el capital reproducible (fabricado) puede sustituir los servicios ecosistémicos del capital natural (Dane, 2013; Gómez, 2021; Sánchez, 2019). En este sentido, se reconoce la idea de que las soluciones tecnológicas y económicas pueden compensar las pérdidas o degradaciones ambientales (Moré & Niño, 2022).

A nivel institucional los avances incluyen la conformación del Foro de los Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible (CEPAL, 2016a) como una herramienta para implementar, monitorear y financiar los ODS en la región y el desarrollo de una plataforma con información estadística sobre los ODS basada en un conjunto de indicadores priorizados[8] (CEPAL, 2016b).

En el ámbito de los tratados multilaterales, se ha logrado la ratificación de importantes acuerdos para abordar los problemas ambientales transfronterizos. Entre ellos, se destacan la Convención Ramsar (1975), el Protocolo de Montreal (1989); el Convenio sobre la Diversidad Biológica (1993); la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (1994) y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (CNULD) (1996) (I. Rodríguez & Govea, 2006). Además, es notable la participación de los países de ALC en las negociaciones y acuerdos relacionados con dos temas ambientales de particular relevancia en la agenda global: el cambio climático y la biodiversidad (Guimarães, 2006). Estos tratados reflejan el compromiso de los países de América Latina y el Caribe en la protección del medio ambiente y la promoción del desarrollo sostenible.

1.3.2 Del discurso a la realidad: los avances alcanzados en el desarrollo sostenible

A nivel práctico, los avances hacia el desarrollo sostenible han sido limitados y no han alcanzado los niveles necesarios en América Latina. Muchas de las soluciones propuestas para abordar los desafíos del desarrollo, como la pobreza, la desigualdad, la degradación ambiental y la inseguridad ciudadana, han tenido resultados modestos e incluso insuficientes en algunos casos. Lastimosamente, estos logros a menudo se han desvanecido después de unos pocos años (Altmann et al., 2011).

[8] El conjunto de indicadores priorizados para ALC constituyen 154 indicadores, de los cuales 120 son parte del marco global, 30 son complementarios y 4 sustitutos. Los 154 indicadores abordan a 17 ODS y a 94 de las 169 metas que son parte del marco de indicadores mundiales para los ODS (CEPAL, 2018a).

El modelo extractivista basado en la extracción y exportación de recursos naturales con poco valor agregado ha sido un pilar fundamental de la economía ecuatoriana, generando ingresos significativos y atrayendo inversión extranjera. Sin embargo, también ha presentado desafíos importantes, como la dependencia económica, el incremento de la deuda financiera y la vulnerabilidad a la fluctuación de los precios de las materias primas (Á. Cálix & Blanco, 2020; Caria, 2019). A pesar de que la IED ha impulsado el crecimiento del sector extractivo, sus beneficios se han visto limitados por la fuga de capitales y la falta de reinversión en otras áreas de la economía. Además, aunque la deuda externa, ha sido una herramienta útil para financiar el desarrollo del país, ha condicionado el sostenimiento del modelo extractivista, dificultando la diversificación productiva y el avance hacia un desarrollo económico sostenible.

Por otro lado, a pesar de que se han creado marcos legales y políticas orientadas hacia la sostenibilidad en la región, estas no han alcanzado un nivel de implementación y acción suficiente para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos de manera integral (Guimarães, 2006; Sabogal & Hurtado, 2009). La región sigue dependiendo en gran medida de sus recursos naturales, manteniendo una especialización en productos primarios y manufacturas de bajo contenido tecnológico (Altmann et al., 2011).

En este sentido, América Latina todavía enfrenta un desafío significativo en la transición hacia un modelo de desarrollo más sostenible. Los patrones de producción y consumo arraigados a un modelo intensivo en recursos naturales persisten en la región. En el caso específico de Ecuador, a pesar de haber incorporado en su Constitución el concepto del Buen Vivir, todavía se mantiene una dependencia en el extractivismo de petróleo, minerales y monocultivos, tal como se ha mencionado previamente (Mochi Alemán & Girardo, 2018).

El choque entre aquellos que proponen alternativas para lograr un desarrollo sostenible y aquellos que priorizan los beneficios económicos constituye otro obstáculo importante (I. Rodríguez & Govea, 2006). Por un lado, los gobiernos latinoamericanos a menudo mencionan las metas de desarrollo del milenio como una agenda para abordar tanto los problemas sociales (pobreza, seguridad alimentaria, desigualdad de género) como los servicios ambientales (biodiversidad, captura de carbono, regulación climática). Sin embargo, por otro lado, los temas ambientales y sociales con frecuencia se pasan por alto en proyectos económicos de gran escala que se centran en la minería y la extracción de petróleo (Hogenboom et al., 2014).

Además, los nuevos marcos legales y normativos en materia ambiental creados por muchos países de la región a lo largo de los últimos 30 años han acumulado responsabilidades y obligaciones que superan sus capacidades y recursos. La mayoría de los ministerios de ambiente en América Latina enfrentan limitaciones de recursos y tienen poca influencia política. Asimismo, muchas políticas de gestión ambiental, como las Evaluaciones de Impacto Ambiental, a menudo son percibidas como obstáculos al libre comercio y a la inversión extranjera directa, generando presiones para levantar las restricciones a la explotación de áreas protegidas y territorios indígenas (Altmann et al., 2011). A esto se suma el condicionamiento estructural del Fondo Monetario Internacional que ha influido en las decisiones económicas de los gobiernos, condicionando el sostenimiento del modelo extractivista (Á. Cálix & Blanco, 2020; Caria, 2019). Como resultado, los países de la región, entre ellos Ecuador, siguen enfrentando dificultades para llegar a un acuerdo y tomar medidas efectivas que permitan mitigar el deterioro ambiental y avanzar hacia practicas más sostenibles.

Es fundamental promover la sustitución de estos enfoques por alternativas que sean respetuosas con el medio ambiente y que impulsen un desarrollo sostenible a largo plazo. Como destaca Guimarães (2006), no se puede esperar que las metas y los Objetivos del Desarrollo Sostenible sean alcanzables bajo el modelo predominante actual de la región. Es importante recalcar que este modelo de desarrollo se fundamenta en patrones de producción históricamente

USC DE COMPOSTELA

arraigados en la explotación de recursos naturales abundantes, mano de obra barata y con baja calificación, niveles insuficientes de desarrollo científico y tecnológico, y una lenta difusión del progreso técnico.

Bajo este contexto, es imprescindible un cambio hacia prácticas más sostenibles en los países de la región. Esto implica la adopción de nuevos enfoques que permitan transformar los sistemas de producción y consumo, promoviendo un uso más eficiente de los recursos en América Latina y el Caribe. La economía circular y la eco-innovación son precisamente parte de estos enfoques que están ganando cada vez más relevancia a nivel mundial y constituyen el objeto de esta tesis. En el siguiente capítulo se realiza una revisión teórica del enfoque de economía circular y de la eco-innovación como instrumento para contribuir a un modelo de desarrollo más sostenible.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 2. ECONOMÍA CIRCULAR: CAMBIOS E INNOVACIONES PARA UN MODELO MÁS SOSTENIBLE

En este capítulo se lleva a cabo una revisión de los fundamentos teóricos relacionados con el objeto de estudio, que son la economía circular y la eco-innovación. En primer lugar, se presenta un breve contexto general de la economía circular tanto a nivel mundial, como en la región de América Latina y el Caribe. A continuación, se abordan la conceptualización y los aspectos teóricos de la economía circular, incluyendo los cambios e innovaciones necesarios para su implementación, así como los factores que facilitan y obstaculizan su avance, y los indicadores utilizados para medirla.

Partiendo de la idea de que la transición hacia la economía circular requiere múltiples innovaciones que generen transformaciones profundas a diferentes niveles, como en productos, servicios, procesos, modelos de negocios, relaciones entre empresas y sectores, institucionales e incluso innovaciones sociales, en tercer lugar, se presenta una aproximación teórica y un marco de referencia para la eco-innovación. En este apartado, se exploran las distintas definiciones y conceptos relacionados con la eco-innovación, así como su tipología, haciendo especial énfasis en su contribución a la economía circular. En este sentido, se destaca el papel fundamental que desempeña la eco-innovación como motor para avanzar hacia una economía más circular.

Este capítulo concluye con una revisión exhaustiva de la literatura sobre los factores determinantes de la eco-innovación empresarial, incluyendo las barreras, los impulsores y las características estructurales de las empresas eco-innovadoras que son esenciales para una transición hacia la economía circular. Esta revisión proporciona un marco de referencia para derivar las hipótesis que se analizarán en la presente investigación.

2.1 INTRODUCCIÓN: PANORAMA GENERAL DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

El desarrollo sostenible se ha convertido en una prioridad tanto a nivel local como global, lo que ha dado lugar a la aparición de distintas herramientas y enfoques como la economía circular y la eco-innovación. En los últimos años, se ha producido una hibridación de los discursos relacionados con el cambio técnico, la innovación y la sostenibilidad, lo que ha llevado a una creciente aparición y conexión de adjetivos como "eco", "ambiental", "verde" y "sostenible" con el término innovación (Freeman, 1996).

Recientemente, se ha observado un notable aumento en el impulso de la economía circular a nivel mundial, como un nuevo enfoque sistémico que contribuye a la transformación de los modelos de producción y consumo hacia la sostenibilidad (CIEC, 2019; Samaniego et al., 2022). Al mismo tiempo, la eco-innovación ha sido reconocida como un elemento clave para llevar a cabo la transición de un sistema lineal a uno circular de producción y consumo (de Jesus et al., 2018).

En este contexto de sostenibilidad, las políticas, planes y programas propuestos por gobiernos nacionales, locales, organizaciones internacionales y otros actores han desempeñado un papel fundamental en la promoción de la economía circular y la eco-innovación, al incorporar

estos conceptos como parte integral de sus agendas ambientales (Samaniego et al., 2022). En este sentido, si bien el foco de esta investigación se centra en el contexto latinoamericano, resulta conveniente comentar en primer lugar el desarrollo de iniciativas pioneras en Europa.

La problemática ambiental y la necesidad de un modelo económico más sostenible está presente en la Unión Europea desde hace ya unas décadas. La necesidad de incorporar la preocupación por los impactos medioambientales de las actividades económicas ha hecho de la eco-innovación un concepto transversal en sus políticas. Además, a nivel europeo, se han desarrollado y aplicado planes específicos para promover este tipo de innovación, desde las tecnologías ambientales (Comisión Europea, 2004), la eco-innovación (Comisión Europea, 2011b) y en los últimos años, la economía circular (Comisión Europea, 2015, 2017, 2020). El Plan de Acción a favor de las Tecnologías Ambientales (ETAP, siglas en inglés) promovió el uso de innovaciones ecológicas y tecnologías ambientales (Comisión Europea, 2004). Posteriormente, la UE amplió su enfoque hacia la eco-innovación, incluyendo no solo innovaciones de tipo tecnológico, sino también organizativas, sociales e institucionales; adoptando este término en sus iniciativas y políticas. El Plan de Acción de Eco-innovación (EcoAP) (Comisión Europea, 2011b) se puso en marcha para abordar los principales desafíos y oportunidades relacionados con la consecución de objetivos medioambientales a través de la innovación.

Desde el lanzamiento del EcoAP (Comisión Europea, 2011b), la eco-innovación se ha vuelto popular, apareciendo como término clave en distintos informes y documentos oficiales de la UE. Sin embargo, como señala Colombo et al. (2019), la eco-innovación ha ido perdiendo fuerza a lo largo de los últimos años frente al emergente discurso de la economía circular; especialmente desde la publicación del Plan de Acción para la Economía Circular "Cerrar el Círculo" (Comisión Europea, 2015). En este plan, la eco-innovación se considera un catalizador importante de la EC, si bien el foco pasa a estar en los patrones de producción y consumo de recursos y residuos, y por lo tanto, la eco-innovación adquiere también una nueva finalidad u orientación.

Más recientemente, el Pacto Verde Europeo (European Green Deal, por sus siglas en inglés) (Comisión Europea, 2019) reafirma el compromiso de abordar los desafíos ambientales y climáticos para el 2030 y 2050. Dando paso al lanzamiento del nuevo "Plan de Acción de Economía Circular por una Europa más limpia y más competitiva" (Comisión Europea, 2020), el cual hace hincapié en los modelos de negocio circulares y las nuevas tecnologías para la producción y el reciclaje. Aunque el término eco-innovación no se menciona explícitamente en este plan, se resalta implícitamente el papel importante que desempeña la eco-innovación en la transición hacia la economía circular (Pereira & Vence, 2023).

Hasta hace poco las iniciativas, planes y programas destinados a promover la economía circular se centraban principalmente en el contexto europeo y chino (Preston et al., 2019; Schröder et al., 2020). Sin embargo, esta situación ha ido cambiando a medida que el discurso de la economía circular se ha extendido a nivel internacional como un enfoque para alcanzar el desarrollo sostenible (Korhonen, Honkasalo, et al., 2018; Preston et al., 2019; Schröder et al., 2020).

En América Latina y el Caribe, la economía circular ha comenzado a adquirir relevancia y respaldo político en los últimos años como un enfoque que ofrece beneficios ambientales, económicos y sociales (Samaniego et al., 2022). En esta línea, Schröder et al. (2020) señala que la transición hacia una economía circular en la región requiere mejoras clave en áreas como la gestión de residuos municipales, los sistemas de reducción y reciclaje de plásticos, el reciclaje de aguas residuales y el fortalecimiento de los mercados de materiales secundarios. Si los países de la región logran avances en estos aspectos, podrían obtener importantes beneficios, como la

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

mejora de la salud y el medio ambiente, la creación de empleo, mayores ingresos y un mejor acceso a materiales críticos para las empresas locales.

En este contexto, recientemente en América Latina se han empezado a dar los primeros avances, con el lanzamiento 80 iniciativas públicas relacionadas con la economía circular. No obstante, a pesar de estos esfuerzos, la situación actual se limita principalmente a políticas de gestión y reciclaje de residuos (CIEC, 2019; Schröder et al., 2020). De los 33 países de la región, 18 tienen regulaciones sobre plásticos, destinadas a reducir los envases de plásticos innecesarios y aumentar el reciclaje (UNEP, 2018). Estas medidas se centran en la fase final de ciclo de vida del producto y se encuentran en el extremo inferior de la jerarquía de valor de la EC.

Por otro lado, en noviembre de 2019, durante la Reunión Intersesional del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, se presentaron propuestas para establecer una Coalición Regional de Economía Circular (UNEP, 2019). La idea era desarrollar una visión y estrategia regional común sobre economía circular que tuviera un impacto significativo, promoviera la cooperación y facilitara el intercambio de mejores prácticas. A pesar de estos esfuerzos, el estado actual de las medidas específicas de EC revela la falta de una propuesta regional que oriente, apoye y defina las directrices para lograr una transición hacia la economía circular en todos los países de América Latina y el Caribe.

El avance en el ámbito de la economía circular en los países de América Latina y el Caribe ha sido lento y heterogéneo. Hasta ahora, se han desarrollado seis tipos diferentes de medidas políticas para promover la transición hacia economía circular: a) Hojas de ruta y estrategias nacionales de EC implementadas o en proceso de elaboración por varios países de la región, como Costa Rica, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Chile, Argentina y Uruguay. Estas estrategias incluyen objetivos para el reciclaje y la reutilización de materiales de desecho, así como también planes para estimular la innovación y generar empleo a través de la EC; b) Políticas nacionales de economía circular; c) Políticas de gestión de residuos y reciclaje; d) Responsabilidad extendida del productor (REP) para que los productores de bienes asuman la responsabilidad de recuperar, tratar y gestionar los residuos posconsumo. Esta normativa ha sido implementada por 11 países de la región (Brasil, Colombia, Chile, Costa Rica, Honduras, México, Perú, Bolivia, Argentina, Uruguay y Ecuador) para varias categorías de productos, como desechos electrónicos, baterías y neumáticos, con el objetivo de minimizar los residuos en la fuente, promover un diseño más sostenible de productos y brindar apoyo a la gestión de residuos por parte del sector público; e) Políticas fiscales que incluyen impuestos, incentivos y eliminación de subsidios para facilitar la transición hacia modelos de negocio circulares; y f) Políticas de productos en las que se considera la prohibición de producto de un uso, la extensión de la vida útil y el eco-diseño (CHCETD, 2024; Schröder et al., 2020).

En la Tabla 8 se presenta un resumen de las hojas de ruta, estrategias y políticas nacionales de economía circular de la región, especificando el nombre del documento y su período de vigencia. Además, con base en la información de Chatham House (2024) sobre el progreso de las políticas, se incluye el grado de avance de cada iniciativa, en función de cuatro fases:

1. En fase de definición: indica que un gobierno ha manifestado su intención de desarrollar una hoja de ruta.
2. Iniciativa de impulso: señala que el país, ha iniciado el diálogo nacional y la acción coordinada sobre la economía circular.
3. Plan de acción definido: muestra que el país ha elaborado una ruta con pasos y prioridades claras a largo plazo, proporcionando detalles sobre acciones políticas y áreas prioritarias para facilitar la elaboración de planes operativos más específicos.
4. Desarrollo de una estrategia operativa: indica que se están definiendo acciones específicas y responsables para su implementación, incluyendo un cronograma, una estrategia

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

de gobernanza con monitoreo y evaluación, así como la consideración del financiamiento. Estas estrategias generalmente forman parte de un programa gubernamental oficial.

Tabla 8. Resumen principales medidas políticas de economía circular en ALC

País	Tipo de política	Nombre del documento	Período de vigencia	Grado de avance
Costa Rica	Hojas de ruta/ estrategias nacionales	Estrategia Nacional de Bioeconomía, Costa Rica 2020-2030. Hacia una economía con descarbonización fósil, competitividad, sostenibilidad e inclusión	2020-2030	Desarrollo de estrategia operativa
	Hojas de ruta/ estrategias nacionales	Estrategia Nacional de Economía Circular de Costa Rica (ENEC)	2023-2050	Desarrollo de estrategia operativa
Colombia	Hojas de ruta/ estrategias nacionales	Estrategia Nacional de Economía Circular: Cierre de ciclos materiales, innovación tecnología, colaboración y nuevos modelos de negocios	2019-2030	Plan de acción definido
Ecuador	Hojas de ruta/ estrategias nacionales	Libro Blanco de Economía Circular	2021-2035	Iniciativa de impulso
		Pacto de Economía Circular	2019	Iniciativa de impulso
	Política nacional de economía circular	Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva	2021	Desarrollo de estrategia operativa
	Responsabilidad extendida del productor	Instructivo para la Aplicación de Responsabilidad Extendida en la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) de origen doméstico	2022	Desarrollo de estrategia operativa
Perú	Hojas de ruta/ estrategias nacionales	Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria. Decreto Supremo No 003-2020	2020	Plan de acción definido
Brasil	Hojas de ruta/ estrategias nacionales	Directrices para la formulación de una Hoja de Ruta hacia la Economía Circular en Brasil	N/E	En fase de definición
	Política nacional de economía circular	Ley Nacional de Economía Circular (Ley nº 10.332)	2024	Desarrollo de estrategia operativa
Chile	Hojas de ruta/ estrategias nacionales	Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040	2020-2040	Plan de acción definido
		Hoja de Ruta RCD (Residuos de Construcción y Demolición) – Economía Circular en Construcción 2035	2020-2035	Plan de acción definido
	Políticas para la gestión y reciclaje de residuos/ Responsabilidad extendida del productor	Ley Nacional 20,920 sobre Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida y Reciclaje	2016	Desarrollo de estrategia operativa
Argentina	Hojas de ruta/ estrategias nacionales	Estrategia Nacional de Economía Circular	2019-2040	Iniciativa de impulso
Uruguay	Hojas de ruta/ estrategias nacionales	Plan de Acción en Economía Circular	2019-2024	Desarrollo de estrategia operativa

Fuente: elaboración propia a partir de CHCETD (2024); Samaniego et al. (2022); Schröder et al. (2020)
Nota: No especificado (N/E)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Cabe destacar que en América Latina y el Caribe, se han identificado tres áreas industriales prioritarias para la implementación de la economía circular: el sector minero y extractivo, la gestión y reciclaje de residuos, y la bioeconomía. Se trata de tres sectores relacionados con los recursos naturales que, como se ha destacado en el primer capítulo de esta investigación, constituyen el principal factor de riqueza para el desarrollo económico de la región. En el sector minero, el enfoque está en reducir los impactos ambientales y los riesgos sociales asociados a esta actividad. Por su parte, en la gestión de residuos, el objetivo es minimizar la cantidad de residuos que se vierten o incineran. En el ámbito de la bioeconomía, se busca impulsar la agricultura y los sistemas alimentarios sostenibles (Schröder et al., 2020).

En términos de avances, Colombia, Chile y Uruguay se destacan como países pioneros en la formulación de políticas que promueven la economía circular. Aunque Ecuador no lidera en el desarrollo e implementación de medidas de EC, es parte del grupo de ocho países (Costa Rica, Colombia, Chile, Ecuador, Perú, Argentina y Uruguay) que han elaborado estrategias y hojas de ruta específicas para impulsar la EC. Ecuador, en particular se ha destacado por la firma del Pacto por la Economía Circular en 2019, que tiene como objetivo implementar prácticas de uso eficiente de recursos. Actualmente, los países de América Latina y el Caribe continúan trabajando en la planificación de nuevas políticas, iniciativas públicas y hojas de ruta relacionadas con la economía circular (CIEC, 2019; Schröder et al., 2020).

A pesar de que la economía circular es reconocida como un objetivo prioritario por los responsables políticos a nivel global, incluida Latinoamérica, la cuestión de cómo implementar y operativizar concretamente esta transición hacia un modelo circular sigue siendo un desafío pendiente de resolver. En este contexto, la economía circular y la eco-innovación han sido abordadas de manera conjunta, destacando sus vínculos conceptuales e instrumentales (Kiefer et al., 2024). A nivel conceptual, se ha planteado que una mayor circularidad puede ser un resultado posible de las iniciativas de eco-innovación (Ghisetti & Montresor, 2020; Horbach & Rammer, 2020; Kiefer et al., 2021). Y a nivel instrumental, se ha sugerido que la eco-innovación podría ser un medio para alcanzar los objetivos de la economía circular (de Jesus & Mendonça, 2018; Reike et al., 2023; Suchek et al., 2021).

Para comprender mejor la complejidad de la transición hacia una economía circular y la relación entre la economía circular y eco-innovación, es fundamental iniciar con los fundamentos teóricos y conceptuales de la economía circular. En este análisis se abordarán las definiciones y principios de la economía circular, los factores que pueden condicionar su implementación efectiva, así como también los indicadores y los cambios e innovaciones que se requieren para avanzar hacia una economía más circular y sostenible.

2.2 ECONOMÍA CIRCULAR: BASES CONCEPTUALES Y ASPECTOS TEÓRICOS

La economía circular implica alejarse del actual modelo económico lineal "tomar-hacer-descartar", en el cual los recursos se extraen, se convierten en productos, se consumen y finalmente se desechan. Por el contrario, en un sistema circular, se busca mantener los productos y materiales en circulación el mayor tiempo posible, diseñándolos para que sean más duraderos, reutilizables, reparables y reciclables. Este concepto se basa en el pensamiento del ciclo de vida y enfoques "de la cuna a la cuna", que consideran los residuos como "alimento" para nuevos productos y procesos. Además, se sustenta en la transición hacia el uso de fuentes de energía renovables (Schröder et al., 2020).

La EC representa un cambio de paradigma en la relación entre la sociedad y la naturaleza, con el objetivo de prevenir el agotamiento de recursos, cerrar ciclos energéticos y materiales, y promover el desarrollo sostenible a nivel micro (empresas y consumidores), meso (agentes

USC COMPOSTELA

económicos en simbiosis) y macro (ciudades, regiones y gobiernos) (Prieto-Sandoval et al., 2018). Esta transformación implica una innovación estructural y sistémica que abarca una amplia gama de eco-innovaciones a nivel de procesos y productos dentro de las empresas, pero también requiere innovaciones en los modelos de negocio, en las relaciones entre empresas y sectores (p. ej. a través de la simbiosis industrial), e incluso innovaciones sociales y en las infraestructuras (de Jesus et al., 2019; Kiefer et al., 2024).

A continuación, se abordará el origen de la economía circular para comprender mejor cómo se ha llegado a concebir este enfoque como una respuesta necesaria a los desafíos ambientales y económicos actuales, así como los principales hitos, ideas y conceptos clave que han influido en su desarrollo.

2.2.1 El origen de la economía circular

La economía circular (EC) ha recibido cada vez más atención y relevancia debido a la aceleración de los impactos ambientales originados desde la revolución industrial. Desde este momento, se fue consolidando un modelo económico lineal (extracción-producción-utilización-vertido), que dura hasta nuestros días, caracterizado por ignorar los límites del medio ambiente y los posibles daños que pueden afectar a toda la sociedad a largo plazo (Prieto-Sandoval et al., 2018). La EC surge como una alternativa a este modelo lineal, en el cual los recursos materiales y energéticos renovables y no renovables se extraen, producen y consumen en grandes cantidades, generando altas emisiones y residuos. En este sentido, la EC abarca una variedad de propuestas que buscan reducir la necesidad de extraer nuevos recursos minerales y energéticos, prolongando la vida útil de los productos y transformando los residuos en nuevos recursos para reincorporarlos en la cadena productiva. Sin embargo, es crucial destacar que la visión de la EC enfrenta no solo barreras sociales, económicas o tecnológicas, sino también limitaciones impuestas por las leyes de la física, en particular la segunda ley de la termodinámica, la entropía[9]. Por tanto, una concepción viable de la EC no puede ignorar la realidad definida por las leyes de la materia, la energía y la biología (Korhonen, Honkasalo, et al., 2018; Vence, 2023). La EC se caracteriza por ser un enfoque sistémico con una visión integral del proceso económico, considerando aspectos como los productos, componentes, reciclaje, reutilización, renovación, reparación, cascada y modernización; así como el uso de fuentes de energía renovables (solar, eólica, biomasa), la obtención de energía a partir de los residuos y el consumo sostenible (Korhonen, Nuur, et al., 2018).

Los fundamentos teóricos de la economía circular no son nuevos, estos se sustentan en conceptos como el pensamiento sistémico y la circularidad en ecología y sistemas económicos. Estas corrientes tienen sus raíces en la literatura desde hace décadas y se han inspirado en ideas sobre el metabolismo agrícola y humano que se remontan al siglo XVIII (Reike et al., 2018). Para comprender el enfoque de la economía circular y su relación con el desarrollo sostenible, resulta de interés hacer un breve repaso de algunas de las ideas que están en su origen. La economía circular impulsa la idea de la desmaterialización de la economía[10] y tiene como antecedentes la noción de economía en bucles y el concepto de sistema económico circular de Pearce y Turner, que se basa en la metáfora de la nave espacial Tierra propuesta por Kenneth

[9] Georgescu-Roegen señala que debido a la entropía, el reciclaje implica un consumo de energía que no puede ser recuperado en totalidad, generando residuos y productos secundarios propios (aumento de la entropía, disminución de la energía) (Korhonen, Honkasalo, et al., 2018).

[10] La desmaterialización de la economía tiene como objetivo minimizar los flujos de materia y energía, al tiempo que se mantiene la prestación de servicios equivalentes. Mediante el progreso técnico, es posible obtener más servicios utilizando menos materia. No obstante, este proceso es complejo, ya que los productos menos masivos pueden tener una vida útil más corta, lo que resulta en un mayor consumo de recursos y en la generación de más residuos (Erkman, 2001).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

E. Boulding en 1966 (Carrillo, 2013; Carrillo & Pomar, 2021). En la que se establece una comparación entre la "economía del vaquero", que utiliza y desecha los recursos de una Tierra abierta, como si fueran infinitos y externos, y la "economía del astronauta", que se desarrolla dentro de una única Tierra como si fuera una "nave cerrada" (Boulding, 1966). Bajo esta visión, se reconoce que los recursos son limitados y que el ser humano debe encontrar su lugar en un sistema ecológico cíclico, capaz de reproducirse continuamente en términos materiales, aunque dependa de aportes de energía para su funcionamiento. Esta concepción describe a la tierra como un sistema cerrado y circular, con una capacidad de asimilación limitada, que requiere una coexistencia en equilibrio entre la economía y el medio ambiente (Geissdoerfer et al., 2017). No obstante, es a finales de 1980 cuando surge el antecedente más directo de la economía circular, a través de los planteamientos de la ecología industrial (Chertow, 1999). Esta perspectiva propone una visión circular de los sistemas industriales, alineándose con la lógica de los ecosistemas naturales (Carrillo & Pomar, 2021). La ecología industrial busca reciclar subproductos de los procesos industriales para reutilizarlos como materia prima en otros, promoviendo así un uso sostenible de los recursos y mejorando la calidad de la vida humana[11] (Carrillo et al., 2011, p. 382).

Mas allá de estos antecedentes históricos, la economía circular empieza a cobrar impulso en la primera década de este siglo, gracias a varios factores, entre ellos la influencia de ciertas obras publicadas en este campo (Vence, 2023). Algunas de estas publicaciones resaltaban la importancia de preservar los recursos naturales (Daly, 2012) y garantizar el uso eficiente de los mismos (Hawken et al., 1999). Otras obras ponen el acento en el rediseño de los productos para asegurar su durabilidad y el aprovechamiento completo de sus componentes y materiales como materias primas para nuevos productos (enfoque cradle to cradle) (McDonough & Braungart, 2002). Además, es relevante mencionar la sistematización de ciclos y modelos de negocio centrados en la prolongación de la vida útil de los productos y en el cambio hacia la venta de funcionalidad o servicios en lugar de bienes tangibles, propuesta por Walter R. Stahel (2010).

Por otro lado, ciertos hitos políticos clave dieron impulso a la economía circular, como la inclusión del principio de economía circular en la visión de la civilización ecológica establecida en el Decimoprimer Plan Quinquenal Chino, aprobado en 2004, y posteriormente la Ley de Promoción de Economía Circular, ratificada en 2008 (Vence, 2023; Yuan et al., 2006), la Plataforma Europea para la Eficiencia de Recursos (Comisión Europea, 2011a) y al lanzamiento del programa "Hacia una Economía Circular: un programa de cero residuos para Europa" (Comisión Europea, 2014). Este último, reemplazado en 2015 por el nuevo Plan de Acción para la Economía Circular "Cerrar el Círculo" (Comisión Europea, 2015). Al mismo tiempo, que se incorpora la economía circular en las Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible, aprobada en 2015, y actualmente se ha convertido en un elemento central del Pacto Verde Europeo (Comisión Europea, 2019) (Vence, 2023)

En términos prácticos y aplicados, la economía circular se nutre de las contribuciones provenientes de diversos campos como la ecología industrial (en particular, la simbiosis industrial), la ingeniería industrial, la bioeconomía, la biomimética o la agricultura ecológica, la permacultura y la economía azul. Estos campos desempeñan un papel esencial en el desarrollo de formulaciones concretas de la economía circular (Baldassarre et al., 2019; Geissdoerfer et al., 2017; Korhonen, Nuur, et al., 2018; Vence, 2023).

[11] La ecología industrial implica también reducir el impacto ambiental, fortalecer la base industrial local mediante la colaboración entre empresas, disminuir costos de producción, generar empleo a través de nuevos mercados y elevar la calidad de vida (Carrillo et al., 2011, p. 382).

Con el fin de delimitar el alcance y la contribución de la economía circular al desarrollo sostenible, se exploran a continuación las diferentes definiciones propuestas y los principios de la EC.

2.2.2 Definición y principios de la economía circular

La economía circular sigue siendo un concepto en desarrollo y heterogéneo. Como señala Vence (2023), existen diversas formas de conceptualizarla, dependiendo del enfoque adoptado (micro o macro), el nivel de generalidad buscado (sectorial, multisectorial, sistémico), la etapa de la cadena de producción-consumo en la que se centra y el grado de transformación ambicionada.

Entre las definiciones más extendidas a nivel internacional está la propuesta por la Ellen MacArthur Foundation (EMF, 2013, p. 7):

> La economía circular es un sistema industrial que es restaurador o regenerativo por intención y diseño. Sustituye el concepto de "fin de vida" por el de restauración, se orienta hacia el uso de energías renovables, elimina el uso de productos químicos tóxicos, que perjudican la reutilización, y tiene como objetivo la eliminación de residuos a través del diseño superior de materiales, productos, sistemas y, dentro de esto, modelos de negocio.

Esta propuesta se fundamenta en una visión de la EC centrada en el cierre del ciclo de los materiales. La idea es transformar los residuos en recursos mediante el rediseño de los elementos de la cadena. Para lograrlo, se plantea desde el inicio del proceso un diseño de productos que facilite su reutilización y el reciclaje al final de su ciclo de vida útil (Vence, 2023).

La aportación de la EMF debe destacarse por "el diagrama mariposa" (Ilustración 6), el cual ha sido una herramienta valiosa para difundir el contenido sistémico de la economía circular (Vence, 2023).

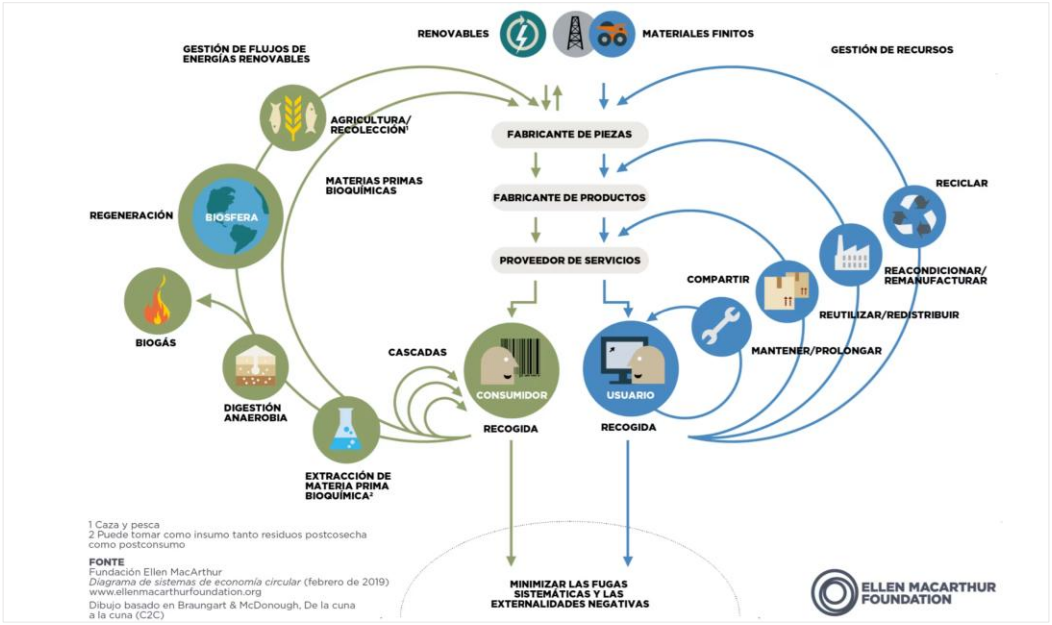


Ilustración 6. Diagrama mariposa de la economía circular
Fuente: extraído de Ellen MacArthur Foundation (2019), figura de uso libre en <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Este diagrama representa, desde una perspectiva de ciclo de vida, las diferentes fases de los recursos y productos a lo largo de un eje vertical (modelo lineal), sobre el que se yuxtaponen las diferentes opciones para su circularidad (ciclos de recursos biológicos a la izquierda, ciclos de recursos técnicos a la derecha). El diagrama mariposa es una representación visual que resume los ciclos clave de la EC al combinar los flujos de materia biológica renovable y los flujos de materiales técnicos. Los recursos biológicos pueden ser reutilizados en diferentes usos secuenciales (cascadas) y aprovecharse a través de procesos naturales (regenerativos) o bioquímicos (impulsados industrialmente). Por otro lado, los materiales técnicos pueden ser valorizados a través de ciclos basados en servicios como la reutilización, reparación, remanufactura y reciclaje. Este diagrama proporciona una visión clara de los tres principios guía de la economía circular. El primero se refiere a la regeneración del sistema natural mediante la gestión de recursos finitos y el equilibrio de los flujos de recursos renovables (por ejemplo, reemplazar los combustibles fósiles por energías renovables). El segundo principio consiste en optimizar el rendimiento de los recursos mediante el mantenimiento en uso de productos, componentes y materiales. Por último, está el principio del diseño sin residuos ni contaminación (EMF, 2015; Vence, 2023).

Teniendo en cuenta el diagrama mariposa y las características de la estructura productiva de Ecuador, centrada en sectores extractivistas y con una industria manufacturera débil y dependiente de la importación de bienes de consumo, las estrategias de Economía Circular con mayor potencial de implementación estarían orientadas principalmente a la reducción en el uso de recursos no renovables y la optimización en el uso de los productos, componentes y materiales. En esta línea, la prioridad debería estar en fomentar el desarrollo de alternativas más sostenibles, como las energías renovables. Sin embargo, es esencial evaluar su contribución real y los impactos negativos que pueden generar. Las energías renovables están ligadas al extractivismo y enfrentan obstáculos económicos y tecnológicos en la recuperación de materiales al final de su ciclo de vida[12]. Además, estas actividades requieren energía y maquinaria, lo que implica un consumo adicional de recursos y la generación de residuos y subproductos en el proceso de fabricación de dichas máquinas (Korhonen, Honkasalo, et al., 2018).

Desde el punto de vista técnico, para los productos importados el enfoque de Ecuador debería estar en actividades centradas en prolongar la vida útil de los bienes (por ejemplo, a través de su reutilización y reparación) y en procesos como el reciclaje, que permitan recuperar y aprovechar los residuos generados. De esta manera, se buscaría optimizar el uso de los recursos y reducir el impacto ambiental de un modelo de desarrollo primario exportador.

Es importante destacar que no existe un consenso en cuanto a una única definición de economía circular. Por el contrario, la literatura muestra una amplia variedad de definiciones (Kirchherr et al., 2017). Con el objetivo de obtener una mejor comprensión de la economía circular, en la Tabla 9 se resumen algunas de las definiciones más relevantes, ordenadas de modo cronológico. Se destaca el enfoque de cada una de estas: técnico-sistémico, transformador sin mención al desarrollo sostenible y sistémico con vínculo al desarrollo sostenible.

[12] Korhonen (2018) señalan que la utilización de residuos forestales como fuente de energía renovable requiere la extracción de partes ricas en nutrientes de los árboles, ramas y corteza, lo que afecta negativamente la salud del ecosistema, la biodiversidad y el crecimiento forestal.

USC DE COMPOSTELA

Tabla 9. Definiciones de la economía circular

Autor	Definición	Enfoque
(Peters et al., 2007, p. 5943)	"La idea central es **cerrar los ciclos de materiales**, **reducir los insumos y reutilizar o reciclar los productos y los desechos** para lograr una mejor calidad de vida a través de una mayor **eficiencia en el uso de los recursos**".	Técnico-económico
(Geng & Doberstain, 2008, p. 232)	"Significa la realización de un **circuito cerrado de flujo de materiales** en **todo el sistema económico**. A diferencia del modelo de producción lineal, un enfoque de economía circular promueve la organización de actividades económicas con procesos de retroalimentación que **imitan a los ecosistemas naturales**".	Transformador sin vínculo al desarrollo sostenible
(Ma et al., 2014, p. 506)	"Una economía circular es un modo de desarrollo económico que tiene como objetivo **proteger el medio ambiente** y **prevenir la contaminación**, facilitando así el desarrollo económico **sostenible**".	Sistémico con vínculo al desarrollo sostenible
(Haas et al., 2015, p. 765)	"La economía circular (EC) es una estrategia simple, pero convincente, cuyo objetivo es **reducir** tanto la **entrada de materiales vírgenes** como la **salida de residuos cerrando los ciclos económicos y ecológicos** de los flujos de recursos".	Técnico-económico
(Gregson et al., 2015, p. 9)	"La economía circular busca **alargar la vida económica de los bienes y materiales**, **recuperándolos** de las fases de consumo posteriores a la producción. Este enfoque también valoriza el **cierre de circuitos**, pero lo hace imaginando los fines de los objetos en su diseño y viendo los fines como comienzos de nuevos objetivos".	Técnico-económico
(Stahel., 2016, p. 435)	"Una economía circular **convertiría los bienes** que están al final de su vida útil **en recursos para otros**, **cerrando bucles** en los **ecosistemas industriales y minimizando el desperdicio**. Cambiaría la lógica económica porque reemplazaría la producción por la suficiencia: **reutilizar** lo que se puede, **reciclar** lo que no puede ser reutilizado, **reparar** lo que está roto y **remanufacturar** lo que no puede ser reparado".	Técnico-económico
(Geissdoerfer et al., 2017, p. 766)	"Sistema regenerativo en el que la **entrada de recursos y el desperdicio**, la emisión y **la fuga de energía se minimizan ralentizando**, **cerrando** y **estrechando los ciclos de materiales y energía.** Esto puede lograrse mediante el **diseño duradero**, el **mantenimiento, la reparación, la reutilización, la remanufactura, el reacondicionamiento y el reciclaje**".	Transformador sin vínculo al desarrollo sostenible
(Murray et al., 2017, p. 369)	"Modelo económico en el que la planificación, los recursos, la adquisición, la producción y el reprocesamiento se diseñan y gestionan, como proceso y como resultado, **para maximizar e**l **funcionamiento del ecosistema y el bienestar humano**".	Transformador con vínculo al desarrollo sostenible
(Kirchherr et al., 2017, p. 224)	"Un sistema económico que se basa en modelos de negocio que **sustituyen el concepto de fin de vida** por la **reducción, reutilización, reciclaje y recuperación** de materiales en los procesos de producción/distribución y consumo, operando así a **nivel micro** (productos, empresas, consumidores), **a nivel meso** (parques ecoindustriales) y **a nivel macro** (ciudad, región, nación y más allá), con el objetivo de lograr un **desarrollo sostenible**, creando así simultáneamente calidad ambiental, prosperidad económica y equidad social, en beneficio de las generaciones actuales y futuras".	Sistémico con vínculo al desarrollo sostenible

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Autor	Definición	Enfoque
(Korhonen, Nuur, et al., 2018, p. 547)	"CE es una iniciativa de desarrollo sostenible cuyo objetivo es **reducir los flujos lineales de materiales y energía** del sistema de producción y consumo de la sociedad mediante **la aplicación de ciclos de materiales y flujos de energía renovables y en cascada** al sistema lineal. CE promueve ciclos de materiales de alto valor junto con un reciclaje más tradicional y desarrolla **enfoques sistémicos** para la **cooperación de productores, consumidores y otros actores sociales** en el trabajo **sostenible**".	Sistémico con vínculo al desarrollo sostenible

Fuente: elaboración propia a partir Prieto-Sandoval et al. (2018)

La literatura académica muestra que existe una amplia diversidad en las definiciones de economía circular, lo cual refleja su complejidad conceptual. Algunas definiciones ponen el foco en el desarrollo sostenible, sugiriendo un modelo económico que, reconociendo los límites del planeta y apoyándose en la innovación (tecnológica y social), contribuiría a un desarrollo más sostenible. Otras definiciones, muestran un enfoque transformador, pero no discuten explícitamente la relación con el desarrollo sostenible. Por último, existe un conjunto de definiciones que presentan a la economía circular como un enfoque predominantemente técnico, priorizando la introducción de tecnologías y otros cambios para mejorar el funcionamiento del sistema industrial lineal. En esta línea de discusión, cabe destacar también que, si bien dentro de las algunas definiciones la innovación es considerada necesaria para la economía circular, hay poca claridad sobre el tipo de innovación, en particular sobre la eco-innovación, requerida para apoyar esa transformación circular.

Esta divergencia en las definiciones no solo dificulta la comprensión de este concepto, sino que también obstaculiza su implementación. Tal como señala Vence (2023) es necesario establecer una definición común que proporcione un marco claro y oriente la toma de decisiones operativas y estratégicas, tanto a nivel público como privado, al tiempo que establezca principios y criterios para redefinir las reglas de productores y consumidores hacia una dirección más sostenible.

Más allá de la discusión conceptual, otra cuestión importante es establecer jerarquías en los principios y acciones para la puesta en práctica de la EC. En el diagrama de mariposa de la EMF (2019) se identifican diferentes estrategias, pero no se especifica un orden de prioridad. Otros autores centran su análisis precisamente en esta cuestión. Por ejemplo, Stahel (2019) plantea la era de la D (desmantelando, deshaciendo, despolimerizando, desvulcanizando) , y la era de la R (reparación, mantenimiento, reutilización, reventa de bienes, y remanufactura). Los primeros se basan en ciclos largos de los materiales y de las moléculas para su recuperación, optimización y reincorporación de forma continua al ciclo productivo. Los segundos se enfocan en la prolongación de la vida útil de los bienes y de su funcionalidad mediante ciclos más cortos que requieren un bajo nivel de alteración y un reducido consumo de recursos y energía (Vence, 2023). Desde esta perspectiva, la economía circular debería priorizar los ciclos más cortos, puesto que ofrecen una mayor rentabilidad y eficiencia en el uso de recursos en comparación con los ciclos más largos (Stahel, 2013).

Por su parte, Reike et al. (2018) y Potting (2017) proponen 10 estrategias de circularidad (10R) para reducir el consumo de recursos naturales y materiales y minimizar la generación de residuos. Estas estrategias se ordenan por prioridad según sus niveles de circularidad (Tabla 10).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 10. Jerarquía de circularidad de las 10R

Economía circular Incremento de circularidad Economía lineal	Uso y fabricación de productos más eficientes y eficaces	R0. Rehusar	Hacer innecesario el producto, evitando su consumo u ofreciendo la misma función sin un producto material.
		R1 Repensar	Hacer un uso más intensivo del producto (por ejemplo, compartiendo el producto).
		R2 Reducir	Rediseñar y aumentar la eficiencia en la fabricación o uso de los productos para consumir menos recursos naturales y materiales.
	Prolongar la vida útil del producto y de sus componentes	R3. Reutilizar	Reutilización por parte de otro consumidor de un producto usado que todavía está en buen estado y que cumple su función original.
		R4. Reparar	Reparación y mantenimiento del producto averiado para que pueda ser utilizado con su función original.
		R5. Renovar/Reformar	Restaurar un producto antiguo y actualizarlo.
		R6. Remanufacturar	Utilizar partes de un producto usado en un nuevo producto con la misma función.
		R7. Reconvertir	Utilizar un producto desechado o sus partes para fabricar un nuevo producto con otra función.
	Aplicación útil de los materiales	R8. Reciclar	Procesar los materiales para obtener la misma calidad (grado alto) o menos (grado bajo).
		R9. Recuperar energía	Incinerar el material para la recuperación de energía.

Fuente: adaptado y traducido de Potting (2017, p. 5)

La estrategia de circularidad preferida es la fabricación y el uso más inteligente de los productos, por ejemplo, a través de su compartición, ya que esto permite que un mismo producto sirva a más usuarios (estrategia de alta circularidad). Luego la ampliación de la vida útil de los productos es la siguiente opción preferida, seguida del reciclaje de materiales mediante su recuperación. Por último, la incineración, de la cual se recupera energía, tiene la prioridad más baja en una EC, puesto que los materiales ya no estarán disponibles para ser aplicados en otros productos (estrategia de baja circularidad).

Por otro lado, Blomsma y Tennant (2020) proponen una tipología de ciclos basada en el criterio de la entropía (Tabla 11).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 11. Tipología de ciclos circulares basado en el criterio de la entropía

Estado de los recursos	**1. Fin de vida prematuro:** estrategias para reestablecer el desempeño	**2. Fin de uso prematuro:** estrategias para optimizar la vida funcional	**3. Estrategias preventivas:**
Partículas (elementos, moléculas, materiales)	**Cierre de ciclos:** reciclaje y compostaje	**Extender ciclos:** cascada, reciclaje en cascada, downcycling, sistemas de conversión de residuos en energía.	**Medidas:** rechazar, repensar, reemplazar, eficiencia, optimizar, materiales no tóxicos.
Piezas (componentes)	**Ciclos de larga duración:** durabilidad, mantenimiento, reparación, reacondicionamiento, remanufactura, actualización	**Intensificación de ciclos:** reutilización, cascada de componentes, uso alternativo.	
Productos (bienes terminados)	**Ciclos de larga duración:** durabilidad, mantenimiento, reparación, reacondicionamiento, remanufactura, actualización	**Intensificación de ciclos:** reutilización, cascada de productos, uso alternativo, uso compartido.	

Fuente: adaptado y traducido de Blomsma & Tennant (2020), Blomsma et al.(2023)

La tipología de los cinco ciclos propuestos incluye estrategias circulares en función del estado del recurso que abordan, ya sean partículas (materiales), piezas (componentes) o productos (bienes terminados)

- Estrategias de cierre de ciclos (Cloosing loops): estas soluciones tienen como objetivo mantener los materiales y sustancias dentro de ciclos de calidad casi equivalente.
- Estrategias de ciclos de larga duración (Long life loops): soluciones dirigidas a mantener el rendimiento de un producto o unos estándares de rendimiento constantes o en evolución. Incluyen el mantenimiento, la reparación, la actualización, la refabricación, la mejora, así como enfoques de durabilidad del producto, como la elección de materiales y tecnologías de bajo desgaste.
- Estrategia de extensión de ciclos (Extending loops): soluciones orientas a extraer más valor de los materiales mediante trasformaciones controladas.
- Estrategia de intensificación de ciclos (Intensifying loops): soluciones que permiten aprovechar la capacidad no utilizada o infrautilizada de un producto, facilitando su uso posterior para el final previsto o para fines alternativos.
- Estrategias preventiva (Preventive strategies): soluciones que evitan el uso de recursos, como medidas de eficiencia y reemplazo funcional, o que evitan efectos nocivos, como la elección de materiales no tóxicos.

Desde esta perspectiva, la economía circular debe priorizar en la prevención y el mantenimiento de los productos. Esto ayuda a mantener estables los niveles de entropía y reduce la cantidad de energía requerida para restaurar la utilidad de los recursos (Blomsma & Tennant, 2020).

Poner en práctica los diversos principios y criterios de la economía circular representa un desafío complejo que exige una serie de cambios e innovaciones. Es fundamental considerar los distintos factores, tanto internos como externos, que pueden influir en la transición hacia la EC. Además, es necesario avanzar en la definición de métricas, indicadores y herramientas técnicas (Vence, 2023). En los próximos epígrafes, nos centraremos en identificar las innovaciones y cambios necesarios para la EC (epígrafe 2.2.3), así como en los factores determinantes clave para su implementación (epígrafe 2.2.4) y los indicadores utilizados para medirla (epígrafe 2.2.5).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

2.2.3 Cambio sistémico e innovaciones para la economía circular

La transición de una economía lineal a una economía circular es un proceso disruptivo y sistémico, lo que implica diversos cambios y esfuerzos coordinados a diferentes niveles para llevarlo a la práctica. Una innovación sistémica hace referencia a la transformación del conjunto de redes de cadenas de suministro, patrones de producción y consumo, infraestructuras, regulaciones, etc. (A. Smith et al., 2010). Cuando se habla de innovación sistémica para la sostenibilidad, como sucede con el paradigma de la Economía Circular, debe tenerse en cuenta que los cambios van más allá de productos, procesos y tecnologías aislados. Una innovación sistémica sostenible implica cambios mayores a lo largo de cadenas completas de producción y consumo, sus flujos, su arquitectura multinivel, sus instituciones y estructuras, y no cambios menores en el comportamiento de los actores implicados en ella, desde la extracción de recursos hasta el consumo final de bienes y servicios (Weber & Hemmelskamp, 2005, p. 1).

Por lo tanto, la transición a la EC debe verse como un proceso dinámico, en el que se van dando innovaciones de diverso tipo y cambios en los patrones de producción y de consumo a medida que se desarrollan los procesos de adaptación y aprendizaje inherentes a toda innovación sistémica. Algunas investigaciones han intentado avanzar en explicar cómo se llega a implementar la economía circular a nivel práctico. En esta dirección, Blomsma et al. (2022) describen el proceso de disrupción circular a través de 3 fases: liberación, reorganización y erupción circular.

En la fase de liberación, hay una creciente conciencia sobre los impactos insostenibles del modelo lineal, lo que genera críticas y presión para experimentar y desarrollar soluciones alternativas circulares. Para acelerar esta fase, se requiere la articulación de una visión compartida sobre cómo operar la economía circular. Esto implica la colaboración estrecha entre formuladores de políticas, investigadores, empresas y actores de la sociedad civil (Ansell & Bartenberger, 2016; Blomsma et al., 2022).

En la fase de reorganización, se crean conexiones y sinergias para consolidar y difundir las innovaciones circulares emergentes. En esta etapa, es clave la concepción e implementación de políticas de apoyo, incentivos económicos, inversiones en I+D y las regulaciones, como normas de contratación ecológica, mecanismos de responsabilidad extendida del productor, incentivos fiscales y subvenciones (Blomsma et al., 2022; Hartley et al., 2020; Pinkse et al., 2014).

Finalmente, en la fase de erupción circular, las soluciones circulares alcanzan una masa crítica y se expanden a gran escala. Esto se ve impulsado por la formación de personal en actividades circulares y la incorporación de tecnologías para la trazabilidad de los flujos de materiales. Además, la interacción y combinación de múltiples innovaciones, como las intersectoriales, juegan un papel clave para desencadenar cambios de gran escala. Paralelamente, los formuladores de políticas respaldan el nuevo sistema circular mediante la introducción de nuevas normas e instrumentos económicos, como estándares de diseño circular obligatorio, regímenes fiscales y preferencias para productos circulares, así como regulaciones que desincentivan el modelo lineal y campañas de concientización (Blomsma et al., 2022; Geels, 2018).

Cabe esperar que estas tres fases no se produzcan en la realidad de forma estricta y con límites definidos entre ellas, sino que algunas características de la fase de erupción podrían estar ya presentes en la fase de liberación, dependiendo del contexto. No obstante, el establecimiento de fases es útil para ayudar a identificar o situar el estado de un país o región en su progreso hacia la EC.

En el caso de Ecuador, el país se encontraría en la fase de liberación, donde se está generando una creciente conciencia sobre los impactos del modelo lineal y se están promoviendo el desarrollo de soluciones alternativas circulares a través de la colaboración entre actores

USC DE COMPOSTELA

(instituciones públicas, privadas, empresas, academia y consumidores). Como se mencionó anteriormente, el progreso en cada una de estas fases está sujeto a las dinámicas y características específicas del entorno en el que se desarrolla este proceso de transformación. Por tanto, avanzar hacia las siguientes fases de la transición hacia la EC puede estar condicionado por factores del contexto, los cuales pueden facilitar u obstaculizar su implementación. Además, la disrupción de la EC y su establecimiento requiere el cumplimiento de ciertas condiciones. En este sentido, cabe destacar los principios que Stahel (2013) ha señalado como condiciones para el funcionamiento eficaz de una EC: a) la existencia de servicios para extender la vida útil de los bienes, como reparación de componentes, remanufactura y actualización tecnológica; b) mercados que operen de manera eficiente para lograr los costos más bajos posibles; c) servicios de extensión de vida del capital manufacturero, como vehículos, equipos, aeronaves, barcos, edificios e infraestructura; d) mercados para la reutilización y reventa de bienes de inversión móviles y edificios; e) mercados para bienes de consumo usados; y f) mercados para revender bienes y componentes usados. El desarrollo y funcionamiento adecuado de estos mercados sugiere que hay numerosos factores que deben ser abordados para la aplicación real de la EC.

Kiefer et al. (2024) destacan que las transiciones socioeconómicas, incluida la transición hacia la economía circular, dependen de cambios estructurales impulsados por la innovación, que impactan no solo en productos y servicios, sino en todo el sistema en su conjunto. En este sentido, a continuación se explorarán los cambios e innovaciones necesarios para avanzar en la economía circular.

En primer lugar, la literatura ha destacado el importante papel de las innovaciones tecnológicas, de producto y de proceso, para conseguir bienes y servicios más eficientes, capaces de satisfacer las necesidades de los usuarios ahorrando en la extracción de recursos y en la generación de residuos. Con todo, las innovaciones orientadas a la mejora de la eficiencia material deben considerarse críticamente, ya que, si bien su amplia difusión puede traer beneficios medioambientales a corto plazo, también puede dar lugar a un efecto rebote, asociado a mayores niveles globales de producción y de consumo.

Retomando la jerarquía de acciones prioritarias para la EC expuesta en el epígrafe anterior, resulta evidente que los cambios en la forma de ofrecer los productos y de usarlos constituyen una de las principales innovaciones requeridas por la EC. La durabilidad, el mantenimiento, la reparación, remanufactura y actualización, apelan a innovaciones en los diseños y procesos productivos, mientras que la reutilización, el uso en cascada, el uso alternativo y el uso compartido reclaman cambios en los patrones de comercialización y de consumo. En este sentido, en la literatura se destaca el papel que los modelos de negocio juegan en la EC. Entendido como un esquema sintético de la estructura de actividades y relaciones por medio de las cuales una organización (empresa u otro tipo de institución) crea, distribuye y capta valor, el modelo de negocio desempeñaría un papel clave en la transformación de los mercados y la sociedad hacia la EC (Pereira, 2023; B. Rodríguez & Vence, 2023).

El modelo de negocio cumple, por lo general, dos roles fundamentales: primero, respalda la comercialización estratégica de procesos, productos y servicios innovadores; y segundo, actúa como una estructura adaptable capaz de innovarse para obtener una ventaja competitiva y, en consecuencia, alterar las condiciones de la competencia (Zott & Amit, 2010). El modelo de negocio tiene el potencial de transformar sectores y establecer nuevas formas de producción y consumo (Pereira, 2023). En este sentido, la articulación de la cadena de valor, que abarca desde la concepción y diseño de productos hasta su uso/consumo, es fundamental para reducir la demanda de recursos, mejorar la eficiencia, prolongar la vida útil de los bienes y aprovechar los residuos (Rodríguez y Vence, 2023).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Así, se reconoce que modelos de negocio circulares (MNC), que se basan en la retención del valor de los recursos y están asociados con reducciones significativas del impacto ambiental, tienen un papel crucial como aceleradores en la transición hacia la EC (Brogi & Menichini, 2024). Estos modelos fomentan la innovación hacia productos, servicios y procesos más limpios, impulsando su adopción en el mercado y fortaleciendo las redes industriales a lo largo de las cadenas de valor (Lüdeke-Freund et al., 2019; Oghazi & Mostaghel, 2018). En esta misma línea, Pereira (2023) destaca que las actividades o servicios de los MNC son clave para facilitar la adopción de eco-innovaciones, crear nuevas relaciones entre productores y consumidores, y cambiar la cultura de consumo y los hábitos de uso.

Los MNC han despertado un creciente interés académico en los últimos años (Briguglio et al., 2021; Vermunt et al., 2019). De hecho, estos modelos se han caracterizado y clasificado en base a distintos criterios (Lüdeke-Freund et al., 2019; Pieroni et al., 2019; Stahel., 2016). Entre las actividades y servicios de los MNC más reconocidos se encuentran el diseño circular, la reparación, la remanufactura, el aprovisionamiento circular, los modelos de acceso y funcionalidad o basados en servicios (servicialización), la simbiosis industrial, el reciclaje y la recuperación de recursos (Pereira, 2023; B. Rodríguez & Vence, 2023) (Ilustración 7).

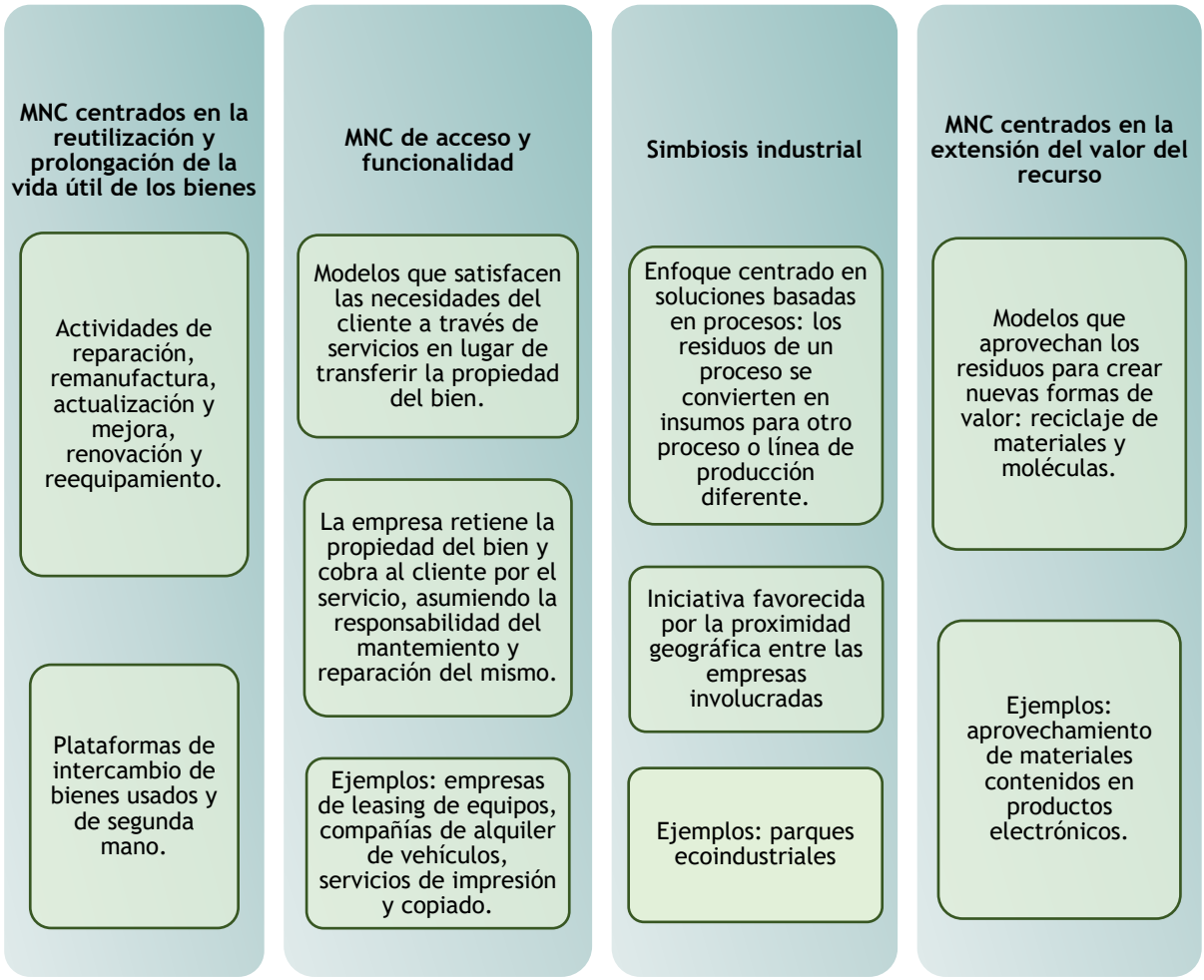


Ilustración 7. Modelos de negocio para la economía circular
Fuente: elaboración propia a partir de Pereira (2023)

Las actividades o servicios de los MNC están estrechamente vinculados con la eco-innovación (EI). Vence & Pereira (2019) señalan que la EI facilita la circularidad al combinar procesos,

productos y servicios innovadores con nuevas relaciones entre productores y consumidores y prácticas de uso. Es decir, el modelo de negocio tendría la virtud de canalizar las eco-innovaciones al mercado, obligando a modificar pautas en la producción y generando nuevas formas de uso y consumo.

Sin embargo, es importante reconocer que la EC exige eco-innovaciones que generen transformaciones profundas en diferentes niveles, incluyendo productos, servicios, procesos, modelos de negocios, relaciones entre empresas y sectores, e incluso innovaciones sociales. Esto implica la necesidad de cambios estructurales impulsados por la eco-innovación que impacten en todo el sistema en su conjunto (de Jesus et al., 2019; Kiefer et al., 2024). Con el objeto de contribuir a comprender mejor la EI y su papel entre el abanico de innovaciones necesarias para la EC, se analiza en el epígrafe 2.3 este concepto y sus tipos.

Al mismo tiempo, la literatura reconoce la necesidad e importancia de la innovación institucional para proporcionar un marco y establecer unas reglas del juego favorables a la EC (Vence et al., 2021). Este marco debe adoptar una visión sistémica de la circularidad que vaya más allá de la fase final de ciclo de vida (gestión de residuos). En esta línea, Nogueira (2023) enfatiza la necesidad de incluir una jerarquía en las soluciones y áreas de intervención políticas a lo largo de todas las etapas de la cadena de valor, desde la producción hasta el consumo. Por ejemplo, los instrumentos de política de EC deberían priorizar el eco-diseño para aumentar la durabilidad frente a enfocarse en el reciclaje; fomentar el uso compartido de bienes de consumo frente a poseerlos, e incentivar la reutilización, como opción más ventajosa que la remanufacturación. Esta jerarquía contribuirá a evitar incentivos centrados en la última fase de la cadena de valor. En esta tesis, se abordan los cambios en el marco normativo ecuatoriano como innovación de tipo institucional orientada a la EC.

A continuación, se considera pertinente proponer un marco analítico sobre los factores que pueden condicionar la transición hacia la EC, específicamente con respecto a los desafíos y obstáculos que deben superarse para realizar muchas de las innovaciones que implica (de Jesus & Mendonça, 2018; Llorente-González & Vence, 2019). En la literatura se han propuesto distintas categorías para el análisis de las barreras e impulsores de la EC a nivel micro, meso y macro (Hart et al., 2019; Tura et al., 2019). Estas categorías abarcan una serie de aspectos tecnológicos, sociales, institucionales, económicos, organizacionales y de mercado, que serán abordados a continuación.

2.2.4 Factores determinantes de la economía circular

2.2.4.1 Impulsores de la economía circular

Una parte de la literatura se ha centrado en el análisis de los factores impulsores de la EC a nivel micro, revelando la importancia de factores internos y estructurales de las empresas. Rizos et al. (2016) señalan que la posibilidad de beneficiarse de una imagen corporativa verde y el ahorre en costos representan importantes impulsores para las PYMES europeas. Kuhlmann et al. (2023) destacan cómo la creación de estructuras organizativas separadas por parte del titular, como una nueva empresa fuera de la empresa existente, también puede actuar como catalizador del cambio hacia la EC. Además, elementos como una estrategia de innovación y la disponibilidad de conocimiento y tecnologías apropiadas es una condición esencial para avanzar hacia la EC. En esta línea, de Jesus y Mendonça (2018) destacan que la disponibilidad y el desarrollo de soluciones técnicas son fundamentales para lograr el equilibrio entre la durabilidad, eficiencia y calidad de los productos, diseñar escenarios óptimos de ciclo de vida, permitir la reutilización y reciclaje de materiales, y facilitar la desmaterialización de la economía.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Asimismo se ha enfatizado en la importancia las características específicas de las organizaciones, como su tamaño, facturación y sector (Bassi & Dias, 2019; Zamfir et al., 2017).

Pero más allá de los factores internos de las empresas, existen ciertos aspectos externos que pueden promover la adopción de prácticas más circulares y sostenibles. Por ejemplo, de Jesus y Mendonça (2018) indican que el creciente consumo de recursos y las presiones resultantes sobre su agotamiento, junto con la fluctuación de los precios de los recursos, constituyen factores económicos y de mercado que se convierten en un incentivo importante para que las empresas e industrias generen nuevas soluciones y prácticas circulares. Asimismo, el cambio en las preferencias de los clientes hacia modelos basados en el uso en lugar de la propiedad representa otro elemento externo que impulsa la transición hacia la EC.

Por otro lado, en la literatura se ha destacado que el apoyo a la investigación y desarrollo (I+D), la educación y la formación, junto con un marco regulatorio e institucional adecuado, constituyen condiciones fundamentales para promover esta transición (de Jesus & Mendonça, 2018). En esta misma línea, Hartley et al. (2020) subrayan la importancia de que las políticas para impulsar la economía circular vayan más allá de las medidas existentes. Sugieren la necesidad de contar con estándares y normas más sólidos en la producción, la expansión de la adquisición circular, incentivos fiscales para los productos circulares, la liberalización del comercio de residuos y su facilitación a través de plataformas virtuales, el apoyo a los parques eco industriales, así como el desarrollo de campañas de concientización. Droege (2023) destaca que la participación de formuladores de políticas comprometidos, en un entorno propicio, puede tener un gran impacto en la transición de todo un país hacia la EC. Se distinguen dos tipos de emprendedores de políticas necesarios para lograr este cambio: los iniciadores, encargados de crear una visión amplia de la economía circular y de desarrollar soluciones concretas; y los implementadores, responsables de asegurar el desarrollo continuo y la ejecución de estas políticas.

En este sentido, el gobierno desempeña un papel clave para coordinar a los diversos actores y adoptar medidas que impulsen efectivamente la transición hacia un modelo económico más circular. Un análisis del sector textil de los Países Bajos realizado por Reike et al. (2023) sugiere que el gobierno tiene la capacidad de alinear a las diferentes partes interesadas de la sociedad, particularmente a las empresas en una misión común de disrupción circular. De hecho, en muchos países, las iniciativas orientadas a facilitar la implementación de la economía circular han sido de arriba hacia abajo, es decir, impulsadas por los gobiernos mediante políticas, programas, créditos y planes de incentivos. Estas políticas se han dirigido a racionalizar el flujo de desechos y materiales secundarios, a fomentar la contratación pública ecológica, a promover los centros de reutilización y reparación; además de estar relacionadas con el ámbito fiscal a través de exenciones, subvenciones fiscales, impuestos sobre tecnologías, productos e insumos asociados a externalidades negativas (Kalmykova et al., 2018).

2.2.4.2 Barreras de la economía circular

En relación a los desafíos y obstáculos para la implementación efectiva de la economía circular, la literatura académica ha identificado diversas barreras.

A nivel micro, un estudio realizado para 31 empresas holandesas reveló que las principales barreras externas a los modelos de negocio circulares se encontraban en el mercado. Estas barreras se relacionaban principalmente con la resistencia de los clientes, y resultaron ser relevantes en cuatro tipos de modelos de negocio circular evaluados: suministros circulares, recuperación de recursos, extensión de la vida útil del producto y modelo de producto como servicio (Vermunt et al., 2019). Otro estudio para las PYMES europeas encontró como

USC DE COMPOSTELA

principales barreras, la falta de financiamiento y la ausencia de apoyo por parte de los clientes y proveedores (Rizos et al., 2016). En esta misma línea, la literatura señala que las actividades circulares requieren una considerable cantidad de tiempo e inversión por parte de las empresas, por lo que los modelos de negocio circulares pueden verse afectados por los elevados costos de gestión y planificación. Esto se debe a que la transición de un modelo de negocio lineal a uno circular implica llevar a cabo una serie de actividades complejas, como la planificación de la distribución, la gestión del inventario, la planificación de la producción y la gestión de una red logística inversa (Dervojeda et al., 2014; Kok et al., 2013).

A nivel industrial, un estudio realizado en las industrias holandesas de textiles técnicos y de interior señala que entre las principales barreras se encuentran las barreras técnicas, como el limitado conocimiento sobre diseño y opciones de circularidad, así como la dificultad y los altos costos de ofrecer productos circulares de calidad. Asimismo, se identifican barreras de mercado, que abarcan los elevados costos de producción y comercialización, la disponibilidad limitada de flujos de suministro circulares, y la orientación de los sistemas de producción existentes hacia cadenas de suministro lineales (Hartley et al., 2022).

Mas allá de los factores que obstaculizan la adopción de prácticas circulares a nivel empresarial e industrial, la literatura también ha identificado una serie de aspectos del contexto que pueden dificultar la puesta en práctica de la EC en un país. Algunos estudios destacan que las barreras culturales relacionadas con los contextos sociales, de comportamiento y de gestión en los que se requiere que la EC se desarrolle, también pueden representar obstáculos significativos. Entre estos aspectos culturales se encuentran la naturaleza arraigada de la economía lineal; las perspectivas sobre propiedad y estatus, así como la falta de interés y de conciencia de los consumidores (Hart et al., 2019; Hartley et al., 2022; Kirchherr et al., 2018). Específicamente, se ha señalado que los hábitos de consumo, caracterizados por el predominio de tendencias efímeras como la moda rápida, podrían dificultar la adopción de modelos de negocio que se enfocan en la fabricación de productos duraderos (Kirchherr et al., 2018).

Adicionalmente, un informe para Chatham House (Preston, 2012) identificó otras barreras clave para la implementación de la EC, tanto en economías emergentes como desarrolladas, que incluyen: altos costos iniciales, complejidad de las cadenas de suministro internacionales, bloqueo de infraestructura con uso intensivo de recursos, fallas en la cooperación entre empresas, falta de entusiasmo de los consumidores, y limitada difusión de la innovación.

Por otra parte, el entorno político y regulatorio en general, y también en áreas específicas de legislación y regulación también pueden representar barreras para la economía circular. En esta dirección, la falta de un marco regulatorio coherente y de incentivos fiscales se mencionan con frecuencia como un obstáculo importante para la EC (Hart et al., 2019).

Sobre la base de la literatura existente, se resumen a continuación estos factores agrupados en cinco dimensiones clave: 1) económico/financiero, 2) mercado, 3) social/cultural, 4) institucional/regulatorio y 5) organizacional (Tabla 12).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 12. Impulsores y barreras de la economía circular

Dimensión	Impulsores
Económico/ financiero	Aumento del costo de los recursos y volatilidad que conducen a incentivos para encontrar soluciones a la reducción de costos y la estabilidad.
Mercado	Aumento de la demanda de recursos que ejerce presiones sobre el agotamiento de los recursos.
Conocimiento/ tecnológico	Inversión en I+D
	Disponibilidad de tecnología que facilite la optimización de recursos, la refabricación y la regeneración de subproductos como insumos para otros procesos
	Dinámica de la tecnología y la innovación en determinados sectores
Social/cultural	Mayor conciencia medioambiental
	Crecimiento en la demanda de productos y servicios sostenibles (por ejemplo, de la propiedad de los activos a los modelos de servicios)
	Problemática ambiental: cambio climático, escasez de recursos, flujo de residuos
	Educación ambiental
Institucional/ regulatorio	Marco normativo que incentive la circularidad (legislación y normas ambientales, reglamentos sobre gestión de residuos, regulación de responsabilidad extendida del productor).
Organizacional	Existencia de empresas preocupadas con el medio ambiente (empresas con certificaciones ambientales como ISO, EMAS, o también aquellas que estén introduciendo eco-innovaciones).
	Colaboración y simbiosis entre industrias
Dimensión	**Barreras**
Económico/ financiero	Grandes requerimientos de capital, altos costos iniciales, información asimétrica, rentabilidad y beneficios inciertos.
Mercado	Precios más altos de los materiales reciclados en comparación con los materiales vírgenes
	Competencia de los modelos de negocio lineales más baratos
Conocimiento/ tecnológico	Barreras tecnológicas (tecnología inadecuada)
	Falta de conocimientos técnicos y formación (ausencia de personal experto en actividades circulares)
Dimensión	**Barreras**
Social/ cultural	Malas prácticas de reutilización/reticencias de terceros
	Resistencia de las partes interesadas con intereses creados en la economía lineal (por ejemplo, fabricantes de equipos originales, consumidores)
	Falta de conciencia ambiental por parte de la sociedad
Institucional/ regulatorio	Normas contables y sistemas de gestión específicos vigentes que no son apropiados para la economía circular
	Falta de estándares y directrices para la calidad del producto reacondicionado
	Ausencia de un marco legislativo concreto y coherente (leyes, regulaciones y oportunidades financiación, incentivos económicos y fiscales)
	Circularidad no integrada efectivamente en las políticas de innovación
	Ausencia de políticas dirigidas a la internacionalización de externalidades
Organizacional	Falta de socios y poca disponibilidad de materiales
	Desafíos para establecer acuerdos colaborativos en de la cadena de valor
	Falta de intercambio de información entre los actores de la cadena de suministro
	Falta de infraestructura

Fuente: elaboración propia a partir de Rodríguez & Vence (2023), Briguglio et al. (2021), Vermunt et al. (2019), de Jesus y Mendonça (2018)

Más allá de los factores del contexto que podrían facilitar u obstaculizar la implementación de la economía circular, se ha destacado la necesidad de contar con indicadores para monitorear su progreso (Adams et al., 2017; Hart et al., 2019). En la siguiente sección, se abordarán los principales sistemas de métricas utilizados para evaluar el avance de la economía circular.

2.2.5 Indicadores para la medición de la economía circular

Aunque la EC parece estar emergiendo en diferentes países y sus estrategias siendo adoptadas parcialmente por empresas nuevas y existentes, la medición del progreso hacia el nuevo

paradigma, o la constatación de resultados que muestren el grado de avance y cumplimento de objetivos en esa transición, son necesarios.

El problema radica en que el conjunto de indicadores generalmente disponibles para medir la evolución de las economías es claramente inadecuado para reflejar la disrupción de la EC. Por lo tanto, se hace necesario incorporar nuevos parámetros de medida de la actividad económica, así como de indicadores que posibiliten evaluar el progreso y la difusión este nuevo paradigma (Llorente-González & Vence, 2023).

Las agencias gubernamentales y los académicos han realizado esfuerzos en promover y definir indicadores unificados que permitan evaluar el desarrollo de la EC y proporcionar directrices para que los responsables de la toma de decisiones sigan desarrollando instrumentos de política eficaces (Pauliuk, 2018; Sánchez-Ortiz et al., 2020; Su et al., 2013). No obstante, la implementación de la EC todavía carece de indicadores estadísticos que posibiliten su análisis y seguimiento. Una de las razones que dificulta la creación de estas métricas es la falta de consenso en torno a la propia definición y objetivos de la economía circular (Llorente-González & Vence, 2019, 2023). Además, los diferentes niveles de implementación de la EC y las diferentes características de las empresas, industrias o regiones hacen que se requieran indicadores diferenciados (Su et al., 2013).

Algunos autores han destacado la complejidad para definir indicadores de eficiencia en la economía circular (Potting et al., 2017). De acuerdo con el Consejo Asesor Europeo para las Ciencias Académicas (EASAC, 2016), los investigadores enfrentan dificultades a la hora de establecer indicadores que midan los niveles de rendimiento de la EC en las organizaciones, es decir, les resulta complejo definir métricas que cuantifiquen la reducción, la reutilización y el reciclaje de residuos. Esta falta de indicadores y objetivos claros dificulta que las empresas propongan soluciones a los problemas derivados de la economía circular, lo cual se debe a que es una disciplina emergente sobre la que aún hay poco conocimiento de sus alternativas y beneficios económicos para las organizaciones y la sociedad (Bocken et al., 2017). En este sentido, se ha enfatizado en la necesidad de establecer una serie de indicadores fiables que permitan medir y cuantificar la mejorar generadas por la economía circular (Haas et al., 2015).

A pesar de que la necesidad de establecer indicadores y métricas consensuados para la economía circular es clara, el desarrollo de un sistema de medición aceptado a nivel oficial sigue siendo un desafío pendiente por resolver. En un intento por abordar esta ausencia, tal como lo señala Llorente-González & Vence (2023), han surgido diversas propuestas de diferente alcance. Entre estas iniciativas, se encuentra enfoques como el Análisis de Ciclo de Vida (Life Cicle Assesment), la estimación de la huella de carbono, y a nivel macroeconómico, estudios sobre metabolismo social, análisis de flujos de materiales, el cálculo de circularity gap[13], y la medición de las tasas de reciclaje, entre otros.

A nivel Europeo, la Comisión Europea (2023) ha propuesto un Marco de Seguimiento de la Economía Circular (MSEC), que considera un conjunto de 11 indicadores. Estos indicadores se desagregan en subindicadores agrupados en 5 dimensiones: 1) Producción y consumo, 2) Gestión de residuos, 3) Materias primas secundarias, 4) Competitividad e innovación, y 5) Sostenibilidad y resiliencia mundiales (Anexo 6). Este análisis tiene en cuenta indicadores clave como la productividad de los recursos, las tasas de reciclaje, la generación de residuos y la contribución de las actividades de economía circular al PIB.

[13] Métrica desarrollada para evaluar para evaluar el estado de la economía circular a escala mundial, a nivel de países, ciudades y sectores específicos. Esta métrica refleja la proporción de recursos técnicos y biológicos que logran mantenerse dentro del ciclo técnico. Se calcula dividiendo la cantidad de materiales secundarios entre el total de materiales consumidos (consumo de materias primas más consumo de materiales secundarios) <https://www.circularity-gap.world/>.

Si bien este marco de indicadores representa un avance en la medición del progreso hacia la EC, existen algunas críticas sobre las métricas propuestas. Llorente-González & Vence (2023) señalan que estas métricas se consideran limitadas, ya que enfocan en una parte de la circularidad, dejando de lado dimensiones como la gestión eficiente del stock de bienes, la durabilidad y la prolongación de la vida de los productos. A pesar de estas limitaciones, el MSEC ofrece un punto de partida útil para evaluar el avance de la economía circular en un país desde un enfoque global, ya que no existe un único indicador que pueda captar la totalidad de la circularidad en un país. De hecho, este conjunto de indicadores ha sido utilizado en otras investigaciones como variables para medir el progreso en la economía circular (Szczepańczyk, 2022).

2.3 ECO-INNOVACIÓN: ASPECTOS TEÓRICOS

2.3.1 Definición de la eco-innovación y otros conceptos relacionados

A medida que el medio ambiente se convirtió en un área de interés prioritario, surgieron algunos conceptos cuyos enfoques se centraron en la disminución del impacto ambiental. Estos conceptos están relacionados con el desarrollo y difusión de nuevos productos y servicios para resolver algunos de los problemas ambientales que enfrenta el mundo industrial. Entre los conceptos más destacados de los últimos tiempos esta la eco-innovación (EI). En este apartado nos centraremos en estudiar la eco-innovación desde un punto de vista conceptual y teórico. Para ello, es necesario explicar brevemente la innovación al ser uno de los términos bases sobre los que nace la eco-innovación.

La invención y la innovación son dos términos estrechamente relacionados pero que presentan diferencias. La invención se refiere a la creación de un dispositivo, método, composición o proceso único o novedoso (Hjelm & Lindahl, 2016). Por otro lado, según Schumpeter (1928), la innovación es la introducción de nuevos productos y servicios en el mercado, así como nuevos métodos de producción y comercialización. También implica la apertura de nuevos mercados, la creación de nuevas fuentes de suministro de materias primas y la modificación de la organización y gestión empresarial. En este sentido, la innovación no se limita solamente a mejoras incrementales y sofisticación técnica, sino que también incluye innovaciones disruptivas. El Manual de Oslo, publicado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE; Eurostat, 2018, p. 20), define la innovación como "un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ambos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad, y que ha sido puesto a disposición de usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso)".

En la literatura científica, se han utilizado diferentes terminologías para referirse a las innovaciones que generan un menor impacto negativo en el medio ambiente. Algunos ejemplos incluyen "tecnología limpia", "innovación ecológica", "innovación verde", "innovación ambiental", "innovación sostenible". Esta proliferación de etiquetas ha surgido desde mediados de la década de 1990 (de Jesus et al., 2018; Díaz-García et al., 2015; Schiederig et al., 2012).

En la Tabla 13 se presentan las características distintivas de estos conceptos. Por ejemplo, según Van Den Bergh et al. (2011), la innovación ambiental se centra en generar beneficios para el medio ambiente, mientras que la innovación sostenible se concibe como una innovación más completa que abarca aspectos ecológicos, económicos y sociales, teniendo en cuenta el contexto espacial, temporal y cultural (Boons et al., 2013; Schiederig et al., 2012). Además, la innovación sostenible, va más allá de los productos y procesos, extendiéndose también a los modelos organizativos (Charter & Clark, 2007). Por otro lado, la innovación verde, se enfoca

UNIVERSIDAD DE COMPOSTELA

en mejorar productos y procesos para promover la sostenibilidad ambiental (Cuerva et al., 2014). La innovación del modelo de negocio para la sostenibilidad, se refiere a la forma en que las organizaciones crean, entregan y capturan valor, buscando maximizar los beneficios sociales y medioambientales (Bocken et al., 2014; Boons & Lüdeke-Freund, 2013).

En resumen, Díaz-García et al. (2015) y Schiederig et al. (2012) destacan que la innovación sostenible incluye aspectos económicos, ecológicos y sociales, mientras que la innovación verde y ambiental contempla solo aspectos ecológicos y económicos.

Tabla 13. Conceptos de la innovación respetuosa con el medio ambiente

Término	Descripción	Autor
Innovación ambiental	(…) "La innovación puede ser beneficiosa tanto para la empresa innovadora como para el medio ambiente"	Weber & Hemmmelskamp (2005, p. 3)
Innovación sostenible	"Proceso en el que las consideraciones sostenibles (medioambientales, sociales y financieras) se integran en los sistemas de la empresa, desde la generación de ideas hasta la investigación, el desarrollo y la comercialización. Esto se aplica a productos, servicios y tecnologías, así como a nuevos modelos empresariales y organizativos"; también "(...) adopción de nuevos procesos y sistemas a nivel social".	Charter & Clarke (2007, p. 9)
	"(...) la innovación sostenible pone de relieve la importancia de (...) las relaciones con otros agentes (proveedores y clientes)".	Boons & Lüdeke-Freund (2013, p. 11)
Innovación verde	"(...) las innovaciones en productos, procesos o modelos de negocio que llevan a la empresa a niveles más altos de sostenibilidad medioambiental".	Cuerva et al. (2014, p. 104)
	"la innovación en hardware o software relacionada con productos o procesos verdes, incluida la innovación en tecnologías relacionadas con el ahorro de energía, la prevención de la contaminación, el reciclaje de residuos, el diseño de productos ecológicos o la gestión ambiental corporativa".	Chen et al.(2006, p. 332)
	"no tiene por qué desarrollarse con el objetivo de reducir la carga medioambiental (. . .). Sin embargo, sí tiene que producir beneficios medioambientales significativos".	Driessen & Hillebrand (2002, p. 344)
Innovaciones en los modelos de negocio para la sostenibilidad	Las innovaciones del modelo de negocio para la sostenibilidad se definen como: "(...) innovaciones que crean impactos significativamente positivos y/o reducen significativamente los impactos negativos para el medio ambiente y/o la sociedad, a través de cambios en la forma en que la organización, y su red de valor, crean, entregan y capturan valor (es decir, crean valor económico) o cambian sus propuestas de valor".	Bocken et al. (2014, p. 44)

Fuente: elaboración propia a partir de Schiederig et al.(2012); de Jesus et al. (2018)

A pesar de los esfuerzos de algunos autores por distinguir y resaltar las diferencias entre estos conceptos (Tabla 13), en la mayoría de los casos se utilizan indistintamente (Boons & Lüdeke-Freund, 2013; Charter & Clark, 2007; Chen et al., 2006; OCDE, 2009a). Sin embargo, el término más reciente y ampliamente adoptado es el de eco-innovación (Díaz-García et al., 2015), al cual nos enfocaremos a partir de ahora. El término "eco" en eco-innovación se origina en el griego οἶκος (oikos), que significa "hogar" y, en un sentido más amplio, "planeta" y "familia" (Liddell & Scott, 1897). Por otro lado, la palabra "innovación" deriva del latín "in-novare", haciendo referencia a la creación de algo nuevo o al cambio de algo existente (W. Smith & Hall, 1870).

El concepto de eco-innovación, surgido en los años noventa, ha ganado importancia e interés entre investigadores y formuladores de políticas. Sin embargo, a pesar de su relevancia, todavía no existe una definición precisa para eco-innovación. En cambio, se han propuesto diversas definiciones que han ido evolucionando a lo largo del tiempo en función de la agenda de política medio ambiental, la concepción de la empresa o del enfoque teórico adoptado (Pereira, 2016).

Entre los primeros autores en conceptualizar la eco-innovación se encuentran Claude Fussler y Peter James (1996, p. xi), quiénes la definen como "nuevos productos, procesos o servicios que proporcionan valor a los clientes y empresas y reducen significativamente los impactos ambientales". A partir de entonces, surgieron numerosas definiciones que enfatizan en lo "nuevo" la "reducción del impacto ambiental" y el "desarrollo sostenible".

Rennings (2000) sostiene que las eco-innovaciones son el desarrollo de nuevas ideas, comportamientos, productos, procesos que contribuyen a la reducción de las cargas ambientales o al logro de objetivos de sostenibilidad. En el proyecto "Measuring Eco-innovation[14]" (MEI), Kemp & Pearson (2007, p. 7), definen la eco-innovación como "la producción, asimilación o explotación de un bien, servicio, proceso de producción, estructura organizativa o método de gestión o de negocio que sea novedoso para la empresa o el usuario y que resulte, a lo largo de su ciclo de vida, en una reducción de riesgo medioambiental, la contaminación y los impactos negativos del uso de los recursos (incluido el uso de energía) en comparación con las alternativas pertinentes". La principal contribución de esta definición es la introducción del enfoque de ciclo vida del producto en el concepto de eco-innovación. La CEPAL (2017a) destaca la relevancia de este enfoque para la sostenibilidad, ya que abarca todas las etapas relacionadas con el producto o servicio, desde su desarrollo inicial hasta su disposición final. Esto incluye la investigación y desarrollo, la extracción y procesamiento de materias primas, la fabricación, el transporte y la distribución, el uso, la reutilización y el mantenimiento, así como el reciclaje y la eliminación final.

Desde un enfoque economicista, Andersen (2008) incorpora la idea de generar valor al definir a la eco-innovación como "innovaciones capaces de atraer rentas verdes al mercado". Estas innovaciones, ya sean técnicas, organizativas o de marketing reducen los impactos ambientales netos al tiempo que crean valor en el mercado. En este sentido, Foxon & Andersen (2009) vinculan la eco-innovación con la competitividad empresarial, que se puede lograr a través de la obtención de precios superiores debido a una reputación verde, así como mediante la reducción de costos de producción derivados de una mayor eficiencia en el uso recursos y una disminución de los costes asociados con la contaminación. Además, Arranz et al. (2019) conciben la eco-innovación como una forma de innovación que no solo genera mejoras ambientales, sino que también crea nuevas oportunidades de negocio al abrir nuevos mercados y promover una mayor competitividad. Lo que resulta en un valor adicional tanto para los productores como para los consumidores. Bajo esta noción, las investigaciones en este ámbito deben enfocarse en el nivel de integración de los temas ambientales en el proceso económico. Es decir, es necesario analizar las tendencias y dinámicas de la conciencia ambiental en las estrategias empresariales, los mercados, las tecnologías y los sistemas de innovación. De esta manera, la empresa en el centro del análisis debe ser vista como innovador ecológico potencial, en lugar de un contaminador (Pereira, 2016).

Para otros autores la eco-innovación es catalogada como una innovación respetuosa con el medio ambiente o entendida como una relación sinérgica entre innovación y desarrollo

[14] Proyecto de investigación financiado por la Unión Europea en el que se propone desarrollar un concepto para medir las eco-innovaciones y sus principales determinantes e impactos mediante encuestas a empresas internacionales a gran escala (Horbach et al., 2012).

sostenible (M. Segarra-Oña et al., 2011). En esta línea, Kiefer et al. (2017) describe las eco-innovaciones como innovaciones fundamentales para avanzar hacia economías y sociedades más sostenibles, y para superar la tradicional dicotomía entre competitividad y sostenibilidad.

La discusión relativa a la definición de la eco-innovación no solo ha sido llevada a cabo por investigadores sino también por organizaciones mundiales. Entre las definiciones más extendidas está la del Observatorio de Eco-innovación[15], que la define como "la introducción de cualquier producto, proceso, cambio organizacional o solución de marketing nuevo o significativamente mejorado que reduzca el uso de recursos naturales y disminuya la liberación de sustancias nocivas a lo largo de todo el ciclo de vida" (EIO, 2011, p. 2).

La OCDE (2009c, 2009b) propone una definición más amplia de eco-innovación que resalta tres características distintivas. En primer lugar, se enfoca en la reducción del impacto ambiental. En segundo lugar, no importa si las mejoras medioambientales fueron el objetivo principal o si se generaron como un subproducto o por casualidad. En este sentido, las eco-innovaciones pueden surgir por otras motivaciones, como el cumplimiento de las regulaciones y normas, el aumento de la cuota de mercado o el ahorre en costos (CEPAL, 2017a; Horbach et al., 2012). En tercer lugar, reconoce que los beneficios ambientales de la eco-innovación trascienden los limites organizacionales convencionales. Esto implica considerar un contexto social más amplio, que incluye cambios en las normas sociales, valores culturales y estructuras institucionales. Desde esta perspectiva, la OCDE (2009a) sugiere que la eco-innovación debe ser entendida teniendo en cuenta tres dimensiones: a) el objetivo de la innovación, que puede abarcar productos, procesos, métodos de comercialización, organizaciones e instituciones; d) el mecanismo utilizado, que puede implicar modificaciones, rediseños, alternativas y creaciones); y c) el impacto que tiene sobre el medio ambiente.

Para comprender las variantes y la evolución del concepto de eco-innovación se presenta en orden cronológico algunas de las definiciones más influyentes dentro de la literatura (Tabla 14).

Tabla 14. Definiciones de la eco-innovación

Autor	Definición	Alcance	Foco
Fussler & James (1996, p. xi)	"es el proceso de desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios que proporcionan valor a los clientes y a las empresas, pero reducen significativamente el impacto ambiental".	Economicista	Técnico
Kemp & Arundel (1998, p. 1); Rennings & Zwick (2001, p. 4)	"procesos, técnicas, sistemas y productos nuevos o modificados para evitar o reducir los daños medioambientales".	Transformador	Técnico
Rennings (2000, p. 322)	"son medidas de los actores clave (empresas, políticos, sindicatos, asociaciones, iglesias, hogares privados) que desarrollan nuevas ideas, comportamientos, productos y procesos, los aplican o introducen, y que contribuyan a la reducción de las cargas medioambientales o a la consecución de objetivos de sostenibilidad ecológicamente especificados".	Transformador	Técnico/ social
Little (2005, p. 3)	"la innovación impulsada por la sostenibilidad es la creación de nuevos espacios de mercado, productos y servicios o procesos impulsados por redes sociales, problemas ambientales o de sostenibilidad".	Economicista	Técnico/ organizativo

[15] El Observatorio de la Eco-innovación (EIO) es un plataforma para la recopilación estructurada y el análisis de una extensa variedad de información sobre eco-innovación, recopilada en toda la Unión Europa < https://green-business.ec.europa.eu/eco-innovation_en>

Autor	Definición	Alcance	Foco
Kemp & Pearson (2007, p. 7)	"La eco-innovación es la producción, asimilación o explotación de un producto, proceso de producción, servicio o método de gestión o de negocio que sea nuevo para la organización (desarrollándolo o adoptándolo) y que resulte, a lo largo de su ciclo de vida, en una reducción del riesgo medioambiental, la contaminación y otros impactos negativos del uso de los recursos (incluido el uso de la energía) en comparación con las alternativas pertinentes".	Economicista - transformador	Técnico/ organizativo
Comisión Europea (2007, p. 17)	"cualquier forma de innovación que persiga un avance significativo y demostrable respecto del objetivo de desarrollo sostenible, mediante la reducción de las repercusiones negativas sobre el medio ambiente o la consecución de un aprovechamiento más eficiente y responsable de los recursos naturales, entre ellos la energía".	Transformador	Técnico/ social
Andersen (2008, p. 5)	"innovaciones capaces de atraer rentas verdes al mercado".	Economicista	Técnico/ organizativo
Oltra y Saint Jean (2009, p. 1)	"Innovaciones que consisten en procesos, prácticas, sistemas y productos nuevos o modificados que benefician al medio ambiente y contribuyen a la sostenibilidad ambiental".	Transformador	Técnico/ organizativo
OCDE (2009a, p. 40)	"(…) la creación de nuevos productos (bienes o servicios), procesos, métodos, de comercialización, estructuras organizativas, y acuerdos institucionales que con o sin intención conduzcan a mejoras medioambientales en comparación con las alternativas pertinentes".	Transformador	Técnico/ social
OCDE (2009c, p. 13); (2009b, p. 2)	"la innovación que refleja el énfasis explícito del concepto en la reducción del impacto ambiental, independientemente de que se pretenda o no ese efecto. Y no se limita a la innovación en productos, procesos, métodos de comercialización y métodos de organización, sino que también incluye la innovación en estructuras sociales e institucionales".	Transformador	Técnico/ social
Carrillo-Hermosilla et al. (2010, p. 1075); (2009, p. 4)	"la innovación que mejora el desempeño medioambiental, en línea con la idea de que la reducción de los impactos ambientales (ya sea intencional o no) es la principal característica distintiva de la eco-innovación".	Transformador	Técnico/ social
EIO (2011)	"La introducción de cualquier producto (bien o servicio), proceso, cambio organizativo o solución de marketing nuevo significativamente mejorado que reduzca el uso de recursos naturales (incluidos los materiales, energía, el agua y la tierra) y disminuya la liberación de sustancias a lo largo de todo el ciclo de vida".	Economicista-transformador	Técnico/ organizativo

Fuente: elaboración propia a partir de Carrillo-Hermosilla et al.(2010); de Jesus et al. (2018)

La diversidad de conceptos de eco-innovación antes expuesta pone de relieve cuatro aspectos clave. En primer lugar, no existe una definición teórica claramente aceptada, lo que refleja diferencias en términos de su enfoque y alcance. Algunas definiciones tienen un enfoque más economicista, al centrarse en la generación de beneficios económicos y la competitividad en el mercado. Estas definiciones, ponen especial énfasis en el aumento de la eficiencia y la identificación de nuevas oportunidades de mercado. Por otro lado, existen definiciones con un alcance más transformador, donde la rentabilidad económica no es una condición suficiente, ya que su principal intención es contribuir al desarrollo sostenible. En estas definiciones el acento está en el uso responsable de recursos, la reducción del daño ambiental y la sostenibilidad. Además,

las definiciones también varían en función de su foco, abarcando desde innovaciones tecnológicas hasta innovaciones de carácter social y organizativo (Tabla 14).

En segundo lugar, se pueden inferir ciertas características que diferencian a las eco-innovaciones de otros tipos de innovación. Estas características incluyen su enfoque en el desarrollo sostenible, su origen en los problemas ambientales, su compatibilidad económica y sostenibilidad, así como el problema de la doble externalidad y el efecto regulador push/pull (Tabla 15).

Tabla 15. Características distintivas de la eco-innovación frente a otras innovaciones

Aspecto	Descripción
Origen en problemas ambientales urgentes	Las eco-innovaciones se originan a partir de problemas ambientales que requieren soluciones urgentes. (Carrillo-Hermosilla et al., 2009; Choi et al., 2016).
Compatibilidad económica y sostenibilidad	La eco-innovación genera una situación "ganar-ganar" caracterizada por la compatibilidad del desarrollo económico y una economía sostenible. • Relación positiva entre el desempeño medioambiental y económico[16]: un mejor comportamiento ambiental puede disminuir los costos de producción y aumentar la competitividad a través de la eficiencia, la productividad y nuevas oportunidades de mercado (Carrillo-Hermosilla et al., 2009, p. 3). • La eco-innovación promueve una economía más sostenible, competitiva y equitativa al mejorar la eficiencia en el uso de recursos, reducir el deterioro ambiental y generar nuevas oportunidades de empleo y emprendimiento a través de la creación de nuevas demandas de productos y servicios (CEPAL, 2017a).
Fomento del desarrollo sostenible	La eco-innovación tiene como objetivo fomentar el desarrollo sostenible. • La eco-innovación es una condición necesaria para el desarrollo sostenible (Aghion et al., 2009; de Jesus et al., 2018).
Doble externalidad	La eco-innovación tiene como característica el problema de la doble externalidad (Rennings, 1998, 2000). El problema de doble externalidad disminuye el incentivo para que las empresas inviertan en eco-innovaciones debido a su incapacidad para apropiarse completamente de los beneficios económicos y medioambientales generados.
Efecto regulador push/pull	Marco regulador determinante clave de la eco-innovación (De Marchi, 2012; Rennings, 2000).

Fuente: elaboración propia a partir de Arranz (2019)

Con respecto a los dos últimos aspectos, la literatura ha subrayado que las externalidades y factores que promueven la adopción de la eco-innovación son peculiaridades que las distinguen de otras formas de innovación (Ilustración 8). Las eco-innovaciones generan efectos indirectos positivos tanto en la fase de innovación como en la fase de difusión, lo que se le conoce como el "problema de doble externalidad" (Rennings, 1998, 2000). La primera externalidad se refiere a los beneficios que se extienden más allá de la empresa innovadora, permitiendo que otras empresas se beneficien del conocimiento generado por aquellas que desarrollan o adoptan eco-innovaciones. La segunda externalidad positiva está relacionada con los efectos ambientales favorables que resultan de la adopción de eco-innovaciones, como la reducción del daño al medio ambiente. La reducción del daño ambiental por parte de los innovadores reduce la presión sobre otras empresas contaminantes, ya que existe un beneficio social sin que estas últimas tengan que adoptar medidas (Porter & van der Linde, 1995). La perspectiva de fallo de mercado debido a la cuestión de la doble externalidad destaca la importancia del efecto de la política

[16] De acuerdo con la "hipótesis de Porter", una regulación ambiental estricta puede obligar a las empresas contaminantes a buscar innovaciones que reduzcan los costos de cumplimiento y producción. Esto, a su vez, mejoraría la competitividad de la empresa y establecería una relación positiva entre los resultados ambientales y los económicos. Además, las empresas pueden obtener beneficios al convertirse en pioneras al comercializar sus propias innovaciones y crear nuevos mercados o segmentos de mercado (Carrillo-Hermosilla et al., 2009, p. 3).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

regulatoria (efector regulador push/pull) para fomentar la adopción de eco-innovaciones (De Marchi, 2012; Jaffe et al., 2005; Rennings, 2000).

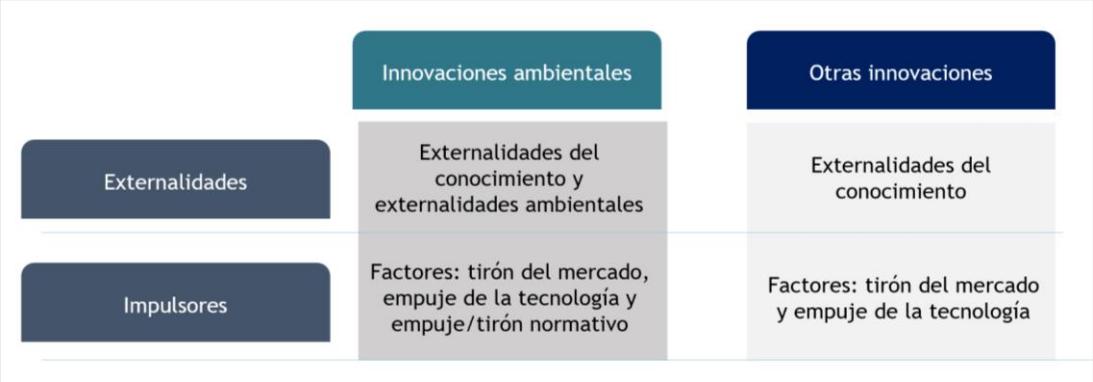


Ilustración 8. Externalidades e impulsores de las eco-innovaciones en comparación con las innovaciones generales
Fuente: adaptado y traducido De Marchi (2012)

Además de las diferencias mencionadas anteriormente, también es importante resaltar algunas similitudes. En este sentido, como tercer punto, cabe destacar que, a pesar de las variaciones en las definiciones, todas ellas guardan una conexión y convergen en ideas de eficiencia en el uso de recursos naturales, reducción de las cargas ambientales y logro del desarrollo sostenible. En esta línea, Pereira & Vence (2023), señalan que todas las definiciones buscan abordar el problema del desarrollo sostenible a través de tres enfoques de innovación: uno centrado en la prevención de impactos ambientales, otro en el aumento de la resiliencia o capacidad de recuperación, y otro en la mejora de la eco-eficiencia. Esto nos lleva al cuarto punto, que es la evolución del concepto y alcance de la eco-innovación a lo largo del tiempo.

La literatura inicial sobre eco-innovación se centraba exclusivamente en tecnologías ambientales, comenzando por las tecnologías de "final de tubo" para corregir los problemas de contaminación y luego enfocándose en tecnologías de proceso más limpia para prevenir el daño ambiental (OCDE, 2009a; Pereira & Vence, 2023). Por último, se orientó hacia la eco-innovación de producto, considerando la oportunidad de beneficiarse económicamente en la fase de difusión a través de la incorporación mejoras ambientales en los productos (precio premium, nuevos mercados). Más adelante, se reconoció la importancia de la eco-innovación organizativa, principalmente a través de la literatura centrada en los parques eco-industriales. En los años más recientes, comienza a hablarse de eco-innovación de alcance sistémico y transformador, por lo que el foco pasa a estar en los modelos de negocio como catalizadores de eco-innovaciones y la innovación conductora de nuevos patrones de producción y de consumo más sostenibles, capaces de originar innovaciones sistémicas (Pereira & Vence, 2023).

Esta evolución ha llevado a una visión más amplia de la eco-innovación que abarca diversas perspectivas, incluidas las tecnológicas, organizativas, de gobernanza y gestión institucional (He et al., 2018; Munodawafa & Johl, 2019). Además se reconoce que la eco-innovación no solo se limita a una sola industria, sino que aplicable a múltiples sectores dentro del sistema de producción y consumo (Dewick & Foster, 2018; Munodawafa & Johl, 2019).

Aunque el concepto de eco-innovación ha evolucionado hacia una definición más integral, aún se necesitan evidencias empíricas para establecer un marco conceptual y teórico sólido (Álvarez et al., 2014; M. M. Andersen & Foxon, 2009; CEPAL, 2017a). De acuerdo con Kemp (2010), la eco-innovación se define por la evaluación general de los efectos y riesgos medioambientales. En esta línea, Pereira & Vence (2023), sostienen que estas definiciones carecen de

USC DE COMPOSTELA

especificidad en cuanto a criterios que deben emplearse para evaluar dichos impactos ambientales, los cuales pueden abarcar diversos indicadores como las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación del aire, el consumo de energía, la contaminación del agua, el ruido, la generación de residuos, la contaminación del suelo, entre otros. Sin embargo, en algunos casos resulta difícil determinar el carácter verdaderamente eco-innovador, ya que una innovación puede tener efectos positivos en algunos indicadores, pero negativos en otros. Por lo tanto, es necesario un balance de los efectos en las diferentes dimensiones para evitar la aparición de efectos rebote, que puedan agravar el impacto ambiental en su conjunto (Carrillo-Hermosilla et al., 2009; Pereira & Vence, 2023).

Los puntos previamente expuestos destacan la importancia de lograr una mayor claridad, fundamentación y exhaustividad en la definición y aplicación de la eco-innovación. Asimismo, resaltan la necesidad de abordar los posibles desafíos y limitaciones en la implementación y medición de la eco-innovación, así como la importancia de considerar los efectos interrelacionados que estas pueden tener en diferentes dimensiones ambientales.

Con el objetivo de mejor la comprensión conceptual de la eco-innovación, en la siguiente sección se explora la tipología de la eco-innovación.

2.3.2 Tipos de eco-innovación

El propio objeto de la eco-innovación permite su clasificación y distinción en relación con la innovación convencional. Dada la amplia variedad de definiciones asociadas, se han propuesto diferentes tipologías para categorizar la eco-innovación, algunas de la cuales tuvieron una clara orientación tecnológica. En esta línea, Berkhout (2005) propone una clasificación detallada de las tecnologías medioambientales según el ámbito específico al que impactan (Tabla 16).

Tabla 16. Categorías de tecnología medioambiental

Tipo de tecnología	Definición
Control de la contaminación	Reducción de la contaminación, eliminación de efluentes (técnicas clásicas de final de tubería)
Gestión de residuos y reciclaje	Manejo, tratamiento y eliminación de residuos; minimización de residuos a través de la reutilización de materiales recuperados de los flujos de residuos
Minimización de residuos	Procesos de producción y técnica para minimizar residuos
Tecnologías limpias	Procesos de producción que permiten mejora a bajos niveles de impacto medioambiental
Medición y monitorización	Muestreo, medición y análisis de datos
Productos limpios	Productos que generan mejoras a bajos niveles de impacto medioambiental a través de sus ciclos de vida

Fuente: Berkhout (2005, p. 59)

Cabe destacar este tipo de eco-innovaciones pueden contribuir a la EC. Las eco-innovaciones relacionadas con el final de vida, desde la perspectiva de la EC estarían orientadas a minimizar la generación de residuos y la contaminación. Por otra parte, las eco-innovaciones centradas en el diseño de productos y procesos más limpios encajan con el objetivo de la economía circular de optimizar el rendimiento y la vida útil de los productos, componentes y materiales.

Frente al cuestionamiento de los estudios centrados en las eco-innovaciones tecnológicas, otros autores optan por una visión más amplia. Rennings (1998, 2000) sostiene que las eco-innovaciones pueden ser desarrolladas por empresas u organizaciones sin fines de lucro, pueden ser

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

comercializadas o no en los mercados y su naturaleza puede ser tecnológica, organizativa, social e institucional (Tabla 17).

Tabla 17. Tipos de eco-innovación según su naturaleza

Naturaleza	Características
Eco-innovación tecnológica	De carácter curativo orientadas a reparar los daños (por ejemplo, descontaminación del suelo) y preventivo encaminadas a evitar el impacto. Las tecnologías preventivas se subdividen en: • Tecnologías integradas (durante la fase de producción y consumo): medidas para reducir las emisiones y el uso de insumos y energía (por ejemplo, uso de insumos respetuosos con el medio ambiente y cambios en el diseño de productos). • Tecnologías aditivas o de final de proceso (después de la fase de producción y consumo): métodos de eliminación y tecnologías de reciclaje.
Eco-innovación organizativa	Cambios organizativos: entre ellos los instrumentos de gestión a nivel empresarial como las ecoauditorías. Las eco-innovaciones en el sector servicios están relacionadas con la sustitución de productos materiales por servicios menos intensivos en materiales.
Eco-innovación social	Cambios en el comportamiento del consumidor (se centra en patrones de consumo sostenibles) y en su estilo de vida.
Eco-innovación institucional	La base para una política de sostenibilidad. Los acuerdos institucionales requieren la reorientación del sistema mundial de I+D hacia el desarrollo sostenible. Las instituciones innovadoras incluyen una mejor toma de decisiones a través de instrumentos científicos y participación pública (por ejemplo, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático).

Fuente: elaboración propia a partir de Rennings (1998, 2000)

Por otro lado, la OCDE (2009a) sugiere analizar la eco-innovación tomando en consideración tres dimensiones clave (Ilustración 9):

- Objetivos: se refiere al foco principal de la eco-innovación. Siguiendo la tipología del Manual de Oslo, se pueden categorizar en: a) productos (bienes y servicios); b) procesos (métodos o procedimientos de producción); c) métodos de comercialización (estrategias de promoción, fijación de precios de productos y otras estrategias de mercado); d) organización (estructura de gestión y distribución de responsabilidades); e) instituciones: incluye aspectos sociales más amplios que trascienden el control de una sola empresa, como acuerdos institucionales más amplios, normas sociales y valores culturales.

- Mecanismos: método utilizado para introducir cambios en el objetivo de la eco-innovación. También está relacionado con la naturaleza subyacente de la eco-innovación, es decir, si el cambio es de naturaleza tecnológica o no tecnológica. Se identifican cuatro mecanismo básicos: a) modificación, que implica pequeños ajustes progresivos en productos y procesos; b) rediseño, implica cambios significativos en productos, procesos, organizaciones y estructuras existentes; c) alternativas, que consisten en la introducción de bienes y servicios que satisfacen las mismas necesidades funcionales y actúan como sustitutos de otros productos; y d) creación, que comprende el diseño e introducción de productos, procesos, procedimientos y entornos organizacionales e institucionales completamente nuevos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

- Impactos: efecto de la eco-innovación en las condiciones medioambientales. Este impacto depende de la combinación de objetivos y mecanismos, y va desde las mejoras ambientales incrementales hasta la eliminación completa del daño medioambiental.

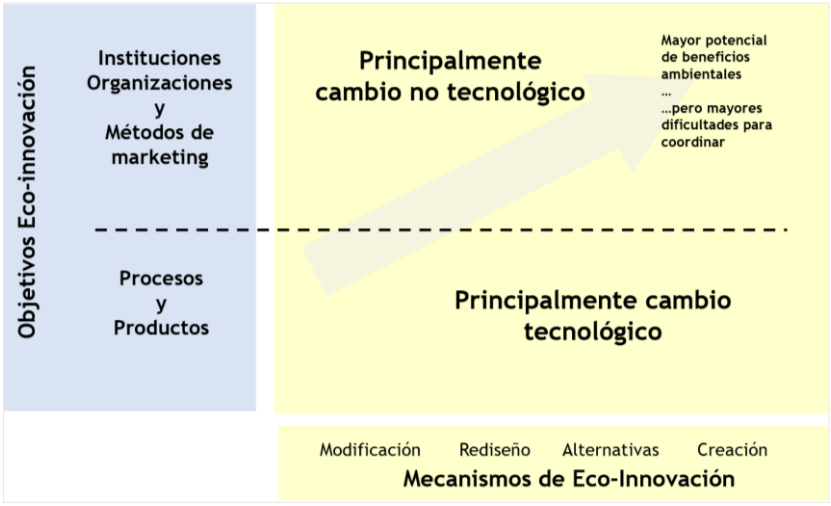


Ilustración 9. Tipología de la eco-innovación
Fuente: extraído y traducido de OCDE (2009a)

Según la OCDE (2009a), si bien este enfoque se puede aplicar a iniciativas de ecoinnovación en todos los objetivos y mecanismos, generalmente se puede distinguir la naturaleza subyacente del cambio entre ecoinnovación en productos y procesos, y la ecoinnovación en métodos de marketing, organizaciones e instituciones. Por ejemplo, la eco-innovación en productos y procesos suele estar estrechamente relacionada con avances tecnológicos, independientemente del mecanismo específico. Por otro lado, en el caso de los métodos de marketing y las estructuras organizativas e instituciones, los mecanismos de eco-innovación suelen estar asociados con cambios no tecnológicos.

Desde una perspectiva empresarial, el proyecto "Measuring eco-innovation (MEI)" (Kemp & Pearson, 2007), financiado por la Unión Europea con el objetivo de fomentar el análisis de la eco-innovación, presenta una tipología detallada de la eco-innovación. Esta tipología resalta la naturaleza sistémica de la eco-innovación, cubriendo una amplia clasificación que abarca desde las eco-innovaciones puramente tecnológicas hasta aquellas que, aunque se basan en cambios tecnológicos, también implican cambios sociales e institucionales (Tabla 18).

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

Tabla 18. Tipología de la eco-innovación Proyecto MEI

Tipos de eco-innovación	Características
Tecnologías medioambientales	Comprenden las tecnologías utilizadas para el control de la contaminación (incluyen tecnologías de tratamiento de aguas residuales) y las tecnologías que minimicen el uso de recursos y materiales en la producción tales como: • Tecnologías de control de contaminación • Tecnologías de limpieza que tratan la contaminación liberada al medio ambiente • Tecnologías de proceso más limpias • Equipos de gestión de residuos • Monitoreo e instrumentación medioambiental • Tecnologías de energía verde • Control de ruidos y vibraciones • Suministro de agua
Innovación organizativa	Introducción de métodos organizativos y de gestión para abordar las cuestiones medioambientales en la producción y productos tales como: • Esquemas de prevención de la contaminación dirigidos a evitar la contaminación mediante la sustitución de insumos, un funcionamiento más eficiente de los procesos y cambios en las plantas de producción. • Sistemas de gestión y auditoría ambiental (p. ej. EMAS o ISO 14001) • Gestión de la cadena de valor para cerrar el ciclo de materiales y evitar el daño medioambiental en toda la cadena de valor (p. ej. Cradle to cradle)
Innovación de producto y servicio	Innovación de productos (nuevos o ambientalmente mejorados) y servicios que ofrecen beneficios medioambientales, entre ellos están: • Productos con materiales nuevos o ambientalmente mejorados, incluidas las eco-casas y edificios ecológicos. • Productos financieros verdes como eco-créditos o fondos de inversión verdes • Servicios ambientales (p. ej. gestión de residuos sólidos y peligrosos, gestión de aguas residuales, consultoría medioambiental, entre otros). • Servicios menos contaminantes y con menor uso de recursos (ejemplo uso compartido del vehículo)
Innovaciones de sistema ecológicas	Sistemas alternativos de producción y consumo que son más benignos para el medioambiente en comparación con los existentes, algunos de ellos son: • Agricultura ecológica • Sistemas energéticos basados en fuentes renovables.

Fuente: elaboración propia a partir de Kemp & Pearson (2007) y Ociepa-Kubicka & Pachura (2017)

Las eco-innovaciones de sistema o sistémicas engloban cambios tecnológicos, organizativos y sociales que pueden tener impactos de menor y mayor alcance. Mientras que las innovaciones tecnológicas, como las de control de contaminación y de proceso más limpias, suelen representar mejoras incrementales, las innovaciones sistémicas pueden impulsar cambios más radicales y sentar las bases para un nuevo modelo más sostenible. En este sentido, es importante destacar la relevancia de las innovaciones sociales en la reorientación de los patrones de consumo y uso de recursos hacia practicas más sostenibles, como la reducción del desperdicio, el fomento del uso compartido y el desarrollo de actividades colaborativas, entre otros ejemplos (Pereira & Vence, 2023).

El análisis de la evolución de los tipos de eco-innovación muestra una concepción más sistémica de este enfoque, la cual se considera esencial para la implementación de la economía

USC UNIVERSIDADE DE COMPOSTELA

circular. En este sentido, la eco-innovación sistémica (tecnológica y no tecnológica), desempeña un papel fundamental en la transición hacia un sistema económico circular y sostenible. Jesus et al. (2019) argumentan que las innovaciones sistemáticas, que abarcan políticas multidimensionales, representan las rutas más prometedoras para lograr una transición efectiva hacia la economía circular. Prieto-Sandoval et al. (2018) identifican ocho tipos de eco-innovaciones que son clave para desarrollar la EC. Estas innovaciones, especialmente las de mercado, son cruciales para visibilizar el cambio de paradigma hacia la EC (Tabla 19).

Tabla 19. Tipos de eco-innovación orientados a la economía circular

Tipos de eco-innovación	Descripción
Innovaciones en los modelo de negocio	Relacionadas con cómo las empresas generan y capturan valor
Innovaciones en red	Desarrolladas trabajando en simbiosis con otras empresas
Innovaciones en la estructura organizacional	Implican nuevas prácticas organizaciones y de gestión que respaldan la estrategia ambiental.
Innovaciones en los procesos	Relacionadas a la manera en que las empresas producen bienes o servicios.
Innovaciones de productos	Enfocadas en mejorar la calidad y funcionalidad de los productos.
Innovaciones de servicio	Diseñadas para optimizar el uso de productos, permitiendo que sean utilizados por varios usuarios en lugar de un solo propietario.
Innovaciones de mercado	Generadas a través de canales de comunicación con los clientes, con el valor de la marca y el posicionamiento de productos.
Innovaciones de compromiso con el cliente	Enfocadas en mejorar la experiencia del cliente y satisfacer sus necesidades.

Fuente: Prieto-Sandoval et al. (2018)

Por otro lado, Szczepańczyk (2022) presenta distintos tipos de EI desde el enfoque de la economía circular abarcando una amplia variedad de eco-innovaciones que reflejan diversas dimensiones de la EC, que van desde cambios en el comportamiento hasta la implementación de nuevas tecnologías (Tabla 20).

Tabla 20. Tipos de eco-innovación desde el enfoque de la economía circular

Tipos de eco-innovación	Descripción
Diseño del producto	Orientada a minimizar el impacto ambiental y reducir los recursos materiales utilizados a lo largo del ciclo de vida del producto, mediante la implementación de diversas operaciones de recuperación, como reparación, mantenimiento, regeneración, reciclaje y uso de materiales en cascada.
Proceso	El proceso de producción debe enfocarse en minimizar el uso de materiales y reducir al máximo las emisiones de sustancias nocivas, así como en disminuir riesgos y costos. Se enfatizan métodos avanzados de recuperación, que incluyen la sustitución o reparación de unidades defectuosas, el desmontaje y la recuperación de componentes, así como el reciclaje, upcycling y reciclaje funcional.
Organización	Este tipo de eco-innovación implica reestructurar métodos y sistemas de gestión para cerrar el ciclo y mejorar la eficiencia de los recursos, promoviendo nuevos modelos de negocio como la simbiosis industrial y la recuperación de recursos valiosos.
Marketing	Eco-innovación relacionada al diseño, distribución, promoción y fijación de precios de productos y servicios, que deben ser creados para permitir su reutilización, siendo la etiqueta ecológica un elemento esencial.
Social	Enfocada en el consumo consciente, la compra responsable y la reutilización de productos, que está estrechamente vinculado a cambios en el comportamiento y el estilo de vida, es decir, innovaciones implementadas por los usuarios. Esto implica el intercambio mutuo de productos y el uso conjunto de los mismos.
Sistema	Desarrollo de nuevos sistemas de funcionalidad, con énfasis en la reducción del impacto ambiental y la desmaterialización de la producción. Se trata de enfoques modernos para la gestión de ciudades, como las ciudades inteligentes y la permacultura.

Fuente: Szczepańczyk (2022)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Por su parte, Kiefer et al. (2019) identifica una taxonomía de cinco tipos de ecoinnovación que son fundamentales para las transiciones hacia la sostenibilidad y desempeñan un papel clave en la economía circular (Tabla 21).

Tabla 21. Tipos de eco-innovación clave para la economía circular

Tipos de eco-innovación	Descripción
Eco-innovaciones sistémicas	Representan una ruptura con los procesos y modelos de negocio tradicionales, conduciendo a mejoras ambientales significativas. Involucran la creación de nuevos productos y servicios que se desvían considerablemente de las prácticas comerciales previas, enfocándose en nuevos mercados y clientes.
Eco-innovaciones impulsadas externamente	Implican una respuesta o anticipación a las presiones externas, que pueden incluir regulaciones y demandas ambientales planteadas por la sociedad.
Eco-innovaciones de mejor continua	Surgen de los esfuerzos de las empresas y se caracterizan por no implicar cambios significativos en la propuesta de valor. En este caso, no se produce una ruptura notable con los procesos establecidos, lo que permite a las empresas optimizar sus prácticas sin alterar radicalmente su modelo de negocio.
Eco-innovaciones radicales y tecnológicas	Se caracterizan por reducciones sustanciales en los impactos ambientales, innovación tecnológica disruptiva y cambios radicales en las bases comerciales actuales.
Eco-innovaciones ecoeficientes	Se centran en el ahorro de insumos y la eficiencia interna de la empresa.

Fuente: elaboración propia a partir de Kiefer et al. (2019)

La transición hacia la economía circular (EC) requiere un cambio sistemático y estructural a niveles micro (empresas y consumidores), meso (agentes económicos en simbiosis) y macro (ciudades, regiones y gobiernos) (Brogi & Menichini, 2024; Kirchherr et al., 2017). Esto implica la necesidad de una eco-innovación sistémica que abarque productos, servicios, procesos, modelos de negocio, relaciones entre empresas y sectores, e incluso innovaciones sociales. En este contexto, a continuación nos enfocaremos en resaltar la eco-innovación sistémica como un componente fundamental para la transición hacia la EC.

2.3.3 La eco-innovación clave para la implantación de la economía circular

La eco-innovación ha sido reconocida como un elemento clave en la transición hacia la economía circular (EEA, 2016). En este contexto, Prieto-Sandoval et al. (2018) destacan que para alcanzar este modelo son necesarias eco-innovaciones cíclicas que fortalezcan la conexión entre los seres humanos y la naturaleza, así como innovaciones regenerativas que generen valor añadido para ambos. Munodawafa & Johl (2019) indican que el enfoque ambiental de la eco-innovación la convierte en un catalizador idóneo para el cambio de una economía lineal a una circular.

Asimismo, se ha señalado que la eco-innovación tiene el potencial de desencadenar cambios, generar presiones y facilitar la adaptación a un nuevo sistema sociotécnico, contribuyendo así al surgimiento de la economía circular (de Jesus & Mendonça, 2018). En este sentido, la eco-innovación puede transformar los modelos de negocio actuales, abarcando desde el diseño de productos y servicios hasta la reconfiguración de las cadenas de valor. También puede impulsar mejoras en los sistemas de entrega de valor (ciudades sostenibles, movilidad ecológica, sistemas de energía inteligentes, etc.) (EIO, 2014).

El debate político europeo reconoce la importancia de la EI para el desarrollo de la EC, al señalar que la economía circular requiere eco-innovaciones en dos campos diferentes,

etiquetados como “hardware” y “software” (2016). El hardware es la EI impulsada por la tecnología que favorece a la EC al proporcionar soluciones técnicas integradas en productos o procesos más limpios y en las rutinas industriales para el reacondicionamiento, la refabricación, el reciclaje y la renovación de los recursos (Shih et al., 2018). Mientras que el software es la EI no tecnológica que promueve la EC mediante nuevos modelos de negocio, habilidades, capacidades que convierten los procesos de transformación de la EI en oportunidades de mercado (de Jesus et al., 2018).

Desde una perspectiva puramente tecnológica, Kuo y Smith (2018) analizan el papel de eco-innovación tecnológica en el fomento de la sostenibilidad y la economía circular en las empresas, subrayando la necesidad de desarrollar nuevos métodos que sitúen estas tecnologías en el centro del desarrollo de estrategias para mejorar la competitividad empresarial. Algunas propuestas de modelos de negocio sostenibles vinculan la eco-innovación tecnológica con la EC. En esta línea, Bocken et al. (2014) elaboran una clasificación de modelos de negocio sostenibles que relaciona la EC con innovaciones tecnológicas orientadas a reducir el uso de materiales, energía y generación de residuos.

Desde una perspectiva más amplia, se ha señalado que algunas eco-innovaciones tienen el potencial de generar un impacto transformador en todo el sistema. Las EI desarrolladas por las empresas y que resultan exitosas son adoptadas posteriormente por otros agentes económicos, lo que permite su difusión desde el nivel micro al macro de la economía (Kiefer et al., 2021, 2024). En esta línea, Kiefer et al. (2019) identifican cinco tipos de eco-innovación (EI sistémicas, EI impulsadas externamente, EI de mejora continua, EI radicales y tecnológicas, EI ecoeficientes) que son capaces de introducir cambios significativos en los sistemas sociotécnicos establecidos a nivel macro y representan un salto significativo tanto desde el punto de vista tecnológico como organizativo (ver Tabla 21).

De Jesus et al. (2018) destacan que la eco-innovación a nivel meso actúa como un facilitador de la integración sistémica en sectores o regiones, permitiendo nuevas formas de compartir servicios y subproductos, promoviendo así la cooperación y las sinergias entre sectores y organizaciones. Además, es clave para abordar problemas técnicos, como la gestión de residuos sólidos, la contaminación del aire, el agua y el ruido, pero también es una vía para superar barreras financieras, regulatorias y culturales que obstaculizan la transición hacia una economía más circular y sostenible (de Jesus et al., 2018; de Jesus & Mendonça, 2018). (de Jesus & Mendonça, 2018)

De Jesus et al. (2019) describen la economía circular como una eco-innovación sistémica que combina conocimientos "más duros" y "más blandos" . Los conocimientos "más duros" incluyen productos impulsados por investigación y desarrollo (I+D), procesos de reducción de costos y soluciones técnicas integradas en productos y procesos más limpios. Por otro lado, los conocimientos "más blandos" abarcan configuraciones institucionales, modelos de negocio y patrones de comportamiento asociados con las soluciones circulares en la organización y comercialización.

De este modo, se ha destacado que la eco-innovación tiene el potencial para permitir y acelerar la transición tecnoeconómica hacia la sostenibilidad y la EC a nivel macro, meso y micro (Brogi & Menichini, 2024). Las diferentes escalas de implementación de la EC (estrategias circulares a escala regional y nacional, redes y cooperación entre actores, y compromiso individual) están relacionadas con diferentes objetivos, mecanismos e impactos de la EI (de Jesus & Mendonça, 2018).

Dado que las eco-innovaciones implementadas por las empresas son parte fundamental de la eco-innovación sistémica necesaria en la transición hacia la EC, el seguimiento de sus actividades de eco-innovación se vuelve esencial para la implementación de la EC a nivel

USC DE COMPOSTELA

empresarial (de Jesus et al., 2021). En este sentido, en el siguiente apartado (2.3.4) se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura sobre las características, así como los factores impulsores y las barreras de las empresas eco-innovadoras, las cuales podrían contribuir significativamente a la EC, tal como se destacó previamente en el epígrafe 2.3.3.

2.3.4 Determinantes de la eco-innovación empresarial

La literatura científica reciente ha logrado importantes avances en la comprensión de los factores que promueven y obstaculizan la ecoinnovación. En los últimos años, varios académicos han llevado a cabo una exhaustiva revisión de los determinantes de la eco-innovación a diferentes niveles: internacional, nacional, industrial, sectorial y empresarial (Díaz-García et al., 2015; Sanni, 2018). Estos factores han sido analizados desde distintitos enfoques teóricos (del Río et al., 2015; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018).

La teoría de la innovación medioambiental se fundamenta en explicaciones de innovaciones generales (teoría general de la innovación), pero también considera determinantes específicos relacionados con el ámbito ambiental. En esta línea, números estudios indican que para comprender completamente las eco-innovaciones es necesario tener en cuenta el papel de los factores normativos e institucionales (Horbach, 2008; Porter & van der Linde, 1995; Rennings, 2000). Así, los determinantes de la eco-innovación se agrupa en tres clases: factores de empuje tecnológico, factores tirón del mercado y factores empuje/tirón normativo (Horbach, 2008).

Desde una perspectiva basada en los recursos, se sostiene que la capacidad de una empresa para eco-innovar está tradicionalmente vinculada a la cantidad y calidad de los recursos disponibles dentro de la empresa (capacidades y conocimientos) y de la capacidad de las empresas para optimizar su uso (Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018; Russo & Fouts, 1997; Testa et al., 2011). Las empresas son heterogéneas con respecto a la dotación de recursos/capacidades que fueron acumulados con el tiempo y que son difíciles de transferir entre organizaciones (del Río et al., 2015). Mientras que, la teoría de la dependencia de recursos, destaca la importancia de los recursos externos adquiridos por las empresas (Ben Arfi et al., 2018; Cainelli et al., 2015). Si bien algunos recursos están fuera de la empresa, estos pueden ser capturados mediante la participación en redes. Las eco-innovaciones, especialmente las de tipo sistémico, suelen involucrar a múltiples partes interesadas, ya que las empresas necesitan integrar elementos más allá de sus fronteras (del Río et al., 2015; van Kleef & Roome, 2007).

En línea con esta discusión, los sistemas de innovación y los enfoques de economía evolutiva destacan la importancia de la interacción entre los diversos actores y factores internos y externos que influyen en los procesos de innovación (del Río et al., 2015; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018). Para los primeros, las innovaciones no se desarrollan de forma aislada, sino dentro de un contexto tecnológico, sociocultural e institucional (del Río et al., 2015). Por su parte, el enfoque evolutivo sostiene que las diferencias en el rendimiento de las empresas se deben a características idiosincrásicas relacionadas con la creación y acumulación de conocimiento (Hodgson, 1998; Nelson, 1991). Las interacciones con el entorno no solo representan una fuente de presión selectiva, sino también una forma de acceder a conocimiento externo (del Río et al., 2015). En este sentido, estos enfoques sugieren que las empresas se ven influenciadas por factores internos y externos al tomar la decisión de eco-innovar (del Río González, 2009).

Estudios recientes que combinan la teoría basada en los recursos con una perspectiva evolutiva han clasificado los determinantes de la EI en factores internos y externos. Los factores internos incluyen las capacidades tecnológicas, los empleados cualificados y los recursos financieros, mientras que los determinantes externos se refieren a las normas, políticas, regulaciones

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

e interacciones de la empresa con otros agentes a través de la cooperación, las redes y las relaciones de mercado (Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018; Kiefer, González, et al., 2019).

Es importante destacar que, a pesar de la existencia de varios estudios que exploran los determinantes de la eco-innovación, aún no se ha logrado una comprensión exhaustiva de estos (Cuerva et al., 2014; García-Pozo et al., 2019; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018; Pereira & Vence, 2012, 2015; Rabadán et al., 2020). De hecho, la literatura científica presenta algunos vacíos en este campo (Pacheco et al., 2018). La mayor parte de las investigaciones se han centrado principalmente en Estados Unidos y en Europa (Aloise & Macke, 2017) y muestran resultados heterogéneos en relación a los impulsores y barreras de la eco-innovación a nivel micro (del Río et al., 2015; Doran & Ryan, 2016; Melander, 2018; Tang et al., 2018; Zubeltzu-Jaka et al., 2018). Por tanto, se considera necesario seguir investigando estos factores para obtener una visión más completa de los determinantes de la eco-innovación (del Río González, 2005; García-Pozo et al., 2019; Horbach et al., 2012), particularmente en mercados emergentes y en países con bajos ingresos (Pacheco et al., 2018; Tseng et al., 2016), y en sectores distintos al de la manufactura donde la cantidad de estudios disponibles es casi inexistente (Del Río et al., 2016; Díaz-García et al., 2015).

La investigación realizada por Sanni (2018) propone un marco conceptual de los determinantes de la eco-innovación para Nigeria, un país en desarrollo. Este marco se basa en cuatro grupos de factores: factores de impulso tecnológico, factores de atracción de la demanda, política regulatoria y factores específicos de las empresas (Ilustración 10). Siguiendo este marco conceptual, en los siguientes subepígrafes se realiza una revisión de la literatura empírica sobre los factores impulsores de la eco-innovación a nivel empresarial.

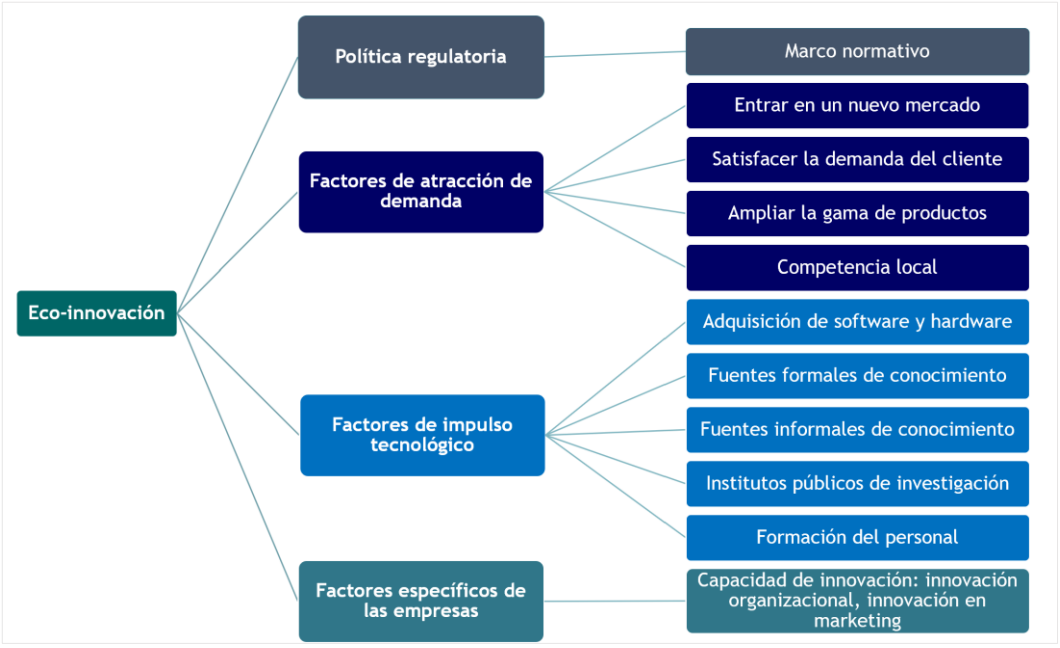


Ilustración 10. Marco conceptual de los impulsores de la eco-innovación en países en desarrollo
Fuente: adaptado y traducido a partir de Sanni (2018)

2.3.4.1 Características estructurales de la empresas

La literatura ha resaltado el papel clave de las características específicas de las empresas en el proceso de adopción de la eco-innovación (Horbach et al., 2012; Sanni, 2018).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Las empresas se desenvuelven en un entorno complejo donde los directivos a menudo se encuentran con información limitada sobre las tecnologías existentes y el mercado. Esto los lleva a recurrir a rutinas familiares, lo que puede generar resistencia y bloqueo al cambio tecnológico. Además, las condiciones y características internas de cada empresa desempeñan un papel clave en su respuesta al entorno competitivo y en el proceso de adopción de eco-innovaciones. (del Río González, 2005). En este sentido, la decisión de adoptar una eco-innovación puede depender de diversas características estructurales de una empresa, como su estrategia ambiental proactiva, capacidad tecnológica, tamaño, antigüedad, sector y disponibilidad de recursos (del Río González, 2005; Pereira & Vence, 2012).

La evidencia sugiere que las empresas de mayor tamaño tienden a mostrar un mayor comportamiento eco-innovador. Esto se debe a varios factores, entre ellos, una mayor disponibilidad de recursos financieros, humanos y técnicos (del Río González, 2005), así como a una menor exposición al riesgo financiero (Przychodzen & Przychodzen, 2015). Además, estas empresas muestran una mayor disposición para adoptar objetivos ambientales (Arranz et al., 2019). Estos elementos brindan a las empresas de mayor tamaño una ventaja en términos de su capacidad para implementar iniciativas de eco-innovación y abordar los desafíos ambientales de manera efectiva.

Por otro lado, Protogerou et al. (2017) señalan que la antigüedad de una empresa tiene un efecto significativo en la ecoinnovación. En esta línea, Pinget et al. (2015) demostraron que las empresas más antiguas tienen más probabilidades de adoptar eco-innovaciones debido a sus habilidades, conocimientos y recursos que respaldan una estrategia de ecoinnovación. Sin embargo, Keskin et al. (2013) llegaron a la conclusión opuesta, indicando que las empresas nuevas y más jóvenes tienen un mayor potencial para abordar los desafíos de la sostenibilidad.

En cuanto al mercado geográfico, del Río et al. (2017) encontraron que la venta en el extranjero no es un impulsor significativo de la ecoinnovación. Sin embargo, estudios como los de Pinget et al. (2015) y Peñasco et al. (2017) sugieren lo contrario, indicando que las empresas orientadas a la exportación tienen más probabilidades de desarrollar estrategias ambientales. En esta línea Cainelli, Mazzanti, & Montresor (2012), señalan que la exportación brinda a las empresas eco-innovadoras la oportunidad de superar las barreras comerciales impuestas a los productores no sostenibles, ya que deben adaptarse a estándares ambientales más exigentes en otros mercados. Además, las exportaciones pueden generar transferencia de conocimientos para las empresas nacionales al interactuar con competidores extranjeros en la adopción y mejora de tecnologías verdes. Esto expone a las empresas a una competencia más intensa y las motiva a invertir en tecnologías con mejor desempeño ambiental (Perkins & Neumayer, 2008).

Por último, el sector también está relacionado con la ecoinnovación; según Arranz et al. (2019), la ecoinnovación es más común en las empresas del sector manufacturero en comparación con el sector de servicios.

A continuación, presentamos una síntesis de la literatura empírica sobre las características específicas de las empresas. Se indica el signo de su relación (positiva o negativa) con la eco-innovación (Tabla 22).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 22. Características estructurales de las empresas eco-innovadoras

Características estructurales		Relación con la eco-innovación	Referencia
Tamaño de la empresa	Tamaño de acuerdo al número de empleados de la empresa	+	(del Río et al., 2017), (García-Granero et al., 2020), (García-Pozo et al., 2019), (Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018), (Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2020), (Portillo-Tarragona et al., 2019),(Rabadán et al., 2020), (Á. Triguero et al., 2017).
Orientación del mercado	Exportadora	-	(Peñasco et al., 2017), (Cainelli, Mazzanti, & Montresor, 2012)
	No exportadora (mercado local)	+	(De Marchi, 2012)
Edad de la empresa	Nuevas	-	(del Río et al., 2015), (Arfaoui, 2018)
	Antiguas	-	(Arfaoui, 2018)
Sector	Manufactura	+	(De Marchi, 2012), (Horbach, 2008)
	Agricultura, minería y energía	-	(Horbach, 2008)
Desempeño financiero de la empresa	Ventas	+	García-Granero et al., 2020; Portillo-Tarragona et al., 2019; Segarra-Oña et al., 2014)

Fuente: elaboración propia

2.3.4.2 Impulsores de la eco-innovación

En la literatura se destaca que las eco-innovaciones se ven influenciadas por una combinación de factores de empuje tecnológico (lado de la oferta), del tirón del mercado (lado de la demanda) y del empuje/tirón normativo (influencia institucional y política) (Horbach, 2008; Sanni, 2018) (Ilustración 11).

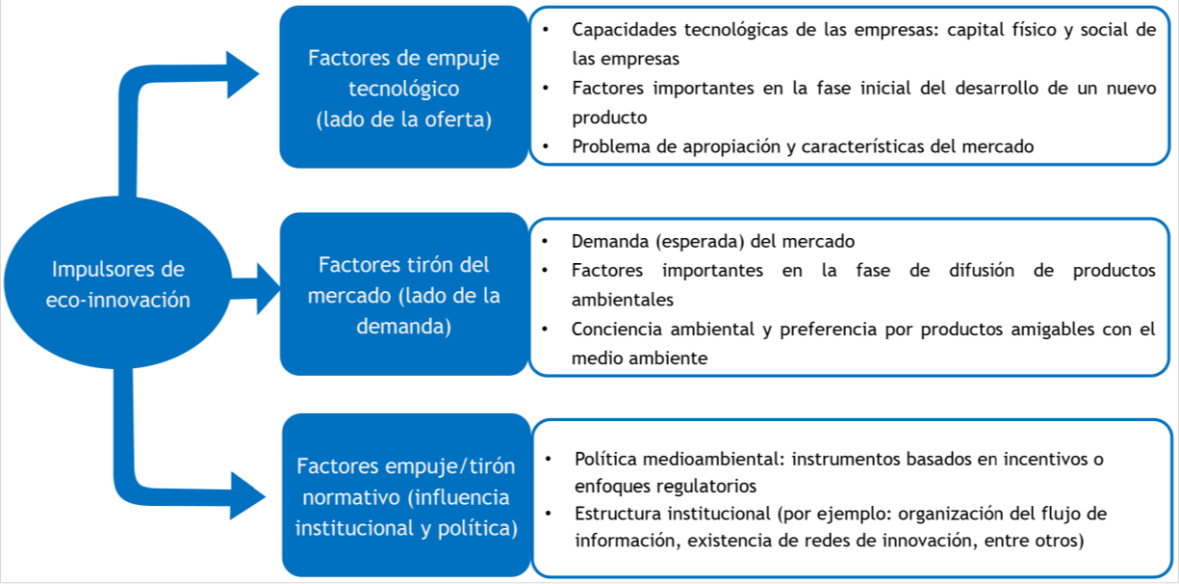


Ilustración 11. Factores impulsores de la eco-innovación
Fuente: elaboración propia a partir de Horbach (2008)

En la etapa inicial del desarrollo de un producto, los factores de empuje tecnológico (lado de la oferta) desempeñan un papel fundamental. Estos factores abarcan las capacidades tecnológicas de las empresas, que incluyen tanto el capital físico como el capital social necesarios para

desarrollar nuevos productos o procesos. Para acumular este capital, se requieren inversiones en I+D y la formación continua de los empleados (Horbach, 2008).
Es crucial que los innovadores puedan obtener beneficios de sus actividades innovadoras para que estas tengan sentido para la empresa. Sin embargo, es común que no logren apropiarse de la mayoría de los retornos sociales generados por sus innovaciones (Jaffe et al., 2002). Estas posibilidades de apropiación están condicionadas por características tecnológicas, como la aplicación de patentes, y la estructura del mercado (Horbach, 2008).

Durante la fase de difusión de nuevos productos ambientales, los factores de atracción del mercado cobran mayor relevancia. Estos factores están relacionados con la demanda esperada por parte de los consumidores, la contratación pública, las asociaciones con otras empresas y las oportunidades de exportación (Horbach, 2008; Pavitt, 1984).

Por otro lado, debido a los efectos externos negativos de los problemas medioambientales, las eco-innovaciones tienden a estar menos orientadas al mercado en comparación con otras innovaciones (Horbach, 2008). Por lo tanto, la política medioambiental desempeña un papel fundamental como impulsor de la innovación en este ámbito. La hipótesis de Porter (Porter & van der Linde, 1995) postula que la regulación ambiental puede generar un escenario en el que todos obtengan beneficios, logrando así la reducción de la contaminación y el aumento de los beneficios económicos.

Con base en lo expuesto anteriormente, en las siguientes subsecciones (2.3.4.2.1, 2.3.4.2.2 y 2.3.4.2.3), se llevará a cabo una revisión de los estudios empíricos relacionados con los factores impulsores de la eco-innovación. Se abordarán, específicamente distintos factores de empuje tecnológico, del tirón del mercado y del empuje/tirón normativo.

2.3.4.2.1 Factores de empuje tecnológico

El desarrollo de recursos internos y externos desempeña un papel fundamental en la capacidad de innovación de una empresa, tanto términos de productos como de métodos de producción. Sin embargo, este aspecto cobra aún mayor importancia cuando se trata de eco-innovaciones (Cainelli et al., 2015). En consecuencia, contar con una base sólida de conocimientos y capacidades es crucial para que las empresas puedan abordar las preocupaciones medioambientales y desarrollen productos, procesos o modelos de negocio respetuosos con el medio ambiente (Dijken et al., 1999).

Dentro de estos recursos necesarios, los factores de impulso tecnológico, que incluye capacidades tecnológicas y organizativas, constituyen un factor determinante. En esta línea, la evidencia empírica sugiere que el conocimiento adquirido a través de actividades de investigación y desarrollo (I+D) y la disponibilidad de empleados capacitados son factores clave para el desarrollo y la difusión de la ecoinnovación (Cainelli et al., 2015; Horbach, 2008; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018). Además, se ha descubierto que las capacidades de gestión y de relación, podrían fomentar aún más la ecoinnovación (Cainelli, Mazzanti, & Zoboli, 2012; Sanni, 2018).

Por otro lado, Cainelli et al.(2015) resalta la importancia de contar con una variedad de recursos tanto externos como híbridos que impulsen la adopción de eco-innovaciones. Estos recursos híbridos se refieren a los conocimientos desarrollados externamente a la empresa, los cuales posteriormente se integran en el stock de recursos internos de la organización, entre ellos se encuentran los conocimientos incorporados en patentes, las maquinarias adquiridas por las empresas a proveedores externos y los servicios de I+D.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Actividades de investigación y desarrollo (I+D) y formación de empleados

Los gastos en I+D fortalecen el "capital de conocimiento" de las empresas, impulsando la innovación, y también mejoran su "capacidad de absorción" de conocimiento externo, lo que facilita la adopción de eco-innovaciones (Cainelli, Mazzanti, & Zoboli, 2012; del Río et al., 2015). En esta línea, Horbach (2008) señala que las empresas que fortalecen sus capacidades tecnológicas mediante la investigación y desarrollo (I+D) tienen una mayor probabilidad de mantenerse al día con las nuevas oportunidades ambientales. Varios estudios respaldan esta idea al destacar la existencia de una relación positiva entre los esfuerzos en investigación y desarrollo (I+D) y la eco-innovación (Cainelli et al., 2015; García-Pozo et al., 2019; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018, 2020; A. Triguero et al., 2013; Á. Triguero et al., 2017). Sin embargo, hay otros estudios que sugieren que la I+D es menos importante para la adopción de la eco-innovación en comparación con el grado de cooperación con los distintos grupos de interés (Cainelli, Mazzanti, & Zoboli, 2012).

En la literatura también se ha reconocido que la innovación puede lograrse mediante la adquisición de nuevas tecnologías y maquinarias que incorporen el conocimiento necesario (De Marchi, 2012). En esta línea, Horbach et al. (2012) señala que, dado que se trata de un ámbito tecnológico relativamente nuevo, las eco-innovaciones se caracterizan por una alta intensidad innovadora. En este sentido, la adquisición de nuevos equipos y software adquiere una mayor importancia en comparación con otras innovaciones. Asimismo, los hallazgos de De Marchi (2012) y Cainelli et al. (2015) señalan que la adquisición de maquinaria, software o equipos similares incide positivamente en la eco-innovación. A una conclusión similar llega Sanni (2018) al constatar que la adquisición de programas de software y hardware son factores importantes que afectan la eco-innovación en las empresas manufactureras de Nigeria, un país en desarrollo.

La formación de los empleados es otro factor estrechamente vinculado a la eco-innovación, puesto que este tipo de innovaciones no se limitan solo a tecnologías específicas, sino que abarca también nuevos enfoques organizativos, modelos de gobernanza e innovaciones orientadas al conocimiento (Cainelli, Mazzanti, & Montresor, 2012). En esta línea, Horbach (2008) encuentra que una alta cualificación de los empleados promueve la introducción de innovaciones de productos medioambientales. Sarkis et al. (2010) señalan que la formación es útil para la eco-innovación, ya que contribuye a mejorar las habilidades y a motivar a los empleados. Cainelli et al. (2012) sugiere que a medida que aumenta la proporción de empleados formados, también aumenta la probabilidad de que una empresa adopte una eco-innovación. Cainelli et al., (2015) constata que la formación de personal para aumentar el acervo de conocimientos de innovación de una empresa favorece positivamente la introducción de eco-innovaciones. Esto se debe a que la formación no solo es importante para trasmitir conocimientos tecnológicos, sino que también contribuye a aumentar la conciencia sobre la importancia de abordar los desafíos ambientales. Sanni (2018), llega a una conclusión similar al constatar que la formación de personal específicamente para actividades de innovación apoya positivamente la introducción de eco-innovaciones.

Cooperación y fuentes internas y externas de información

Las empresas operan en un entorno dinámico, interactuando con diversos actores sociales, institucionales y de mercado. Esto implica que la adopción de una tecnología por parte de las empresas este influenciada por estímulos externos y una amplia gama de agentes y factores (del Río González, 2005). En el caso de las eco-innovaciones, la cooperación y

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

complementariedad con los socios en red desempeña un papel fundamental en el contexto de las eco-innovaciones debido a su naturaleza sistémica (M. M. Andersen & Foxon, 2009; De Marchi, 2012). Las eco-innovaciones no se limitan únicamente a avances tecnológicos, sino que también abarcan innovaciones tecno-organizativas que requieren cambios en diversos aspectos, como materias primas, logística, diseño de productos, entre otros (M. M. Andersen, 2004; Cainelli, Mazzanti, & Montresor, 2012). Para lograr estos cambios, resulta necesario establecer colaboraciones con proveedores, clientes y otros grupos de interés, con el propósito de obtener suministros ecológicos, mejorar la reciclabilidad y cerrar los ciclos de producción (De Marchi, 2012; Geffen & Rothenberg, 2000; Seuring & Müller, 2008).

Además, las eco-innovaciones representan una frontera tecnológica en la cual muchas empresas carecen de experiencia, lo que implica la necesidad de adquirir habilidades y conocimientos distintos a los tradicionales de la industria. Por otro lado, la falta de reglas generalizadas en términos de soluciones tecnológicas específicas y de medidas de evaluación ambiental para productos y procesos genera incertidumbres y complejidades (Cainelli et al., 2015; De Marchi, 2012). En este contexto, las redes de colaboración desempeñan un papel clave al facilitar el intercambio de información, y ayudar a reducir y compartir los riesgos asociados con la adopción de eco-innovaciones (del Río González, 2005; Rabadán et al., 2020). La literatura económica ha reconocido la importancia del conocimiento técnico adquirido de fuentes externas, como proveedores, usuarios, universidades y otras empresas (A. Triguero et al., 2013). De hecho se ha demostrado que las eco-innovaciones son más intensivas en cooperación que las innovaciones generales (Cainelli, Mazzanti, & Zoboli, 2012; De Marchi, 2012; del Río et al., 2015; Horbach, 2008).

La evidencia empírica respalda la existencia de una relación positiva y significativa entre la eco-innovación y la cooperación con diversos grupos de interés, tales como proveedores, entidades gubernamentales, asociaciones comerciales, consultoras y otros agentes, que son cruciales en este proceso (Cainelli et al., 2015; De Marchi, 2012; Rabadán et al., 2020; Tumelero et al., 2019). En línea con esto, Ghisetti & Rennings (2014) destaca que el acceso a conocimientos externos tiene impactos variados en la introducción de la eco-innovación, y que las interacciones resultan beneficiosas para que las empresas puedan adquirir estos conocimientos. Triguero et al. (2013) encuentran que el acceso a información y conocimientos externos tiene una correlación con la probabilidad de eco-innovar en procesos. Los hallazgos del Río et al. (2015) muestran que innovadores ambientales españoles combinan fuentes de información internas y externas en cooperación con otros institutos de conocimiento. Sanni (2018) en estudio para el sector manufacturero en Nigeria, constata que las fuentes formales de conocimiento y la cooperación son elementos clave para que las empresas puedan implementar eco-innovaciones. Rabadán et al. (2020) llega a una conclusión similar al indicar que la cooperación con las partes interesadas es clave para fomentar la eco-innovación.

Otros impulsores y complementariedades de la eco-innovación

Otros factores que emergen de la literatura y que tiene un papel en el estímulo de la eco-innovación son la implementación de sistemas de gestión ambiental (por ejemplo, EMAS o IS014001) y la adquisición de patentes. Los sistemas de gestión ambiental (SGA) son marcos de autorregulación voluntaria que establecen procedimientos y normas de gestión para reducir el impacto medioambiental de una organización (Darnall, 2006). A diferencia de las regulaciones gubernamentales que imponen requisitos desde el exterior, los SGA proporcionan información sobre nuevas oportunidades de productos (Horbach, 2008) y generan conciencia medioambiental dentro de las organizaciones (Darnall & Edwards, 2006; Rehfeld et al., 2007), lo que

USC DE COMPOSTELA

promueve la adopción de eco-innovaciones (Bossle et al., 2016; Brogi & Menichini, 2019; Horbach, 2008; Rennings et al., 2006; Marcus Wagner, 2007).

Dentro de los diferentes esquemas SGA existentes más importantes, se encuentran El Sistema de Gestión y Auditoria Medioambientales de la Unión Europea (EMAS) (Rennings et al., 2006) y la norma ISO14001 de la Organización Internacional de Normalización (ISO) (Brogi & Menichini, 2019). Esta última se ha convertido en la norma más ampliamente adoptada a nivel mundial para la implementación de SGA, especialmente por parte de empresas consideradas altamente contaminantes (Heras-Saizarbitoria et al., 2015).

En esta línea, la evidencia empírica de Rennings et al. (2006) muestra una influencia positiva de los sistemas gestión y auditoría ambientales de la Unión Europea (EMAS) sobre las innovaciones en procesos ambientales para un conjunto de empresas alemanas. El análisis muestra que las declaraciones ambientales requeridas por la EMAS contribuye a la difusión de información, la cual es aprovechada por otras empresas para generar ideas para sus propias innovaciones ambientales. Wagner (2008) llega a una conclusión similar al comprobar que la implementación de SGA, independientemente de su certificación, tienen un efecto positivo en las empresas que llevan a cabo eco-innovaciones en productos y procesos. De acuerdo con estos hallazgos, los SGA tiene la capacidad de estimular procesos de búsqueda de eco-innovaciones más sistemáticos y parecen propiciar procesos de aprendizaje derivados de la implementación de un SGA.

Estudios empíricos en torno a la norma ISO14001 han arrojado resultados mixtos. Ziegler & Rennings (2004) constatan que la certificación según la norma ISO14001 tiene un efecto positivo y significativo en 588 empresas alemanas que llevan a cabo eco-innovaciones de productos y procesos. De manera similar, Cainelli et al. (2012) encuentran que la adopción de normas ISO14001 aumenta la probabilidad de eco-innovar en una muestra de 555 empresas del noreste de Italia. Sin embargo, un estudio más reciente realizado por Brogi & Menichini (2019) llega a una conclusión diferente al no encontrar una relación significativa entre el número de organizaciones certificadas bajo la norma ISO14001 y ciertos indicadores de rendimiento de eco-innovación en los países de la Unión Europea.

2.3.4.2.2 Factores de atracción de demanda

Los factores tirón del mercado son importantes impulsores tanto de las innovaciones tecnológicas en general (Pavitt, 1984) como de las eco-innovaciones (Rennings, 2000). En este sentido, las innovaciones ambientales pueden surgir como una respuesta reactiva a las demandas mercado (Oltra & Saint Jean, 2009). Reinhardt (1998) destaca que la adopción de mejoras ambientales brinda a las empresas la oportunidad de diferenciar sus productos de la competencia y obtener una ventaja competitiva.

Además, Kammerer (2009) respalda la idea de que los beneficios para los clientes desempeñan un papel clave en las eco-innovaciones, especialmente cuando un producto ofrece un valor añadido. La evidencia empírica de Kammerer (2009) demuestra que ciertas innovaciones ecológicas de productos ofrecen beneficios significativos a los clientes, como ahorro en costes y energía, mayor calidad y durabilidad del producto, posibilidades de reparación y actualización, y un menor impacto en la salud, entre otros. Estos beneficios permiten a las empresas superar las externalidades ambientales (ver Ilustración 8) al transferir parte de los beneficios ambientales del público a los clientes mediante la entrega de un valor añadido. Esto se traduce en un aumento de la demanda por parte de los consumidores y una motivación mayor de las empresas para adoptar eco-innovaciones al tener la posibilidad de rentabilizar su inversión.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Demanda de los clientes y competencia

La eco-innovación se ve influenciada por la imitación de las prácticas de los competidores y la demanda de los consumidores y otras empresas (Peñasco et al., 2017). En los últimos tiempos, los consumidores han adquirido una mayor conciencia acerca del impacto ambiental de los bienes y servicios que consumen. De hecho, esta conciencia ambiental ha experimentado un notable aumento entre los consumidores de las economías emergentes (Guarín & Knorringa, 2014). Esto brinda una oportunidad para que los países en desarrollo accedan a nuevos mercados y satisfagan las crecientes demandas de los clientes, al tiempo que reducen el impacto ambiental asociado con estos bienes y servicios (Sanni, 2018). En esta línea, Cleff & Rennings (1999) señala que la eco-innovación de producto se relaciona principalmente con el comportamiento estratégico de las empresas en el mercado y con la búsqueda de competitividad. Horbach (2008) constata que la demanda esperada tiene un efecto positivo y significativo en la realización de eco-innovaciones de productos en las empresas alemanas. Triguero et al (2013) en un estudio para las PYMES de 27 países europeos muestra que los empresarios que dan importancia al aumento de la demanda de mercado de productos ecológicos son más activos en todo tipo de eco-innovaciones. Boutry & Nadel (2021) destacan la influencia positiva de la demanda de los clientes en el comportamiento eco-innovador de las empresas industriales franceses.

La competencia también se considera un incentivo importante para la eco-innovación. Los resultados de Sanni (2018) muestran que los productos y procesos eco-innovadores en el sector manufacturero de Nigeria están influenciados por la necesidad de hacer frente a la competencia del mercado local. García-Pozo et al. (2019) señala que la competencia internacional fomenta la ecoinnovación en los sectores industrial y de servicios.

Imagen corporativa y ahorro en costos

Cleff & Rennings (1999) destacan que las eco-innovaciones dan mayor importancia al ahorro de costos en comparación con otras innovaciones. En esta línea, los resultados de las estimaciones de Frondel et al. (2007) indican que el ahorro en costos tiende a favorecer las tecnologías de producción más limpia en una muestra de países de la OCDE. Horbach et al. (2012) mostraron que el ahorro en costos es un determinante significativo para las eco-innovaciones de procesos, principalmente en aquellas orientadas hacia el ahorro energético. En esta misma línea Triguero et al. (2013) encuentra una relación significativa entre el ahorro en costos y las eco-innovaciones de proceso. Bossle et al. (2016) encuentran que el ahorro en costos es un desencadenante interno de la eco-innovación. En sentido contrario, del Río et al. (2015) no encuentra evidencia de que el ahorro de costos sea un factor distintivo de los eco-innovadores.

Por otra parte, la evidencia empírica de Rennings & Zwick (2001) encuentra una correlación positiva entre los procesos respetuosos con el medio ambiente y la mejora de la imagen de las empresas de cinco países europeos. Del Río González (2005) sugiere también que mejorar la imagen corporativa constituye uno de los principales motivos para la adopción de eco-innovaciones en la industria de pulpa y papel en España. Al aprovechar esta imagen verde, las empresas pueden obtener beneficios adicionales, como un aumento en las ventas o en el precio de sus productos (A. Triguero et al., 2013). No obstante, es esencial proporcionar a los consumidores información precisa sobre la naturaleza ecológica de los productos, y una forma efectiva de hacerlo es mediante el uso de etiquetado ecológico (Bleda & Valente, 2009). Esta medida normativa blanda, que será abordada más adelante, se considera una estrategia de

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

marketing que puede aumentar el tirón del mercado (Hazarika & Zhang, 2019; Testa et al., 2011).

2.3.4.2.3 Política regulatoria

Debido a la presencia de la doble externalidad (abordada previamente), la regulación ambiental y los instrumentos de política ambiental son impulsores muy relevantes para las innovaciones ambientales (Cleff & Rennings, 1999; Horbach, 2008; Rehfeld et al., 2007). El planteamiento de Porter & van der Linde (1995), bajo la llamada hipótesis de Porter, sostiene que el papel de las regulaciones ambientales va más allá de la compensación de externalidades. La hipótesis (versión fuerte) postula que las regulaciones bien diseñadas tienen el potencial de fomentar a las empresas a ser eco-innovadoras y compensar más que el coste del cumplimiento de las regulaciones por medio del uso de materias primas alternativas, uso eficiente de recursos existentes (mano de obra, energía, materias primas) o la instalación de tecnologías novedosas (Hazarika & Zhang, 2019; Jaffe & Palmer, 1997). Bajo este esquema, la regulación es potencialmente beneficiosa para estimular la eco-innovación y aumentar la competitividad en las empresas al conducir a procesos más eficientes, mejoras en la productividad, nuevas oportunidades de mercado y ahorre en costos (menores insumos o recursos) (Sanni, 2018; Testa et al., 2011).

Varios estudios teóricos y empíricos han identificado la regulación como factor determinante crucial para promover la eco-innovación (del Río González, 2005; Horbach, 2008; Horbach et al., 2012; Pereira & Vence, 2015; Porter & van der Linde, 1995; Sanni, 2018). Estas regulaciones pueden ejercer presión sobre las empresas, tanto como para desarrollar productos innovadores como para adoptar prácticas menos perjudiciales para el medio ambiente (Sanni, 2018). En esta línea, estudios empíricos más recientes proporcionan evidencia de una correlación positiva entre los instrumentos regulatorios y la eco-innovación. Las estimaciones de Sanni (2018) para el sector manufacturero de Nigeria muestran que las empresas que cumplen con las normas reglamentarias tienen tres veces más probabilidades de ser eco-innovadoras que las que no cumplen. Hazarika y Zhang (2019) encuentran que los instrumentos normativos influyen positivamente en la probabilidad de adoptar prácticas eco-innovadoras en las empresas de construcción de Hong Kong. Boutry & Nadel (2021) señalan que la presión regulatoria influye en el proceso de adopción de eco-innovaciones.

Por otra parte, Hazarika & Zhang (2019) y Rennings (2000) han destacado el papel de las medidas normativas blandas, como las etiquetas ecológicas, los acuerdos voluntarios para la contratación pública ecológica, las auditorias ecológicas, entre otros, como factores impulsores de la eco-innovación. Rennings (2000) señala que las empresas ambientalmente innovadoras parecen ser menos dependientes de una regulación estatal dura (instrumentos de mando y control) que otras empresas más pasivas. Sanni (2018) sobre la evidencia empírica de una relación positiva entre medidas regulatorias y la eco-innovación, concluye que en países en desarrollo, como Nigeria, la correcta incorporación y aplicación de instrumentos blandos, como compromisos voluntarios, subsidios a energías renovables y etiquetas ecológicas, pueden tener un impacto positivo en el comportamiento eco-innovador de las empresas.

Estas medidas blandas como, el etiquetado ecológico permite a las empresas incorporar su desempeño ambiental en sus estrategias de marketing, diferenciando sus productos y obteniendo así ventajas competitivas (Rennings, 2000). Cuando la conciencia de los consumidores y otras partes interesadas sobre productos ambientales aumenta gracias a las etiquetas ecológicas, se espera que la demanda del mercado también aumente, lo cual a su vez impulsa la eco-innovación tanto en productos existentes como en nuevos productos (Kammerer, 2009).

USC DE COMPOSTELA

Este impulso se debe a las nuevas exigencias de los consumidores en términos de una producción y consumo más sostenibles (Kapoor et al., 2014).

Además, se ha observado en diferentes estudios que los instrumentos económicos, como las deducciones fiscales, subvenciones, subsidios y financiación pública, aumenta la probabilidad de adoptar eco-innovaciones (Horbach, 2008; Peñasco et al., 2017; Zubeltzu-Jaka et al., 2018). Sin embargo, Triguero et al. (2013) ha llegado a una conclusión diferente al constatar que el acceso a subsidios e incentivos fiscales no tiene ningún efecto significativo en la decisión de adoptar eco-innovaciones en las empresas europeas.

A continuación, presentamos una síntesis de la literatura empírica sobre los impulsores más relevantes de la eco-innovación, clasificados en tres grupos: factores de impulso tecnológico, factores de atracción de la demanda y factores de impulso/regulación. Se indica el signo de la relación (positiva o negativa) con la eco-innovación, así como si la influencia de cada factor es interna o externa a la empresa (Tabla 23).

Tabla 23. Literatura empírica sobre los factores impulsores de la eco-innovación

Impulsores		Interno	Externo	Relación con la EI	Referencia
Factores de empuje tecnológico	Inversión en I+D	x		+	(Horbach, 2008), (A. Triguero et al., 2013), (Cainelli et al., 2015), (Á. Triguero et al., 2017), (García-Pozo et al., 2019), (Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018, 2020).
	Formación del personal	x		+	(Del Brío & Junquera, 2003), (Horbach, 2008), (Sarkis et al., 2010), (Cainelli, Mazzanti, & Montresor, 2012), (Cainelli et al., 2015).
	Adquisición de maquinaria y equipo (software y hardware)	x		+	(De Marchi, 2012), (Horbach et al., 2012), (Cainelli et al., 2015), (Bossle et al., 2016), (Sanni, 2018).
	Acuerdos de cooperación		x	+	(De Marchi, 2012), (Cainelli, Mazzanti, & Zoboli, 2012), (Cainelli, Mazzanti, & Montresor, 2012), (Cainelli et al., 2015), (del Río et al., 2015), (A. Triguero et al., 2013), (Galliano et al., 2017), (Peñasco et al., 2017), (Ben Arfi et al., 2018), (Sanni, 2018) (Tumelero et al., 2019), (Rabadán et al., 2020), (Boutry & Nadel, 2021), (Acebo et al., 2021).
	Acceso a fuentes de información internas (departamentos, empleados) y externas (proveedores, competidores, universidades, institutos de investigación, entre otros).		x	+	(De Marchi & Grandinetti, 2013), (A. Triguero et al., 2013), (Ghisetti & Rennings, 2014), (del Río et al., 2015), (Galliano & Nadel, 2015), (Cainelli et al., 2015), (Sanni, 2018), (Boutry & Nadel, 2021).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Impulsores		Interno	Externo	Relación con la EI	Referencia
	Implementación de herramientas de gestión de ambiental: EMAS, ISO 14001	x		+ - -	(Rennings et al., 2006), (Rehfeld et al., 2007), (Frondel et al., 2007), (Marcus Wagner, 2008), (Horbach, 2008), (Horbach et al., 2012), (Cainelli, Mazzanti, & Montresor, 2012), (Bossle et al., 2016). (Brogi & Menichini, 2019)
Factores atracción de la demanda	Ahorro en costes	x		+ -	(Frondel et al., 2007), (Horbach, 2008), (Horbach et al., 2012), (A. Triguero et al., 2013), (Bossle et al., 2016). (del Río et al., 2015)
	Mejorar la imagen corporativa de las empresas	x		+	(Rennings & Zwick, 2001),(del Río González, 2005).
	Satisfacer la demanda de los consumidores		x	+	(Kammerer, 2009), (Horbach, 2008), (Horbach et al., 2012), (A. Triguero et al., 2013), (Boutry & Nadel, 2021).
	Aumentar la cuota de mercado	x		+	(A. Triguero et al., 2013)
	Estudios de mercado	x		+	(Marcus Wagner, 2008)
Factores empuje normativo	Regulaciones ambientales		x	+	(Porter & van der Linde, 1995), (Jaffe & Palmer, 1997), (del Río González, 2005),(Rennings et al., 2006), (Horbach, 2008), (Horbach et al., 2012), (Pereira & Vence, 2015), (Sanni, 2018), (Hazarika & Zhang, 2019), (Boutry & Nadel, 2021).
	Instrumentos económicos y fuentes de financiación pública (subvenciones públicas, subsidios, deducciones fiscales).		x	+ -	(Horbach, 2008), (De Marchi, 2012),(del Río et al., 2015), (Peñasco et al., 2017), (Zubeltzu-Jaka et al., 2018), (García-Pozo et al., 2019). (Mazzanti & Zoboli, 2006), (Frondel et al., 2007), (A. Triguero et al., 2013).

Fuente: elaboración propia

A modo de resumen, la figura (Ilustración 12) sitúa las hipótesis de estudio propuestas dentro del marco teórico desarrollado.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

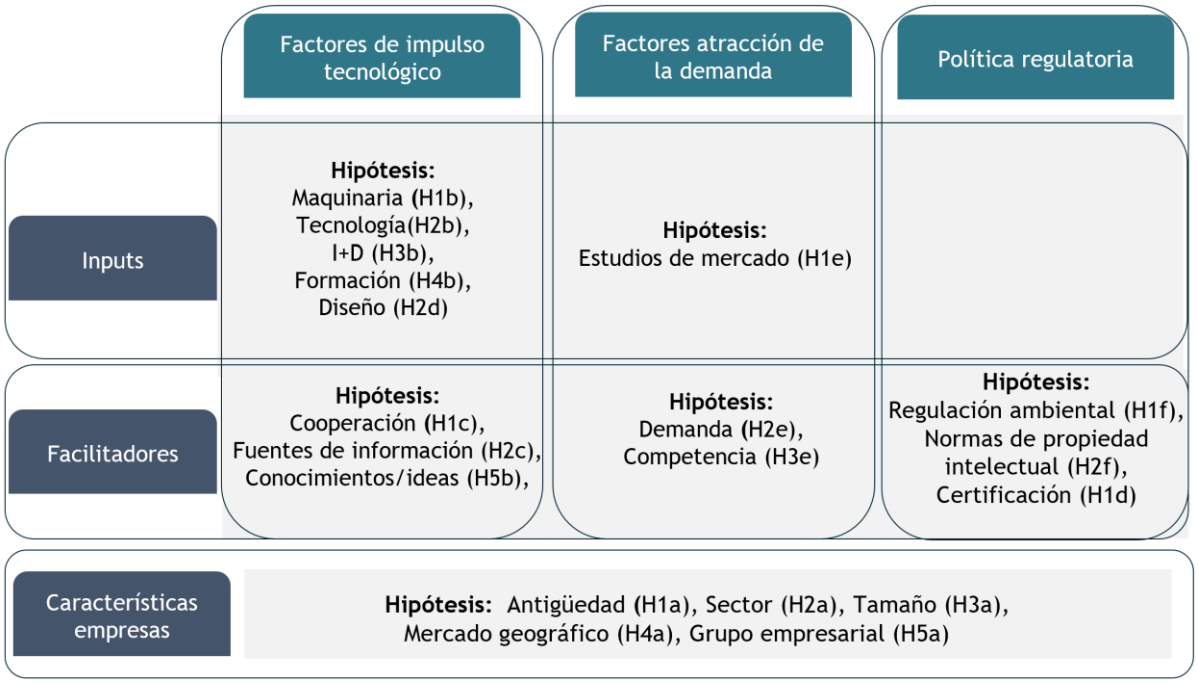


Ilustración 12. Correspondencia de las hipótesis del estudio con el marco de referencia: impulsores de la eco-innovación empresarial
Fuente: elaboración propia

La propuesta del modelo para los impulsores de la eco-innovación empresarial incluye una serie de hipótesis basadas en tres categorías de análisis: inputs, facilitadores y características específicas de las empresas. En las categorías de inputs y facilitadores se agrupan una serie de factores de impulso tecnológico, factores de atracción de la demanda y política regulatoria previamente revisados en la literatura empírica.

2.3.4.3 Barreras de la eco-innovación

Las empresas se enfrentan a diversos obstáculos, tanto internos como externos, que dificultan el desarrollo y la adopción de eco-innovaciones. Marin et al. (2015) indican que las barreras de las eco-innovaciones pueden diferir de las innovaciones convencionales; por lo tanto, consideran importante seguir profundizando en la comprensión de estos obstáculos.

Entre los principales factores internos, se ha identificado la falta de fondos, personal calificado e inversión en I+D (Arranz et al., 2019; Debref, 2012; Ociepa-Kubicka & Pachura, 2017). Asimismo, la carencia de competencias tecnológicas a nivel empresarial, requeridas para adquirir los conocimientos técnicos provenientes de fuentes externas, también dificulta la implementación de eco-innovaciones. Esto se debe a que la empresa podría carecer de la experiencia y competencias técnicas necesarias para utilizar la nueva tecnología, debido, por ejemplo, a la escasez de personal cualificado (Aloise & Macke, 2017; del Río González, 2005; Dugonski & Tumelero, 2022). En esta línea, Daily y Huang (2001) llegan a la conclusión de que un capital humano poco calificado obstaculiza las acciones medioambientales de las empresas. Por su parte, Aloise & Macke (2017) señalan que en Brasil, un país en desarrollo, la cualificación de la mano de obra no se ajusta a las necesidades de las iniciativas de eco-innovación. Además, encuentran que los empresarios carecen de conocimientos y de una base científica que les permita asumir riesgos en proyectos de eco-innovación.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Por otro lado, se ha destacado que la falta de una cultura empresarial centrada en la eco-innovación dificulta el desarrollo y la adopción de prácticas eco-innovadoras (Aloise & Macke, 2017). En este sentido, Ociepa-Kubicka & Pachura (Ociepa-Kubicka & Pachura, 2017) enfatiza que una condición necesaria para la implementación de la EI es que los empresarios estén abiertos a adoptar soluciones ambientales

En relación con los obstáculos externos más relevantes, se ha destacado el largo período de recuperación de las inversiones como una barrera importante para la eco-innovación. Esto se debe a las grandes cantidades de capital necesarias y a la dificultad para recuperar estas inversiones a través del aumento de las ventas. (del Río González, 2005)

Por otro lado, la incertidumbre inherente al proceso de innovación y al mercado constituye también un obstáculo significativo para la EI (Arranz et al., 2019). Las dudas sobre los resultados de la innovación y el tiempo necesario para su implementación representan desafíos, ya que las empresas pueden percibir que necesitan más recursos y tiempo del inicialmente previsto. Esto podría resultar en costos adicionales, complicando la financiación de estos gastos extra y la búsqueda de recursos para cubrirlos (Arranz et al., 2019). Además, la incertidumbre del mercado, derivada del desconocimiento sobre cómo reaccionarán los consumidores ante los productos eco-innovadores, añade complejidad y exige a las empresas un mayor esfuerzo para lograr la aceptación de los consumidores (Kuo & Smith, 2018). Investigaciones han revelado que varios factores pueden influir en esta aceptación, como el precio y las estrategias de marketing y publicidad, que afectan la calidad y el valor percibido por los consumidores, así como la imagen corporativa de las empresas (Lee, 2014; Wu & Lin, 2014).

Existen otras barreras vinculadas al eco-sistema donde operan las empresas, como la disponibilidad de proveedores, el apoyo gubernamental y la desarticulación entre los principales actores del proceso de innovación (Aloise & Macke, 2017; Jabbour et al., 2018; Kiefer, González, et al., 2019). En un estudio para Brasil, un país en desarrollo se ha identificado como un obstáculo significativo la desarticulación entre los principales actores del proceso de innovación. La falta de interacción y de relaciones sistémicas entre estos agentes (empresas, academia y organismos gubernamentales) dificulta el avance de la EI. Además, la ausencia de políticas científicas y tecnológicas así como de incentivos legales para la eco-innovación representa otra barrera significativa (Aloise & Macke, 2017; Jabbour et al., 2018). En esta dirección, Marin et al. (2015) señalan que la falta de incentivos legales, como reducción de impuestos, subvenciones y normas de estandarización resulta en una infrautilización de la ecoinnovación.

En la Tabla 24 se sintetiza la literatura empírica relacionada a las barreras de la eco-innovación a nivel empresarial. Se incluye el signo de su relación (positiva o negativa) con la eco-innovación.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 24. Literatura empírica sobre las barreras de la eco-innovación

Barreras		Interno	Externo	Relación con la EI	Referencia
Costes	Falta de recursos financieros	x		-	(Dugonski & Tumelero, 2022), (García-Granero et al., 2020), (Arranz et al., 2019), (Aloise & Macke, 2017), (Ociepa-Kubicka & Pachura, 2017), (Polzin et al., 2016), (Cuerva et al., 2014), (M.-V. Segarra-Oña et al., 2011).
	Ausencia de financiamiento		x	-	
	Altos costos de innovación		x	-	
	Largos períodos de recuperación de la inversión		x	-	
Conocimiento	Falta de personal cualificado	x		-	(Aloise & Macke, 2017), (Dugonski & Tumelero, 2022), (Jabbour et al., 2018), (Ociepa-Kubicka & Pachura, 2017).
	Falta de competencias tecnológicas y técnicas	x		-	
Mercado	Demanda incierta del mercado		x	-	(Dugonski & Tumelero, 2022), (Kuo & Smith, 2018), (Arranz et al., 2019), (Jabbour et al., 2018), (Ociepa-Kubicka & Pachura, 2017), (M.-V. Segarra-Oña et al., 2015), (del Río González, 2005).
	Falta de una cadena de suministros		x	-	
	Competencia de las empresas tradicionales		x	-	
Normativas	Ausencia de políticas científicas y tecnológicas para la eco-innovación		x	-	(Aloise & Macke, 2017), (Ociepa-Kubicka & Pachura, 2017), (Jabbour et al., 2018), (Marin et al., 2015), (Dugonski & Tumelero, 2022).
	Ausencia de incentivos legales (subvenciones, deducciones fiscales, normas de estandarización y exenciones de impuestos)		x	-	

Fuente: elaboración propia

2.3.4.4 Planteamiento hipótesis específicas de los determinantes de la eco-innovación empresarial

A continuación, la Tabla 25 resume las hipótesis planteadas a lo largo de este apartado con la intención de tener un visión en conjunto.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 25. Determinantes de la eco-innovación a nivel empresarial: hipótesis

Hipótesis	
Características específicas de las empresas: hipótesis	
Antigüedad	H1a. Las empresas más jóvenes tienen una probabilidad mayor de adoptar eco-innovaciones de productos y procesos.
Sector	H2a. Las empresas de los sectores manufacturero y de minas y canteras tienen una probabilidad mayor de adoptar eco-innovaciones de productos y procesos en comparación con otros sectores.
Tamaño	H3a. Las empresas de mayor tamaño tienen una probabilidad mayor de adoptar eco-innovaciones de productos y procesos.
Mercado geográfico	H4a. Tener una orientación exportadora influye positivamente en la adopción de eco-innovaciones de productos y procesos.
Grupo empresarial	H5a. La pertenencia a un grupo empresarial se relaciona positivamente con la eco-innovación de productos y procesos.
Impulsores de la eco-innovación: hipótesis	
Inputs	H1b. La adquisición de maquinaria, equipos y software se asocia positivamente con la eco-innovación de productos y procesos.
	H2b. La adquisición de tecnología se relaciona positivamente con la eco-innovación de productos y procesos. H3b. La inversión en I+D influye positivamente en la eco-innovación de productos y procesos
	H4b. El gasto en formación de personal se asocia positivamente con la eco-innovación de productos y procesos.
	H2d. El gasto en diseño se asocia positivamente con la eco-innovación de productos y procesos.
	H1e. El gasto en estudios de mercado se asocia positivamente con la eco-innovación de productos y proceso.
Facilitadores	H2e. La detección de una demanda insatisfecha influye positivamente en la adopción de eco-innovaciones de productos y procesos.
	H3e. La amenaza de la competencia influye positivamente en la adopción de eco-innovaciones de productos y procesos.
	H5b. La capacidad de los empleados para resolver problemas, generar conocimientos e ideas dentro de la empresa influye positivamente en la eco-innovación de productos y procesos.
	H1d. La certificación ambiental se relaciona positivamente con la eco-innovación de productos y procesos.
	H1f. Los regulación ambiental nacional e internacional influyen positivamente en la eco-innovación de productos y procesos.
	H2f. Los cambios en las normas de propiedad intelectual se asocian positivamente con la eco-innovación de productos y procesos.
	H1c. La cooperación con los diferentes stakeholders se relaciona positivamente con la eco-innovación de productos y procesos.
	H2c. El acceso a fuentes internas (empleados y departamentos de la empresa) y externas (clientes, consumidores, proveedores, universidades, ferias, entre otros) de información se asocia positivamente con la eco-innovación de productos y procesos.
Barreras de la eco-innovación: hipótesis	
Costes	H1g. Las limitaciones en la capacidad financiera vinculadas a la escasez de recursos financieros, la ausencia de financiación externa y los elevados costos de innovación influyen negativamente en el proceso de adopción de eco-innovaciones de productos y procesos.
Conocimiento	H2g. Las limitaciones de conocimientos debido a la escasez de personal calificado, falta de información tecnológica, desconocimiento de los mercados y dificultades para establecer acuerdos de cooperación constituyen obstáculos significativos para la eco-innovación de productos y procesos.
Mercado	H3g. La incertidumbre del mercado y la presencia de un mercado dominado por empresas establecidas influyen negativamente en el proceso de adopción de eco-innovaciones de productos y procesos.

Fuente: elaboración propia

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

SECCION II. ANÁLISIS EMPÍRICO

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA Y DATOS

En este capítulo se expone la metodología utilizada para llevar a cabo los tres niveles de análisis: macro, meso y micro desarrollados en el marco de esta tesis.

En la sección 3.1 se detallan los aspectos metodológicos del análisis macro contextual de la economía circular. En este análisis se estudian un conjunto de indicadores basados en el Marco de Seguimiento de la Economía Circular Europeo, con el objetivo de evaluar el progreso de la economía circular en Ecuador. Además, se realiza un análisis documental exhaustivo del marco normativo vigente en materia de economía circular y ecoinnovación en el país, considerando leyes, regulaciones y políticas relevantes.

En la sección 3.2 se presenta el modelo utilizado en el análisis de la eco-innovación en el tejido empresarial ecuatoriano, centrándose específicamente en los impulsores y barreras de la ecoinnovación de productos y procesos en Ecuador para cuatro sectores económicos: manufactura, comercio, servicios, y minas y canteras. Se describe en detalle las técnicas de análisis empleadas y las variables utilizadas en el análisis

Finalmente, en la sección 3.3 se presenta la metodología empleada para el estudio de caso en el sector de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y sus residuos (RAEE). Se describen en detalle los pasos seguidos y las fuentes de datos utilizadas para recopilar y analizar los datos relacionados con este sector específico.

Estas secciones (3.1, 3.2 y 3.3) ofrecen una descripción detallada de los métodos de análisis utilizados y sirven como guía para replicar los análisis realizados en los capítulos posteriores de esta tesis. Además, se resaltan las fuentes de datos utilizadas y las herramientas específicas empleadas en cada etapa del análisis.

3.1 ANÁLISIS DEL CONTEXTO PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR

La metodología empleada en el análisis macro-contextual se basa en un enfoque mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos. Por un lado, se realizó un análisis descriptivo utilizando información estadística obtenida de fuentes oficiales. Por otro lado, se llevó a cabo un análisis documental complementario del marco normativo ecuatoriano relacionado con la economía circular y la eco-innovación.

Este abordaje metodológico mixto permitió obtener una comprensión más completa de las condiciones que configuran el entorno ecuatoriano, así como también de las estrategias de política para la transición hacia una economía más circular en el país. El análisis de las políticas permitió identificar los cambios adoptados en el marco institucional, y relacionarlos con una determinada orientación y compromiso con un modelo circular más sostenible.

Por otra parte, la metodología planteada en el análisis macro-contextual con base en una batería de indicadores relevantes para contrastar el progreso hacia la EC posibilitó la identificación de las fortalezas y debilidades del entorno ecuatoriano. Esta visión integral del contexto proporciona información útil para que los responsables de políticas puedan promover efectivamente un modelo de desarrollo más sostenible en Ecuador a través de los enfoques de la economía circular y la eco-innovación.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.1.1 Análisis del marco normativo y regulador para la economía circular

La metodología empleada para el análisis documental consistió en una exhaustiva revisión y estudio detallado de documentos relevantes, tales como informes, normativas, políticas gubernamentales y otros relacionados al tema de investigación (Ilustración 13). El proceso se llevó a cabo de la siguiente manera:

En primer lugar, se seleccionaron los documentos a través de una búsqueda sistemática en páginas oficiales de instituciones nacionales. Los criterios de búsqueda utilizados fueron los siguientes términos: medio ambiente, desarrollo sostenible, economía circular, eco-innovación, producción y consumo sostenible, producción limpia, eficiencia energética, tecnologías limpias, energías renovables, reducción del impacto ambiental, reparación, remanufactura, gestión de residuos, reciclaje. En total se identificaron 38 documentos durante el periodo comprendido entre 2008-2022 (Anexo 1).

La selección de este periodo específico se basó en dos avances importantes que marcaron un punto de inflexión en la normativa y las políticas relacionadas con el medio ambiente en Ecuador. En primer lugar, se destaca la aprobación de la nueva Constitución (Asamblea Nacional, 2008), la cual establece la protección y preservación del medio ambiente como un derecho público. En segundo lugar, se encuentra la adopción del Plan Nacional del Buen Vivir (PNVB) (SENPLADES, 2013, 2017b) como política de gobierno, el cual enfatiza en la producción de bienes y servicios ecológicamente sustentables como parte fundamental de la transformación productiva y la protección de los recursos naturales del país. Además, incorpora estrategias para promover la economía circular, la eficiencia energética, el uso de energías renovables y la gestión sostenible de los recursos naturales.

Es importante resaltar que el periodo seleccionado incluye hasta el año 2022, momento en el que se produjo el avance más reciente en materia de economía circular con la aprobación de la normativa para la aplicación de responsabilidad extendida del productor (REP) para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de uso doméstico (MAATE, 2022b). En sentido, se puede señalar que durante el periodo seleccionado se observa un notable aumento en la atención y el enfoque hacia la sostenibilidad ambiental, lo que justifica la inclusión de documentos dentro de este período en el análisis. La selección de este rango de tiempo permitió capturar los cambios y avances en la normativa ambiental ecuatoriana en la búsqueda de un modelo más sostenible y circular en el país.

En segundo lugar, se realizó una lectura completa del contenido de los documentos; para luego en un siguiente paso ordenar y clasificar los documentos según la Pirámide de Kelsen. Los resultados se muestran en una tabla resumen dividida en cuatro categorías: 1) legislativo; 2) instrumentos específicos de regulación directa (programas, planes y proyectos de ley); 3) instrumentos fiscales; 4) instrumentos de carácter voluntario.

Finalmente se realizó una discusión crítica de los instrumentos de la normativa ambiental ecuatoriana desde dos perspectivas: 1) evolución y estado actual hacia la economía circular y 2) foco de atención y limitaciones de estos instrumentos en el marco de la economía circular.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

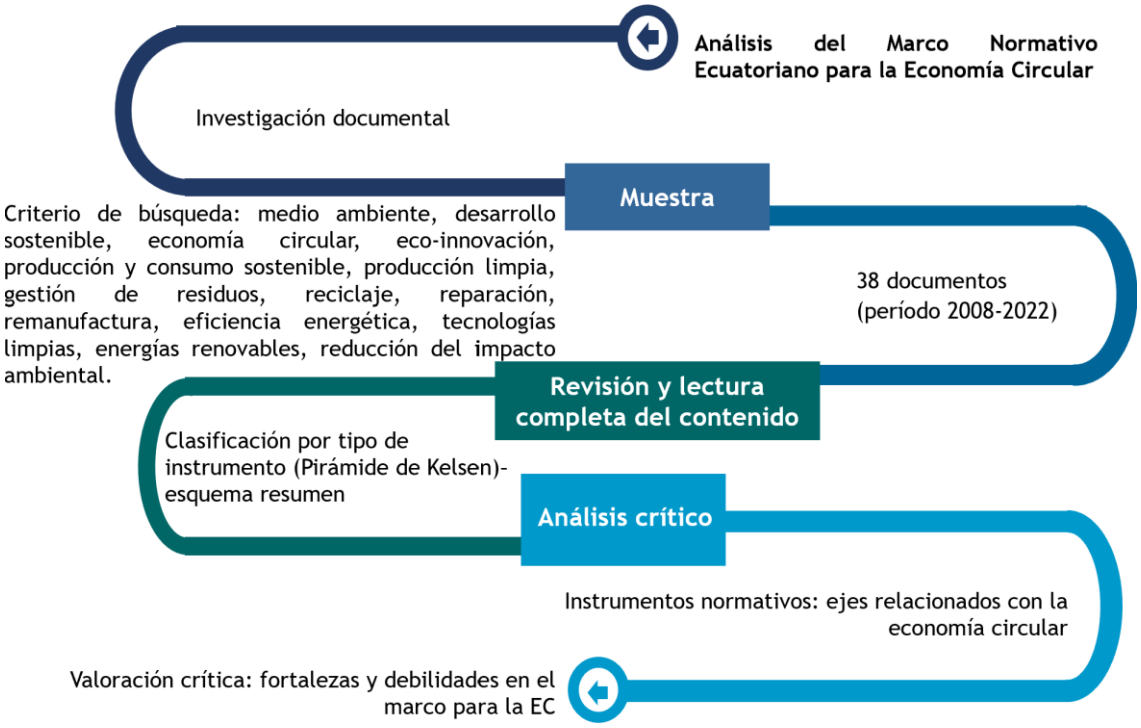


Ilustración 13. Proceso análisis marco normativo ecuatoriano para la economía circular
Fuente: elaboración propia

3.1.2 Análisis de indicadores para el seguimiento de la economía circular en Ecuador

La metodología empleada para el análisis descriptivo de los indicadores de economía circular para Ecuador se basó en el marco de seguimiento de la Economía Circular de la Unión Europea (MSEC). Este marco proporciona una medida del grado de avance hacia la economía circular de los países miembros de la Unión Europea, utilizando 11 indicadores agrupados en 5 dimensiones prioritarias: producción y consumo, gestión de residuos, materias primas secundarias, competitividad e innovación y sostenibilidad y resiliencia (Comisión Europea, 2023).

La utilización del MSEC sirvió como referencia para la selección de indicadores específicos de Ecuador, considerando la información disponible de diversas fuentes oficiales en el país. El análisis de estos indicadores puede proporcionar una visión general de las condiciones de Ecuador en términos de desempeño ambiental, sociocultural, económico y político para la transición hacia la EC. Por lo tanto, tanto el método utilizado, como las fuentes de datos seleccionadas responden al siguiente doble objetivo analítico:

- Elaborar una batería de indicadores que permita evaluar las condiciones y potencialidades de Ecuador en economía circular, identificando áreas de mejora y buenas prácticas existentes en el país.
- Medir el estado actual de la situación en Ecuador, en su proceso de cambio hacia un modelo más sostenible y circular.

El análisis se llevó a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1. Identificación de indicadores y fuentes de información: Dado que Ecuador no dispone todavía de indicadores específicos para medir la economía circular, se utilizó el MSEC de la Unión Europea (2023) como referencia para identificar y definir los indicadores que podrían ser utilizados en la medición de la EC en el país. En primer lugar, se localizaron las fuentes oficiales pertinentes que recopilan datos

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ambientales, sociales, económicos y de regulación en Ecuador. Estas fuentes permitieron determinar la disponibilidad de datos relacionados con cada indicador y dimensión. A partir de esta primera búsqueda se identificaron 5 indicadores que no tenían datos disponibles, así como un indicador que no es aplicable para el caso de Ecuador (ver Anexo 6).

2. Definición de indicadores: En segundo lugar, se procedió a seleccionar y definir el conjunto de indicadores específicos para Ecuador, basándonos en la información disponible identificada en el primer paso. Se detalló una breve descripción de cada indicador y se especificó la muestra y el período considerado en el análisis (Tabla 26).

Tabla 26. Batería de indicadores para seguimiento de la EC en Ecuador

Núm.	Nombre indicador	Descripción	Muestra	Período	Referencia
Producción y consumo					
1a-b	**Consumo de materiales**				
	1a. Huella material (toneladas per cápita)	Indicador que captura la cantidad de recursos naturales y materiales utilizados en la producción de bienes y servicios que se consumen en un país, considerando tanto los materiales extraídos dentro del país como los importados desde el extranjero. Equivale a la extracción nacional más las importaciones menos las exportaciones.	Cobertura: 97 sectores económicos	1995-2015	SCP-HAT (2022)
	1b. Productividad material (PIB/HM)	Indicador que mide la eficiencia en el uso de los recursos materiales en la economía. Se calcula dividiendo el PIB entre la huella material. Una mayor productividad material indica que se está logrando una mayor producción económica utilizando menos materiales, lo que sugiere una economía más sostenible y eficiente en el uso de recursos.	Cobertura: 97 sectores económicos	1995-2015	SCP-HAT (2022)
2a-g	**Generación de residuos**				
	2a. Generación total per cápita de residuos y desechos sólidos no peligrosos a nivel nacional (kg/hab/día)	Producción per cápita (ppc) total de residuos y desechos sólidos no peligrosos a nivel nacional. El cálculo implica la suma de los valores promedio ponderados de las viviendas urbanas y rurales (ppc domiciliar), así como de otras fuentes de generación, como comercios, mercados, instituciones educativas y otros (ppc asociada).	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)
	2b. Generación total de residuos sólidos a nivel nacional (ton/año)	Valor estimado de la generación total de residuos sólidos a nivel nacional.	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)
	2c. Generación per cápita de residuos y desechos sólidos no peligrosos en la zona urbana (kg/hab/día).	Producción per cápita domiciliar (ppc domiciliar) de residuos y desechos sólidos no peligrosos en la zona urbana. El cálculo se basa en valores promedio ponderados para las viviendas de zonas urbanas.	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Núm.	Nombre indicador	Descripción	Muestra	Período	Referencia
	2d. Generación de residuos orgánicos a nivel nacional (%)	Valor promedio nacional de generación de residuos orgánicos.	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)
	2e. Generación de residuos de envases PET y Tetra brik a nivel nacional (%)	Valor promedio nacional de generación de envases PET y Tetra brik.	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)
	2f. Generación de residuos de envases de plástico a nivel nacional (%)	Valor promedio nacional de generación de residuos de envases de plástico.	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)
	2g. Generación de residuos eléctricos a nivel nacional (%)	Valor promedio nacional de generación de residuos eléctricos.	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)
Gestión de residuos					
3a-b	**Tasas globales de reciclaje**				
	3a. Tasa de recuperación de residuos orgánicos reciclables en la zona urbana (%)	Porcentaje de recuperación de residuos orgánicos reciclables en la zona urbana. El cálculo se llevó a cabo para 220 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM).	Cobertura nacional: 220 GADM	2022	Estadística de Información Ambiental Económica en GADM (INEC, 2023)
	3b. Tasa de recuperación de todos residuos reciclables (%)	Porcentaje de recuperación de residuos orgánicos e inorgánicos reciclables para 220 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM). El valor corresponde a la suma de todos los residuos orgánicos e inorgánicos (tonelada/mes) recuperados en zonas urbanas y rurales, dividido por la cantidad total de residuos sólidos recolectados (tonelada/mes).	Cobertura nacional: 220 GADM	2022	Estadística de Información Ambiental Económica en GADM (INEC, 2023)
4a-d	**Tasas de reciclado de flujos de residuos específicos**				
	4a. Tasa de recuperación de neumáticos usados (%)	Porcentaje de neumáticos usados recuperados por año	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)
	4b. Tasa de recuperación de desechos plásticos de uso agrícola (%)	Porcentaje de desechos plásticos de uso agrícola (kg) recuperados al año	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)
	4c.Tasa de recuperación de celulares en desuso (%)	Porcentaje de celulares en desuso recuperados al año	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)
	4d. Tasas de recuperación de botellas de vidrio (%)	Porcentaje de botellas de vidrio recuperadas al año	Cobertura nacional: 52 cantones	2022	Proyecto GRECI (MAATE, 2023a)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Núm.	Nombre indicador	Descripción	Muestra	Período	Referencia
Materias primas primarias y secundarias					
5a-b	**Comercio de materias primas primarias**				
	5a. Importaciones de materiales primarios con el resto del mundo (toneladas)	Participación de Ecuador en las importaciones materiales primarios con el resto del mundo. Incluyen recursos renovables de la bioeconomía utilizados en sectores como alimentos, piensos, construcción y bioenergía.	200 países	2000-2022	Chatham House Circular Economy Trade Database (CHCETD, 2024)
	5b. Exportaciones de materia primarias con el resto del mundo (toneladas)	Participación de Ecuador en las exportaciones de materiales primarios con el resto del mundo, los cuales incluyen recursos renovables y no renovables. Incluye recursos renovables de la bioeconomía utilizados en sectores como alimentos, piensos, construcción y bioenergía.	200 países	2000-2022	Chatham House Circular Economy Trade Database (CHCETD, 2024)
6a-b	**Comercio de materias primas reciclables**				
	6a. Importaciones de materias secundarias con el resto del mundo (toneladas)	Participación de Ecuador en las importaciones de materiales secundarios con el resto del mundo, los cuales incluyen recursos renovables y no renovables. Estos materiales abarcan desechos, residuos, materias primas secundarias y bienes usados. Se contemplan todos los recursos cubiertos por el conjunto de datos sobre el comercio de materias primas reciclables de la Unión Europea.	200 países	2000-2022	Chatham House Circular Economy Trade Database (CHCETD, 2024)
	6b. Exportaciones de materias secundarias con el resto del mundo (toneladas)	Participación de Ecuador en las exportaciones de materiales secundarios con el resto del mundo, los cuales incluyen recursos renovables y no renovables. Estos materiales abarcan desechos, residuos, materias primas secundarias y bienes usados. Se contemplan todos los recursos cubiertos por el conjunto de datos sobre el comercio de materias primas reciclables de la Unión Europea.	200 países	2000-2022	Chatham House Circular Economy Trade Database (CHCETD, 2024)
Competitividad e innovación					
7a-f	**Inversiones privadas, puestos de trabajo y ventas relacionados con los sectores que incluyen actividades de la economía circular**				
	7a. Monto de la inversión ambiental media de las empresas (% del PIB)	La inversión ambiental (US$ corrientes) corresponde al rubro de costos en bienes y servicios de capital adquiridos por la empresa para la protección del ambiente o gestión de recursos naturales con el objeto de ser utilizados en el proceso productivo.	3142 empresas grandes y 808 empresas medianas	2022	Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del Módulo de Información Económica Ambiental (INEC, 2022a)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Núm.	Nombre indicador	Descripción	Muestra	Período	Referencia
	7b. Empresas que realizan inversión ambiental (%)	Proporción de empresas que realizaron inversión en actividades de protección ambiental y gestión de recursos naturales. Se incluyen los sectores relacionados con la economía circular: gestión de desechos y saneamiento y otras actividades de servicios. Este indicador se calcula dividiendo el número de empresas que cuentan con un valor monetario utilizado en inversión ambiental entre el número total de empresas encuestadas, y luego multiplicando el resultado por 100.	3142 empresas grandes y 808 empresas medianas	2022	Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del Módulo de Información Económica Ambiental (INEC, 2022a)
	7c. % Valor añadido bruto (USD gasto/ USD1000 VAB).	Este indicador refleja la intensidad de gastos corrientes ambientales. Se expresa como el gasto en actividades de protección ambiental y gestión de recursos naturales por cada 1000 dólares de valor agregado bruto producido por las empresas. Se incluyen los sectores relacionadas con la economía circular: gestión de desechos y saneamiento y otras actividades de servicios	3142 empresas grandes y 808 empresas medianas	2022	Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del Módulo de Información Económica Ambiental (INEC, 2022a)
	7d. Empresas activas (número)	Cantidad de empresas activas en el año de referencia que desempeñen actividades relacionadas con la economía circular, como reparación de computadoras, efectos personales y enseres domésticos, tratamiento y recolección de desechos, recuperación de materiales, descontaminación y servicios de gestión de desechos.	1,246.162	2022	Registro Estadístico de Empresas (REEM) (INEC, 2022b)
	7e. Ventas totales (% del PIB)	Las ventas totales (miles de dólares) son la suma de los ingresos generados por las empresas a través de transacciones comerciales de bienes o servicios durante un año. Se incluyen las actividades relacionadas con la EC: reparación de computadoras, efectos personales y enseres domésticos, tratamiento y recolección de desechos, recuperación de materiales, descontaminación y servicios de gestión de desechos.	1,246.162	2022	Registro Estadístico de Empresas (REEM) (INEC, 2022b)
	7f. Empleo registrado promedio (%)	Conjunto de personas en edad laboral que realizaron una actividad remunerada o con beneficios durante el año de referencia y están registradas en el IESS. Se incluyen las actividades relacionadas con la EC antes especificadas en los indicadores 7d, 7e y 7F. Para calcular este indicador, se suma el empleo reportado y se divide por doce meses.	1,246.162	2022	Registro Estadístico de Empresas (REEM) (INEC, 2022b)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Núm.	Nombre indicador	Descripción	Muestra	Período	Referencia
8a-b	**Innovación ecológica**				
	8a. Empresa que realizaron algún tipo de eco-innovación (%)	Empresas que al introducir innovaciones de producto, proceso, organización y comercialización lograron minimizar los impactos ambientales.	6.275 empresas	2012-2014	Encuesta Nacional de Actividades de Innovación (ACTI) (INEC, 2015)
	8.b Empresas con certificación ISO 14001 (número)	Número de empresas con certificación ISO14001-2015 (norma de Sistemas de Gestión Ambiental).	12,238 (medianas y grandes empresas)	2020	Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del Módulo de Información Económica Ambiental (INEC, 2022a)
Sostenibilidad					
9a-b	**Sostenibilidad mundial**				
	9a Huella de consumo (millones de toneladas)	Este indicador incluye todas las emisiones de GEI nacionales y extranjeras que se produjeron a lo largo de las cadenas de suministro de los productos consumidos en el país.	Cobertura: 97 sectores económicos	1995-2015	SCP-HAT (2022)
	9b Emisiones de GEI procedentes de las actividades de producción (toneladas per cápita)	Proporción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) en la economía nacional (producidas dentro del país)	Cobertura: 97 sectores económicos	1995-2015	SCP-HAT (2022)

Fuente: elaboración propia

La Tabla 26 incluye un total de 29 indicadores que serán analizados en el análisis empírico. Estos indicadores han sido definidos y adaptados en base a la información disponible de Ecuador. Es importante destacar algunas consideraciones:

Indicadores de generación de residuos

2a. La información sobre el indicador Generación total per cápita de residuos y desechos sólidos no peligrosos se obtuvo a partir de datos del proyecto GRECI (MAATE, 2023a). Ecuador tiene un total de 221 cantones. Sin embargo, para el levantamiento de información sobre residuos a nivel nacional en dicho proyecto, se utilizó muestra representativa de 52 cantones. Estos fueron segmentados según su tamaño poblacional en las siguientes categorías: 15 cantones micro (menos de 15.000 habitantes), 20 cantones pequeños (entre 15.001 y 50.000 habitantes), 12 cantones medianos (entre 50.001 y 200.000 habitantes), 4 cantones grandes (entre 200.001 y 1.000.000 habitantes) y 1 cantón especial (más de 1.000.000 habitantes).

2b. En el indicador Generación total de residuos sólidos a nivel nacional (ton/año) por PIB, no se dispone de información desagregada que excluya los principales residuos minerales.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

2d. En el indicador Generación de residuos orgánicos a nivel nacional, no hay datos desagregados por tipo de residuo orgánico, lo que impide obtener información específica sobre la generación de residuos alimentarios.
2e. El indicador Generación de residuos de envases PET y Tetra brik, solo se consideran estos dos tipos de envases debido a la disponibilidad de datos.
2g. El indicador Generación de residuos eléctricos a nivel nacional fue incluido, ya que los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) son considerados prioritarios dentro de la normativa de economía circular vigente en Ecuador (MAATE, 2022b).

Indicadores de gestión de residuos

3a. En el indicador Tasa de recuperación de residuos orgánicos reciclables en la zona urbana se consideraron solo residuos orgánicos debido a la disponibilidad de datos.
3b. El indicador Tasa de recuperación de todos residuos reciclables se incluye tanto los residuos orgánicos como los inorgánicos de zonas rurales y urbanas. Sin embargo, no se dispone de datos a un nivel de desagregación más detallado, por lo que no es posible excluir específicamente los residuos minerales en este indicador.
4a-b. Los indicadores de tasas de reciclado de flujos de residuos específicos fueron adaptados según la información disponible de Ecuador. Estos incluyeron 4 tipos de residuos: neumáticos usados, plásticos de uso agrícola, celulares en desuso y botellas de vidrio, regulados bajo el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP).

Materias primas primarias y secundarias

5a-b. Los indicadores importaciones y exportaciones de materias primas primarias con el resto del mundo fueron incluidos en el análisis debido a la especialización primario-exportadora de Ecuador. Estos indicadores muestran la participación del país en el comercio mundial de productos agrícolas y forestales, Los productos agrícolas incluyen cereales, lácteos, huevos y miel, peces y recursos acuáticos, horticultura, animales vivos, carne, semillas oleaginosas, otros productos agrícolas, legumbres, raíces y tubérculos, caucho y gomas, estimulantes, tabaco, especias, azúcar y agua. Los productos forestales incluyen tablero y contrachapado, leña y carbón vegetal, tablas de madera y madera aserrada, pasta de madera, astillas y productos de desecho.
6a-6b. Los indicadores de importaciones y exportaciones de materias primas secundarias o reciclables abarcan dos categorías: materias primas secundarias y bienes usados, desechos y residuos. Dentro de las materias primas secundarias y bienes usados se incluyen materiales de construcción, caucho, neumáticos y textiles. En el grupo de desechos y residuos se engloban la electrónica, industrias alimentarias y piensos, silvicultura y papel, vidrio, metales, varios residuos industriales, productos animales no comestibles, plásticos, caucho, neumáticos, escoria, ceniza y textiles.

Competitividad e innovación

7a-f. En los indicadores relacionado a Inversiones privadas, puestos de trabajo y ventas, se consideraron 7 sectores en los que se incluyen actividades circulares: 1) Industrias manufactureras, 2) Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento, 3)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Construcción, 4) Comercio, reparación automotores y motocicletas 5) Actividades de servicios administrativos y de apoyo, 6) Artes, entretenimiento y recreación, 7) Otras actividades de servicios (Tabla 27).
La selección de esto sectores se realizó tomando como referencia la clasificación de actividades circulares propuesta por el Marco de Seguimiento de la EC de la Unión Europea (ver Anexo 2). Dicho marco define a los bienes y servicios económicos de la economía circular como aquellos que mantienen el valor de los productos y materiales el mayor tiempo posible y minimizan el desperdicio y el uso de recursos, cerrando así o estrechando el ciclo de las materias primas (Eurostat, 2022).

Tabla 27. Sectores que incluyen actividades circulares en Ecuador

Sector	Actividad económica
C Industrias manufactureras	C33 Reparación e instalación de maquinaria y equipo.
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E37 Evacuación de aguas residuales. E38 Recolección, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales.
	E39 Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de desechos.
F Construcción	F43 Actividades especializadas de la construcción.
G Comercio, reparación automotores y motocicletas	G45 Comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas.
N Actividades de servicios administrativos y de apoyo	N77 Actividades de alquiler y arrendamiento.
R Artes, entretenimiento y recreación	R91 Actividades de bibliotecas, archivos, museos y otras actividades culturales.
S Otras actividades de servicios	S95 Reparación de computadores y de efectos personales y enseres domésticos.
	S96 Otras actividades de servicios personales.

Fuente: elaboración propia

7a-b. Los indicadores Empresas que realizan inversión ambiental y Monto de la inversión ambiental media de las empresas se presentan a nivel sectorial, ya que no se dispone de información desagregada por tipo de actividad económica.
7c. El indicador % Valor añadido bruto se encuentra expresado como el gasto ambiental en actividades de protección ambiental y gestión de recursos naturales por cada 1,000 dólares de valor agregado bruto producido por las empresas.
7d-f. Los indicadores Empresas activas, Ventas totales y Empleo registrado promedio se presentan a nivel desagregado por tipo de actividad económica. Estas actividades se organizan en 7 sectores y 10 actividades económicas, las cuales a su vez abarcan 28 actividades relacionadas con la economía circular). La selección de estas actividades se basó en el Marco de Seguimiento de la Economía Circular de la Unión Europea, tal como se especificó previamente (Anexo 2).
Por otro lado, es importante destacar que se considera una empresa activa si cumple al menos una de las siguientes condiciones: reporta ventas en el SRI, tiene plazas de empleo registradas en IESS, pagaron impuestos en el SRI bajo el Régimen Simplificado para Emprendedores y Negocios Populares (RIMPE).
8a. En el indicador Empresas que realizaron algún tipo de eco-innovación, se considera el porcentaje de empresas que, mediante la introducción de innovaciones en productos, procesos, organización y comercialización, han logrado minimizar los

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

impactos ambientales. Este indicador, que hace referencia a la eco-innovación empresarial, será utilizado posteriormente en el análisis a nivel micro.
8b. El indicador Empresas con certificación ISO 14001 fue agregado, ya que fue identificado como un importante impulsor de la eco-innovación en el marco teórico. Además, este indicador se mide dentro del Índice de Eco-innovación (EIO, 2021), el cual evalúa el nivel de conciencia ambiental y capacidad de gestión de las empresas.

Sostenibilidad

9a-b. Los indicadores de Huella de consumo y Emisiones de GEI procedentes de las actividades de producción se obtuvieron de la herramienta SCP-HAT (2021), que proporciona información sobre las áreas críticas de producción y consumo insostenibles. Los datos abarcan un total de 97 sectores económicos. El sector primario engloba actividades como la agricultura, silvicultura; pesca; minería de carbón, petróleo y gas; mineral minería; extracción de material de construcción. El sector secundario incluye la manufactura de alimentos, madera y papel, energía, productos químicos, cerámica, metales básicos, equipo de transporte. El sector terciario abarca servicios como la electricidad, gas y agua, residuos y reciclaje, construcción, venta al por mayor y comercio minorista, transporte, hoteles y restaurantes, correos y telecomunicaciones, intermediación financiera y actividades de negocio, administración pública, servicios de educación y salud, otros servicios (artes, entretenimiento y recreación, reparación de computadoras, artículos personales y domésticos, entre otros), y actividades realizadas por los hogares (actividades de salud humana y trabajo social).

3. Recopilación y sistematización de la información: A continuación, se realizó una búsqueda exhaustiva en la fuentes oficiales seleccionadas para recopilar la información disponible. Esta búsqueda incluyó bases de datos, artículos, documentos e informes gubernamentales. Los datos recopilados para cada indicador se organizaron en función de las 5 dimensiones prioritarias con información disponible: producción y consumo, gestión de residuos, materias primas secundarias, competitividad e innovación y sostenibilidad y resiliencia.
4. Análisis descriptivo: Se llevó a cabo un análisis descriptivo de los indicadores seleccionados agrupados en las 5 dimensiones, con el fin de evaluar las condiciones y potencialidades de Ecuador en relación a la economía circular. Este análisis permitió identificar tanto las áreas de mejora como las buenas prácticas existentes en el país, las cuales podrían contribuir y fomentar la implantación de un modelo más sostenible y circular en Ecuador.

3.2 ANÁLISIS DE LA ECO-INNOVACIÓN EN EL TEJIDO EMPRESARIAL ECUATORIANO

El análisis macro-contextual se completó con un análisis detallado del tejido empresarial en relación a la eco-innovación. Se considera en esta investigación la eco-innovación como un factor relevante para el progreso hacia la EC. Para ello, a partir de los datos de innovación recogidos a nivel micro, se realiza una aproximación empírica al perfil de las empresas ecoinnovadoras de productos y procesos y un análisis comparativo por sector de los factores impulsores y barreras de la eco-innovación de productos y procesos a nivel empresarial. Se aplicó una metodología cuantitativa (econométrica), que combina el uso de estadística descriptiva y la estimación de un modelo probit.

USC DE COMPOSTELA

El abordaje metodológico brindó una perspectiva detallada sobre las características de las empresas eco-innovadoras y los determinantes de la eco-innovación empresarial en los sectores de minas y canteras, manufactura, comercio y servicios en Ecuador.

3.2.1 Datos y muestra

El análisis empírico de los factores que impulsan y obstaculizan la eco-innovación en Ecuador se basa en datos a nivel de empresa obtenidos de la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación ACTI (INEC, 2015) correspondiente al periodo 2012-2014. ACTI es una encuesta nacional que se realiza cada 3 años y recopila información sobre diversas características generales de las empresas, como ventas, afiliación a grupos empresariales, mercado geográfico y sector. Además, proporciona datos específicos sobre las actividades y gastos destinados a las innovaciones de producto y proceso, el grado de cooperación con grupos de interés, las fuentes de información utilizadas, los factores que impulsan u obstaculizan las actividades de innovación de producto y proceso, así como también los impactos derivados de la introducción de estas innovaciones.

La encuesta ACTI abarca 14 ramas de actividad económica que se encuentran en cuatro sectores económicos: manufactura; minas y canteras, comercio y servicios. La selección de esta base de datos responde a dos razones. En primer lugar, ha sido validada como una herramienta confiable para comprender la dinámica de la innovación (De Marchi, 2012). En segundo lugar, ha sido ampliamente utilizada en diversos estudios que analizan los determinantes de la eco-innovación empresarial, respaldando su relevancia y utilidad (Arranz et al., 2019; García-Pozo et al., 2019; Sanni, 2018).

A partir de los datos recogidos en la encuesta ACTI (INEC, 2015) para un total de 6.275 empresas, se aplicó un filtro para la selección de la muestra. Este filtro tuvo como objetivo excluir a aquellas empresas que no realizaron ningún tipo de innovación. Como resultado de este proceso de filtrado, se obtuvo una muestra final de 3.357 empresas innovadoras, de las cuales 2.544 empresas (72%) llevaron a cabo innovaciones en producto y proceso durante el período de estudio 2012-2014 (Gráfico 11).

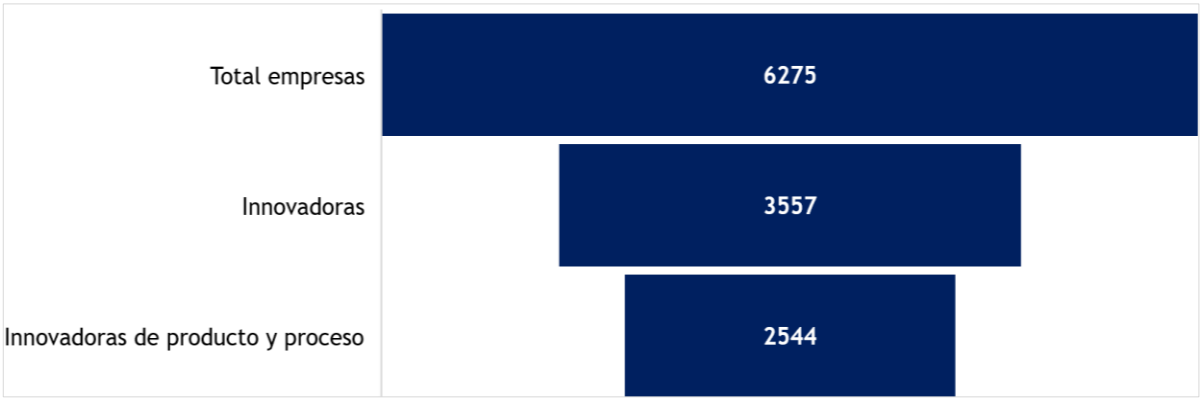


Gráfico 11. Empresas innovadoras en producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)

Dado que uno de los objetivos específicos de esta tesis es realizar un análisis comparativo por sector de los determinantes de la eco-innovación en los sectores de minas y canteras, manufactura, comercio y servicios, en la Tabla 28 se especifica la distribución muestral por sector.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 28. Distribución de la muestra por sector

Sector	Muestra
Minas y canteras	73 empresas
Manufactura	909 empresas
Servicios	1.037 empresas
Comercio	525 empresas
Total	**2.544 empresas**

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)

3.2.2 Definición de variables

3.2.2.1 Variable dependiente

Para medir la eco-innovación, se utiliza la pregunta XIII.1 del cuestionario ACTI, la cual evalúa los impactos derivados de las innovaciones implementadas durante el período 2012-2014. Esta pregunta abarca 11 impactos diferentes (xiii.1.a hasta xiii.1.k) y se califican en términos de su nivel de importancia: alto, medio, bajo o no relevante. A partir de esta pregunta, se crea la variable dependiente "empresa eco-innovadora de producto y proceso". Esta variable es dicotómica y toma el valor de 1 cuando la empresa que introdujo innovaciones de producto y proceso respondió alto en la reducción de impactos ambientales (xiii.1.j) y el valor de 0 cuando respondió medio, bajo o no relevante.

3.2.2.2 Variables independientes y de control

Las variables independientes y de control utilizadas en esta investigación se seleccionaron tras realizar una exhaustiva revisión de literatura y basándonos en la información disponible en el cuestionario ACTI. En total, se incluyeron 17 variables independientes, las cuales se agruparon en 4 categorías: inputs (6 variables), impulsores (8 variables), grado de cooperación (1 variable) y fuentes de información (2 variables). Además, se incluyeron una serie de variables de control relacionadas con las características estructurales de las empresas. Estas 12 variables de control abarcan la edad de la empresa (expresado en años), el tamaño de las empresas (micro, pequeña, mediana y grande), los sectores en los que operan las empresas (minas y canteras, manufactura, servicios y comercio), la pertenencia a un grupo empresarial y el mercado geográfico en el que comercializan sus productos (nacional e internacional).

La Tabla 29 resume las variables utilizadas en el análisis micro sobre los determinantes de la eco-innovación empresarial.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 29. Variables y medidas para análisis de la eco-innovación empresarial

Variables	Tipo	Concepto operativo	Valores categorías
Variable dependiente			
Empresas eco-innovadoras de producto y proceso	Cualitativa dicotómica	Empresas innovadoras que debido a la introducción de innovaciones de productos y procesos tuvieron como resultado la reducción de los impactos ambientales (aquellas que respondieron alto en la reducción de impactos ambientales de la pregunta XIII.1)	0-1
Variables independientes			
Inputs			
Gasto en maquinaria	Cualitativa dicotómica	Gastos de adquisición de maquinaria, equipos, software y hardware para la introducción de innovaciones de producto y proceso.	0-1
Gasto en tecnología	Cualitativa dicotómica	Gastos en la adquisición de tecnología desincorporada (derechos de uso de patentes, inventos, licencias, marca, diseños, know-how o asistencia técnica) para la introducción de innovaciones de producto y proceso.	0-1
Gasto en diseño	Cualitativa dicotómica	Gastos en actividades de ingeniería y diseño industrial (excluyendo aquellas relacionadas con la I+D) para la introducción de innovaciones de producto y proceso.	0-1
Gasto en formación	Cualitativa dicotómica	Gastos en formación de personal para la introducción de innovaciones de producto y proceso	0-1
Gasto en I+D	Cualitativa dicotómica	Gastos de investigación y desarrollo tanto internos como externos para la introducción de innovaciones de producto y proceso.	0-1
Gasto en estudios de mercado	Cualitativa dicotómica	Gasto en estudios de mercado para la introducción de innovaciones de productos y proceso. Estas abarcan actividades para identificar demandas específicas, necesidades insatisfechas, así como para adaptar el producto a diferentes mercados. También incluye actividades de comercialización experimental, pero no abarca la implementación de redes de distribución ni los gastos en publicidad.	0-1
Facilitadores			
Demanda insatisfecha	Cualitativa dicotómica	Empresas cuya motivación para el desarrollo de actividades de innovación de producto y proceso fue la detección de una demanda total o parcialmente insatisfecha en el mercado.	0-1
Aprovechamiento de una novedad científica y técnica	Cualitativa dicotómica	Empresas cuya motivación para el desarrollo de actividades de innovación de producto y proceso fue el aprovechamiento de una idea o de novedades científicas y técnicas.	0-1
Amenaza de la competencia	Cualitativa dicotómica	Empresas cuya motivación para el desarrollo de actividades de innovación de producto y proceso fue la amenaza de la competencia	0-1
Regulación nacional o internacional	Cualitativa dicotómica	Empresas cuya motivación para el desarrollo de actividades de innovación de producto y proceso fueron la pautas regulatorias (nacionales, internacionales, públicas y privadas)	0-1
Certificación	Cualitativa dicotómica	Empresas cuya motivación para el desarrollo de actividades de innovación de producto y proceso fueron los procesos de certificación	0-1
Problema técnico	Cualitativa dicotómica	Empresas cuya motivación para el desarrollo de actividades de innovación de producto y proceso fue un problema técnico	0-1
Aprovechamiento de una idea generada	Cualitativa dicotómica	Empresas cuya motivación para el desarrollo de actividades de innovación de producto y proceso fue el aprovechamiento de una idea generada al interior de la empresa.	0-1

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Variables	Tipo	Concepto operativo	Valores categorías
Cambios en normas de propiedad intelectual	Cualitativa dicotómica	Empresas cuya motivación para el desarrollo de actividades de innovación de producto y proceso fueron los cambios en normas de propiedad intelectual	0-1
Grado de cooperación	Cualitativa dicotómica	Empresas con actividades de innovación de producto y proceso que cooperaron con otros actores, como clientes, competidores, proveedores, consultores, universidades, instituciones públicas o privadas de investigación, así como otras empresas del grupo o matriz y empresas relacionadas, en el desarrollo de innovaciones de producto o proceso.	0-1
Fuentes de información			
Fuentes de internas	Cualitativa dicotómica	Fuentes de información internas que facilitaron el proceso de innovación durante el período 2012-2014. Estas corresponden a otras áreas internas de la empresa y otras empresas del grupo o matriz.	0-1
Fuentes externas	Cualitativa dicotómica	Fuentes de información externas que facilitaron el proceso de innovación durante el período 2012-2014. Estas corresponden a clientes, competidores, proveedores, consultores, universidades, centros o institutos públicos o privados de investigación, ferias, revistas científicas y publicaciones y otras empresas relacionadas.	0-1
Barreras			
Barreras de costes	Cualitativa dicotómica	Barreras asociadas a la falta de fondos, la falta de financiamiento de fuentes externas a la empresas y los elevados cotes de innovación.	0-1
Barreras de conocimiento	Cualitativa dicotómica	Barreras asociadas a la falta de personal cualificado, falta de información sobre tecnología y mercados, dificultad para encontrar socios de cooperación para la innovación.	0-1
Barreras de mercado	Cualitativa dicotómica	Barreras asociadas al dominio de mercado de empresas establecidas y a la incertidumbre frente a la demanda de bienes y servicios innovadores.	0-1
Variables de control			
Características de las empresas			
Años de la empresa	Cuantitativa	Años de la empresa tomando como referencia el año de creación de la misma y se expresó mediante el logaritmo natural de los años transcurridos desde su creación.	Años
Sectores			
Minas y canteras	Cualitativa dicotómica	Empresas que operaban en el sector de minas y canteras	0-1
Manufactura	Cualitativa dicotómica	Empresas que operaban en el sector de la manufactura	0-1
Servicio	Cualitativa dicotómica	Empresas que operaban en el sector servicios	0-1
Comercio	Cualitativa dicotómica	Empresas que operaban en el sector comercio	0-1
Tamaño			
Micro	Cualitativa dicotómica	Empresas que tenían entre 1 a 9 empleados en el año 2014	0-1
Pequeña	Cualitativa dicotómica	Empresas que tenían entre 10 y 49 empleados en el año 2014	0-1
Mediana	Cualitativa dicotómica	Empresas que tenían entre 50 y 199 empleados en el año 2014	0-1

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Variables	Tipo	Concepto operativo	Valores categorías
Grande	Cualitativa dicotómica	Empresas que tenían más de 200 empleados en el año 2014	0-1
Mercado geográfico			
Nacional	Cualitativa dicotómica	Empresas cuyos productos (bienes o servicios) estuvieron dirigidos al mercado ecuatoriano.	0-1
Internacional	Cualitativa dicotómica	Empresas cuyos productos (bienes o servicios) estuvieron dirigidos al mercado internacional (EEUU, Canadá y otros países de ALC, Europa, Asia, África y Oceanía).	0-1
Grupo empresarial	Cualitativa dicotómica	Empresas que formaron parte un grupo empresarial	0-1

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)

3.2.3 Técnicas de análisis

El análisis empleado es de corte transversal e incluye dos técnicas de análisis: 1) un análisis descriptivo exhaustivo de tipo estadístico que busca obtener una primera aproximación al perfil de las empresas ecoinnovadoras de producto y proceso; 2) la estimación de un modelo probit binario para identificar los factores que facilitan e inhiben la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador. Este modelo de regresión con respuesta binaria es útil para explicar el comportamiento de una variable dependiente dicotómica (Guajarati & Porter, 2010).

El modelo probit ha demostrado ser un método microeconométrico eficaz para evaluar la probabilidad de que las empresas adopten prácticas de eco-innovación y la influencia relativa de cada variable (del Río et al., 2017). De hecho, ha sido ampliamente utilizado en otros estudios sobre los terminantes de la eco-innovación empresarial (del Río et al., 2017; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018; Á. Triguero et al., 2017).

3.2.3.1 Análisis descriptivo: perfil eco-innovador

El análisis descriptivo se inició con el cálculo de los principales estadísticos descriptivos para el conjunto de variable analizadas. Específicamente, se obtuvieron la media, la desviación estándar, los valores mínimo y máximo, lo cual permitió obtener una visión general de la muestra.

En un segundo paso, se realizó una caracterización para el segmento de las empresa eco-innovadoras de producto y proceso.

Posteriormente, se llevó a cabo una primera aproximación al nivel de relación entre las variables del estudio mediante el uso de tablas de contingencia. Finalmente, se aplicó una prueba de independencia Chi-cuadrado con el fin de explorar la relación entre la variable "empresas eco-innovadoras" y las variables explicativas. Esto se complementó con el cálculo de un coeficiente de contingencia de Cramer, que permitió cuantificar el grado de dicha relación en una escala de 0 (independencia total) a 1 (dependencia total).

3.2.3.2 Especificación del modelo: determinantes de la eco-innovación empresarial

Teniendo en cuenta el carácter dicotómico de la variable dependiente, se estimaron modelos probit binarios. Los modelos 1 y 6 se aplicaron para la muestra total de 2.544 empresas. Adicionalmente, se estimaron 8 modelos específicos por sector:

- Modelo 2 (impulsores) y Modelo 7 (barreras) para las empresas que operan en el sector de minas y canteras (73 empresas)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

- Modelo 3 (impulsores) y Modelo 8 (barreras) para las empresas que operan en el sector manufacturero (909 empresas)
- Modelo 4 (impulsores) y Modelo 9 (barreras) para las empresas del sector servicios (1037 empresas)
- Modelo 5 (impulsores) y Modelo 10 (barreras) para las empresas del sector comercio (525 empresas).

La ecuación del modelo probit es:

$$Pr\,(Y = 1|X = x) = \Phi\,(\beta 0 + \beta 1X1 + \cdot\cdot\cdot + \beta kXk)$$

Donde Φ representa la función de distribución acumulada de la distribución normal estándar, Y es la variable dependiente binaria que toma el valor de 1 si la empresa introdujo innovaciones de producto y/o proceso que redujeron los impactos ambientales, y X es el conjunto de variables explicativas.

Las variables independientes incluidas en los modelos fueron seleccionadas en base a la evidencia empírica sobre determinantes de la eco-innovación empresarial. Estas variables abarcan inputs y facilitadores, características de las empresas y barreras a la eco-innovación, tal como se detalló previamente en la Tabla 29.

3.3 ANÁLISIS SECTORIAL: APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS (RAEE)

Este estudio emplea un método empírico y aplicado a través de las técnicas de revisión documental y la recopilación de datos cuantitativos. El objetivo es realizar una aproximación a la situación actual del sector de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) y sus residuos (RAEE) en Ecuador, con el fin de determinar las potencialidades y retos para la circularidad en el sector AEE y en el tratamiento de sus residuos[17]. Para ello, la metodología se desarrolla en tres fases:

En primer lugar, se realizó una búsqueda exhaustiva de en fuentes oficiales, que incluyen informes, datos estadísticos, leyes y documentos normativos relevantes para el análisis del sector.

A continuación, se llevó a cabo la relación y sistematización de la información obtenida, con el fin de realizar un diagnóstico detallado de la situación actual del sector de AEE y sus residuos en Ecuador. Esto incluyó la evaluación de las tendencias de producción y consumo de aparatos eléctricos y electrónicos, así como el análisis de la generación y gestión de residuos electrónicos y la revisión del marco normativo y regulatorio aplicable al sector.

Se utilizó el análisis DAFO para identificar y sintetizar, a partir de la información recopilada, las fortalezas y debilidades del sector AEE en Ecuador en relación con la EC. El análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) es una herramienta utilizada para identificar estrategias, al combinar el análisis de los factores internos (fortalezas y debilidades) de una organización, territorio o sector, con el estudio de los factores externos (oportunidades y amenazas) de su entorno.

[17] Este estudio forma parte del proyecto "Potencialidades da Economía Circular para o desenvolvemento sustentábel e inclusivo en países de América Latina" PR815A 2019/1 < https://www.usc.gal/gl/investigar-na-usc/grupos/icede/proxectos-investigacion/proxecto-potencial>.

Finalmente, a partir del diagnóstico realizado, se discuten las condiciones y limitaciones específicas que se deben abordar para promover la implementación de prácticas más sostenibles y circulares en la gestión de los AEE y sus residuos RAEE en Ecuador.

El abordaje metodológico propuesto permitió contar con un análisis exhaustivo de la condiciones actuales del sector, para posteriormente determinar las áreas clave que debe fortalecerse y mejorarse para contribuir al impulso de la circularidad en el sector eléctrico-electrónico en Ecuador.

Específicamente, el diagnóstico detallado del sector de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) y sus residuos RAEE incluyó:

- La evaluación de las tendencias de producción y consumo de AEE
- El análisis de la generación y gestión de residuos electrónicos (RAEE)
- La revisión del marco normativo y regulatorio aplicable al sector

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DEL CONTEXTO PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR: MARCO INSTITUCIONAL E INDICADORES DE PROGRESO HACIA LA ECONOMIA CIRCULAR

Este capítulo tiene como objetivo general analizar los cambios en el marco normativo ecuatoriano, así como una serie de factores contextuales para medir el estado de la transición a la EC en Ecuador. Para abordar este objetivo, se propone un estudio estructurado en dos partes principales.

En primer lugar, se presenta un análisis exhaustivo de la normativa y las políticas vigentes en materia de economía circular, a través de un análisis documental. A partir de este análisis, se derivan las fortalezas y limitaciones de los instrumentos normativos, de política pública y fiscales en el ámbito de la economía circular y la eco-innovación.

En segundo lugar, se presenta una batería de indicadores que sintetizan las condiciones del país en términos de potencialidades y retos para la economía circular. Estos indicadores se analizan de manera descriptiva en torno a seis dimensiones clave: 1) producción y consumo, 2) gestión de residuos, 3) materias primas primarias y secundarias, 4) competitividad e innovación, 5) eco-innovación, y 6) sostenibilidad.

4.1 MARCO NORMATIVO Y REGULADOR PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR

Este apartado inicia con una breve introducción sobre la evolución y el estado actual de la normativa ambiental ecuatoriana en el ámbito de la economía circular. En segundo lugar, se presenta un análisis documental de 38 instrumentos normativos, a partir del cual se derivan las fortalezas y las limitaciones de dichos instrumentos en el marco de la economía circular.

4.1.1 Línea de tiempo hacia la Estrategia Nacional de Economía Circular

En retrospectiva desde la aprobación de la constitución en 2008 el desarrollo sostenible se posiciona como un eje prioritario en la agenda del país. En esta dirección se han desarrollado distintos instrumentos normativos que se sitúan como importantes avances en política ambiental y que empiezan a acercarse hacia el paradigma de la EC. Entre estos instrumentos, se encuentran el Procedimiento de Gestión Integral Consumo y Producción Sustentable a Nivel Nacional (MAATE, 2014b), que busca promover practicas responsables en el uso de los recursos naturales. Otro importante instrumento es el Plan Nacional para el Buen Vivir (PNVB) (SENPLADES, 2017b), el cual destaca la producción de bienes y servicios ecológicamente sustentables para lograr la transformación productiva y la protección de los recursos naturales del país. Este plan incorpora estrategias para promover la economía circular, la eficiencia energética, el uso de energías renovables y la gestión sostenible de los recursos naturales. Adicionalmente, Plan Nacional de Desarrollo (PND) “Toda una vida” (SENPLADES, 2017a) también desempeña un papel relevante en esta dirección. Dentro de sus objetivos, se encuentra el crecimiento económico y social de forma sostenible, lo cual se refleja en el eje 1 “Derechos para

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Todos Durante Toda la Vida" (obj. 3) y en el eje 2 "Economía al Servicio de la Sociedad" (objs. 4 y 5).

En el marco de la EC, los primeros antecedentes se remontan a la aprobación de instrumentos normativos para la gestión y tratamiento de residuos y/o desechos: el Programa Nacional para Gestión de desechos sólidos (MAATE, 2010); el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales (MAATE, 2012c) y la Política Nacional Post Consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos (MAATE, 2013d).

Más adelante, en 2015, con la aprobación del Marco de Incentivos Ambientales (MAATE, 2015b) se promueve la implementación de estrategias de producción más limpia, eficiencia en recursos y prácticas ambientalmente sostenibles. En 2018, Ecuador da otro paso importante al ratificar su compromiso con el desarrollo sostenible a través del decreto 371 (Asamblea Nacional, 2018a) en el que se adopta como política pública de gobierno la Agenda 2030.

Durante este mismo año (2018), se empieza a trabajar activamente en iniciativas públicas para la EC. Entre las primeras, el lanzamiento de la Marca Sectorial de Economía Circular; certificación que otorga a las empresas un sello de productos sostenibles (CIEC, 2019). Este instrumento de carácter voluntario se ha venido desarrollando conjuntamente entre el Ministerio de Comercio Exterior y el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) como herramienta de apoyo para que productores y exportadores promocionen sus productos y alcancen nuevos mercados a nivel internacional. La obtención de este sello es gratuita y se rige a estándares establecidos en la norma técnica NTE INEN – AFNOR XP X30-901:2020, abordada a continuación con mayor detalle.

En 2019, con la firma del Pacto por la Economía Circular, la EC empieza a cobrar impulso dentro de la agenda política del país. Dando lugar, en 2020, a la adopción de Norma Internacional AFNOR XP X30-901:2018 como norma ecuatoriana INEN – AFNOR XP X30-901:2020 Sistemas de Gestión de Proyectos de Economía Circular—Requisitos y Directrices (CCE, 2020; INEN, 2020). Bajo esta norma se establecen requisitos y directrices para que las empresas definan objetivos, planifiquen, implementen y gestionen proyectos circulares. Siendo una guía para las empresas que contribuyen a la mejora del desempeño ambiental, económico y social desde el marco de la economía circular.

Un año después, en mayo del 2021, se lanza oficialmente el libro de Economía Circular (MPCEIP, 2021), como resultado de un trabajo colaborativo de dos años entre actores públicos y privados con el apoyo del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Su elaboración consta de dos fases. La primera fase (UNACEM, 2020), desarrollada entre diciembre 2019 y junio 2020, reúne información sobre los ODS; mecanismos legales para la EC; sectores productivos priorizados y el estado actual de los residuos sólidos en el país. La segunda fase, se centra en definir estrategias y líneas de acción en base a cuatro ejes: i) política y financiamiento; ii) producción sostenible; iii) consumo responsable y iv) gestión integral de residuos sólidos (GIRS). El Libro Blanco es, por tanto, la primera propuesta que define una hoja de ruta hacia una estrategia nacional de EC en base a los cuatro ejes antes mencionados.

Entre los avances más recientes del Ecuador, se encuentran la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (Asamblea Nacional, 2021) y el Instructivo para la Aplicación de la Responsabilidad Extendida en la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) de origen doméstico (MAATE, 2022b); instrumentos específicos de regulación, previamente abordados (apartado 4.1.2.2) .

En la Ilustración 14 se resume la evolución y el estado actual de la normativa ecuatoriana en el marco de la economía circular

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

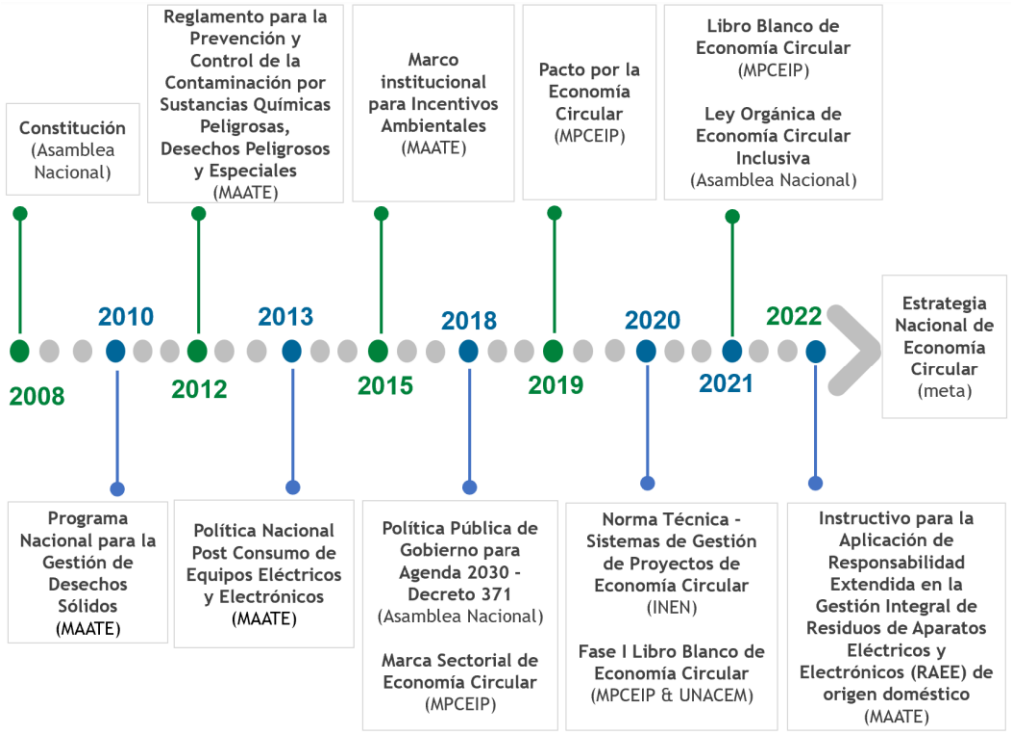


Ilustración 14. Línea de tiempo hacia la Estrategia Nacional de Economía Circular
Fuente: elaboración propia a partir de Ridaura (2020)

A la luz de estos resultados, podemos destacar que si bien el marco normativo ambiental ecuatoriano ha sentado las bases para el desarrollo de instrumentos de regulación específicos en materia de economía circular. Estos son todavía incipientes y muy recientes; siendo necesario ampliarlos y profundizarlos.

4.1.2 Instrumentos para la economía circular

En esta sección se presenta una clasificación de la normativa ambiental ecuatoriana para la economía circular y la eco-innovación en cuatro grupos: 1. legislación (regulación); 2. instrumentos específicos de regulación directa (programas, planes y proyectos de ley); 3. instrumentos fiscales; 4. instrumentos de carácter voluntario. Para reflejar el nivel de importancia de cada instrumento expuesto dentro de cada grupo, se tomó como guía la Pirámide de Kelsen (Soza, 2018). Bajo este criterio, las normas ubicabas en la parte superior son las que predominan más; es decir tiene mayor jerarquía sobre aquellas que se ubican en la parte inferior.

La categorización de los distintos instrumentos del marco normativo ambiental ecuatoriano facilitó la lectura de su contenido y análisis; buscando captar el aporte y limitaciones en el ámbito de la economía circular y la eco-innovación. Para ello se establecieron como componentes de análisis: el eje central que recoge una definición resumida de cada instrumento, los ejes específicos y el alcance de estos desde el enfoque de la economía circular y la eco-innovación (Anexo 1).

A partir del mapeo de los instrumentos de normativa ambiental para la EC y la EI se obtuvieron como resultados: 12 instrumentos de regulación, 19 instrumentos específicos de regulación directa; 2 instrumentos fiscales y 3 instrumentos de carácter voluntario que serán analizados a continuación.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.1.2.1 Instrumentos legislativos

En los instrumentos de legislación ambiental ecuatoriana se evidencia un alto compromiso con un modelo de desarrollo sostenible. La constitución del Ecuador (Asamblea Nacional, 2008) reconoce y garantiza el derecho de la ciudadanía a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y establece la protección y preservación del medio ambiente como un deber del Estado y de la sociedad (Art. 14). Los artículos 71, 72, 73 y 74 por su parte exponen como derechos de la naturaleza; el mantenimiento de los ciclos vitales; funciones y procesos evolutivos de la naturaleza; su restauración; la protección de los ecosistemas y de los ciclos naturales; así como la regulación de los servicios ambientales. De igual forma, la producción limpia también se enmarca como un eje prioritario. Los artículos 15 y 413 están encaminados a impulsar la promoción de la eficiencia energética; el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y de energías renovables no contaminantes y de bajo impacto.

En esta misma dirección otros instrumentos regulatorios establecen disposiciones y lineamientos hacia la producción y consumo sostenible. Entre ellos: el COPCI y su reglamento (Asamblea Nacional, 2010, 2011b); Reglamento para la Prevención y Control de Sustancias Químicas Peligrosas (MAATE, 2012c); Plan Nacional del Buen Vivir (PNVB) (SENPLADES, 2013); Marco Institucional para Incentivos Ambientales (MAATE, 2015b); Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad, Innovación y su plan PESC (Asamblea Nacional, 2016; SENESCYT, 2017); Plan Nacional de Desarrollo (PND) (SENPLADES, 2017a); CODA (MAATE, 2018); TUSLMA (MAATE, 2019c) y la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación (Asamblea Nacional, 2020)

Resulta relevante destacar que dentro de estas directrices (sobre producción y consumo sostenible) se abordan ciertos criterios que guardan relación con la economía circular tales como: uso y aprovechamiento sostenible de materiales, producción más limpia y eficiencia energética, prevención y remediación del impacto ambiental, minimización en la generación de residuos y/o desechos, gestión integral de residuos, ecodiseño, reciclaje, reutilización y aprovechamiento de residuos. Asimismo, la eco-innovación, es abordada como un eje relevante, bajo un enfoque convencional de tecnologías limpias, energías renovables y/o energías alternativas y de bajo impacto.

En materia de economía circular, desde el 2021, entra en vigor la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (Asamblea Nacional, 2021). Bajo esta normativa, se establecen directrices y obligaciones para agentes públicos y privados; así como también incentivos y planes financieros que favorezcan y faciliten la transición hacia la EC.

Entre los puntos que prioriza esta ley, se destaca la inclusión de recicladores de base con condiciones de empleo justas y dignas. Por otro lado, desde un enfoque de ciclo de vida del producto, la ley atiende políticas para la gestión de residuos y desechos sólidos que puedan ser reciclados y aprovechados por medio del eco-diseño, innovación, reparación, restauración y remanufactura. En esta línea se contempla también el principio de responsabilidad extendida del productor para productos prioritarios[18]. A nivel institucional se propone la creación del Sistema Nacional de Economía Circular Inclusiva conformada por varias instituciones y organizaciones cuya función estará encaminada hacia la implementación de la Estrategia Nacional de Economía Circular Inclusiva.

En línea con lo expuesto, Ecuador cuenta con un marco legislativo ambiental robusto que favorece a la economía circular. Aunque los términos, economía circular y eco-innovación, no se mencionan de forma explícita en la mayor parte de esta normativa; empiezan a constituirse

[18] Productos cuyos residuos son sujetos de valorización o aprovechamiento

como un enfoque estratégico para alinear la matriz productiva ecuatoriana hacia los objetivos de desarrollo sostenible. En este sentido, los instrumentos previamente analizados constituyen un referente clave para la orientación a nivel nacional de las políticas públicas hacia prácticas de producción y consumo más sostenibles y circulares.

4.1.2.2 Instrumentos específicos de regulación directa

La revisión del estado actual de los instrumentos específicos de regulación directa desde un enfoque de economía circular centra su atención hacia la gestión y tratamiento de residuos y desechos. En esta línea, cabe mencionar, que desde la adhesión de Ecuador a los distintos tratados internacionales sobre sustancias químicas y desechos peligrosos[19]: Convenio de Basilea en 1993; Convenio de Estocolmo y Convenio de Rotterdam en 2004 y Convenio de Minamata en 2016 (CEPAL, 2022b); el gobierno ecuatoriano ha trabajado en reforzar la gestión sostenible de estos desechos en el territorio nacional. De hecho, en su constitución (Asamblea Nacional, 2008), se prohíbe la introducción de desechos tóxicos y peligrosos al país (Art 15) y se establece como obligación el tratamiento adecuado de los desechos sólidos (Art 264 y Art 415). En el CODA y su reglamento (MAATE, 2018, 2019b) se reconoce como principio ambiental la responsabilidad extendida del productor o importador para toda actividad económica que genere sustancias, residuos o desechos peligrosos. Además, se establecen como parte de sus políticas; estándares para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos; así como también la jerarquización de residuos en base a principios de prevención, minimización en la fuente, de la cuna a la cuna y consumo sostenible.

Los antecedentes previamente abordados han marcado un precedente importante para la evolución paulatina de Ecuador hacia el desarrollo de un marco específico en materia de residuos y/o desechos peligrosos y especiales. En esta línea, se identificó una amplia normativa, presentada a continuación.

4.1.2.2.1 Reglamento de gestión de residuos y/o desechos peligrosos y especiales

En lo relacionado a la gestión de residuos y/o desechos peligrosos y especiales[20], la normativa abarca desde plásticos (MAATE, 2014a), chatarra procedente de vehículos (MAATE, 2014c); neumáticos usados (MAATE, 2015a), vidrio (MAATE, 2016b), aceites usados (MAATE, 2019a), desechos por COVID (MAATE, 2020), residuos mineros (MAATE, 2022c), hasta residuos de equipos eléctricos y electrónicos en desuso (MAATE, 2013d, 2013a, 2013c, 2021a, 2022b).

[19] Convenio de Basilea (PNUMA, 2014a) sobre el Control de Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, entró en vigor desde mayo de 1992, para proteger a las personas y el medio ambiente de los efectos nocivos de los desechos peligrosos. Por su parte el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) (PNUMA, 2010), entró en vigor en 2004, como medida para reducir o eliminar la utilización, importación, exportación y emisión de estos contaminantes. El Convenio de Rotterdam para la Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional (PNUMA, 2014b), entre en vigor desde 2004, con la finalidad de establecer responsabilidades sobre la importación y exportación de ciertos productos químicos peligrosos. El Convenio de Minemata sobre el Mercurio (PNUMA, 2017), entró en vigor en 2017, para proteger a las personas y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas provenientes del mercurio y de sus compuestos.

[20] Bajo efectos del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas. Los desechos peligrosos son desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos generados a partir de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contienen alguna sustancia con características corrosivas, reactivas, tóxicas inflamables, biológico-infecciosas y/o radiactivas, que ponen en riesgo la salud humana y el medio ambiente (Art. 154). Mientras que los desechos especiales son aquellos que no son peligrosos pero que su naturaleza pueden generar un impacto en el medio ambiente o la salud humana debido a su volumen y/o dificultad para degradarse. Siendo necesario un sistema de recuperación, reuso y/ reciclaje (Art. 155) (MAATE, 2012c, p. 5).

USC UNIVERSIDADE DE COMPOSTELA

Estos hallazgos arrojan una luz sobre la prioridad que tienen los residuos eléctricos y electrónicos (en adelante RAEE) dentro de la legislación ambiental ecuatoriana. En esta dirección, podemos destacar que el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas (MAATE, 2012c) cataloga a los RAEE como residuos sujetos a un régimen especial de atención (Art. 178). Este último hecho, dio paso al acuerdo ministerial 190 bajo el que se expide la Política Nacional Post Consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos (MAATE, 2013d).

Esta última normativa establece lineamientos para un modelo de gestión sostenible de equipos eléctricos y electrónicos (en adelante AEE) en desuso en base a los principios de prevención; de la cuna a la tumba; el que contamina paga y el principio de responsabilidad extendida del productor/importador (principio REP). Bajo el principio REP, los importadores de AEE tienen la obligación de realizar un programa de gestión que deberá ser aprobado por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), en el que se consideren aspectos tales como: recolección, transporte, almacenamiento, desensamblaje y exportación de RAEE. Del mismo modo, en este acuerdo ministerial se establece la jerarquización de estrategias de gestión: minimizar la generación de RAEE, reciclaje, reutilización, tratamiento y disposición final. Por otro lado, se prohíbe la importación de RAEE al Ecuador, debido a la ausencia de una infraestructura necesaria para el tratamiento de este tipo de residuos.

4.1.2.2.2 Reglamento de Responsabilidad Extendida del Productor

El principio de responsabilidad extendida del productor y/o importador (REP) forma parte de las obligaciones en materia de gestión de residuos. El Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas (MAATE, 2012c) establece para los productos o importadores la responsabilidad del producto desde la fase inicial del ciclo de vida del producto hasta la etapa post consumo de ciclo de vida. Se incluyen así, todos los impactos procedentes de la selección de materiales, proceso de producción, así como los relativos al uso y disposición final.

Entre los avances destacables sobre normativa para la aplicación REP se identificaron 8 instructivos (Anexo 1). De los cuales, 5 de estos corresponden a aceites lubricantes usados y envases vacíos (MAATE, 2019a), neumáticos usados (MAATE, 2022a), desechos plásticos de uso agrícola (MAATE, 2013b), botellas de vidrio (MAATE, 2016b), y residuos mineros (MAATE, 2022c). Los 3 instructivos restantes están dirigidos a los RAEE; específicamente a las baterías de ácido plomo usadas (BAPU) (MAATE, 2021a), (MAATE, 2016b), pilas usadas (MAATE, 2013c) y los equipos celulares en desuso (MAATE, 2013a), este último derogado posteriormente por el Acuerdo ministerial 067 que contempla el principio REP para los RAEE de origen doméstico (MAATE, 2022b).

Bajo el contexto expuesto podemos destacar los siguientes puntos relevantes. En primer lugar, se observa que la situación actual de la EC en Ecuador está limitada principalmente a políticas de reciclaje y gestión de residuos, es decir, hacia la fase final de ciclo de vida del producto. De acuerdo con la jerarquización en orden de prioridad de los principios de EC, las actividades destinadas a la gestión de residuos como el reciclaje se encuentran en la último eslabón de la EC. Siguiendo esta línea, podemos mencionar como una debilidad, la ausencia de instrumentos específicos de regulación directa para actividades encaminadas a prolongar la vida útil de productos como la remanufactura y reparación.

En segundo lugar, dentro del conjunto de instrumentos específicos de regulación en materia de residuos peligrosos y/o especiales se identificó un mayor número de normativas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

centrada en RAEE. Por lo tanto, este sector es prioritario y requiere una atención especial en las políticas y estrategias de la economía circular en Ecuador.

En tercer lugar, en términos de eco-innovación, no se cuenta con una normativa específica que promueva y regule las actividades de eco-innovación. Aunque la eco-innovación no se menciona de forma explícita en los distintos instrumentos normativos, este término se aborda de manera implícita bajo un enfoque convencional de tecnologías limpias y energías renovables.

4.1.2.3 Instrumentos fiscales

En el marco de instrumentos fiscales para la EC, los esfuerzos son todavía reducidos. Se identificaron un pequeño número de mecanismos fiscales orientados hacia a la adquisición de activos fijos sostenibles (incentivo fiscal) y hacia sectores con potencial para implementar prácticas de producción sostenible y que contribuyan al cambio de la matriz energética (beneficio fiscal). A continuación, se especifican cada uno de ellos:

- Incentivos fiscales: deducción adicional del 100% de depreciación de máquinas, equipos y tecnologías destinados a procesos de producción más limpia; establecido en el Acuerdo Ministerial 27 (MAATE, 2012b).
- Beneficios fiscales: exoneraciones del impuesto a la renta durante 5 años para nuevas inversiones productivas que se desarrollen fuera de las jurisdicciones urbanas de los cantones Quito y Guayaquil y dentro de alguno de los 17 sectores priorizados (Asamblea Nacional, 2010, 2011b, 2018b; SRI, 2021). Entre estos sectores se encuentran:
  - Energías renovables incluida la bioenergía o energía a partir de la biomasa
  - Industrias de materiales y tecnologías de construcción sustentables: incluye la elaboración de materiales renovables o reciclables y tecnologías que reduzcan el impacto ambiental y optimicen recursos en procesos de construcción, remodelación o adecuación de viviendas.
  - Metalmecánica: incluye actividades de reciclaje de residuos y desechos metálicos
  - Eficiencia energética con fines de optimización y reducción del consumo de energía); entre otros.

Además de los instrumentos antes mencionados, no se identificaron incentivos económicos ni fiscales para las actividades de reparación, remanufactura. Esto subraya una debilidad importante del marco fiscal ecuatoriano para guiar e impulsar hacia prácticas más sostenibles y circulares.

4.1.2.4 Instrumentos voluntarios

Desde el ámbito de instrumentos de carácter voluntario que favorecen la sostenibilidad y facilitan la transición hacia la EC, se puede destacar la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 14021 (INEN, 2014) para etiquetas y declaraciones ambientales. El esquema de certificación de buenas prácticas ambientales, etiquetado como “Certificación Ecuatoriana Ambiental Punto Verde” (CEA) (MAATE, 2015b) para empresas público privadas de los sectores productivo, servicios y construcción que lleven a cabo estrategias orientadas hacia la eficiencia de recursos, producción más limpia y disminución de la contaminación.

USFQ UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Más recientemente, la adopción de la Norma Técnica Francesa AFNOR XP X30-901:2018,IDT como norma ecuatoriana NTE INEN-AFNOR XP X30-901 Economía Circular – Sistemas de Gestión de Proyectos de Economía Circular – Requisitos y Directrices (INEN, 2020). Misma que detalla las condiciones y lineamientos para que las empresas definan objetivos, planifiquen, implementen y gestionen proyectos circulares. Estas normas resultan herramientas muy útiles para orientar e impulsar a las empresas ecuatorianas de todos los tamaños y sectores hacia la adopción y desarrollo de procesos y prácticas circulares.

4.1.3 Valoración crítica: fortalezas y debilidades de la normativa ambiental ecuatoriana en el marco de la economía circular

El análisis realizado ha permitido identificar una trayectoria de cambio en la normativa ecuatoriana hacia un nuevo modelo económico más sostenible. No obstante, la normativa ambiental ecuatoriana, si bien ha creado un marco con directrices y metas para la economía circular, todavía presenta varios vacíos por mejorar. Con base en la revisión de literatura, es posible relacionar los resultados del análisis del marco normativo ecuatoriano con una apuesta modesta por el cambio hacia un modelo económico más sostenible.

En primer lugar, los instrumentos específicos de regulación han puesto su foco de atención en la gestión y tratamiento de residuos. La gestión y tratamiento de residuos asociados en el modelo de desarrollo lineal constituye sin duda uno de los desafíos que deben abordarse desde el marco institucional de manera urgente. Probablemente, en un país con las características productivas de Ecuador, como importador de gran cantidad de productos manufacturados, es importante crear un marco adecuado que permita gestionar adecuadamente esos residuos en primer lugar, para poder aprovecharlos a posteriori. Sin embargo, existen oportunidades para la circularidad relacionadas con la extensión de la vida útil de los productos y bienes de equipo existentes, que no parecen ser objeto de atención por parte de la regulación. No se ha encontrado ningún instrumento de regulación directa que se enfoque en exigir o proporcionar derecho a bienes más duraderos, que podrían desarrollarse a través de actividades de reparación y remanufactura, o mediante la inclusión de criterios de durabilidad y reciclabilidad en el eco-diseño de los productos. En otros países donde la economía circular está más avanzada, se han implementado instrumentos relacionados con la reparación y la reparabilidad. Por ejemplo, en la Unión Europea se ha aprobado el derecho a la reparación, y varios Estados miembros han adoptado políticas y legislaciones que incluyen reducciones del IVA para ciertas actividades de reparación, deducciones fiscales para reparaciones de electrodomésticos en el hogar, garantías jurídicas sobre la vida útil de los productos y leyes que prohíben las prácticas de obsolescencia programada (Bermúdez López & Vence, 2024; Nogueira, 2021).

En segundo lugar, se identificó la existencia de una buena base para la aplicación del principio de responsabilidad extendida del productor (REP) a residuos peligrosos y especiales que generan un alto impacto ambiental. Entre estos se encuentran los residuos eléctricos y electrónicos (RAEE) de origen doméstico; así como baterías de ácido plomo usadas, pilas usadas; aceites lubricantes; neumáticos usados y residuos mineros. La observación del principio REP supone al menos exigir a los productores que tomen acciones encaminadas a una buena gestión final de los residuos que dan lugar sus productos una vez terminado el ciclo de vida. Este instrumento puede ser importante en el marco de una buena política de recogida selectiva, gestión y tratamiento orientados a la recuperación o reciclaje. No obstante, en el momento actual, se evidencia en Ecuador una falta de datos e información sobre el grado de aplicación y cumplimiento efectivo de esta normativa REP. Esta carencia genera dudas sobre el real cumplimiento

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

del principio REP, dificultando la trazabilidad y el seguimiento de la cantidad de residuos que efectivamente se están gestionando de acuerdo con este instrumento.

Recientemente, a través del proyecto GRECI (MAATE, 2023b), se han dado los primeros esfuerzos por sistematizar los datos sobre la cantidad de residuos recuperados para 4 tipos de residuos regulados bajo el principio REP: neumáticos usados, desechos plásticos de uso agrícola, celulares en desuso y botellas de vidrio). Sin embargo, este avance aún se considera limitado puesto que la información recopilada no abarca todos los flujos de residuos regulados bajo el principio REP. Además, persisten dificultades para obtener datos completos sobre las cantidades reales de estos residuos que están siendo efectivamente aprovechados y reciclados. Bajo el contexto antes expuesto, se sugiere ampliar el Instructivo de Aplicación REP para abarcar un espectro más amplio de residuos; así como también la creación de un sistema de monitoreo y evaluación integral que garantice el cumplimiento y la efectividad de esta normativa.

En tercer lugar, si bien dentro de los instrumentos legislativos se ha reconocido a la eco-innovación (EI) como eje prioritario para un modelo más sostenible y circular; esta concepción se ha limitado a enfoque convencional de tecnologías limpias. A lo largo de los años, la definición de la eco-innovación se ha ido ampliando hacia enfoques transdiciplinarios que consideran cambios o transformaciones a nivel de productos, organizaciones, métodos de comercialización, estructuras sociales e institucionales (EIO, 2011; OCDE, 2009c). En este sentido, es necesario, desde la normativa ambiental ecuatoriana, revalorizar la EI, de tal forma que se incluyan instrumentos de política e iniciativas que impulsen todo tipo de eco-innovaciones, desde aquellas de carácter tecnológico hasta aquellas de carácter organizacional, social e institucional, necesarias para el progreso hacia la EC.

Finalmente, la transición hacia la EC requiere un enfoque integrado entre los distintos instrumentos regulatorios tanto obligatorios y de incentivo. La mayor parte de legislación ambiental ecuatoriana se ha desarrollado bajo instrumentos de mando y control; lo cual entraña un cambio importante respecto a la ampliación y desarrollo de nuevos instrumentos; específicamente en materia de incentivos y beneficios fiscales; así como de iniciativas de carácter voluntario que impulsen la adopción de prácticas circulares desde un enfoque de ciclo de vida del producto.

4.2 ANÁLISIS DE INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN ECUADOR

4.2.1 Producción y consumo

El aumento en la extracción y consumo de materias primas ha generado impactos ambientales y sociales que están sobrepasando los límites naturales del planeta. Bajo este escenario, la economía circular se plantea como una alternativa para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos, lo que significa utilizar menos materias primas por unidad de valor agregado producido y, por lo tanto, incrementar la productividad material. La idea es lograr un uso sostenible de las materias primas, de modo que el crecimiento económico de un país esté desvinculado de su consumo de recursos (desacoplamiento) (UNEP, 2024).

4.2.1.1 Huella material

La huella material (HM) de Ecuador, que representa la suma de todas las extracciones de recursos, tanto nacionales como extranjeros, utilizadas a lo largo de las cadenas de suministro de los bienes y servicios consumidos internamente, se ha incrementado un 86.69%, pasando

USC DE COMPOSTELA

de 66.93 millones de toneladas en 1990 a 124.96 millones de toneladas en 2022. En términos de huella material per cápita, este aumento corresponde a un 8.38%, pasando de 6.41 toneladas per cápita en 1990 a 6.94 toneladas per cápita en 2022 (Gráfico 12). Este valor (6.94) sitúa a Ecuador un 45.2% por debajo del promedio de la región de América Latina y el Caribe, cuyo valor es de 12.7 toneladas per cápita (UNEP, 2024).

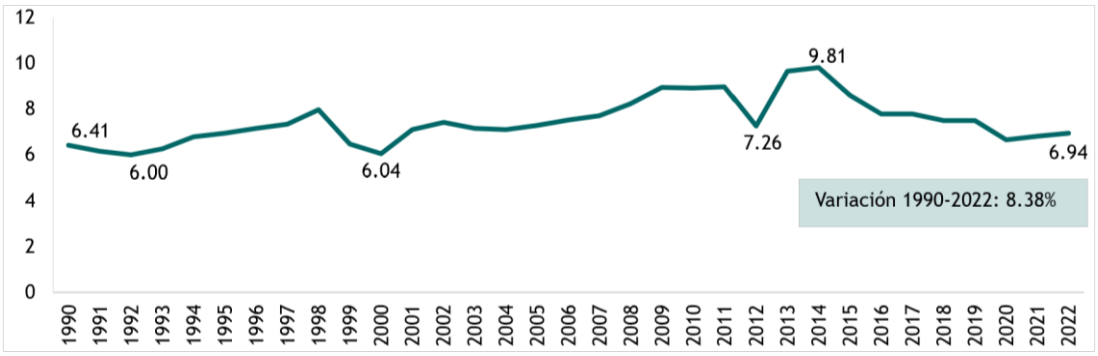


Gráfico 12. Evolución de la huella material de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita)
Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)
En línea: <http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/>
(30 de septiembre 2024)

Por otro lado, cabe destacar que se observaron puntos de inflexión en la evolución de la huella material per cápita de Ecuador. En el año 2000, este indicador alcanzó un valor de 6.04 toneladas per cápita, mientras que en el 2012 llegó a 7.26 toneladas per cápita. El valor mínimo se registró en 1992, con 6.00 toneladas per cápita, y el valor máximo en 2014, con 9.81 toneladas per cápita (Gráfico 12).

En cuanto a la composición de la huella material per cápita de Ecuador en 2022, la biomasa fue la de mayor contribución con 3.0 toneladas. Le siguieron los minerales no metálicos con 2.73 toneladas, los combustibles fósiles con 0.80 toneladas, y los minerales metálicos con 0.42 toneladas (Gráfico 13).

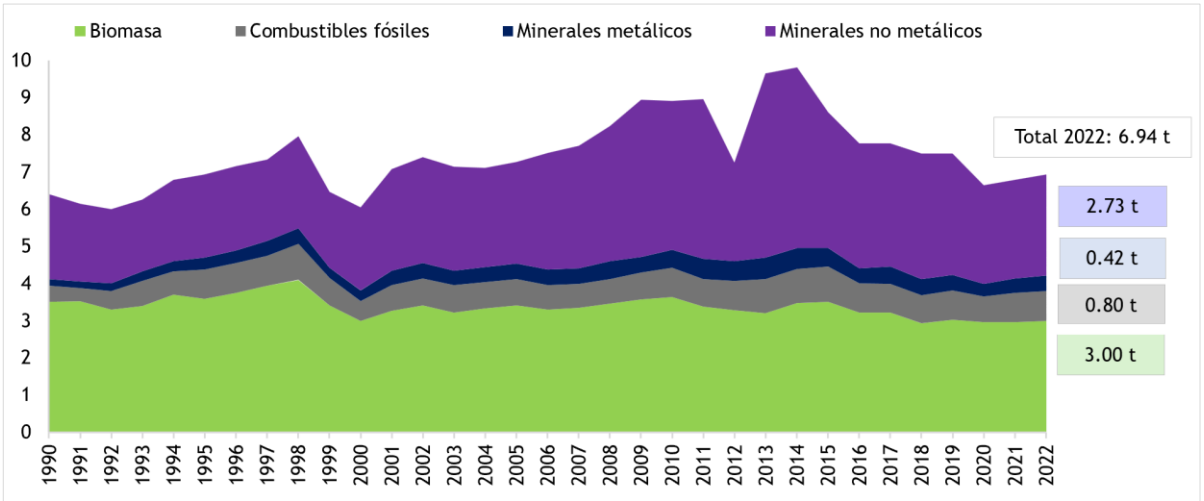


Gráfico 13. Composición de la huella material de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita)
Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)
En línea: <http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/>
(30 de septiembre 2024)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.2.1.2 Productividad material

La productividad material (PIB/HM) de Ecuador, es decir, el valor económico (medido por el PIB) generado por unidad de material consumido a lo largo de las cadenas de suministro (huella material), se incrementó un 24.62% entre 1990 y 2022, pasando de 0.65$/kg a 0.81 $/kg (Gráfico 14). Esto se debe a que, si bien la huella material del país se ha incrementado significativamente en un 86.69% durante ese período, el PIB (constantes 2015 USD) de Ecuador ha crecido aún más, en un 130.37%, pasando de 43,683,854,190$ a 100,635,339,960$ (SCP-HAT, 2022).

El aumento de la productividad material indica que Ecuador ha logrado generar un mayor valor económico por unidad de recursos extraídos y utilizados a lo largo de sus cadenas de suministro. En otras palabras, el país ha mejorado su eficiencia en el uso de los recursos.

Es importante destacar, que los valores mínimos de productividad material se registraron en los años 1998 (0.57$/kg) y 2009 (0.59$/kg), mientras que los valores máximos se registraron en los años 2012, 2021 y 2022 con un valor de 0.81$/kg (Gráfico 14).

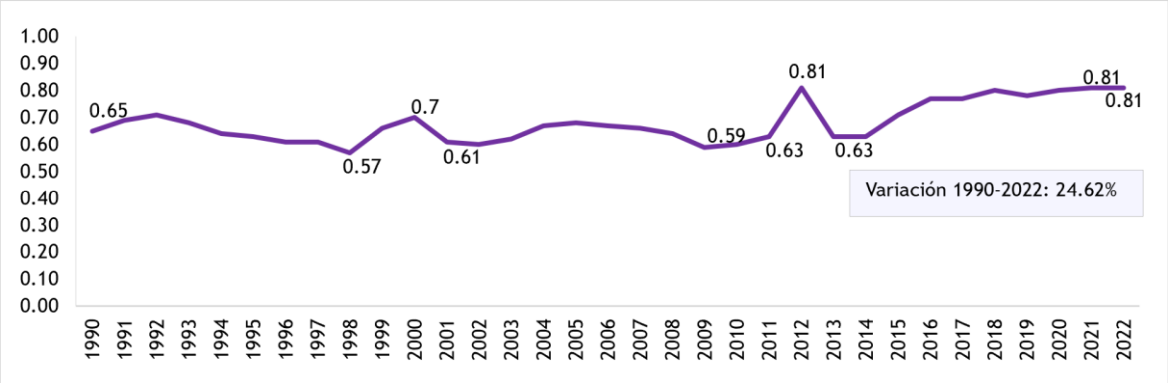


Gráfico 14. Evolución de la productividad material de Ecuador ($/kg) período 1990-2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)
En línea: <http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/>
(30 de septiembre 2024)

4.2.1.3 Generación de residuos

La generación de residuos en Ecuador constituye una fuente importante de contaminación de los recursos naturales como la tierra, el agua y el aire, al tiempo que representa un riesgo elevado para la salud pública a corto y mediano plazo. Se calcula que en el país se generan alrededor de 5 millones de toneladas de residuos sólidos al año (MAATE, 2023a). Antes esta situación, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) a través del proyecto "Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)" busca implementar una gestión integral de residuos y desechos sólidos en los ámbitos público y privado de Ecuador.

Parte de los datos y estadísticas recopilados en el proyecto GRECI (MAATE, 2023a) incluyen la cantidad y características de los residuos y desechos sólidos no peligrosos a nivel nacional. Con base en esta información, a continuación, se analizan los indicadores 2a-g relacionados con la generación de residuos.

La generación anual estimada de residuos y desechos sólidos no peligrosos a nivel nacional ascendió a 5,103,087.59 toneladas en 2022. A nivel per cápita, la generación total de este tipo de residuos fue de 0,777 kilogramos por habitante por día. De esta cantidad, el 73.87%

USC DE COMPOSTELA

(equivalente a 0.574 kg/hab/día) provenía de los hogares, mientras que el 26.13% restante (0,203 kg/hab/día) correspondía a otras fuentes, como comercios, mercados e instituciones educativas.

En Ecuador, la generación de residuos urbanos representó el 66% del total de residuos generados a nivel nacional durante el año 2022, alcanzando 9,218.30 toneladas por día (ton/día). Por su parte, los residuos generados en las áreas rurales correspondieron al 34% restante, con un valor de 4,762.76 ton/día. En términos per cápita, se estimó un valor promedio de generación de residuos de 0.574 kilogramos por habitante por día (kg/hab/día) en la zona urbana, mientras que en la zona rural este indicador fue de 0.557 kg/hab/día. Estos datos reflejan una mayor concentración de la generación de residuos en las áreas urbanas del país, probablemente vinculada a patrones de consumo y actividad económica más intensos en dichas zonas.

En cuanto a la composición de los residuos y desechos sólidos no peligrosos generados a nivel nacional, más de la mitad, es decir el 59.62% fueron de origen orgánico. Después de los residuos orgánicos, la segunda fracción más representativa fue la de los residuos plásticos, con una participación del 9.94% (Gráfico 15).

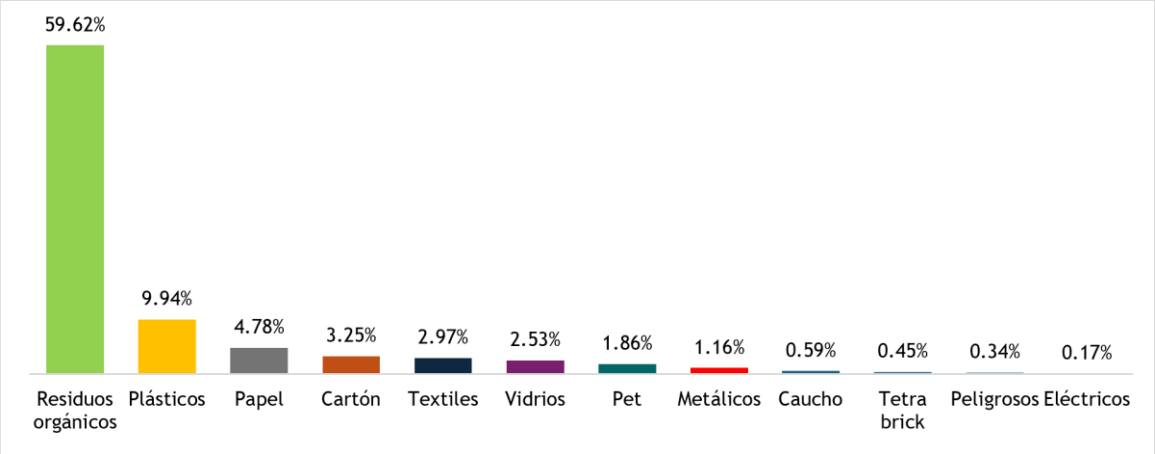


Gráfico 15. Composición de los residuos sólidos no peligrosos (%) en 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos MAATE (2023a)

Por otro lado, los envases de PET y Tetra brick sumaron el 2.31% del total de desechos. Los residuos electrónicos tuvieron la participación más baja, representando apenas el 0.17% del total de residuos y desechos sólidos no peligrosos generados en el país (Gráfico 15).

4.2.2 Gestión de residuos

Tal como se expuso anteriormente en el análisis del marco normativo, Ecuador cuenta con una amplia regulación para la gestión de residuos y desechos. No obstante, aún persisten desafíos y oportunidades de mejora en lo que respecta a la gestión integral de ciertos flujos de residuos sólidos.

En 2022, el país recolectó en promedio 14,394 toneladas diarias, lo que representa un incremento del 5.42% con respecto a 2021. Sin embargo, a pesar de esta mejora, el 83.4% (12,000.9 toneladas diarias) de estos residuos recolectados fueron recogidos de manera no diferenciada, mientras que solamente el 16.6% (2,393.1 toneladas diarias) se recolectó de forma selectiva. (INEC, 2023).

Esta alta proporción de recolección no diferenciada evidencia que aún existe un amplio margen de mejora en los sistemas de recolección selectiva y separación en origen de los

USC UNIVERSIDAD DE COMILLAS

residuos sólidos a nivel nacional. Abordar esta brecha resulta crucial para facilitar el posterior aprovechamiento y reciclaje de los diferentes flujos de residuos, y avanzar así hacia una gestión integral y sostenible de los mismos.

4.2.2.1 Tasas globales de reciclaje

En el año 2022, la recolección mensual de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en Ecuador alcanzó las 431,819.10 toneladas. De esta cantidad, apenas se recuperó el 0.65% (2,807.62 toneladas) de los residuos orgánicos y el 1.23% (5,318.06 toneladas) de los residuos inorgánicos. En total, la tasa de recuperación mensual fue del 1.88%, lo que equivale a 8,125.68 toneladas de residuos orgánicos e inorgánicos recuperados al mes (INEC, 2023).

Por otro lado, se observa una mayor tasa de recuperación de residuos orgánicos en las zonas urbanas en comparación con las zonas rurales. En las zonas urbanas, la recuperación de residuos orgánicos fue del 0.61%, es decir, 2,632.07 toneladas por mes. Mientras, en las zonas rurales, la tasa de recuperación fue significativamente menor, llegando apenas al 0.04%, equivalente a 175.6 toneladas por mes (INEC, 2023).

Estos datos ponen de manifiesto la brecha existente entre las áreas urbanas y rurales en cuanto a los niveles de recuperación y reciclaje de los residuos orgánicos. Cerrar esta diferencia constituye otro desafíos importante debe ser un elemento clave en las estrategias de gestión integral de residuos a nivel nacional, a fin de garantizar un manejo más eficiente y el aprovechamiento de este flujo de materiales a nivel nacional.

4.2.2.2 Tasas de reciclado de flujos de residuos específicos

La información estadística de gestión de residuos recuperados bajo el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), desarrollada por el proyecto GRECI (MAATE, 2023b) recoge resultados para 4 tipos de residuos gestionados en Ecuador a partir de acuerdos ministeriales de REP: neumáticos usados (acuerdo 131), desechos plásticos de uso agrícola (acuerdo 021), equipos celulares en desuso (acuerdo 067) y botellas de vidrio (acuerdo 121).

Durante el período 2020-2022, se registraron un total 330 productores regulados bajo el principio REP. De estos, 232 correspondieron a productores de neumáticos usados, 68 a desechos de plásticos de uso agrícola, 29 a equipos celulares en desuso y 1 a botellas de vidrio.

En cuanto a los neumáticos usados, en 2022 se recuperaron 3,792,755 unidades, lo que representa el 44.73% de la cantidad de neumáticos puestos en el mercado. Esto supone un incremento del 137% con respecto a 2020, cuando se recuperaron 1,600,562 unidades (Gráfico 16). Los neumáticos recuperados fueron destinados a reciclaje, reencauche, coprocesamiento y pirólisis[21].

USC DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

[21] Tratamiento que permite descomponer los neumáticos a elevadas temperaturas para obtener diferentes productos, como aceite, gas y carbón activado.

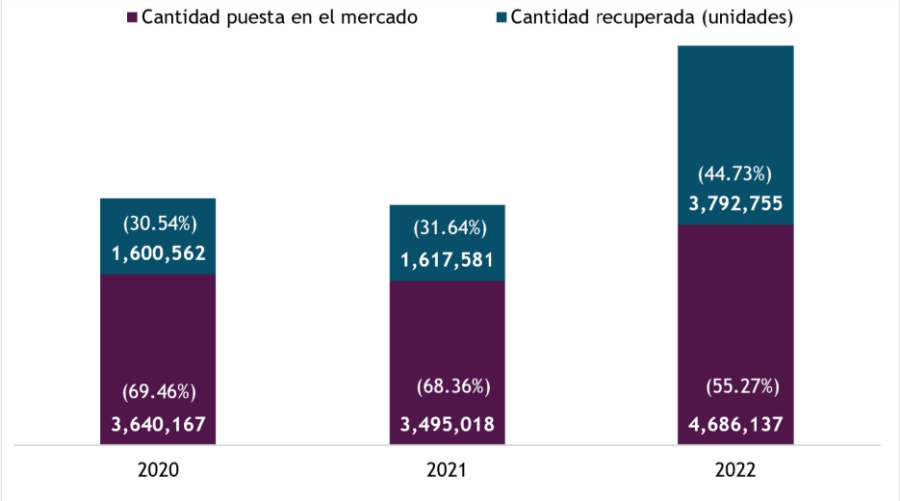


Gráfico 16. Cantidad de neumáticos recuperada (%) por año en Ecuador
Fuente: elaboración propia a partir de datos MAATE (2023b)

Por otro lado, en 2022 se recuperaron 904,278 kg de desechos plásticos de uso agrícola, lo que representa el 35.28% de la cantidad puesta en el mercado. Esto supone una disminución del 60.06% con respecto a 2020 (Gráfico 17). Los desechos plásticos recuperados fueron destinados a reciclaje, coprocesamiento e incineración.

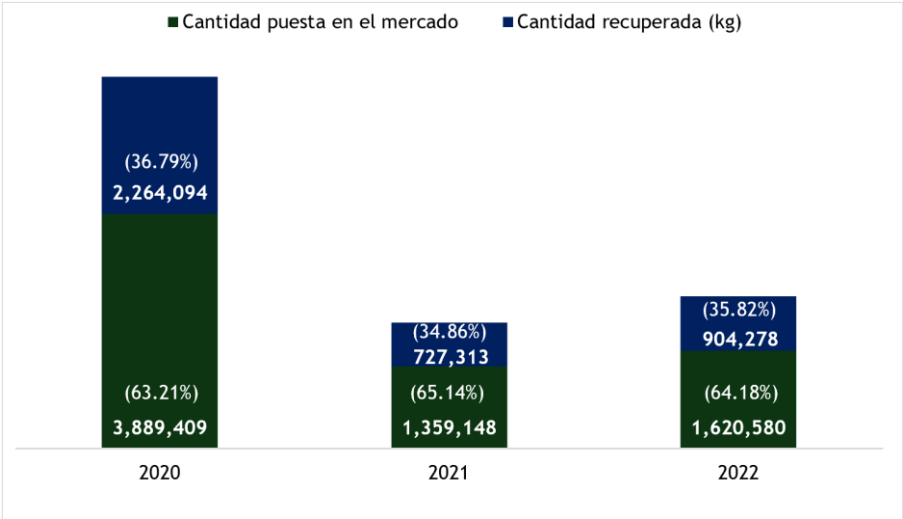


Gráfico 17. Cantidad de plásticos de uso agrícola recuperada (kg) por año en Ecuador
Fuente: elaboración propia a partir de datos MAATE (2023b)

Con respecto a los equipos celulares en desuso, la tasa de recuperación es apenas del 4.72%, lo que equivale a 27,564 celulares. Sin embargo, durante el período 2020-2022 se observó un incremento del 79% en la cantidad de celulares recuperados (Gráfico 18). La cantidad de celulares recuperada se destinó a desensamblaje y desmantelamiento.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

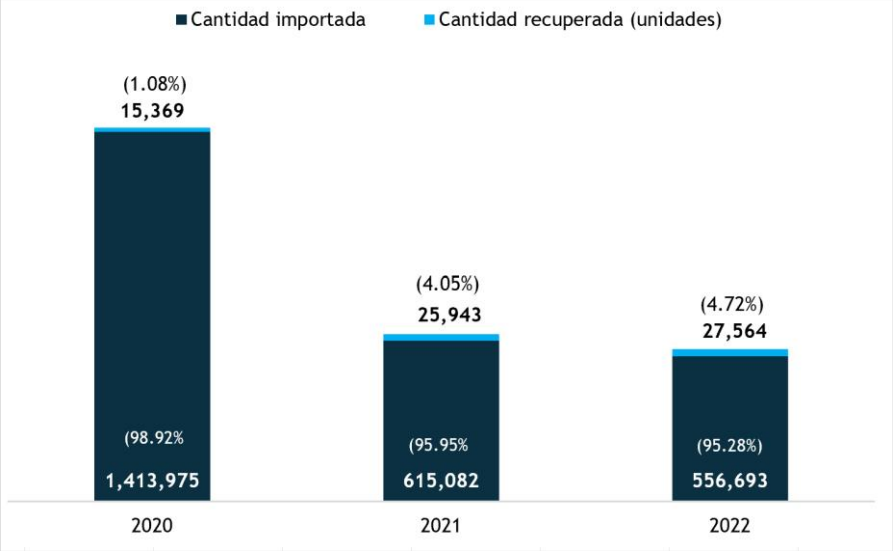


Gráfico 18. Cantidad de celulares en desuso recuperada (%) por año en Ecuador
Fuente: elaboración propia a partir de datos MAATE (2023b)

En relación a las botellas de vidrio recuperadas, en 2022 se recuperaron 25,234 toneladas, es decir, un 24.78% de la cantidad (tn) puesta en el mercado. Durante el período 2020-2022, la tasa de recuperación de botellas de vidrio se incrementó un 45% (Gráfico 19). El aprovechamiento de estas botellas se realiza mediante su incorporación en la fabricación de nuevas botellas de vidrio.

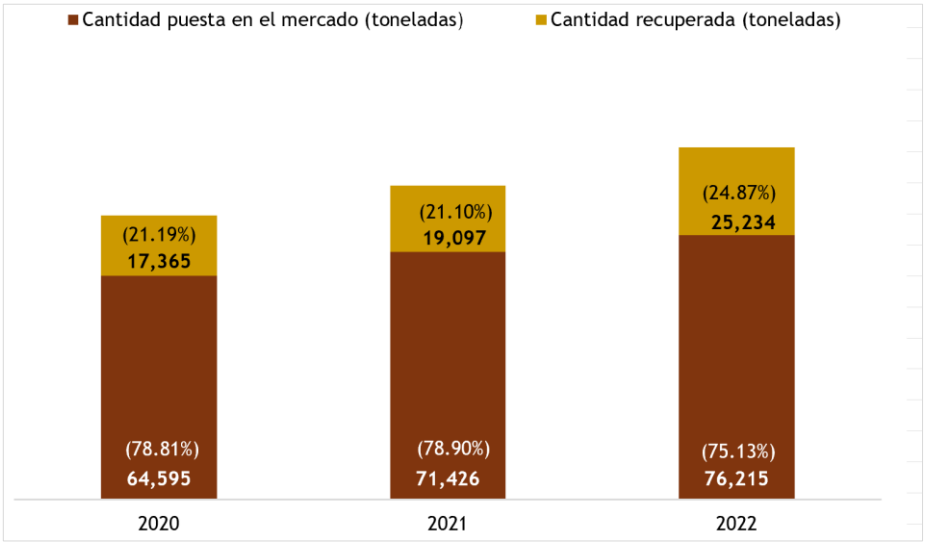


Gráfico 19. Cantidad de botellas de vidrio recuperada (%) por año en Ecuador
Fuente: elaboración propia a partir de datos MAATE (2023b)

A partir de los resultados antes expuestos, se observa que la tasa de reciclaje de neumáticos usados (44.73%), desechos plásticos de uso agrícola (35.28%) y botellas de vidrio (24.87%) fue superior a la tasa de recuperación de equipos celulares en desuso (4.72%). Estas diferencias en las tasas de reciclaje pueden deberse a las diferencias en el número de productores que reportaron la gestión de sus residuos en 2022.

Para los neumáticos usados de los 232 productores regulados bajo el principio REP, 210 reportaron gestión al GRECI en 2022. En el caso de los desechos plásticos de uso agrícola,

USC DE COMPOSTELA

de los 68 productores regulados bajo el principio REP, 54 reportaron su gestión al GRECI en 2022.

En cuanto a las botellas de vidrio, se cuenta con un operador regulado bajo el principio REP, el cual representa el 95% de la producción de este tipo de envases en el país. Para los equipos celulares en desuso, apenas 8 de los 29 productores regulados bajo el principio REP reportaron su gestión al GRECI en 2022 (Tabla 30).

Tipo de residuos	Tasa de reciclaje (%) año 2022	Número de productores regulados bajo principio REP	Número de productores que reportaron gestión
Neumáticos usados	44.73%	232	210
Desechos plásticos de uso agrícola	35.82%	68	54
Botellas de vidrio	24.87%	1	1
Celulares en desuso	4.72%	29	8

Tabla 30. Productores regulados bajo principio REP que reportaron gestión en 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos MAATE (2023b)

Estos datos sugieren que la mayor participación y reporte de los productores regulados puede haber contribuido a las mayores tasas de reciclaje observadas para ciertos tipos de residuos, en comparación con aquellos donde la participación y reporte de los productores fue más limitada, como es el caso de los celulares en desuso.

Por otro lado, los resultados expuestos evidencian que la tasa de reciclaje para los flujos específicos analizados es relativamente baja a nivel general. Menos del 50% de la cantidad puesta en el mercado para este tipo de residuos llega a ser reciclada. En este sentido, incrementar los índices de recuperación y aprovechamiento de los diferentes flujos de residuos, tanto orgánicos como inorgánicos, representa una gran oportunidad para el país.

4.2.3 Materias primas primarias y secundarias

En esta sección se analiza la participación de Ecuador en el comercio mundial de materias primas primarias y secundarias (reciclables) para la economía circular, a partir de los datos de Chatham House Circular Economy Trade Database (CHCETD)[22] (2024). Esta base de datos incluye más de 900 productos individuales organizados en categorías de materiales primarios y secundarios.

Los materiales primarios[23] contienen productos de bioeconomía, tanto crudos como intermedios, incluyendo recursos renovables de la tierra y el mar utilizados para alimentos, piensos, construcción y la creación de bioenergía. Por otro lado, los materiales secundarios[24] agrupan

[22] CHCETD se centran en los recursos primarios y secundarios debido a la elevada importancia que estos tienen en la economía circular. Los flujos comerciales están expresados en valor monetario y peso desde el año 2000 para más de 200 países y territorios.

[23] La categoría de materiales primarios está dividida en productos agrícolas y forestales. Los productos agrícolas incluyen cereales, lácteos, huevos y miel, peces y recursos acuáticos, horticultura, animales vivos, carne, semillas oleaginosas, otros productos agrícolas, legumbres, raíces y tubérculos, caucho y gomas, estimulantes, tabaco, especias, azúcar, agua. Los productos forestales incluyen: tablero y contrachapado, leña y carbón vegetal, tablas de madera y madera aserrada, pasta de madera, astillas y productos de desecho.

[24] La categoría de materiales secundarios está organizada en dos grupos: 1. materias primas secundarias y bienes usados y 2. desechos y residuos. En el grupo de materias primas secundarias se encuentran materiales de construcción, caucho y neumáticos, textiles. En el grupo de desechos y residuos se incluye electrónica, industrias alimentarias y piensos, silvicultura y papel,

USC DE COMPOSTELA

aquellos derivados de recursos tanto renovables como no renovables, tales como desechos, chatarra y residuos, así como materias primas secundarias y bienes usados.

Las estimaciones de Chatham House Circular Economy Trade (2024) para Ecuador indican una participación del 0.4% en las exportaciones y del 0.2% en las importaciones de recursos primarios y secundarios con el resto del mundo en 2022. En términos de peso, este valor fue 10.1 millones de toneladas en exportaciones (equivalente a $16 billones) y 5.4 millones de toneladas en importaciones ($3.7 billones). La tendencia de los flujos comerciales de recursos primarios y secundarios para la EC en Ecuador es ascendente, con un peso significantemente más alto de las exportaciones en comparación con las importaciones (Gráfico 20). Siendo los recursos primarios los que más se exportaron e importaron en 2022 (Gráfico 21).

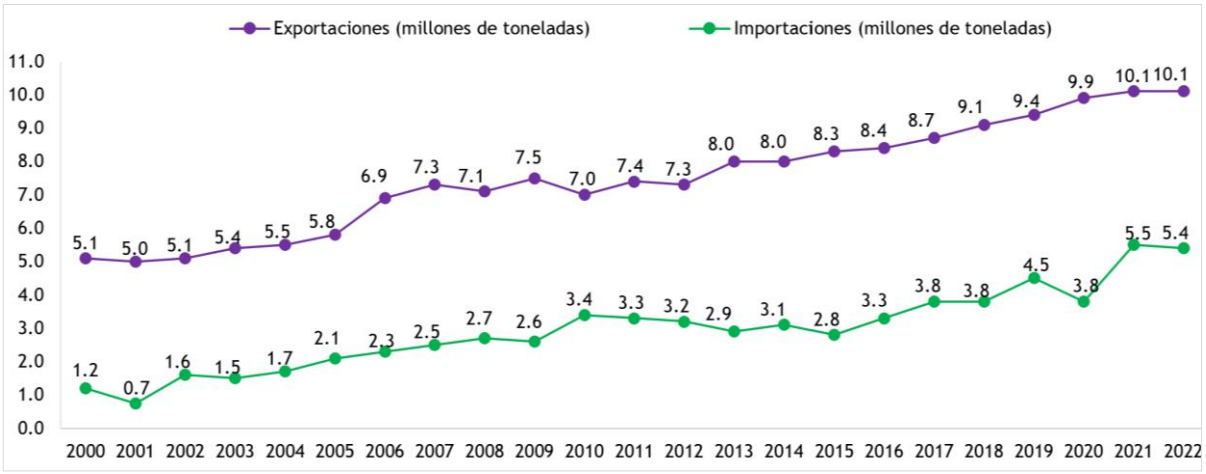


Gráfico 20. Evolución de Ecuador en el comercio mundial de materias primarias y secundarias para la EC
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHCETD (2024)
En línea: <https://circulareconomy.earth/>
(28 de mayo 2024)

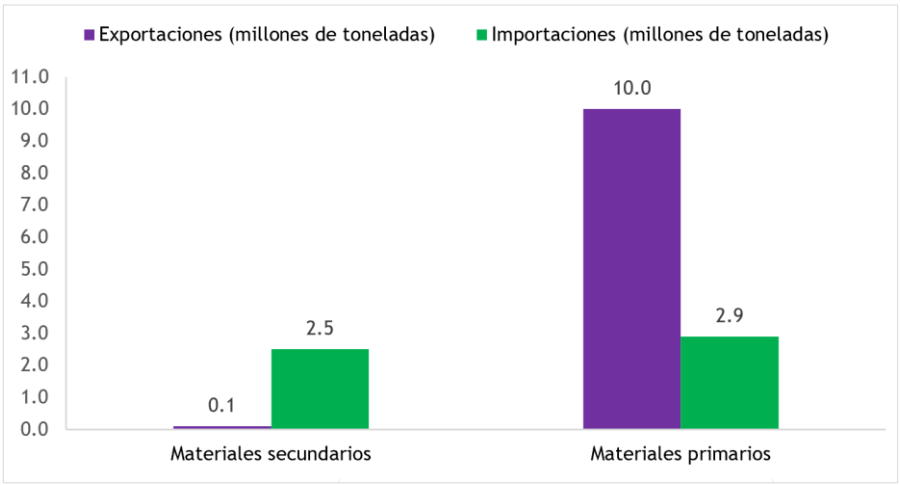


Gráfico 21. Exportaciones e importaciones de Ecuador en 2022 por categoría de materia prima
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHCETD (2024)
En línea: <https://circulareconomy.earth/>
(28 de mayo 2024)

vidrio, metales, varios residuos industriales, productos animales no comestibles, plásticos, caucho y neumáticos, escoria y ceniza, textiles.

A continuación, se presenta manera nivel desagregado la participación de Ecuador en el comercio mundial de recursos para la economía circular, diferenciando entre los tipos de materias primas primarias y secundarias.

4.2.3.1 Comercio de materias primarias

A nivel desagregado, las exportaciones de productos agrícolas (9.4 millones de toneladas) fueron significativamente mayores que las de los productos forestales (0.63 millones de toneladas). Dentro de los productos agrícolas, la horticultura (7.4 millones de toneladas) y los peces y recursos acuáticos (1.20 millones de toneladas) fueron los recursos primarios que más exportados en 2022. Cabe destacar que este último grupo registró el crecimiento más alto en los últimos 12 años, con un incremento del 356%, al igual que los estimulantes, tabacos y especias que tuvieron un crecimiento del 138% en el mismo período 2010-2022 (Tabla 31).

Exportaciones (millones de toneladas)				
Categorías	2010	2022	Tendencia 2010-2022	%Variación 2010-2022
Materiales primarios	6.80	10.00		47%
Productos agrícolas (Top 5)	**6.40**	**9.40**		**47%**
Horticultura	5.70	7.40		30%
Peces y recursos acuáticos	0.26	1.20		356%
Estimulantes, tabaco, especias	0.16	0.42		168%
Semillas oleaginosas	0.16	0.13		-19%
Cereales	0.03	0.05		40%
Productos forestales (Top 5)	**0.42**	**0.63**		**52%**
Tablero y contrachapado	0.14	0.39		181%
Tablas de madera y madera aserrada	0.19	0.24		23%
Pasta de madera, astillas y productos de desecho	0.08	0.00		-98%
Leña y carbón vegetal	0.00	0.00		146%

Importaciones (millones de toneladas)				
Categorías	2010	2022	Tendencia 2010-2022	%Variación 2010-2022
Materiales primarios	2.60	2.90		12%
Productos agrícolas (Top 5)	**2.50**	**2.80**		**12%**
Cereales	1.70	1.90		12%
Semillas oleaginosas	0.23	0.33		45%
Peces y recursos acuáticos	0.24	0.17		-32%
Horticultura	0.16	0.16		1%
Azúcar	0.08	0.13		59%
Productos forestales (Top 5)	**0.06**	**0.07**		**14%**
Tablero y contrachapado	0.05	0.06		19%
Tablas de madera y madera aserrada	0.01	0.01		-3%
Pasta de madera, astillas y productos de desecho	0.00	0.00		-3%
Leña y carbón vegetal	0.00	0.00		-78%

Tabla 31. Evolución de Ecuador en el comercio mundial de materias primarias por tipo de materia
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHCETD (2024)
En línea: <https://circulareconomy.earth/>
(28 de mayo 2024)

Las categoría de materias primarias que más se importaron en 2022 fueron los productos agrícolas (2.8 millones de toneladas), destacándose los cereales con 1.9 millones de toneladas. Sin embargo, el azúcar y las semillas oleaginosas fueron los de mayor crecimiento dentro de las importaciones de productos agrícolas durante el período 2010-2022 (Tabla 31).
En cuanto al destino de las exportaciones de materias primas de Ecuador, Estados Unidos fue el principal receptor con 1.7 millones de toneladas, seguido por Rusia con 1.6 millones de toneladas. Por su parte, las importaciones de materias primas provinieron principalmente de Canadá, con un volumen de 0.7 millones de toneladas (Tabla 32).

Materias primarias año 2022			
País (top 5)	**Exportaciones (millones de toneladas)**	**País (top 5)**	**Importaciones (millones de toneladas)**
Estados Unidos	1.7 (mt)	Canadá	0.7 (mt)
Rusia	1.6 (mt)	Argentina	0.5 (mt)
China	0.9 (mt)	Estados Unidos	0.4 (mt)
Países Bajos	0.4 (mt)	Brasil	0.2 (mt)
Colombia	0.4 (mt)	Bolivia	0.2 (mt)

Tabla 32. Destinos de exportación y orígenes de importación de materias primarias de Ecuador en 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHCETD (2024)
En línea: <https://circulareconomy.earth/>
(28 de mayo 2024)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.2.3.2 Comercio de materias secundarias

Por otro lado, el análisis de los materiales secundarios muestra algunos datos relevantes. En primer lugar, Ecuador importó más materiales secundarios (2.50 millones de toneladas) de los que exportó (0.18 millones de toneladas) en 2022. En segundo lugar, los desechos y residuos registraron el valor más alto en las importaciones de materiales secundarios; alcanzando 2.5 millones de toneladas en 2022. De este grupo, las industrias alimentarias y alimentos para animales alcanzaron la cifra más alta con 1.90 millones de toneladas. En tercer lugar, es importante notar que los metales registraron el mayor crecimiento más alto en los últimos 10 años, con una variación positiva de 295%, pasando de 0.07 millones de toneladas en 2010 a 0.26 millones de toneladas en 2022. Seguido de la industrias alimentarias y piensos (216%) (Tabla 33).

Exportaciones (millones de toneladas)				
Categorías	2010	2022	Tendencia 2010-2020	%Variación 2010-2020
Materiales secundarios	0.18	0.12		-34%
Materias primas secundarias y bienes usados (Top 5)	**0.00**	**0.00**		**647%**
Textiles	0.01	0.01		39%
Caucho y neumáticos	0.00	0.00		945%
Desechos y residuos (Top 5)	**0.18**	**0.12**		**-34%**
Industrias alimentarias y alimentos para animales	0.09	0.05		-37%
Metales	0.04	0.04		-2%
Textiles	0.01	0.01		-38%
Plásticos	0.01	0.01		-39%
Silvicultura y papel	0.03	0.00		-86%

Importaciones (millones de toneladas)				
Categorías	2010	2022	Tendencia 2010-2020	%Variación 2010-2020
Materiales secundarios	0.82	2.50		204%
Materias primas secundarias y bienes usados (Top 5)	**0.01**	**0.02**		**217%**
Caucho y neumáticos	0.00	0.02		252%
Materiales de construcción	0.00	0.00		300%
Textiles	0.00	0.00		-50%
Desechos y residuos (Top 5)	**0.82**	**2.50**		**206%**
Industrias alimentarias y alimentos para animales	0.60	1.90		216%
Metales	0.07	0.26		295%
Silvicultura y papel	0.12	0.21		74%
Varios residuos industriales	0.02	0.04		81%

Tabla 33. Evolución de Ecuador en el comercio mundial de materias secundarias por tipo de materia
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHCETD (2024)
En línea: <https://circulareconomy.earth/>
(28 de mayo 2024)

En cuanto al destino de las exportaciones de materias primas secundarias de Ecuador, China fue el principal receptor con 0.03 millones de toneladas, seguido por Colombia con 0.01 millones de toneladas. Por su parte, las importaciones de materias primas provinieron principalmente de Estados Unidos, con un volumen de 1.1 millones de toneladas (Tabla 34).

Materias secundarias año 2022			
País (top 5)	**Exportaciones (millones de toneladas)**	**País (top 5)**	**Importaciones (millones de toneladas)**
China	0.03 (mt)	Estados Unidos	1.1 (mt)
Colombia	0.01 (mt)	Argentina	0.62 (mt)
Brasil	0.00 (mt)	Bolivia	0.26 (mt)
Estados Unidos	0.00 (mt)	Perú	0.13 (mt)
Reino Unido	0.00 (mt)	Japón	0.06 (mt)

Tabla 34. Destinos de exportación y orígenes de importación de materias secundarias de Ecuador en 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos CHCETD (2024)
En línea: <https://circulareconomy.earth/>
(28 de mayo 2024)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.2.4 Competitividad e innovación

Los indicadores que se analizan a continuación permiten evaluar el grado de contribución de la economía circular a la creación de empleo, al crecimiento económico y a la mejora de la competitividad del país. Se presentan los resultados para 7 sectores que incluyen actividades circulares: 1) Industria manufacturera, 2) Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento, 3) Construcción, 4) Comercio, reparación automotores y motocicletas, 5) Actividades de servicios administrativos y de apoyo, 6) Artes, entretenimiento y recreación y 7) Otras actividades de servicios. Estos sectores fueron seleccionados en base a la clasificación de actividades circulares propuesta por el Marco de Seguimiento de la Economía Circular de la Unión Europea, tal como se detalló en el capítulo metodológico.

4.2.4.1 Empresas que realizaron inversión ambiental

En 2022, el 1.7% de las empresas (269) invirtieron en bienes y servicios ambientales para la protección del medio ambiente o la gestión de recursos naturales. Esta proporción es muy baja, pues a la inversa, el 98,3% (15.574) de empresas no realizaron inversiones ambientales (Gráfico 22). Es relevante destacar que la protección del medio ambiente abarca acciones cuyo propósito es prevenir, reducir y eliminar la contaminación. Por otro lado, el manejo de recursos naturales comprende actividades orientadas a preservar y conservar las reservas de recursos naturales.

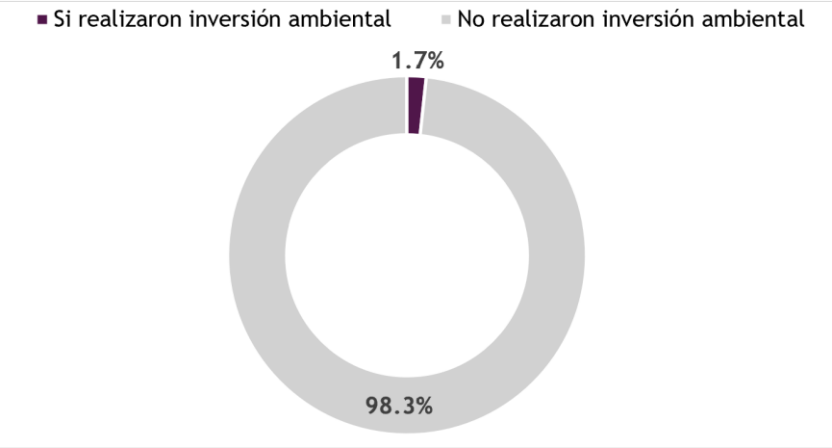


Gráfico 22. Porcentaje de empresas que realizaron inversión ambiental en Ecuador en el año 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022a)

Entre los sectores que incluyen actividades circulares, la industria manufacturera destaca como el que registra el mayor número de empresas con inversión ambiental. En 2022, este sector representó el 47% (126 empresas) del total de 269 empresas que realizaron inversiones ambientales. En segundo lugar, se ubica el sector de distribución de agua, alcantarillado, gestión de desechos y saneamiento, con el 12% (31 empresas). Seguido por el sector Comercio al por mayor y menor con un 7% de participación (20 empresas) (Gráfico 23).
Por el contrario, los sectores de la construcción y las actividades de servicios administrativos y de apoyo se encuentran entre los que tienen un menor número de empresas con inversión ambiental, con solo 4 y 2 empresas respectivamente. Mientras tanto, los otros 2 sectores restantes que también incluyen actividades circulares (artes, entretenimiento y recreación y otras

UDC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

actividades de servicios) no registraron ninguna empresa con inversión ambiental en 2022 (Gráfico 23).

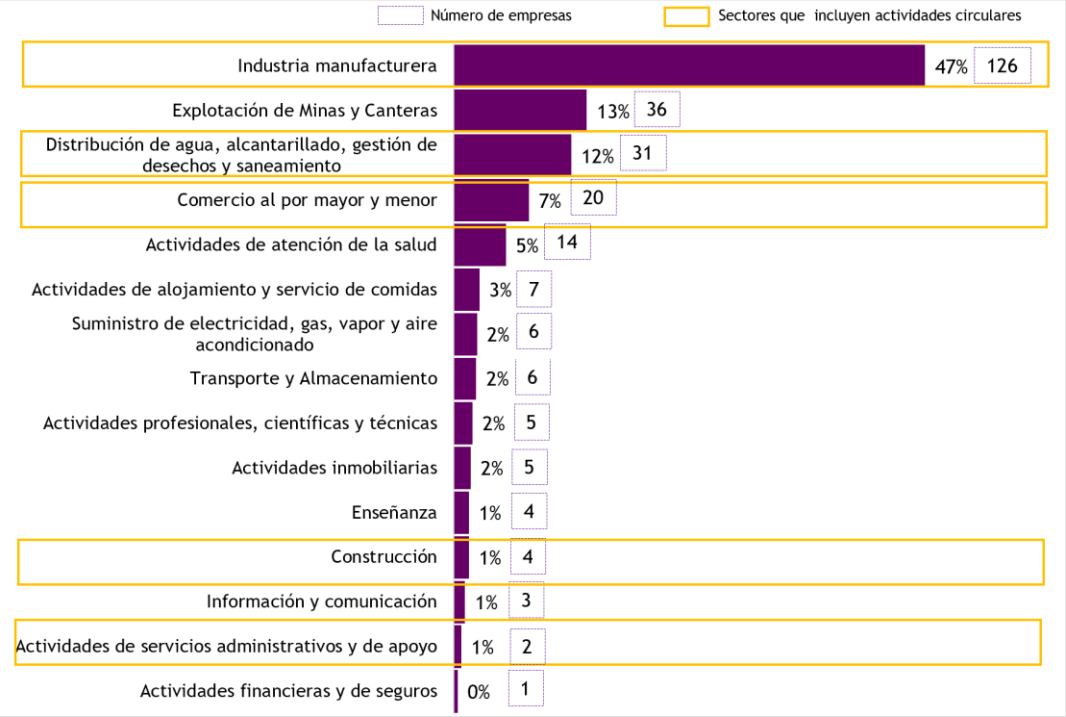


Gráfico 23. Número de empresas con inversión ambiental en Ecuador en el año 2022 según actividad económica

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022a)

Los resultados revelan una concentración de la inversión ambiental en la industria manufacturera, frente a una menor participación de otros sectores en los que se incluyen otras actividades circulares. A nivel conjunto, el número de empresas que realizaron inversión ambiental dentro de los sectores que incluyen actividades circulares fue de 183 en 2022.

4.2.4.2 Inversión ambiental media y productividad

En términos del valor de la inversión ambiental a nivel nacional, el monto total invertido por las empresas (15.843 empresas) durante el año 2022 fue de 40,231,699 dólares corrientes, lo que representa el 0.035% del PIB, el cual alcanzó los 115,049 mil millones de dólares a precios corrientes este mismo año (CEPAL, 2022a).

Los 7 sectores que incluyen actividades de economía circular registraron un total de $21,897,576 en inversión ambiental durante 2022. Esta cifra representa el 0.019% del PIB, lo que demuestra que se trata de un sector emergente con un amplio margen de crecimiento y oportunidades por aprovechar (Gráfico 24).

Dentro de estos 7 sectores, la industria manufacturera registró el mayor monto de inversión, alcanzando $11,478,118 (USD corrientes). En segundo lugar, se ubica el sector de distribución de agua, alcantarillado, gestión de desechos y saneamiento, con $9,649,560 en inversiones para protección y gestión del medio ambiente en 2022 (Gráfico 24).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

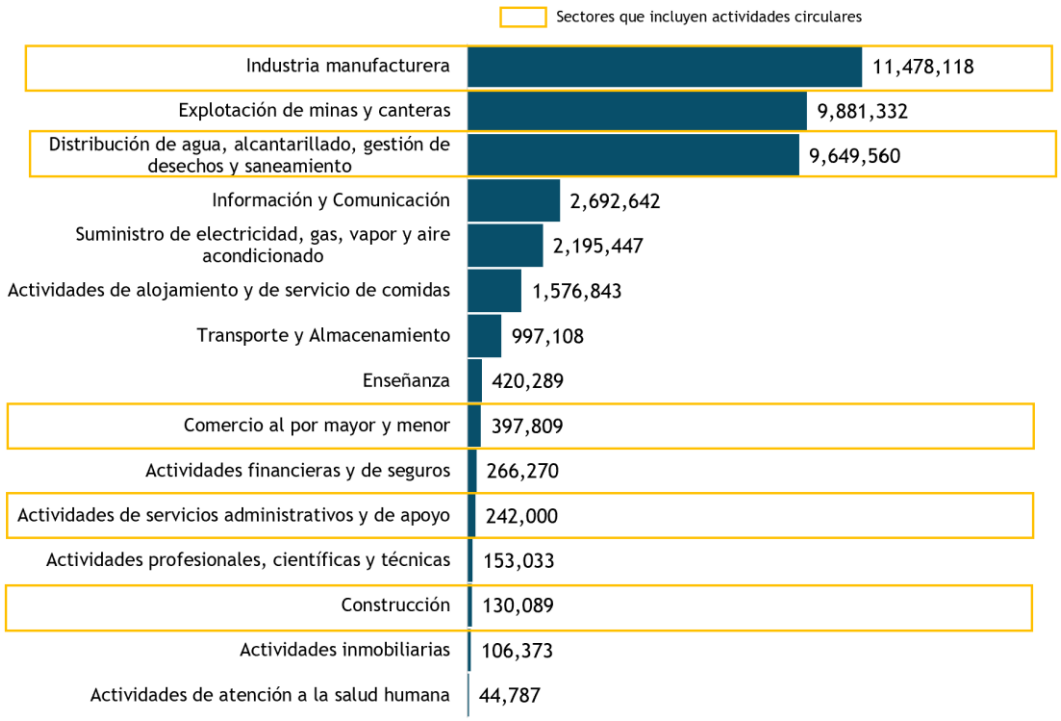


Gráfico 24. Inversión ambiental (US$ corrientes) en Ecuador según actividad económica en el año 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022a)

En cuanto a la productividad material, los resultados indican que por cada 1,000 dólares de Valor Agregado Bruto (VAB) producido por las empresas se gastan 6.7 dólares en actividades de protección y gestión de los recursos naturales. La actividad económica con la mayor intensidad de gasto ambiental es Distribución de agua, alcantarillado, gestión de desechos y saneamiento, con una intensidad de gasto de 43.7 USD gasto/USD 1000 VAB. Le siguen la industria manufacturera con 12.9 USD gasto/USD 1000 VAB y las actividades de alojamiento y servicios de comida con 12.3 USD gasto/USD 1000 VAB (INEC, 2022a).

4.2.4.3 Empresas y ventas de sectores que incluyen actividades vinculadas a la economía circular

En 2022, el total de empresas activas[25] en Ecuador fue de 1,239,822. De este número, el 4.30% (53,267 empresas) pertenecían a los 7 sectores que incluyen un total de 29 actividades vinculadas a la economía circular (ver Anexo 3). Dentro de estos 7 sectores, Comercio, reparación automotores y motocicletas concentró el mayor número de empresas registradas, con una participación del 46.77% (24,914 empresas). En segundo lugar, se ubicaron Otras actividades de servicios, con una participación del 23.16% (12,334 empresas). Por su parte, el sector Actividades de servicios administrativos y de apoyo registró 12.85% (6,847) empresas activas. Seguido de la industria manufacturera con el 11.85% (6,312) en 2022 (Gráfico 25).

[25] De acuerdo con el Registro Estadístico de Empresas REEM (INEC, 2022b) una empresa es activa si cumple con algunas de las siguientes condiciones: reportó ventas en el SRI en el año 2022, tuvo plazas de empleo registradas en el IESS año 2022, pagó impuestos en el SRI bajo el Régimen Simplificado para Emprendedores y Negocios Populares (RIMPE) en el año 2022.

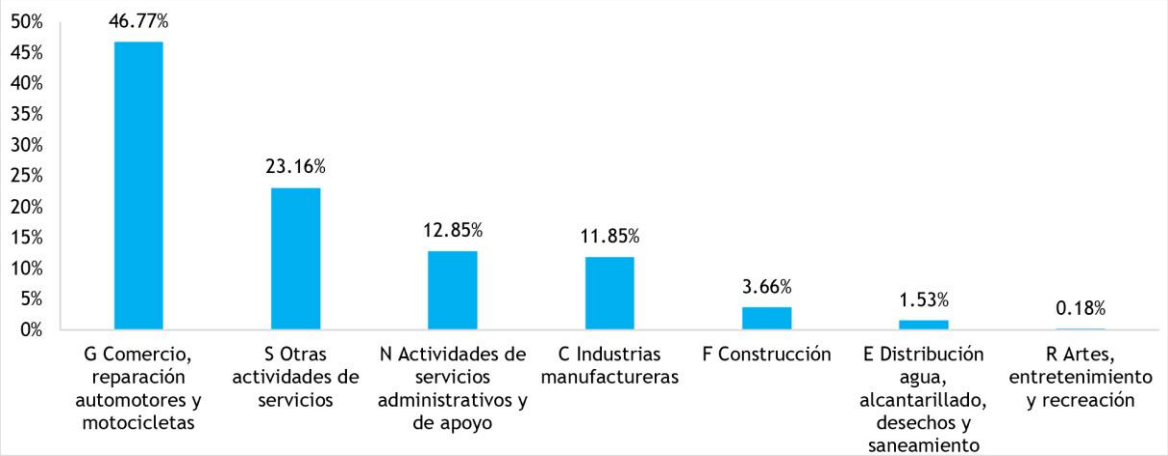


Gráfico 25. Empresas activas en sectores que incluyen actividades de EC en Ecuador en el año 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022b)

A nivel desagregado, las actividades relacionadas con el mantenimiento y reparación de vehículos, computadoras y equipo periférico y maquinaria, así como el alquiler de maquinaria y equipos, concentran una parte significativa de las empresas vinculadas a actividades de EC en Ecuador. Específicamente, las actividades de mantenimiento y reparación de vehículos automotores representan el 47% de las empresas activas, seguidas por el alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles, que concentran el 9% de las empresas. Además, las actividades de reparación de computadoras y equipo periférico y de reparación de maquinaria ocupan el 8% y 5% de las empresas activas en Ecuador, respectivamente (Tabla 35). Estos datos evidencian una fortaleza de Ecuador en cuanto a la relevancia que tienen las actividades relacionadas con la extensión de la vida útil de los productos.

Actividades económicas que se vinculan con la EC	Empresas activas 2022	% Participación
G4520 Mantenimiento y reparación de vehículos automotores.	24,914	47%
N7730 Alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles.	4,654	9%
S9511 Reparación de computadoras y equipo periférico.	4,234	8%
C3312 Reparación de maquinaria.	2,651	5%
S9601 Lavado y limpieza, incluida la limpieza en seco, de productos textiles y de piel.	2,174	4%
S9522 Reparación de aparatos de uso doméstico y equipo doméstico y de jardinería.	2,043	4%
F4322 Fontanería (plomería, gasfitería) e instalación de calefacción y aire acondicionado.	1,951	4%
C3314 Reparación de equipo eléctrico.	1,737	3%
S9529 Reparación de otros bienes personales y enseres domésticos.	1,209	2%
N7729 Alquiler otros efectos personales y artículos de uso domésticos.	1,142	2%
S9512 Reparación de equipo de comunicaciones.	922	2%
C3313 Reparación de equipo electrónico y óptico.	800	2%

Tabla 35. Número de empresas activas según actividades vinculadas a la EC en Ecuador en el año 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022b)

En cuanto a las ventas, los 7 sectores en los que incluyen actividades vinculadas a la EC registraron ventas por $2,071,308,367, lo que representó el 1.80% del PIB a nivel nacional ese año. Siendo las Actividades de servicios administrativos y de apoyo el sector de mayor participación con el 24.56% de las ventas totales. En segundo lugar, se encuentra el sector de Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento con el 23.76%, seguido del sector manufacturero que representa el 22.49% de las ventas totales registradas en 2022 (Gráfico 26).

USC DE COMPOSTELA

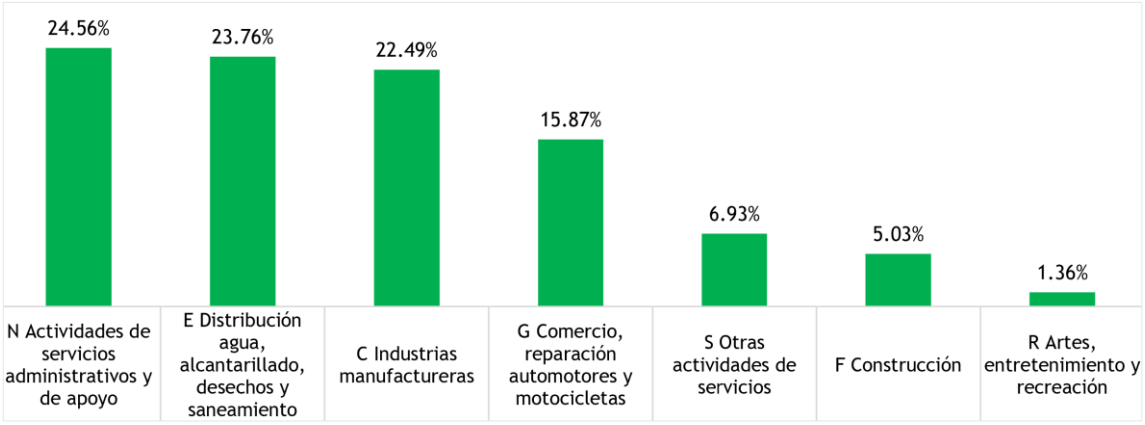


Gráfico 26. Ventas de empresas según sectores vinculados a actividades de EC en Ecuador en el año 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022b)

A nivel desagregado, las actividades de Alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles fueron las de mayor participación, con el 18% equivalente a $ 376,446,091. En segundo lugar, se encuentra las actividades de Mantenimiento y reparación de vehículos automotores con el 16% ($328,623,334), seguidas por las actividades de recolección de desechos no peligrosos que presentan el 10% ($214,454,240) y las actividades de reparación de maquinaria con el 9% de las ventas registradas en 2022 (Tabla 36). Las participación en ventas de las 25 actividades restantes vinculadas a la EC fue de menos del 6% (Anexo 4).

Actividades económicas que se vinculan con la EC	Ventas 2022 ($)	% Participación
N7730 Alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles.	376,446,091	18%
G4520 Mantenimiento y reparación de vehículos automotores.	328,623,334	16%
E3811 Recolección de desechos no peligrosos.	214,454,240	10%
C3312 Reparación de maquinaria.	194,150,972	9%
C3314 Reparación de equipo eléctrico.	129,829,235	6%
E3700 Evacuación de aguas residuales.	127,365,095	6%
N7710 Alquiler de vehículos automotores.	126,426,006	6%
F4322 Fontanería (plomería, gasfitería) e instalación de calefacción y aire acondicionado.	104,229,513	5%
S9511 Reparación de computadoras y equipo periférico.	72,816,657	4%
C3311 Reparación de productos elaborados de metal.	68,357,678	3%
E3830 Recuperación de materiales.	52,797,938	3%
C3313 Reparación de equipo electrónico y óptico.	48,665,761	2%
E3812 Recolección de desechos peligrosos.	39,669,680	2%

Tabla 36. Ventas de las empresas según actividades vinculadas a la EC en Ecuador en el año 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022b)

A luz de estos resultados podemos destacar que la contribución de las 29 actividades económicas vinculadas a la EC al PIB del país fue bastante modesta, equivalente tan solo el 1.80% del PIB. Esto sugiere que el aporte de estas actividades al valor agregado total de bienes y servicios en el país es muy limitado.

4.2.4.4 Empleo promedio de sectores que incluyen actividades vinculadas a la economía circular

En 2022, las empresas a nivel nacional emplearon a un total de 2,754,824 personas. Dentro de este total, los 7 sectores que incluyen 29 actividades vinculadas a la economía circular

obtuvieron una participación de 2.24% del total de personas empleadas ese año, equivalente a 61,766 personas empleadas.

A nivel desagregado, la actividad que empleó un mayor número de personas en 2022 fue Mantenimiento y reparación de vehículos automotores, con una participación del 32% (19,449 personas) del total de personas empleadas en ese año. En segundo lugar, se ubica la actividad de Recolección de desechos no peligrosos, con un participación del 13% (7,796 personas). Por su parte, el Alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles, ocupa el tercer lugar con el 11% de participación (6,642 personas), seguido de las actividades de Reparación de maquinaria que representa el 7% de las personas empleadas en 2022, equivalente a 4,321 personas.

Estos datos evidencian la relevancia de las actividades relacionadas con el mantenimiento, reparación y reutilización, así como las actividades relacionadas a la gestión de desechos, las cuales en conjunto representaron un 63% del total de personas empleadas en 2022 (Tabla 37).

Actividades económicas que se vinculan con la EC	Personas empleadas año 2022	% Participación
G4520 Mantenimiento y reparación de vehículos automotores.	19,499	32%
E3811 Recolección de desechos no peligrosos.	7,796	13%
N7730 Alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles.	6,642	11%
C3312 Reparación de maquinaria.	4,321	7%
F4322 Fontanería (plomería, gasfitería) e instalación de calefacción y aire acondicionado.	3,178	5%
S9511 Reparación de computadoras y equipo periférico.	2,310	4%
C3314 Reparación de equipo eléctrico.	2,286	4%
S9601 Lavado y limpieza, incluida la limpieza en seco, de productos textiles y de piel.	2,282	4%
C3311 Reparación de productos elaborados de metal.	1,635	3%
R9101 Actividades de bibliotecas y archivos.	1,422	2%
S9522 Reparación de aparatos de uso doméstico y equipo doméstico y de jardinería.	1,385	2%
N7710 Alquiler de vehículos automotores.	1,208	2%
E3700 Evacuación de aguas residuales.	1,196	2%
C3313 Reparación de equipo electrónico y óptico.	1,048	2%

Tabla 37. Número de personas empleadas según actividades vinculadas a la EC en Ecuador en el año 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022b)

Por otro lado, es importante destacar que, dentro de las 29 actividades vinculadas a la EC, se observa una mayor participación de hombres que de mujeres entre el personal empleado en 2022 (Gráfico 27). Solo en dos de estas 29 actividades la participación de mujeres es mayor a la de los hombres. Específicamente, en las actividades de Lavado y limpieza, incluida la limpieza en seco, de productos textiles y de piel, de un total de 2,282 personas empleadas, el 59% fueron mujeres. Asimismo, en Actividades de bibliotecas y archivos, de un total de 797 personas empleadas, el 56% fueron mujeres (Anexo 5).

Estos datos evidencian que, en la mayoría de las actividades relacionadas con la economía circular, existe una brecha de género, con una mayor participación de los hombres (Gráfico 27). Por lo que resulta importante identificar y abordar las barreras que limitan la participación de las mujeres en este sector.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

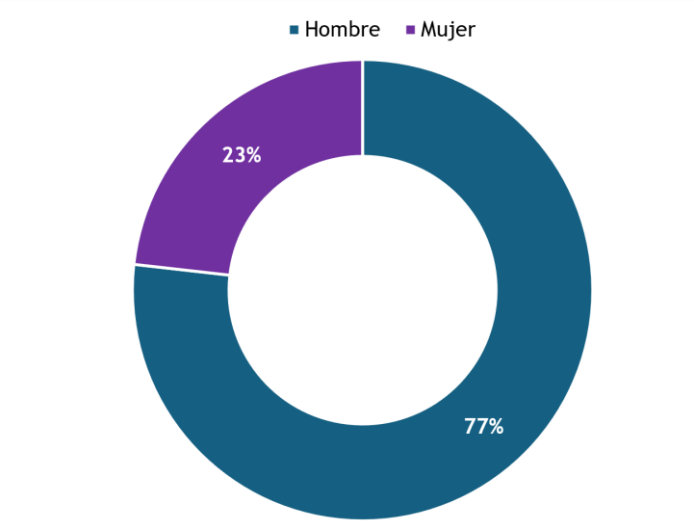


Gráfico 27. Personas empleadas en actividades vinculadas a la EC en Ecuador por género en el año 2022
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022b)

4.2.4.5 Eco-innovación empresarial

Durante el período 2012-2014, 3,557 empresas en Ecuador, que representan el 57% de una muestra total de 6,275 empresas analizadas, realizaron algún tipo de innovación. De estas empresas innovadoras, 823, es decir, apenas el 23% (13.12% sobre el total de la muestra de empresas), llevaron a cabo algún tipo de eco-innovación (Gráfico 28). Esto significa que, al introducir innovaciones de productos, procesos, organización y comercialización, estas empresas lograron minimizar los impactos ambientales en el mismo período.

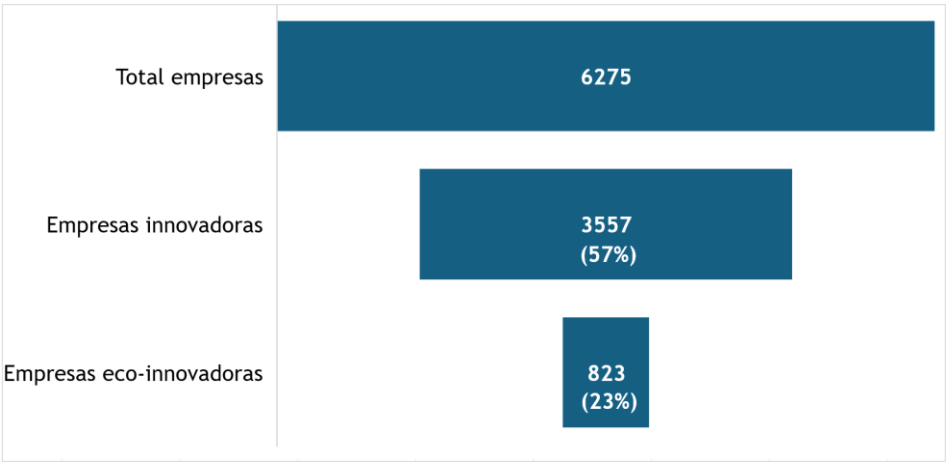


Gráfico 28. Empresas que realizaron eco-innovaciones en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de INEC (2015)

Es importante destacar que, las eco-innovaciones de productos y procesos son las más representativas en Ecuador. Dentro del grupo de 823 empresas eco-innovadoras, la mayoría se enfocó en este tipo de eco-innovaciones durante el período 2012-2014. Específicamente, 697 empresas, lo que equivale al 85% de las eco-innovadoras.

La importancia que puede tener la eco-innovación, como introducción de nuevos productos y procesos que logren reducir los impactos medioambientales en la transición a la EC,

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

en el Capítulo 5 se abordan en profundidad las características, inputs, facilitadores y barreras que impulsan o inhiben este tipo de eco-innovaciones.

Por otro lado, tal como se identificó en el capítulo teórico, las certificaciones constituyen un impulso importante de la eco-innovación. De acuerdo con el índice de eco-innovación de la Unión Europea, la certificación ISO14001 es un indicador indirecto del nivel de conciencia ambiental y capacidad de gestión de las empresas (EIO, 2021).

De acuerdo a la información disponible para Ecuador, en 2020 el 31.6% de las empresas (3,868) contaba con algún tipo de permiso ambiental. Esto representa un aumento del 7.0% respecto al año 2019. De estos permisos, el 12.4% (1,518) de las empresas obtuvo licencias ambientales y un 10.7% (1,314 empresas) certificaciones ambientales (Gráfico 29).

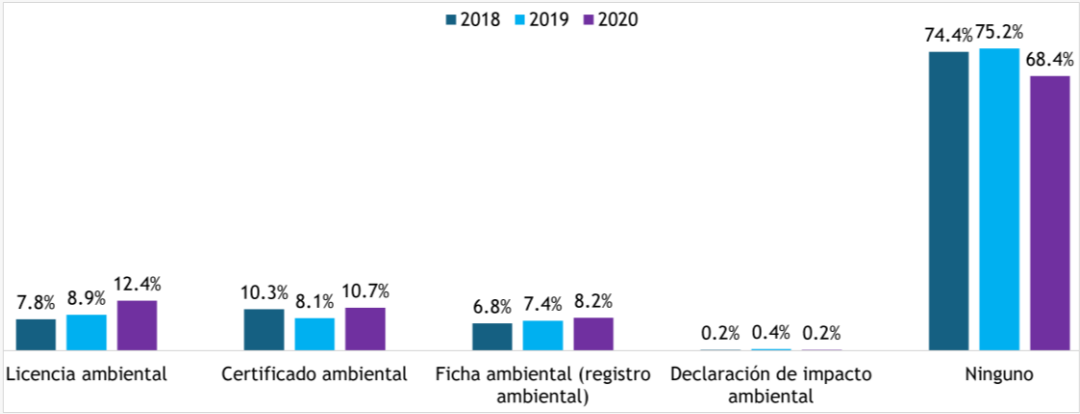


Gráfico 29. Empresas (%) que tenían un permiso ambiental en Ecuador en el año 2020
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022a)
Nota: el universo de la investigación en 2020 fueron 12,238 empresas de tamaña mediano y grande

En cuanto a la proporción de empresas con certificación ISO 14001:2015, esta fue del 2.1% (257 empresas) en 2020. Al analizar por actividad económica, la industria manufacturera registró el mayor número de empresas certificadas, representando el 43% (111 empresas) del total de empresas con esta certificación (Gráfico 30).

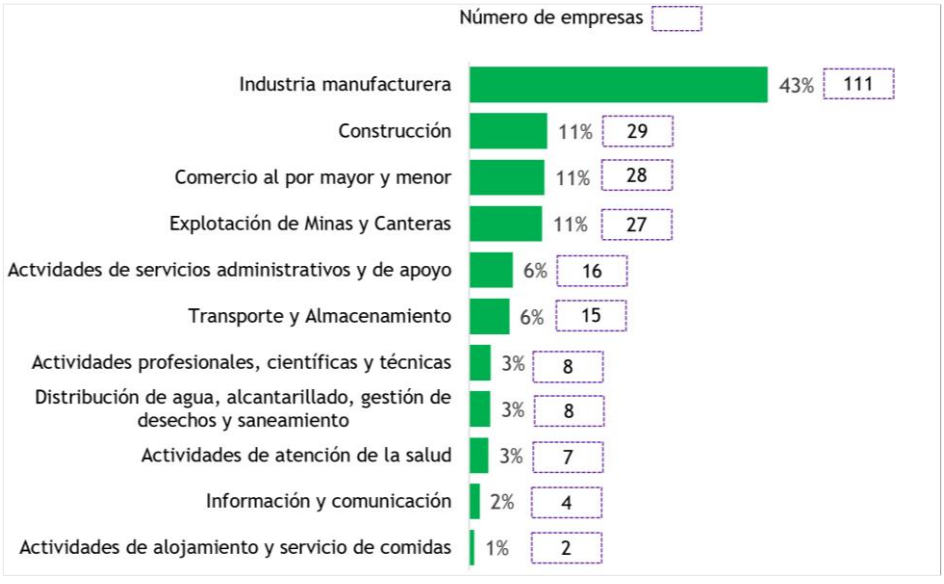


Gráfico 30. Número de Empresas con certificación ISO 14001 según actividad económica en Ecuador en el años 2020
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2022a)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Los resultados antes expuestos indican que aún hay un amplio margen de mejora en la obtención de certificaciones ambientales. En 2022, el porcentaje de empresas ecuatorianas que adoptaron algún tipo de certificación ambiental fue limitado.

4.2.5 Cambio climático

Alcanzar un desarrollo sostenible a largo plazo requiere enfrentar diversos retos, entre los cuales se destaca la necesidad crítica de mitigar el cambio climático. Uno de los principales impulsores de este fenómeno son las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de las actividades humanas, las cuales han alcanzado niveles históricos y siguen aumentando.

Para reducir la contribución de la sociedad al cambio climático es fundamental disminuir sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Esto implica no solo considerar las emisiones nacionales de GEI, sino también tener en cuenta la totalidad de las emisiones generadas a lo largo de las cadenas de suministro de los bienes y servicios que se consumen en un país (huella de consumo) (UNEP, 2024).

4.2.5.1 Emisiones nacionales de GEI procedentes de las actividades de producción

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) consisten en la liberación a la atmósfera de ciertos gases que tienen la capacidad de absorber y retener parte de la radiación solar, contribuyendo así al efecto invernadero del planeta. Algunos de los principales GEI son el dióxido de carbono y el metano. En el indicador de emisiones nacionales GEI se asigna estas emisiones al país donde ocurren físicamente, independientemente de dónde se consumen los bienes y servicios finales que generan las emisiones (SCP-HAT, 2022). En este sentido, este indicador se centra únicamente en las emisiones que se producen dentro de los límites geográficos de Ecuador, sin tener en cuenta las emisiones asociadas a la producción y transporte de los bienes y servicios que se exportan o importan.

En Ecuador, las emisiones nacionales GEI procedentes de las actividades de producción se incrementaron un 10.66% entre 1990 y 2022. En 1990, las emisiones totales fueron de 3.32 de toneladas CO2 eq./cápita, mientras que en 2022 alcanzaron los 3.68 toneladas CO2 eq./cápita Los valores máximos de estas emisiones se registraron en los años 2010 y 2014, con 4.10 CO2 eq./cápita. Por otro lado, los valores mínimos se observaron en 1991 y 2000 con 3.28 CO2 eq./cápita, y en 2020 con 3.23 CO2 eq./cápita (Gráfico 31).

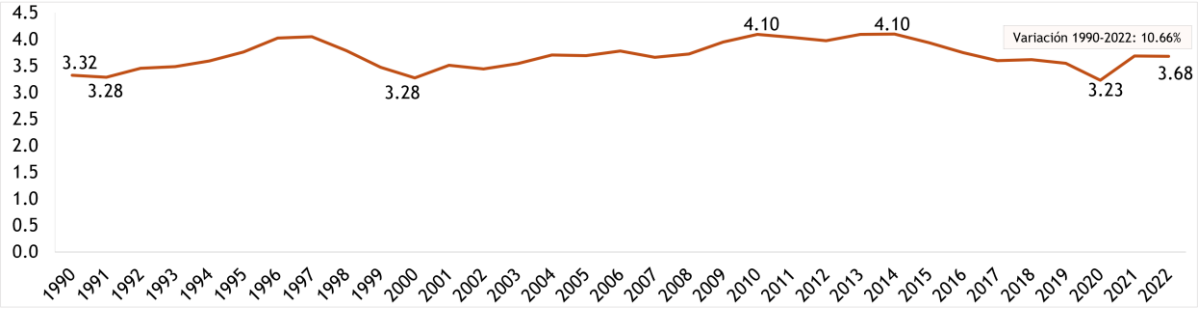


Gráfico 31. Evolución de las emisiones GEI de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita)
Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)

El indicador de emisiones nacionales de gases de efecto invernadero (GEI) constituye una métrica importante para contabilizar el impacto climático de Ecuador; sin embargo, es necesario

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

complementar este indicador con la huella de consumo, a fin de obtener una imagen más completa y precisa del verdadero impacto climático del país.

4.2.5.2 Huella de consumo

La huella de consumo de Ecuador abarca las emisiones generadas a lo largo de toda la cadena de suministro, incluyendo aquellas producidas durante la fabricación y el transporte de los bienes y servicios que se importan y exportan (UNEP, 2024). En el período 1990-2022, la huella de consumo de Ecuador se incrementó un 26.55%, pasando de 2.79 toneladas CO2 eq./cápita a 3.53 toneladas CO2 eq./cápita (Gráfico 32).

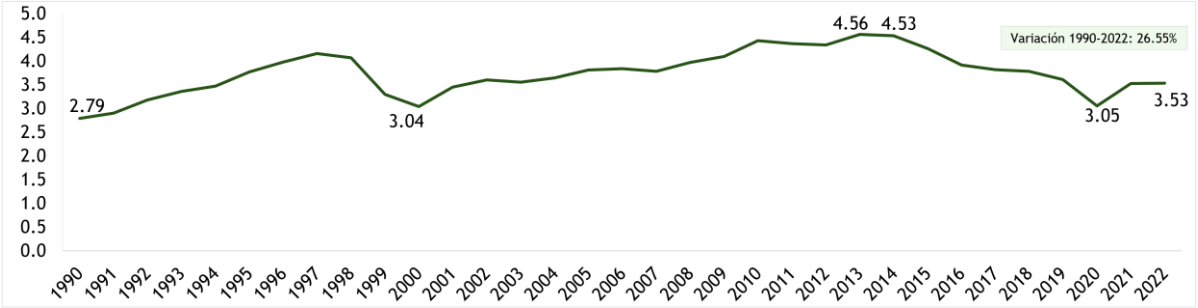


Gráfico 32. Evolución de la huella de consumo de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita)
Fuente: elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)

En 2022, el principal contribuyente a las emisiones totales fue el CO2 con 1.95 toneladas CO2 eq./cápita. Le siguieron el CH4 con 1.36 toneladas CO2 eq/cápita., el N2O con 0.13 toneladas CO2 eq./cápita y otras categorías con 0.09 toneladas CO2 eq./cápita (Gráfico 33).

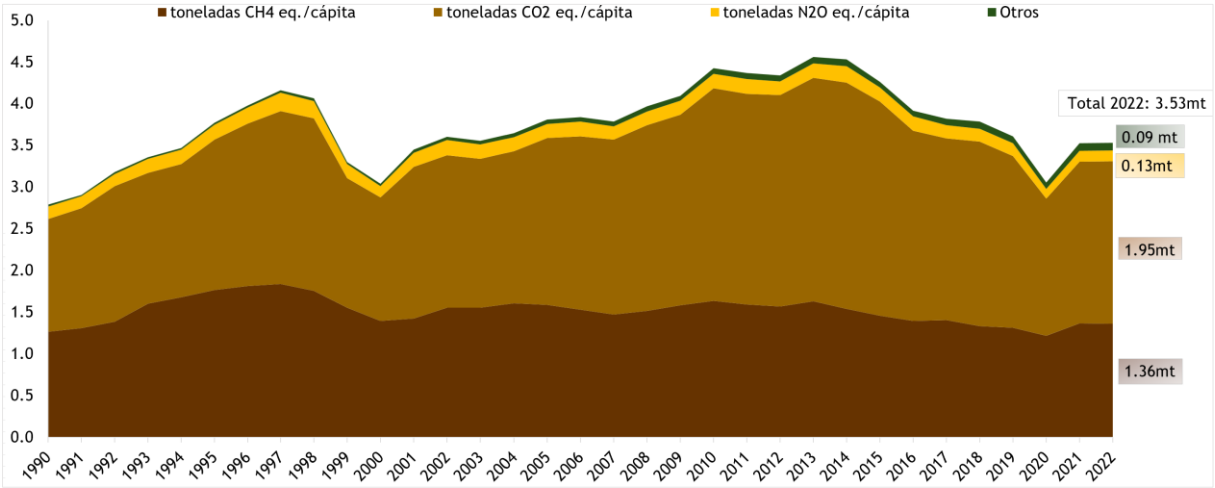


Gráfico 33. Composición de la huella de consumo de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita)
Fuente: Elaboración propia a partir de datos SCP-HAT (2022)

El análisis de los indicadores de EC en este capítulo ha permitido obtener una visión del grado de alcance de este nuevo modelo productivo y de consumo en Ecuador. Si bien el marco normativo ecuatoriano incluye de manera reciente una clara vocación a favor de la economía circular, aún es limitado su impacto en la evolución de indicadores clave como la inversión, ventas y empleo de las actividades relacionadas con la EC, así como las tasas de reciclaje y aprovechamiento los residuos generados internamente y aquellos que ingresan al país vía

USC DE COMPOSTELA

importaciones. Esto se debe a que gran parte de la información disponible es limitada y no puede captar plenamente el efecto de este marco normativo incipiente. Por lo tanto, habrá que observar en los próximos años cómo sigue evolucionando el marco regulatorio y si tiene un impacto real en los indicadores analizados.

Por otro lado, es importante destacar que, como se mencionó en el capítulo 2 (epígrafe 2.2.3) y se evidenció en la batería de indicadores previamente analizados (epígrafe 4.2.4), la eco-innovación empresarial forma parte de los cambios e innovaciones necesarios para la transición hacia la EC. Por lo tanto, tal como señalan De Jesus et al. (2021), el seguimiento de las actividades de eco-innovación empresarial se vuelve fundamental para la implementación de la EC a nivel empresarial. En este sentido, en el siguiente capítulo se presentará un análisis del perfil eco-innovador de las empresas ecuatorianas que podrían contribuir potencialmente a la economía circular.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LA ECO-INNOVACIÓN EN EL TEJIDO EMPRESARIAL ECUATORIANO

5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo 5, se lleva a cabo un análisis empírico que atiende a uno de los objetivos establecidos en esta tesis: la identificación de los factores determinantes de las empresas potencialmente eco-innovadoras, que podrían contribuir a la economía circular en el Ecuador. El análisis agregado del conjunto empresarial eco-innovador se convierte en una variable clave para completar el análisis del estado de la transición hacia la EC. Así mismo, ofrece información relevante respecto a las estrategias y políticas que pueden tener más éxito en el progreso hacia un modelo de desarrollo más sostenible.

El análisis inicia en el apartado 5.2 con un análisis descriptivo general que abarca tanto el conjunto completo de empresas innovadoras en términos de producto y proceso, como el subgrupo de empresas que han llevado a cabo eco-innovaciones en ambos ámbitos. Los resultados se presentan en 4 epígrafes.

En primer lugar, en el epígrafe 5.2.1 se resumen los principales estadísticos para la base de empresas innovadoras en producto y proceso. Luego, en el epígrafe 5.2.2, se proporciona una caracterización del segmento de empresas eco-innovadoras en producto y proceso.

El tercer epígrafe, 5.2.3, muestra una primera aproximación al nivel de relación entre las variables del estudio mediante tablas de contingencia. El cuarto epígrafe 5.2.4 corresponde a los resultados obtenidos para el contraste independencia chi-cuadrado y para la medida de asociación V de Crámer.

Finalmente, en el apartado 5.3 se presentan los resultados derivados del análisis econométrico, correspondiente a los factores facilitadores de la eco-innovación de producto y proceso, agrupados en inputs, impulsores, grado de cooperación y fuentes de información, así como también a los factores inhibidores que engloban barreras relacionadas con costes, conocimiento y mercado.

5.2 RESULTADOS ANÁLISIS DESCRIPTIVO

5.2.1 Estadísticas descriptivas

En esta sección se presenta los estadísticos descriptivos correspondientes a la muestra final de 2,544 empresas que realizaron innovaciones de producto y proceso. Este conjunto de empresas fue obtenido a través del filtro detallado en el capítulo metodológico (epígrafe 3.2.1), el cual se aplicó sobre la muestra inicial de 3.557 empresas innovadoras. La Tabla 38 recoge los valores de la media, la desviación típica o estándar, los valores mínimo y máximo para el conjunto de variables analizadas. En concreto, se analiza primero la variable dependiente y, a continuación, las variables independientes y de control. Esto nos brinda una visión general de la muestra de estudio en términos de su potencial eco-innovador, así como de las características relacionadas con la antigüedad de la empresa, tamaño, sector, mercado geográfico y pertenencia a un grupo empresarial. El análisis detallado de las variables independientes de estudio, es decir,

los factores facilitadores y barreras, se llevará a cabo en los siguientes epígrafes (5.2.2, 5.2.3 y 5.2.4) cuando se proceda a evaluar la relación de estos factores con la eco-innovación.

Tabla 38. Estadísticas descriptivas: variable dependiente y explicativas

Variables	Media	Desviación estándar	Min	Max
Variable dependiente				
Empresa eco-innovadora de producto y proceso	0.27	0.446	0	1
Variables independientes				
Inputs				
Gasto en maquinaria	0.86	0.351	0	1
Gasto en tecnología	0.06	0.233	0	1
Gasto en diseño	0.31	0.464	0	1
Gasto en formación	0.43	0.495	0	1
Gasto en I+D	0.10	0.304	0	1
Gasto en estudios de mercado	0.45	0.497	0	1
Facilitadores				
Demanda insatisfecha	0.49	0.500	0	1
Aprovechamiento de una novedad científica y técnica	0.35	0.477	0	1
Amenaza de la competencia	0.40	0.489	0	1
Regulación nacional o internacional	0.21	0.409	0	1
Certificación	0.17	0.376	0	1
Problema técnico	0.14	0.345	0	1
Aprovechamiento de una idea generada	0.37	0.484	0	1
Cambios en normas de propiedad intelectual	0.03	0.178	0	1
Grado de cooperación	0.87	0.335	0	1
Fuentes de información				
Fuentes internas	0.72	0.448	0	1
Fuentes externas	0.79	0.406	0	1
Barreras				
Barreras de costes	0.41	0.492	0	1
Barreras de conocimiento	0.30	0.457	0	1
Barrera de mercado	0.29	0.454	0	1
Variables de control				
Años de la empresa	27.03	15.21	10	192
Sectores				
Minas y canteras	0.03	0.167	0	1
Manufactura	0.36	0.479	0	1
Servicio	0.41	0.491	0	1
Comercio	0.21	0.405	0	1
Tamaño				
Micro	0.06	0.243	0	1
Pequeña	0.51	0.500	0	1
Mediana	0.25	0.434	0	1
Grande	0.18	0.380	0	1
Mercado geográfico				
Nacional	0.83	0.377	0	1
Internacional	0.17	0.377	0	1
Grupo empresarial	0.20	0.401	0	1

Nota: número de observaciones utilizadas en el cálculo: 2544 empresas
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)

Los datos muestran que, durante el período 2012-2014, aproximadamente el 27% de las empresas ecuatorianas llevaron a cabo eco-innovaciones de producto y proceso. Esta proporción es relativamente pequeña en comparación con el total de empresas innovadoras de producto y proceso, que corresponde a 2544 empresas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Una vez presentadas los estadísticos descriptivos, se expondrán a continuación los resultados centrales de esta investigación en los epígrafes 5.2.2, 5.2.3 y 5.2.4, en concordancia con el objetivo planteado al inicio de este capítulo.

5.2.2 Caracterización empresas eco-innovadoras de producto y proceso

El análisis descriptivo desarrollado en esta sección proporciona una primera aproximación al perfil de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso, conformado por un total de 697 empresas (Gráfico 34). En el marco de esta investigación, se define como empresas eco-innovadoras aquellas que, al introducir innovaciones de producto y proceso lograron minimizar los impactos ambientales.

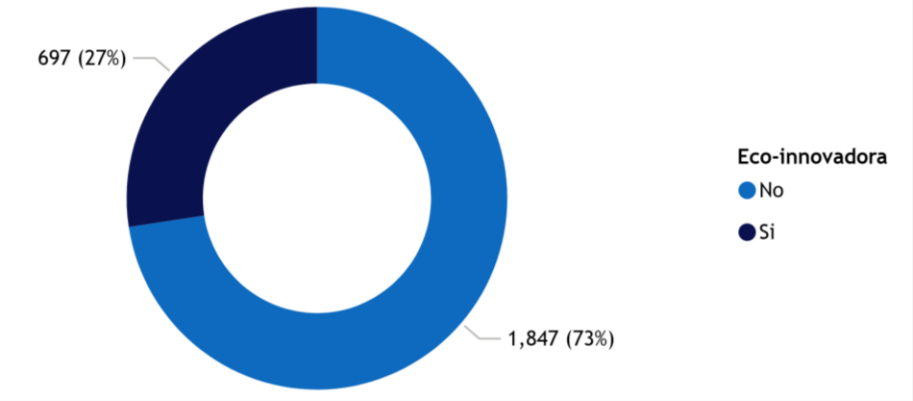


Gráfico 34. Empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Número de observaciones: 2544 empresas

Los resultados obtenidos muestran que las empresas eco-innovadoras de producto y proceso operan principalmente en los sectores de la manufactura y servicios, con un porcentaje del 46% y 32% respectivamente. El sector comercio concentra el 16% de estas empresas, mientras el sector de minas y canteras tiene la menor participación con un 5% (Gráfico 35).

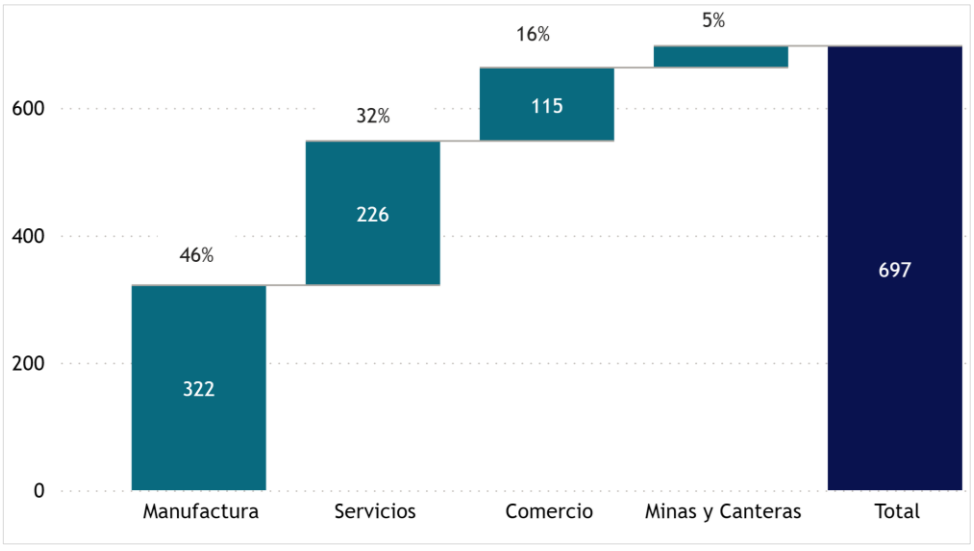


Gráfico 35. Sector de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 697 empresas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En relación al tamaño, las pequeñas empresas representan el 46% del total, seguidas de las medianas empresas con un 27%. Por otro lado, las empresas grandes conforman el 21%, mientras que las microempresas tienen una presencia menor, con solo el 6% (Gráfico 36).

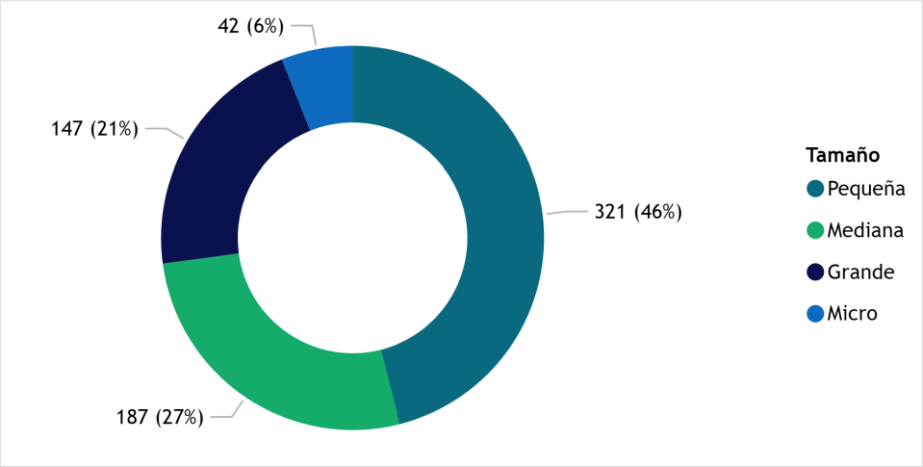


Gráfico 36. Tamaño de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 697 empresas

Los resultados según el mercado geográfico (Gráfico 37) revelan que la mayoría de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso comercializan sus productos en el mercado nacional (79%), mientras que solo un 21% vende en ambos mercados, nacional e internacional. Estos resultados sugieren que este grupo de empresas tienen un bajo grado de internacionalización.

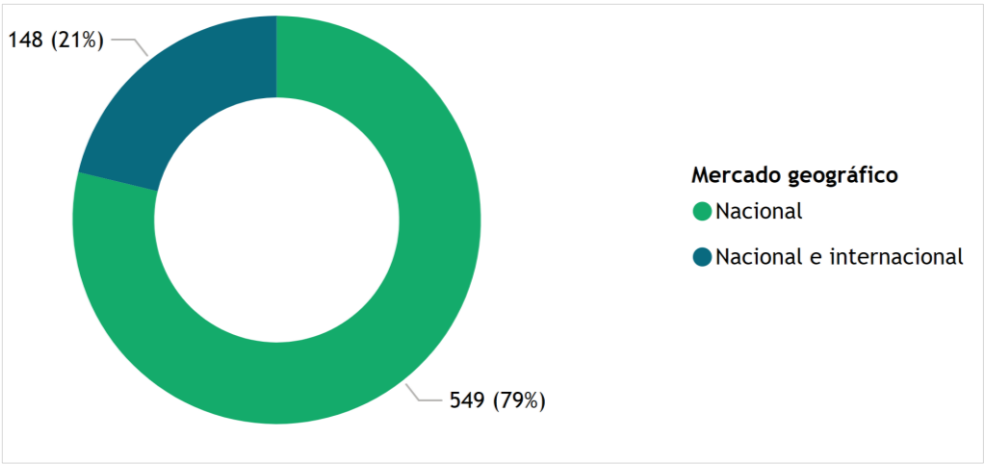


Gráfico 37. Mercado geográfico de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 697 empresas

Por otro lado, se observa una proporción baja de empresas que pertenecen a un grupo empresarial, representando únicamente el 24% del total, en relación con las empresas que no se encuentran dentro de un grupo empresarial, las cuales alcanzan el 76% de la muestra analizada (Gráfico 38).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

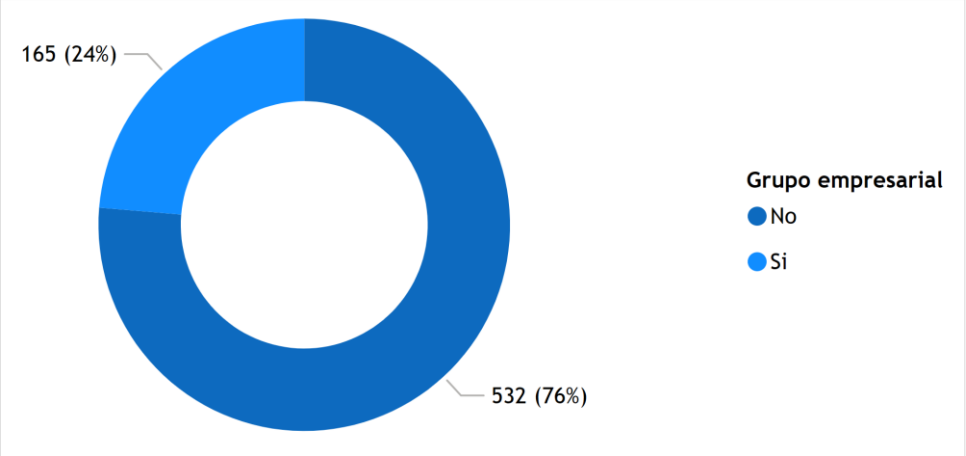


Gráfico 38. Pertenencia a un grupo empresarial empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 697 empresas

En cuanto a los factores clave que impulsaron el desarrollo de eco-innovaciones de producto y proceso en el Ecuador durante el período 2012-2014, se identificó como el factor más importante, la detección de una demanda insatisfecha con el 53%. Otro factor relevante fue la amenaza de la competencia, que representó el 42% de la muestra. Además, se observó, que el aprovechamiento de una novedad científica y técnica, así como de una idea generada en el interior de la empresa, también fueron factores importantes, alcanzando un 41% y 39% respectivamente (Gráfico 39). El gráfico también permite observar que, al contrario de lo señalado en la literatura, la regulación (nacional o internacional) no es un factor tan relevante para incentivar a las empresas ecuatorianas a eco-innovar.

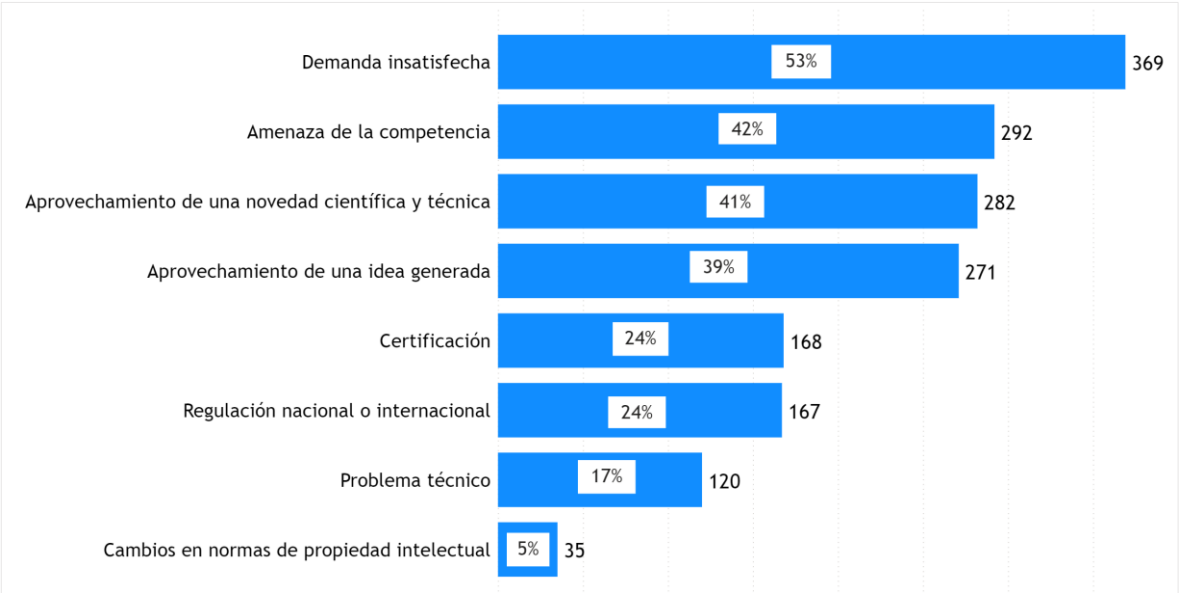


Gráfico 39. Impulsores de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 697 empresas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El gasto en maquinaria, equipo, hardware y software constituye el input más importante para las empresas eco-innovadoras de producto y proceso con un porcentaje del 88%. En menor proporción, se encuentra el gasto en I+D y en formación de personal, con un 49% y 46%, respectivamente. Por otro lado, las actividades menos realizadas por las empresas para llevar a cabo eco-innovaciones en producto y proceso han sido aquellas relacionadas con estudios de mercado y la adquisición de tecnología desincorporada (Gráfico 40).

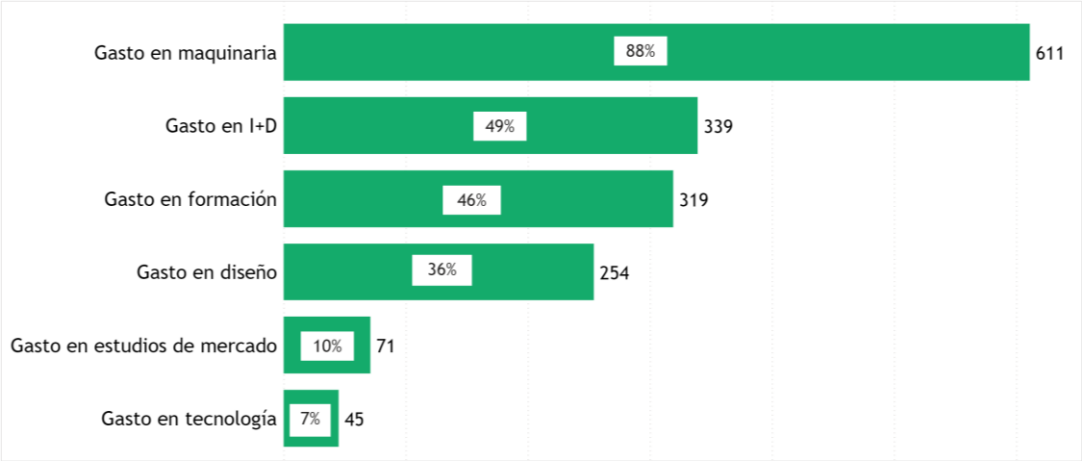


Gráfico 40. Inputs de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 697 empresas

De acuerdo con los resultados mostrados en el Gráfico 41, se observa que la mayoría de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en el Ecuador cooperan con otras empresas relacionadas; entidades no comerciales como universidades, laboratorios, organismos públicos, oficinas de propiedad intelectual; así como con diversos grupos de interés (clientes, consumidores, competidores, proveedores, consultores) en actividades de innovación.

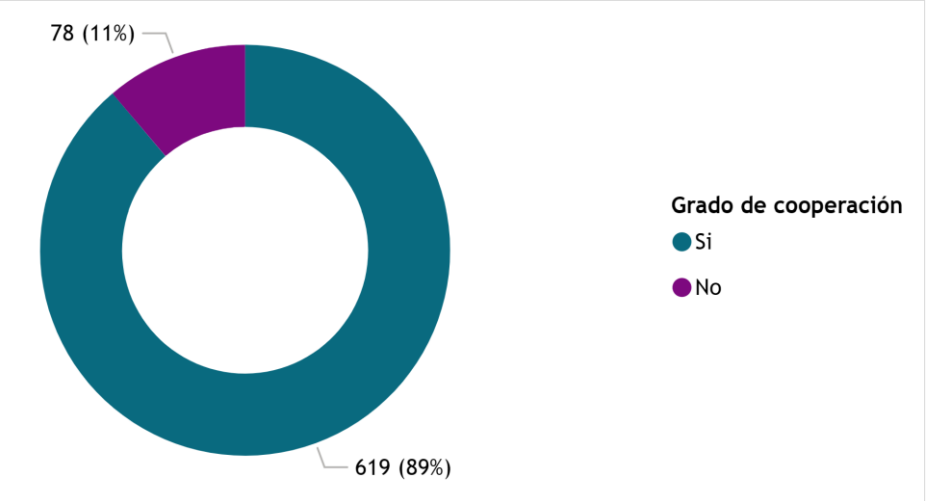


Gráfico 41. Grado de cooperación de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 697 empresas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El Gráfico 42 muestra que las empresas ecuatorianas que llevaron a cabo eco-innovaciones de producto y proceso consideraron de gran importancia tanto a fuentes de información internas como externas. En cuanto a las fuentes internas, se encuentran las distintas áreas dentro de la empresa, como marketing, producción, distribución, administración y finanzas, TICs, I+D, así como otras empresas dentro del mismo grupo o casa matriz. Por otro lado, las fuentes externas hacen referencia a diferentes grupos de interés, como clientes y consumidores, competidores, proveedores universidades, ferias, consultores, entre otros.

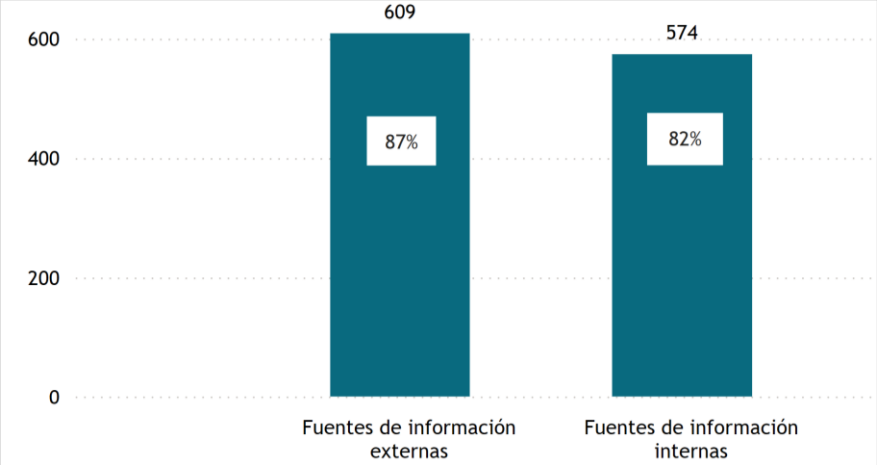


Gráfico 42. Fuentes de información empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 697 empresas

Por último, los principales obstáculos para la realización de eco-innovaciones de producto y proceso en el Ecuador son principalmente factores de costes (49%) y factores de conocimiento (37%). Esto indica que, para el grupo de empresas eco-innovadoras evaluadas, la falta de fondos y financiación, los elevados costes de innovación, la ausencia de personal cualificado, la escasa información sobre tecnología y el mercado, así como la dificultad para encontrar socios, son las principales limitantes, tal y como se muestra en el Gráfico 43.

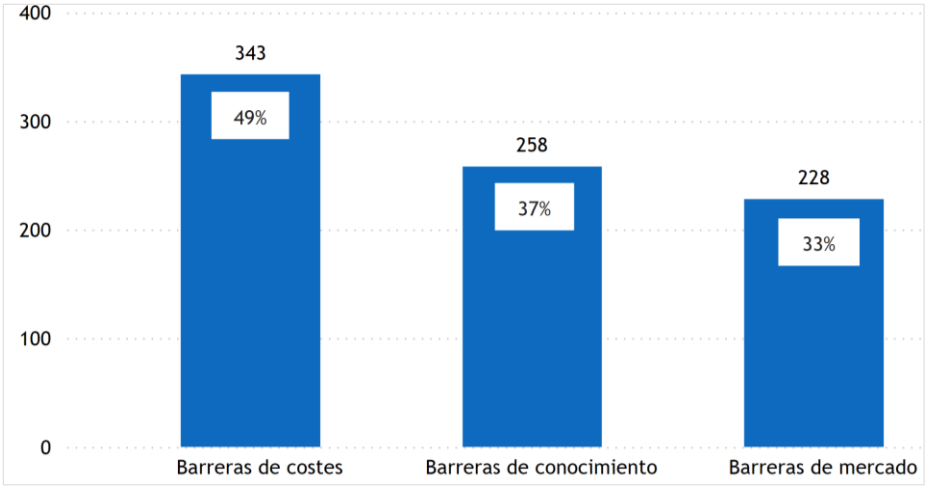


Gráfico 43. Barreras de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2014-2014
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 697 empresas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En las siguientes secciones (5.2.3 y 5.2.4) se presenta el análisis de independencia entre variables del estudio, teniendo en cuenta el conjunto total de empresas innovadoras de producto y proceso (2.544 empresas).

5.2.3 Tablas contingencia

En este apartado se presentan las tablas de contingencia para cada variable explicativa, de forma que se pueda obtener una primera aproximación al nivel de relación existente. Cada columna muestra los diferentes niveles de la variable dependiente; mientras que las filas indican los valores de la variable explicativa. Resultados similares en las diferentes filas señalan una independencia entre las variables.

Al analizar el sector en el que operan las empresas, se observa que los sectores de la manufactura y servicios tienen una proporción relativamente mayor de empresas eco-innovadoras, con un 12.7% y 8.9%, respectivamente. Por otro lado, los sectores de minas y canteras y comercio tienen una participación aún menor de empresas eco-innovadoras (Tabla 39). Estos resultados sugieren que las empresas manufactureras y de servicios son más propensas a adoptar prácticas eco-innovadoras de producto y proceso en el Ecuador.

Tabla 39. Sectores de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso

		Eco-innovadora de producto y proceso (%)	
		No	Si
Minas y canteras	No	71.1	26.1
	Si	1.5	1.3
Manufactura	No	49.5	14.7
	Si	23.1	12.7
Servicios	No	40.7	18.5
	Si	31.9	8.9
Comercio	No	56.5	22.9
	Si	16.1	4.5
	Total	72.6	27.4

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 2,544 empresas

En relación al tamaño de las empresas se observa que ser una empresa eco-innovadora está positivamente asociado con ser una empresa de tamaño pequeño o mediano (Tabla 40).

Tabla 40. Tamaño de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso

		Eco-innovadora de producto y proceso (%)	
		No	Si
Micro	No	68.0	25.7
	Si	4.6	1.7
Pequeña	No	34.2	14.8
	Si	38.4	12.6
Mediana	No	54.8	20.0
	Si	17.8	7.4
Grande	No	60.8	21.6
	Si	11.8	5.8
	Total	72.6	27.4

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 2,544 empresas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Los resultados para el mercado geográfico sugieren que las prácticas eco-innovadoras están más presentes en las empresas ecuatorianas que se enfocan en el mercado nacional (21.6%), mientras que aquellas que se enfocan en ambos mercados (nacional e internacional) tiene una menor predisposición a adoptar estas prácticas (5.8%) (Tabla 41).

Tabla 41. Mercado geográfico de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso

		Eco-innovadora de producto y proceso (%)	
		No	Si
Nacional	No	11.3	5.8
	Si	61.3	21.6
	Total	72.6	27.4
Internacional	No	61.3	21.6
	Si	11.3	5.8
	Total	72.6	27.4

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 2,544 empresas

El grupo empresarial no parece ser una variable influyente, pues se observa que solo el 6.5% de las empresas eco-innovadoras pertenecen a un grupo empresarial. Además, es importante destacar que más de la mitad de las empresas que innovan en Ecuador no formaban parte ningún grupo empresarial (Tabla 42).

Tabla 42. Pertenencia a un grupo empresarial de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso

		Eco-innovadora de producto y proceso (%)	
		No	Si
Grupo empresarial	No	58.9	20.9
	Si	13.7	6.5
	Total	72.6	27.4

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 2,544 empresas

Por otro lado, se observa que ser empresa eco-innovadora se asocia positivamente con inputs como el gasto en maquinaria, mientras que otros inputs menos relevantes son el gasto en I+D, en diseño y en formación (Tabla 43).

Tabla 43. Inputs de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso

		Eco-innovadora de producto y proceso (%)	
		No	Si
Gasto en maquinaria	No	11.0	3.4
	Si	61.6	24.0
	Total	72.6	27.4
Gasto en tecnología	No	68.6	25.6
	Si	4.0	1.8
	Total	72.6	27.4
Gasto en diseño	No	51.2	17.4
	Si	21.4	10.0
	Total	72.6	27.4
Gasto en formación	No	42.4	14.9
	Si	30.2	12.5
	Total	72.6	27.4
Gasto en I+D	No	41.4	14.1
	Si	31.2	13.3
	Total	72.6	27.4
Gasto en estudios de mercado	No	65.1	24.6
	Si	7.5	2.8
	Total	72.6	27.4

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 2,544 empresas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En cuanto a los impulsores de la eco-innovación, los datos revelan que la demanda insatisfecha, el aprovechamiento de una novedad científica y técnica, la amenaza de la competencia, así como el aprovechamiento de una idea generada al interior de la empresa son los factores más relevantes, con una presencia mayor en comparación con los demás impulsores, cuya participación decae por debajo del 7% (Tabla 44).

Tabla 44. Factores impulsores de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso

		Eco-innovadora de producto y proceso (%)	
		No	Si
Demanda insatisfecha	No	38.4	12.9
	Si	34.2	14.5
	Total	72.6	27.4
Aprovechamiento de una novedad científica y técnica	No	48.8	16.3
	Si	23.8	11.1
	Total	72.6	27.4
Amenaza de la competencia	No	44.3	15.9
	Si	28.3	11.5
	Total	72.6	27.4
Regulación nacional o internacional	No	58.0	20.8
	Si	14.6	6.6
	Total	72.6	27.4
Certificación	No	62.2	20.8
	Si	10.4	6.6
	Total	72.6	27.4
Problema técnico	No	63.5	22.7
	Si	9.1	4.7
	Total	72.6	27.4
Aprovechamiento de una idea generada	No	46.0	16.7
	Si	26.6	10.7
	Total	72.6	27.4
Cambios en normas de propiedad intelectual	No	70.7	26.0
	Si	1.9	1.4
	Total	72.6	27.4

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 2,544 empresas

En relación con el grado de cooperación con otras empresas o entidades no comerciales en actividades de innovación, se observa evidencia de una relación positiva para la eco-innovación. Durante el período 2012-2014, el 24% de las empresas que cooperaron fueron eco-innovadoras, en contraste con solo un 3.1% de las empresas que no establecieron ninguna colaboración con otras organizaciones (Tabla 45). Estos resultados resaltan la importancia de las redes de colaboración en el impulso de la eco-innovación.

Tabla 45. Grado de cooperación de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso

		Eco-innovadora de producto y proceso (%)	
		No	Si
Grado de cooperación	No	9.8	3.1
	Si	62.8	24.3
	Total	72.6	27.4

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 2,544 empresas

USC DE COMPOSTELA

Al analizar las fuentes de información utilizadas para el desarrollo de actividades de innovación, se observa indicios de que la variable sí tiene relación con el hecho de que una empresa

sea eco-innovadora. El grupo de empresas que concede una alta importancia tanto a las fuentes de información externas (23.9%) como a las internas (22.6%) tiene una participación mucho mayor de empresas eco-innovadoras en comparación con aquellas que no otorgan una importancia alta a estas fuentes (Tabla 46).

Tabla 46. Fuentes de información de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso

		Eco-innovadora de producto y proceso (%)	
		No	Si
Fuentes internas	No	23.0	4.8
	Si	49.6	22.6
	Total	72.6	27.4
Fuentes externas	No	17.3	3.5
	Si	55.3	23.9
	Total	72.6	27.4

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 2,544 empresas

Se analizó, además, la influencia de las barreras existentes. El tener barreras de conocimiento parece influir en el hecho de ser una empresa eco-innovadora. El 17.3% de las empresas que no tienen esta barrera son eco-innovadoras frente al 10.1% de las que tienen la barrera.

La diferencia es todavía mayor al considerar las barreras de mercado. El 18.4% de las empresas que no tienen esta barrera son eco-innovadoras y solo un 9% son eco-innovadoras al presentar la barrera.

Por el contrario, el porcentaje de empresas eco-innovadoras tienen una menor diferencia entre el grupo de empresas con barrera de costes y sin barrera de costes; aunque la diferencia se mantiene (Tabla 47).

Tabla 47. Barreras de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso

		Eco-innovadora de producto y proceso (%)	
		No	Si
Barreras de costes	No	45.0	13.9
	Si	27.6	13.5
	Total	72.6	27.4
Barreras de conocimiento	No	53.0	17.3
	Si	19.6	10.1
	Total	72.6	27.4
Barreras de mercado	No	52.4	18.4
	Si	20.2	9.0
	Total	72.6	27.4

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: número de observaciones: 2,544 empresas

5.2.4 Contraste de independencia Chi cuadrado y V de Cramer

En esta sección, para confirmar o desmentir las apreciaciones obtenidas a través de las tablas de contingencia, se empleó el test Chi cuadrado, asumiendo la hipótesis nula de que la variable "Empresa eco-innovadora" es independiente de cada una de las variables explicativas. Con un p-valor menor a 0,05 se pudo rechazar la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95%. El contraste Chi-cuadrado nos permitió valorar la existencia de una relación entre las variables, pero no cuantificarla. Para ello, utilizamos el Coeficiente de Cramer para medir el grado de relación existente en una escala en la que 0 indica total independencia y 1 total dependencia. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 48.

USC DE COMPOSTELA

Tabla 48. Resultados Chi- cuadrado y V de Cramer

Variables	Chi Cuadrado	P valor	V de Crámer	P valor
Variables independientes				
Inputs				
Gasto en maquinaria	3,389	0.066	0.036	0.066
Gasto en tecnología	0,913	0.339	0.019	0.339
Gasto en diseño	11,296	0.001	0.067	0.001
Gasto en formación	3,625	0.057	0.038	0.057
Gasto en I+D	6,536	0.011	0.051	0.011
Gasto en estudios de mercado	0.013	0.909	0.002	0.909
Facilitadores				
Demanda insatisfecha	6,903	0.009	0.052	0.009
Aprovechamiento de una novedad científica y técnica	13,223	0.000	0.072	0.000
Amenaza de la competencia	1,859	0.173	0.027	0.173
Regulación nacional o internacional	4,420	0.036	0.042	0.036
Certificación	34,543	0.000	0.117	0.000
Problema técnico	9,438	0.002	0.061	0.002
Aprovechamiento de una idea generada	1,073	0.300	0.021	0.300
Cambios en normas de propiedad intelectual	9,411	0.002	0.061	0.002
Grado de cooperación	2,477	0.116	0.031	0.116
Fuentes de información				
Fuentes internas	49,905	0.000	0.140	0.000
Fuentes externas	38,573	0.000	0.123	0.000
Barreras				
Barreras de costes	26,504	0.000	0.102	0.000
Barreras de conocimiento	24,205	0.000	0.098	0.000
Barrera de mercado	5,975	0.015	0.048	0.015
Variables de control				
Años de la empresa	105,859	0.033	0.204	0.033
Sectores				
Minas y canteras	13,896	0.000	0.074	0.000
Manufactura	45,800	0.000	0.134	0.000
Servicio	27,640	0.000	0.104	0.000
Comercio	10,035	0.002	0.063	0.002
Tamaño				
Micro	0,113	0.737	0.007	0.737
Pequeña	9,330	0.002	0.061	0.002
Mediana	1,358	0.244	0.023	0.244
Grande	8,410	0.004	0.057	0.004
Mercado geográfico				
Nacional	11,579	0.001	0.067	0.001
Internacional	11,579	0.001	0.067	0.001
Grupo empresarial	7,338	0.007	0.054	0.007

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)

Con un nivel de confianza del 95%, se obtiene evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula de independencia entre el hecho de que una empresa sea eco-innovadora y algunas variables analizadas. Estas variables incluyen:

- Inputs: gasto en diseño y gasto en I+D;
- Factores impulsores: demanda insatisfecha, aprovechamiento de una novedad científica y técnica, regulación nacional e internacional, certificación, problemas técnicos, cambios en normas de propiedad intelectual;

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

- Fuentes de información internas y externas;
- Barreras de costos, conocimientos y mercado;
- Variables de control: años de la empresa; el sector de minas y canteras, el sector de la manufactura, el sector servicio, el sector comercio; pequeñas empresas, grandes empresas y el mercado geográfico nacional e internacional.

En cuanto a los resultados para la medida V de Cramer se observa un grado de relación moderado o débil. Las variables años de la empresa, fuentes de información, certificación, barrera costes y el sector manufactura, sector servicios tiene la relación más estrecha con las empresas eco-innovadoras; mientras que las variables gasto en estudios de mercado y pequeña empresa tienen el menor grado de relación.

5.3 RESULTADOS ANÁLISIS ECONOMÉTRICO

Como se mencionó anteriormente en el capítulo metodológico, se emplearon modelos probit binomiales debido a la naturaleza dicotómica de la variable dependiente para evaluar la relación de esta variable y el conjunto de variables independientes incluidas en el análisis. En total, se desarrollaron diez modelos diferentes. La estimación de los efectos marginales de estos modelos se realizó de acuerdo con la especificación del modelo definido en la metodología de la investigación.

Los modelos 1 (Tabla 49) y 6 (Tabla 51), proporcionan los efectos marginales del modelo probit para los distintos factores facilitadores e inhibidores de la eco-innovación de producto y proceso en el Ecuador. Estas estimaciones se realizaron para el conjunto completo de empresas analizadas, que consta de 2544 empresas.

Además, en respuesta a la falta de estudios sectoriales de eco-innovación (Dugonski & Tumelero, 2022), se presentan los resultados de los efectos marginales para los cuatro sectores analizados:

- Modelo 2 (impulsores) y Modelo 7 (barreras) para las empresas que operan en el sector de minas y canteras (73 empresas)
- Modelo 3 (impulsores) y Modelo 8 (barreras) para las empresas que operan en el sector manufacturero (909 empresas)
- Modelo 4 (impulsores) y Modelo 9 (barreras) para las empresas del sector servicios (1037 empresas)
- Modelo 5 (impulsores) y Modelo 10 (barreras) para las empresas del sector comercio (525 empresas).

Estos modelos permiten identificar las principales diferencias y similitudes en las variables de estudio para los cuatro sectores analizados: minas y canteras, manufactura, servicio y comercio.

5.3.1 Factores facilitadores de la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador

Los resultados presentados en este apartado abordan los distintos factores facilitadores de la eco-innovación agrupados en inputs, impulsores, grado de cooperación y fuentes de información. También se incluyen como variables de control: los años de la empresa, sectores, tamaño, mercado geográfico y pertenencia a un grupo empresarial (Tabla 49).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 49. Efectos marginales factores impulsores de la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador

Variables	Modelo 1 Todas las empresas
Características empresas (variables de control)	
Años de la empresa	-0.032+ (0.018)
Sectores (ref. comercio)	
Minas y canteras	0.241*** (0.061)
Manufactura	0.124*** (0.026)
Servicio	-0.008 (0.024)
Tamaño (ref. pequeña)	
Micro	0.040 (0.039)
Mediana	0.032 (0.022)
Grande	0.044 (0.028)
Mercado geográfico (ref. nacional)	
Internacional	0.002 (0.025)
Grupo empresarial	0.019 (0.023)
Inputs	
Gasto en maquinaria	0.027 (0.024)
Gasto en tecnología	-0.004 (0.036)
Gasto en diseño	0.024 (0.020)
Gasto en formación	0.016 (0.018)
Gasto en I+D	-0.008 (0.018)
Gasto en estudios de mercado	-0.056* (0.027)
Facilitadores	
Demanda insatisfecha	0.038* (0.018)
Aprovechamiento de una novedad científica y técnica	0.044* (0.019)
Amenaza de la competencia	-0.007 (0.018)
Regulación nacional o internacional	0.012 (0.022)
Certificación	0.084*** (0.025)
Problema técnico	0.044+ (0.026)
Aprovechamiento de una idea generada	-0.000 (0.018)
Cambios en normas de propiedad intelectual	0.057 (0.052)
Grado de cooperación	-0.015 (0.028)
Fuentes de información internas	0.094*** (0.020)
Fuentes de información externas	0.091*** (0.022)
Constante	-1.224 (0.226)
Observaciones	*2544*
Log likelihood	*-1399.086*
Test de verosimilitud chi-2	*189.38*
Grados de libertad	*26*
p-valor	*0.0000*
Pseudo R2	*0.0634*

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: errores estándar entre paréntesis; *** $p<0.001$, ** $p<0.01$, * $p<0.05$, + $p<0.1$

Uno de los resultados destacados de las estimaciones de los inputs es la relación negativa y significativa entre el gasto en estudios de mercado y la probabilidad de que una empresa ecuatoriana eco-innove en producto y proceso. Este resultado difiere de los hallazgos de Wagner (2008), quien encontró una relación positiva entre la investigación de mercado y las innovaciones ambientales de procesos y productos, señalando que dicha investigación tiende a mejorar la comprensión de la demanda rentable de innovaciones en productos ecológicos, así como a identificar segmentos de clientes con preferencias ambientales. La razón de la diferencia con nuestros resultados puede atribuirse al enfoque del estudio realizado por Wagner (2008), el cual se centró en países con mayor conciencia ambiental, específicamente en Europa central y nórdica. Por el contrario, en países donde la conciencia ambiental es baja y hay poca disposición a pagar más por productos respetuosos con el medio ambiente, como es el caso de Ecuador, el

USC DE COMPOSTELA

impacto de la atracción de mercado será mínimo o inexistente (Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018).

Por otro lado, los coeficientes de los demás inputs evaluados no son significativos, lo que sugiere que el gasto en maquinaria, gasto en diseño y gasto en formación no son determinantes para desencadenar eco-innovaciones en productos y procesos en las empresas ecuatorianas. Estos resultados contrastan con otros estudios que encontraron una relación positiva y significativa entre la formación de personal y la adquisición de programas de software y hardware con la introducción de eco-innovaciones (Cainelli et al., 2015; Cainelli, Mazzanti, & Montresor, 2012; Sanni, 2018).

De manera similar, los coeficientes para el gasto en tecnología y gasto en I+D no son significativos, pero es interesante observar que estas variables muestran una relación negativa con la eco-innovación. A diferencia de otros estudios que han encontrado que los esfuerzos en I+D se relacionan positivamente con la eco-innovación y son, por lo tanto, cruciales para su desarrollo, (Cainelli et al., 2015; García-Pozo et al., 2019; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018, 2020; A. Triguero et al., 2013; Á. Triguero et al., 2017). Esta diferencia puede atribuirse a las variaciones en las condiciones y contextos empresariales que existen entre países. Específicamente, en el caso de los países en desarrollo, las capacidades y recursos de las empresas para llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo pueden ser limitados. En esta línea, Sanni (2018), en un estudio realizado para Nigeria, un país en desarrollo, señala que la mayoría de empresas manufactureras de este país no se enfocan en actividades intensivas de I+D. Como consecuencia, muchas empresas que realizan eco-innovaciones compensan esta baja intensidad en I+D mediante el uso de fuentes externas de conocimiento (Hemmelskamp, 1999; Sanni, 2018). En sentido, investigaciones previas han demostrado que contar con una diversidad de fuentes internas y externas de conocimiento es un impulsor clave de la ecoinnovación (Arranz et al., 2019; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018; Mothe & Nguyen-Thi, 2017; Á. Triguero et al., 2017). Nuestros resultados respaldan la existencia de un relación positiva y significativa entre las fuentes de información tanto internas como externas y la probabilidad de eco-innovar en productos y procesos. En el contexto de las empresas ecuatorianas, esto implica que aquellas empresas que aprovechan de una amplia gama de conocimientos, provenientes de fuentes de información internas, como distintas áreas dentro de la empresa, y de fuentes externas, como diferentes grupos de interés (clientes y consumidores, competidores, proveedores universidades, ferias, consultores, entre otros) tiene más probabilidades de llevar a cabo eco-innovaciones en productos y procesos.

Por otro lado, otros estudios han sugerido que la cooperación/redes con partes interesadas es una condición necesaria para fomentar la eco-innovación interna de productos y procesos (De Marchi, 2012; Rabadán et al., 2020; Tumelero et al., 2019). Esto se debe al alto grado de complejidad, incertidumbre y a la naturaleza sistémica que caracterizan las eco-innovaciones (M. M. Andersen & Foxon, 2009; De Marchi, 2012). Sin embargo, en contraste con estas contribuciones, nuestros resultados no evidencian una relación significativa con esta variable.

Al examinar los factores impulsores, se pudo constatar que la demanda insatisfecha, el aprovechamiento de novedades científicas y técnicas, la certificación y el problema técnico son variables que tiene una relación positiva y significativa con la eco-innovación de producto y proceso en las empresas ecuatorianas. Estos resultados coinciden con otros estudios que indican que la certificación ambiental, así como el aumento de la demanda y la cuota de mercado, tienen un efecto positivamente significativo en las eco-innovaciones (Cai & Li, 2018; Rehfeld et al., 2007; A. Triguero et al., 2013).

Por último, en cuanto a las características de las empresas, en contraste con Portillo-Tarragona et al. (2019),Triguero et al. (2017) y Aibar-Guzmán et al. (2022) nuestros resultados

USC SANTIAGO DE COMPOSTELA

muestran una relación negativa y significativa entre los años de la empresa y la eco-innovación de productos y procesos. Esto indica que las empresas más jóvenes tienen una mayor probabilidad de llevar a cabo eco-innovaciones en el Ecuador. Por el contrario, no se observa ninguna relación significativa entre el tamaño de la empresa y la eco-innovación. Estos resultados difieren de otros estudios que sugieren que las empresas de mayor tamaño son más propensas a ser eco-innovadoras (García-Granero et al., 2020; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2018; Portillo-Tarragona et al., 2019). Esta tendencia se atribuye a la menor capacidad de innovación y a los recursos financieros limitados de las pequeñas empresas (Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2020).

Del mismo modo, el mercado geográfico y la pertenencia a un grupo empresarial no mostraron una relación significativa con la probabilidad de que una empresa ecuatoriana eco-innove en productos y procesos. Aunque otros estudios constatan que pertenecer a un grupo y tener una orientación al mercado internacional influye positivamente en la probabilidad de eco-innovar (Aibar-Guzmán et al., 2022; Arranz et al., 2019; Á. Triguero et al., 2017). Nuestros resultados están en línea con los de Jové-Llopis & Segarra-Blasco (2018), que no evidencia ninguna relación entre la pertenencia a un grupo empresarial y la eco-innovación.

Finalmente, en cuanto a los sectores, los resultados sugieren una correlación positiva y significativa entre el sector de minas y canteras, así como el sector de manufactura, y las empresas eco-innovadoras. Esto indica que las empresas ecuatorianas que operan en estos sectores tienen más probabilidades de llevar a cabo eco-innovaciones en productos y procesos. Estos hallazgos coinciden con otros estudios que demuestran que las empresas del sector primario y manufacturero implementan significativamente más actividades de eco-innovación (Arranz et al., 2019; García-Pozo et al., 2019; Jové-Llopis & Segarra-Blasco, 2020).

En Tabla 50 se presentan los resultados de las estimaciones de los facilitadores de la eco-innovación de producto y proceso para los cuatro sectores evaluados: minas y canteras (Modelo 2), manufactura (Modelo 3), servicios (Modelo 4) y comercio (Modelo 5).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 50. Efectos marginales factores impulsores de la eco-innovación de producto y proceso por sector en Ecuador

Variables	Modelo 2 Minas y canteras	Modelo 3 Manufactura	Modelo 4 Servicios	Modelo 5 Comercio
Características empresas (variables de control)				
Años de la empresa	-0.111 (0.1777)	-0.015 (0.033)	-0.060* (0.027)	0.025 (0.040)
Tamaño (ref. pequeña)				
Micro	0.015 (0.219)	-0.005 (0.084)	0.010 (0.051)	0.141+ (0.084)
Mediana	0.044 (0.164)	0.019 (0.041)	0.038 (0.033)	-0.009 (0.044)
Grande	0.054 (0.149)	0.022 (0.054)	0.030 (0.038)	0.051 (0.071)
Mercado geográfico (ref. nacional)				
Internacional	0.221 (0.147)	-0.029 (0.042)	-0.074+ (0.044)	0.037 (0.054)
Grupo empresarial	-0.201 (0.136)	0.077+ (0.041)	0.012 (0.035)	0.039 (0.050)
Inputs				
Gasto en maquinaria	-0.113 (0.155)	0.099* (0.043)	-0.023 (0.038)	0.000 (0.048)
Gasto en tecnología	-0.333 (0.202)+	0.033 (0.074)	-0.035 (0.047)	-0.022 (0.067)
Gasto en diseño	-0.036 (0.149)	0.016 (0.036)	0.005 (0.029)	0.127** (0.047)
Gasto en formación	0.024 (0.173)	0.026 (0.034)	0.030 (0.027)	-0.045 (0.036)
Gasto en I+D	-0.090 (0.143)	-0.019 (0.034)	0.011 (0.027)	-0.032 (0.035)
Facilitadores				
Demanda insatisfecha	-0.042 (0.137)	-0.024 (0.031)	0.062* (0.026)	0.126*** (0.037)
Aprovechamiento de una novedad científica y técnica	-0.058 (0.141)	0.055+ (0.032)	0.045 (0.028)	0.024 (0.039)
Amenaza de la competencia	-0.162 (0.136)	0.066* (0.032)	-0.067* (0.026)	-0.011 (0.037)
Regulación nacional o internacional	0.346* (0.164)	-0.012 (0.042)	0.044 (0.033)	-0.035 (0.040)
Certificación	-0.056 (0.196)	0.116** (0.043)	0.044 (0.037)	0.109+ (0.056)
Problema técnico	0.149 (0.193)	-0.033 (0.047)	0.057 (0.038)	0.126* (0.060)
Aprovechamiento de una idea generada	0.099 (0.136)	-0.001 (0.032)	-0.025 (0.026)	0.006 (0.037)
Grado de cooperación	0.116 (0.169)	0.042 (0.047)	-0.033 (0.044)	-0.068 (0.063)
Fuentes de información internas	0.050 (0.144)	0.157*** (0.037)	0.066* (0.028)	0.040 (0.042)
Fuentes de información externas	0.078 (0.158)	0.095* (0.042)	0.091** (0.030)	0.070 (0.045)
Constante	0.506 (1.584)	1.430 (0.378)	-0.658 (0.345)	-1.626 (0.555)
Observaciones	*73*	*909*	*1037*	*525*
Log likelihood	*-41.773893*	*-552.74977*	*-516.58296*	*-248.62473*
test de verosimilitud chi-2	*17.31*	*76.25*	*54.20*	*54.74*
Grados de libertad	*21*	*21*	*21*	*21*
p-valor	*0.6922*	*0.0000*	*0.0001*	*0.0001*
Pseudo R2	*0.1716*	*0.0645*	*0.0498*	*0.0992*

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: errores estándar entre paréntesis; *** $p<0.001$, ** $p<0.01$, * $p<0.05$, + $p<0.1$

A nivel agregado, las estimaciones muestran tanto similitudes como diferencias entre los sectores analizados. En primer lugar, al examinar los inputs de la eco-innovación, se observa que el gasto en maquinaria tiene una relación positiva y significativa para las empresas eco-innovadoras de producto y proceso dentro del sector manufacturero. Este resultado coincide con el estudio de Sanni (2018), que concluye que, en Nigeria, un país en desarrollo, la adquisición de programas de software y hardware es un factor clave que influye en la eco-innovación entre las empresas manufactureras.

Por otro lado, en el sector de minas y canteras, el gasto en tecnología desincorporada, que incluye la adquisición de derechos de uso de patentes, licencias, marcas, diseños, know-how y asistencia técnica vinculada a mejoras e innovaciones en procesos, productos o técnicas organizativas o de comercialización, muestra una relación positiva y significativa. En contraste, en el sector comercio, el gasto en actividades de ingeniería y diseño industrial se asocia positiva y significativamente con la probabilidad de eco-innovar en productos y procesos. Estos resultados

están en línea con los hallazgos Frigon et al. (2020), quienes también encontraron una conexión entre la eco-innovación y el diseño. Según estos autores, las actividades de diseño son un factor importante que considerar, ya que no solo se utilizan con fines de marketing o embalaje, sino también para replantear los procesos en términos de la utilización de materiales.

En cuanto a las diferencias presentes en los impulsores. Los resultados muestran que la demanda insatisfecha tiene una relación positiva y significativa en los sectores del comercio y servicios. Esto respalda lo señalado por Jové-Llopis & Segarra-Blasco (2020), quienes destacan que los factores de atracción del mercado son desencadenantes de la eco-innovación en el sector servicios.

Por otro lado, al analizar las variables relacionadas con la incorporación de novedades científicas y técnicas, así como la adopción de procesos de certificación, se observa una asociación positiva y significativa en el sector manufacturero. Estos resultados se alinean con las conclusiones de Cuerva et al. (2014), quienes encontraron que la implementación de certificaciones de sistemas voluntarios, como los sistemas de gestión de la calidad, potencia la eco-innovación en empresas del sector de alimentos y bebidas.

Además, la variable amenaza de la competencia muestra una relación positiva y significativa tanto en el sector manufacturero como en el de servicios. Estos resultados concuerdan con otras investigaciones previas (García-Pozo et al., 2019; Sanni, 2018). En línea con Sanni (2018), la necesidad de enfrentar a la competencia local influye en los productos y procesos eco-innovadores en el sector manufacturero de Nigeria. Por otro lado, García-Pozo et al. (2019) señalan que la competencia internacional impulsa la ecoinnovación en los sectores industrial y de servicios.

Nuestros resultados no muestran una relación significativa entre la variable de cooperación y la eco-innovación en los cuatro sectores analizados. Esto contrasta con otras investigaciones que han identificado la cooperación con socios como un impulsor de la adopción de eco-innovaciones en el sector manufacturero (da Silva Rabêlo & de Azevedo Melo, 2019; Tumelero et al., 2019). Por lo tanto, según nuestros hallazgos, las redes de cooperación con diversos grupos de interés como clientes, competidores, proveedores, universidades, organismos públicos y otras empresas relacionadas no parecen desempeñar un papel importante como facilitador de la eco-innovación de producto y proceso en ninguno de los sectores analizados (minas y canteras, manufactura, comercio y servicio).

En relación con las fuentes de información internas (departamentos y otras empresas del grupo o casa matriz) y externas (clientes, competidores, proveedores y otros grupos de interés), se ha encontrado una relación positiva y significativa en los sectores manufacturero y de servicios. Nuestros resultados indican que, en estos dos sectores, el uso fuentes de información internas y externas desempeñan un papel clave en las actividades de eco-innovación de productos y procesos. Estos hallazgos coinciden parcialmente con los de Sanni (2018), quien constató que las empresas que obtienen información de fuentes formales de conocimiento tiene una probabilidad dos veces mayor de eco-innovar que aquellas que no lo hacen.

Por último, las estimaciones para las variables de control revelan que los años de antigüedad de la empresa y la orientación hacia el mercado geográfico internacional tienen una relación negativa y significativa en el sector servicios. Según estos resultados, las empresas más jóvenes en este sector que comercializan sus productos en el mercado nacional tienen una mayor propensión a eco-innovar en comparación con las empresas más antiguas que exportan. Estos hallazgos difieren de los obtenidos por Jové-Llopis & Segarra-Blasco (2020), quienes concluyeron que la edad la empresa y su capacidad de internacionalización no tienen una relación significativa con la eco-innovación en el sector servicios.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En cuanto al tamaño, nuestros resultados muestran una relación positiva y significativa entre las microempresas del sector comercio y la eco-innovación en productos y procesos. Esto indica que las empresas más pequeñas tienen una mayor probabilidad de ser eco-innovadoras de producto y proceso en este sector. Estos hallazgos son consistentes con Arranz et al. (2019), quienes concluyen que el tamaño pequeño de las empresas no representa una barrera para la eco-innovación. Además, el coeficiente positivo y significativo de la variable grupo empresarial en el sector manufacturero sugiere que pertenecer a un grupo empresarial influye positivamente en la probabilidad de eco-innovar en este sector.

Finalmente, la variable mercado geográfico internacional muestra una relación negativa y significativa con las empresas del sector servicios. Esto sugiere que el mercado local puede ser más favorable para la comercialización de eco-innovaciones en productos y procesos en este sector. Estos resultados difieren de los hallazgos de Triguero et al. (2017), quienes encontraron una asociación positiva entre la orientación hacia el mercado internacional y la adopción de eco-innovaciones en el sector servicios. No obstante, nuestros resultados son consistentes con los De Marchi (2012), quien identificó una influencia débilmente significativa y negativa entre la exportación y la eco-innovación.

5.3.2 Factores inhibidores de la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador

Los resultados de las estimaciones del modelo probit para los inhibidores de la eco-innovación de producto y proceso, que abarcan las barreras de costes, conocimiento y mercado, se resumen en la Tabla 51.

Tabla 51. Efectos marginales de las barreras de la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador

Variables	Modelo 6 Todas las empresas
Características empresas (variables de control)	
Años de la empresa	-0.029 (0.19)
Sectores (ref. comercio)	
Minas y canteras	0.197** (0.062)
Manufactura	0.115*** (0.026)
Servicio	-0.012 (0.024)
Tamaño (ref. pequeña)	
Micro	0.020 (0.038)
Mediana	0.050* (0.023)
Grande	0.083** (0.029)
Mercado geográfico (ref. nacional)	
Internacional	0.013 (0.026)
Grupo empresarial	0.047* (0.024)
Barreras	
Barreras de costes	0.072*** (0.019)
Barreras de conocimiento	0.069** (0.021)
Barreras de mercado	0.012 (0.020)
Constante	-0.741 (0.193)
Observaciones	*2544*
Log likelihood	*-1434.5135*
Test de verosimilitud chi-2	*118.52*
Grados de libertad	*12*
p-valor	*0.0000*
Pseudo R2	*0.0410*

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)

Nota: errores estándar entre paréntesis; *** $p<0.001$, ** $p<0.01$, * $p<0.05$, + $p<0.1$

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Las barreras evaluadas reflejan la importancia que las empresas otorgan a los factores que obstaculizan las actividades de innovación. Los resultados obtenidos en el modelo 6 (Tabla **51**) muestran una relación positiva y significativa con la barrera de costos. A la luz de estos resultados se evidencia que la falta de recursos financieros, la ausencia de financiamiento externo y los altos costos de innovación representan obstáculos importantes que dificultan las actividades de eco-innovación de productos y procesos en el Ecuador. Estos hallazgos están en línea con los estudios de Arranz et al. (2019), Cuerva et al. (2014) y Huang et al. (2022), quienes también han demostrado que el costo y la financiación de la eco-innovación actúan como desincentivos para su adopción. De hecho, se ha señalado que las eco-innovaciones radicales y sistémicas requieren grandes inversiones iniciales y, por tanto, necesitan recursos financieros sustanciales (Kiefer, González, et al., 2019). En este sentido, el acceso a la financiación es crucial para que las empresas puedan participar en estos procesos (Brown et al., 2012).

Además, nuestros resultados muestran una asociación positiva y significativa entre las barreras de conocimiento y la eco-innovación de productos y procesos. Siguiendo la definición de la variable barrera de conocimiento proporcionada en el capítulo metodológico, esto indica que la escasez de personal calificado, la falta de información tecnológica, el desconocimiento de los mercados y las dificultades para establecer alianzas de cooperación representan también desafíos importantes para la eco-innovación de producto y proceso en el Ecuador. Estos resultados coindicen con los hallazgos de (Marin et al., 2015) quienes también identificaron las barreras de conocimiento como obstáculos relevantes que deben hacer frente un grupo PYMES. Según estos autores, este conjunto de barreras se refiere a la falta de personal calificado y habilidades tecnológicas, la falta de información externa, la carencia de socios comerciales adecuados, la ausencia de colaboración con organizaciones de investigación y los bloqueos tecnológicos.

Por último, en cuanto a las variables de control, nuestros resultados indican que las medianas y grandes empresas tienen una mayor predisposición a la adopción de eco-innovaciones de productos y procesos. Estos resultados son consistentes con la evidencia empírica de Marin et al. (2015), quienes sugieren que las empresas medianas tienen un seis por ciento más de probabilidad de adoptar eco-innovaciones de productos y un 13% más de probabilidad de adoptar eco-innovaciones de procesos en comparación con las pequeñas empresas. Asimismo, los coeficientes positivos y significativos para los sectores minas y canteras y manufactura indican que las empresas de estos sectores en Ecuador tienen una mayor probabilidad de ser eco-innovadoras de productos y procesos.

Por otro lado, el coeficiente de la variable mercado geográfico, muestra una relación positiva y significativa con la probabilidad de que una empresa ecuatoriana adopte eco-innovaciones en productos y procesos. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Triguero et al. (2017), Arranz et al. (2019) y Aibar-Guzmán et al. (2022), quienes constaron que pertenecer a un grupo empresarial influye positivamente en la probabilidad de llevar acabo eco-innovaciones.

En contrataste, las variables mercado geográfico internacional y años de la empresa no mostraron una relación significativa con la probabilidad de que una empresa ecuatoriana eco-innove en productos y procesos. Estos resultados difieren de Aibar-Guzmán et al. (2022) quienes constataron que las empresas más antiguas y con un mayor grado de internacionalización son las activas en materia de innovación de productos sostenibles.

A continuación, se presentan en la Tabla 52 los resultados por sector de las estimaciones para los inhibidores de la eco-innovación de producto y proceso.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 52. Efectos marginales de los inhibidores de la eco-innovación de producto y proceso por sector en Ecuador

Variables	Modelo 7 Minas y canteras	Modelo 8 Manufactura	Modelo 9 Servicios	Modelo 10 Comercio
Características empresas (variables control)				
Años de la empresa	-0.139 (0.142)	-0.019 (0.034)	-0.059* (0.027)	0.031 (0.041)
Tamaño (ref. pequeña)				
Micro	0.096 (0.187)	-0.073 (0.079)	-0.009 (0.048)	0.156+ (0.086)
Mediana	-0.037 (0.154)	0.069+ (0.042)	0.059+ (0.034)	0.025 (0.046)
Grande	0.053 (0.147)	0.118* (0.056)	0.056 (0.040)	0.090 (0.077)
Mercado geográfico (ref. nacional)				
Internacional	0.233+ (0.123)	-0.035 (0.042)	-0.057 (0.048)	0.080 (0.057)
Grupo empresarial	-0.073 (0.119)	0.088* (0.043)	0.030 (0.036)	0.038 (0.051)
Barreras				
Barreras de costes	0.058 (0.132)	0.083* (0.034)	0.075** (0.029)	0.036 (0.042)
Barreras de conocimiento	0.201 (0.145)	0.055 (0.037)	0.069* (0.033)	0.072 (0.047)
Barreras de mercado	-0.026 (0.136)	0.004 (0.036)	-0.009 (0.030)	0.073+ (0.045)
Constante	0.609 (1.168)	-0.500 (0.307)	-0.396 (0.295)	-1.465 (0.459)
Observaciones	*73*	*909*	*1037*	*525*
Log likelihood	*-45.779465*	*-579.98723*	*-530.79227*	*-264.8523*
test de verosimilitud chi-2	*9.30*	*21.78*	*25.78*	*22.28*
Grados de libertad	*9*	*9*	*9*	*9*
p-valor	*0.4102*	*0.0096*	*0.0022*	*0.0080*
Pseudo R2	*0.0922*	*0.0184*	*0.0237*	*0.0404*

Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2015)
Nota: errores estándar entre paréntesis; *** p< 0.001, ** p< 0.01, * p< 0.05, + p<0.1

En las estimaciones de los factores inhibidores por sector, se ha encontrado una asociación negativa y significativa entre las empresas eco-innovadoras de producto y proceso del sector de la manufactura y las barreras de costos. De acuerdo con la definición de la variable "barreras de costes" proporcionada en el capítulo metodológico, se identifica que la falta de recursos financieros, la ausencia de financiamiento externo y los altos costos de innovación representan los principales retos que las empresas eco-innovadoras de producto y proceso deben superar en este sector. Este es un resultado esperado y está en línea con Huang et al. (2022), quien identificó que las limitaciones en la capacidad financiera es una barrera significativa que puede inferir en la aplicación de la innovación ecológica en el sector manufacturero vietnamita.

En el caso de las empresas ecuatorianas del sector servicios, se identificaron como obstáculos clave para la eco-innovación de producto y proceso las barreras de costos y las barreras de conocimiento. Estas últimas, cómo se mencionó previamente en el capítulo metodológico, están relacionadas con desafíos como la escasez de personal calificado, la falta de información tecnológica, el desconocimiento de los mercados y las dificultades para establecer alianzas de cooperación.

Por otro lado, en el sector del comercio los obstáculos a la eco-innovación de producto y proceso vienen dados principalmente por las barreras de mercado. Estas barreras están asociadas a la incertidumbre respecto a la demanda de bienes y servicios eco-innovadores, así como a la presencia de un mercado dominado por empresas establecidas. En sentido contrario, no se encontró una relación significativa entre las barreras analizadas y la eco-innovación de productos y procesos en el sector de minas y canteras.

En cuanto a las variables de control, nuestros resultados coinciden con Aibar-Guzmán et al. (2022) al encontrar una relación positiva y significativa entre la variable mercado geográfico internacional y la eco-innovación de productos y procesos en el sector de minas y canteras. Esto indica que las empresas de este sector que tienen un mayor grado de internacionalización son las más activas en materia de eco-innovación de productos y procesos. Además, los coeficientes

para la variable años de la empresa muestran una relación negativa y significativa para las empresas del sector servicios, lo que implica que a medida que a medida que las empresas de este sector son más jóvenes, aumenta la probabilidad de que sean eco-innovadoras en productos y procesos. Estos resultados respaldan los hallazgos de Ziegler & Rennings (2004), quienes encontraron una relación en forma de U entre la edad de la empresa y la probabilidad de llevar a cabo una eco-innovación de producto y proceso. En otras palabras, según la evidencia empírica de estos autores, las empresas más jóvenes tienen una mayor probabilidad de desarrollar innovaciones verdes en comparación con las empresas más antiguas.

En relación a la variable tamaño, nuestros resultados indican asociaciones positivas y significativas en diferentes sectores. En el sector comercio, se observa una asociación positiva y significativa entre las micro empresas y la eco-innovación de productos y procesos. En el sector manufactura, tanto las medianas como las grandes empresas muestran una relación positiva y significativa. Por otro lado, en el sector servicios, esta relación positiva y significativa se encuentra principalmente en las empresas de tamaño mediano. En línea con las contribuciones de Portillo-Tarragona et al. (2019) y Jové-Llopis & Segarra-Blasco (2020), nuestros hallazgos sugieren que el tamaño de las empresas desempeña un papel importante en la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador, y que dicho impacto puede variar según el sector específico.

Finalmente, nuestros resultados concuerdan con estudios previos de Arranz et al. (2019) y Á. Triguero et al. (2017), al encontrar que el coeficiente de la variable grupo empresarial es positivo y significativo en el sector manufacturero. Esto sugiere que la pertenencia a un grupo empresarial tiene una influencia positiva en la probabilidad de llevar a cabo eco-innovaciones en este sector.

5.4 VALORACIÓN CRÍTICA: FACTORES DETERMINANTES DEL CONTEXTO Y DEL TEJIDO EMPRESARIAL PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR

La transición hacia una economía más circular y sostenible en Ecuador enfrenta una serie de retos y oportunidades, estrechamente ligados al contexto socioeconómico y a la estructura del tejido empresarial del país. La alta dependencia de los sectores extractivos como la minería, el petróleo y la agricultura intensiva, genera una vulnerabilidad ante la volatilidad de los precios de las materias primas en el mercado internacional. Esta dependencia no solo afecta la estabilidad económica, sino que limita la diversificación productiva hacia otros sectores menos intensivos en recursos naturales. La necesidad de un cambio hacia un modelo de desarrollo más circular y sostenible se hace evidente, especialmente en vista del preocupante crecimiento de indicadores como la huella material nacional y la generación de residuos.

La gestión de residuos en Ecuador representa un desafío crítico. La tasa de recuperación y reciclaje alcanzó solo el 1.88% en 2022, lo que subraya la urgencia de fortalecer los sistemas integrales de gestión de residuos en el país, incluyendo la infraestructura y capacidades necesarias para un tratamiento adecuado y sostenible de estos residuos. Además, la falta de información sobre los diferentes tipos de residuos destaca la necesidad de implementar un sistema de monitoreo que permita dar seguimiento al manejo y aprovechamiento de estos residuos.

Aunque se han logrado avances en la sistematización de información para cuatro tipos de residuos regulados bajo el principio REP (neumáticos usados, botellas de vidrio, celulares en desuso y desechos plásticos de uso agrícola), los datos siguen siendo limitados debido a la baja participación y reporte de los productores. En general, la tasa de reciclaje para estos cuatro residuos es baja; menos del 50% de la cantidad puesta en el mercado se recicla, siendo los celulares en desuso los que registraron la tasa más baja con un 4.72%. En este sentido, incrementar los índices de recuperación y concientizar a la población sobre un adecuado manejo de

los residuos representa una gran oportunidad para el país. Asimismo, es fundamental ampliar la normativa REP para abarcar un espectro más amplio de residuos y mejorar la recopilación de datos sobre las tasas de reciclaje. La carencia de información genera dudas sobre el grado aplicación y cumplimiento del principio REP y dificulta la trazabilidad de los residuos aprovechados. Es crucial promover una mayor participación de los productores en la gestión de residuos, especialmente en sectores donde las tasas de reciclaje son más bajas y que son prioritarios para el país, como es el caso del sector eléctrico-electrónico.

Además, el flujo de residuos y desechos que ingresan al país a través de las importaciones es otra cuestión crucial que requiere atención, ya que se desconoce el destino final de estos materiales. Ecuador prohíbe la entrada de desechos tóxicos y peligrosos en su constitución y ha ratificado acuerdos internacionales para regular su gestión adecuada (ver epígrafe 4.1.2 del marco regulatorio). Sin embargo, la aplicación de la normativa existente es claramente insuficiente para abordar de manera efectiva estos residuos que ingresan al país.

El limitado compromiso del tejido empresarial ecuatoriano con la protección ambiental constituye obstáculo para la EC. En 2022, apenas un 1.7% de las empresas invirtió en bienes y servicios ambientales. No obstante, se han identificado cinco sectores con un mayor potencial para la implementación de prácticas más sostenibles y circulares: 1) Comercio, reparación de automotores y motocicletas; 2) Otras actividades de servicios; 3) Actividades de servicios administrativos y de apoyo; 4) Industria manufacturera, y 5) Distribución de agua, alcantarillado, desechos y saneamiento. En 2022, estos sectores registraron el mayor número de empresas activas y las ventas más altas de todo el grupo de sectores que incluyen actividades vinculadas a la EC. Además, generaron importantes fuentes de empleo, al contar con un mayor número de personas empleadas en ese mismo año. En particular, las actividades de alquiler, mantenimiento, reparación y gestión de desechos fueron las más representativas para el país. Por tanto, potenciar estas actividades podría contribuir a la diversificación de la matriz productiva hacia un modelo más sostenible.

En vista de la importancia que la eco-innovación tiene entre las innovaciones necesarias para la EC, parece evidente que Ecuador tiene un amplio margen para fomentarla y con ella, la transformación hacia un modelo más circular y sostenible. El análisis del tejido empresarial ecuatoriano revela que este es poco eco-innovador (solo un 13% de la muestra total). Para impulsar la adopción de prácticas eco-innovadoras en las empresas de los sectores manufacturero, minas y cantera, servicios y comercio, es crucial considerar ciertos inputs y facilitadores pero también las barreras que podrían obstaculizar su avance.

En cuanto a los factores impulsores, la adquisición de maquinaria y tecnologías que sean lo más eco-innovadora posible es clave en el sector manufacturero, lo que sugiere la necesidad de promover la importación o el desarrollo local de estas tecnologías. Además, la incorporación de una novedad científico-técnica es también un facilitador significativo en este sector, por lo que se hace necesario fomentar las relaciones y cooperaciones con los generados de ese conocimiento.

Hay una necesidad de detectar la demanda de productos y servicios eco-innovadores y fomentar su adopción en los sectores de servicio y comercio. Esto podría lograrse mediante estudios de mercado que permitan detectar clientes potenciales y comprender mejor las preferencias y necesidades de este segmento. Asimismo, son necesarias estrategias de marketing que atraigan a los consumidores hacia estos productos y servicios eco-innovadores.

La amenaza de la competencia constituye un factor de impulso a la eco-innovación para las empresas de manufactura y servicios. Por tanto, medidas que contribuyan a la competitividad de las empresas eco-innovadoras, como incentivos o reconocimientos, puede ser clave para fomentar una adopción más amplia de eco-innovaciones.

USC
DE COMPOSTELA

A nivel general, la adopción de certificaciones es limitada. Sin embargo, los resultados de las estimaciones sugieren que un aumento en el número de certificaciones podría facilitar la adopción de prácticas eco-innovadoras en los sectores manufacturo y de comercio. Esto indica la necesidad de hacer un mayor esfuerzo para que las empresas se certifiquen en el país. Por lo tanto, existe un campo de oportunidad en cuanto a medidas que fomenten la adopción estas certificaciones, como subsidios, apoyo técnico y campañas de concienciación sobre los beneficios de la eco-innovación.

El gasto en diseño y la búsqueda de soluciones a problemas técnicos son factores clave para la eco-innovación en el sector comercio. En este sentido, los esfuerzos podrían dirigirse hacia medidas e incentivos económicos orientados a la mejora en procesos y la adopción de técnicas más eficientes para este sector.

El acceso a fuentes internas y externas de información es un facilitador clave para que las empresas eco-innoven en los sectores manufacturero y de servicios. Lo que indica la necesidad de fortalecer los canales de colaboración y las redes con diversos agentes de interés, promoviendo un intercambio continuo de información. En esta dirección, la creación de plataformas donde se compartan las mejores prácticas podría fomentar un entorno colaborativo que impulse la eco-innovación en este sector.

En cuanto a las barreras, la falta de recursos financieros, la ausencia de financiación externa y los altos costos de innovación son obstáculos significativos para la eco-innovación en los sectores manufacturero y de servicios. Por tanto, es importante que el país avance hacia la creación de condiciones que sean más favorables para un modelo más circular y sostenible. Para ello parecen ser necesarios medidas e instrumentos que incluyan el acceso a nuevas fuentes de financiación, redes de colaboración público-privadas, descuentos fiscales y otros incentivos económicos que contribuyan a mitigar los elevados costos asociados con la adopción de prácticas eco-innovadoras y circulares.

Además, las barreras de conocimiento constituyen un desafío significativo en el sector servicios, lo que indica la necesidad de adquirir nuevos conocimientos y habilidades necesarias para la implantación de la EI. En esta dirección, los esfuerzos podrían enfocarse en la capacitación y formación del personal, así como en facilitar la transferencia de conocimiento desde las universidades o centros de investigación hacia el tejido empresarial.

Por otro lado, las barreras de mercado son los principales obstáculos para el sector comercio, lo que sugiere la necesidad de trabajar en la identificación de tendencias de consumo y preferencias del cliente para los productos y servicios eco-innovadores.

Una vez realizado el análisis de los factores impulsores y barreras de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso que podrían contribuir a la economía circular en Ecuador, es pertinente complementar el análisis con el estudio de un sector específico. La transición hacia la economía circular exige una eco-innovación sistémica que no solo abarca productos, procesos, servicios y modelos de negocio, sino que también incluye las relaciones entre empresas y sectores, así como innovaciones sociales (ver epígrafe 2.3.3 del capítulo 2). Por lo tanto, en el siguiente capítulo se presentará un análisis del sector eléctrico-electrónico, que ilustra las innovaciones y los cambios necesarios para avanzar hacia un modelo más circular y sostenible en este sector y por extensión a toda la economía en su conjunto.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPITULO 6. INNOVACIONES Y CAMBIOS HACIA LA CIRCULARIDAD EN EL SECTOR ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO

6.1 INTRODUCCIÓN

El consumo de productos electrónicos ha experimentado un crecimiento exponencial a nivel mundial. Este fenómeno conlleva a un alto consumo de minerales escasos y una generación también exponencial de residuos electrónicos, lo que constituye un grave problema a escala global, incluidos los países latinoamericanos (M. Wagner et al., 2022). A nivel mundial, en 2019 se generó una cifra récord de 53,7 millones de toneladas métricas (Mt) de residuos electrónicos, un incremento del 21% desde 2014 (Forti et al., 2020). Además, se estima que los desechos electrónicos a nivel mundial seguirán creciendo a una tasa anual aproximada del 5%. Esta situación que es aún más alarmante en los países en desarrollo, donde estos residuos están aumentando de forma exponencial y se prevé que sus volúmenes podrían llegar a incrementarse hasta un 500% durante la próxima década en algunos países (Mccann & Wittmann, 2015). Esta preocupante tendencia evidencia la urgente necesidad de abordar la gestión sostenible de los residuos electrónicos, particularmente en los países en desarrollo.

En el presente capítulo se abordan las eco-innovaciones y cambios necesarios para la transición hacia un modelo más sostenible y circular, tomando como caso de análisis al sector eléctrico-electrónico. Este sector es prioritario para el país por los desafíos que plantea el tratamiento y la gestión sostenible de sus residuos. La relevancia de este sector se ha visto reflejada a nivel normativo con la más reciente regulación aprobada para la aplicación del principio de responsabilidad extendida para los RAEE de origen doméstico y la guía informativa para la gestión racional de los RAEE en Ecuador

El estudio del sector eléctrico-electrónico[26] tiene como objetivo determinar las estrategias y modelos de negocio para la circularidad en el sector AEE y en el tratamiento de sus residuos. Para dar respuesta al objetivo planteado, se desarrolla en primer lugar un diagnóstico detallado de la situación actual de este sector, en base a la información y estudios disponibles. Este análisis profundiza en la evolución de los patrones de producción y consumo AEE, la generación, recolección, tratamiento y reciclaje de los residuos electrónicos en Ecuador, así como el marco normativo y regulatorio aplicable al sector.

En segundo lugar, se elabora un análisis DAFO para identificar las principales fortalezas y oportunidades que el sector presenta para avanzar hacia prácticas más sostenibles y circulares, así como también las debilidades y amenazas que obstaculizan dicho avance. A continuación, con base en el DAFO, y a través del análisis de los factores determinantes se identifican las actividades y modelos de negocio circulares que cuentan con mayor potencial de desarrollo.

Finalmente se presentan una variedad de medidas que incluyen los cambios y eco-innovaciones necesarios para impulsar la circularidad en el sector eléctrico-electrónico en Ecuador.

[26] Este estudio forma parte del proyecto "Potencialidades da Economía Circular para o desenvolvemento sustentábel e inclusivo en países de América Latina" < https://www.usc.gal/gl/investigar-na-usc/grupos/icede/proxectos-investigacion/proxecto-potencial>

6.2 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO EN ECUADOR

6.2.1 Evolución de las tendencias de producción y consumo de AEE en Ecuador

Como se ha indicado en el capítulo primero de esta tesis, Ecuador es un país con una estructura productiva débil en lo que respecta a la industria manufacturera. Su estructura económica se centra principalmente en los sectores de servicios, sectores extractivos y agricultura. De hecho, en el caso de los productos eléctricos y electrónicos, en Ecuador no existe una industria nacional de fabricación de AEE. El país tampoco está integrado en cadenas globales de valor de AEE, pues no hay fabricación de partes o componentes, siendo la importación la vía para la satisfacción de la demanda de estos productos en el país.

Las estadísticas del Monitoreo Regional de Residuos Electrónicos (2022) muestran que en 2019 las exportaciones del país alcanzaron únicamente 1,64 kt (0,10 kg/hab), mientras que las importaciones fueron de 130,79 kt (7,68 kg/hab). Los principales productos exportados fueron refrigeradores, equipos de vigilancia doméstica y de enfriamiento profesional. Estas exportaciones corresponden a AEE ensamblados en el país. En contraste, los principales productos importados incluyeron lavadoras, juguetes electrónicos y televisores de pantalla plana. Esto refleja el predominio de las importaciones sobre la producción local para abastecer el mercado ecuatoriano de AEE.

Dada la limitada producción local de aparatos eléctricos y electrónicos en Ecuador, el entorno y tejido empresarial existente relacionado con los AEE en el país no es muy denso. No obstante, una fortaleza importante es la existencia de empresas que ensamblan y reparan AEE (aunque no estén todas registradas) y los programas de formación profesional especializada en reparación de AEE. También hay cinco empresas con permisos ambientales para diferentes fases de gestión de RAEE (almacenamiento, transporte, desmantelamiento y tratamiento).

En cuanto al consumo de AEE, Ecuador ha experimentado un aumento continuo en el consumo de aparatos eléctricos-electrónicos. Mientras que en 2009 se registraron 82,1 kt (5,6 kg per cápita) de AEE puestos en el mercado, para 2019 esta cifra se elevó a 129,9 kt (7,5 kg per cápita), lo que representa un incremento significativo del 58% (M. Wagner et al., 2022).

El análisis de la composición de estos AEE revela que las categorías de aparatos pequeños (3,1 kg/hab.), equipos de intercambio de temperatura (1,9 kg/hab.) y aparatos grandes (1,1 kg/hab.) concentran aproximadamente el 80% del total de AEE puestos en el mercado. En contraste, las categorías de lámparas (0,2 kg/hab.) y pantallas (0,7 kg/hab.) tienen una participación más reducida (Gráfico 44).

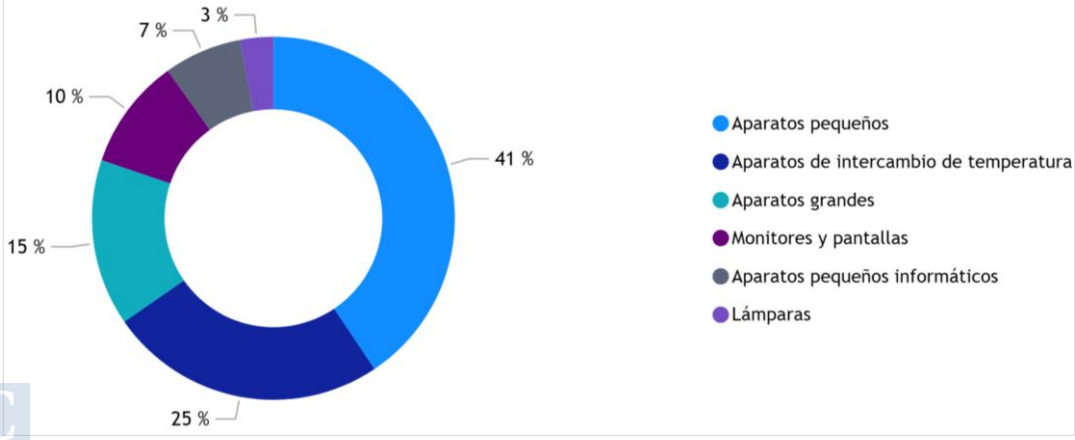


Gráfico 44. Composición categorías de AEE comercializados en el mercado ecuatoriano en 2019
Fuente: elaboración propia a partir de Wagner et al. (2022)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En términos generales, la cantidad de AEE puestos en el mercado (POM) y los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) generados en Ecuador se encuentra por debajo del promedio observado en los 13 países[27] analizados en el informe "Monitoreo Regional de los Residuos Electrónicos" (M. Wagner et al., 2022).

6.2.2 Generación y gestión de residuos eléctricos y electrónicos en Ecuador

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) representan el mayor flujo de residuos a nivel mundial con importantes impactos socioambientales (ITU, 2016). Estos pueden provenir tanto de negocios como de hogares, incluyendo cualquier artículo o parte que contenga componentes eléctricos y electrónicos (STEP, 2014). En este apartado se presenta una visión general sobre las principales fuentes de generación de RAEE en Ecuador.

Ecuador no cuenta con datos oficiales sobre RAEE generados en el país. Sin embargo, las estimaciones del Monitoreo Regional de Residuos Electrónicos (2022) indican un aumento significativo del 82.14% de estos residuos en el país entre 2009 y 2019, pasando de 2.8 kg/hab (41.8 kt) en 2009 a 5.1 kg/hab (87.6 kt) en 2019 (Gráfico 45). Lo que ubica a Ecuador en la décima posición de los países de América Latina y el Caribe que generan RAEE (CEPAL, 2021).

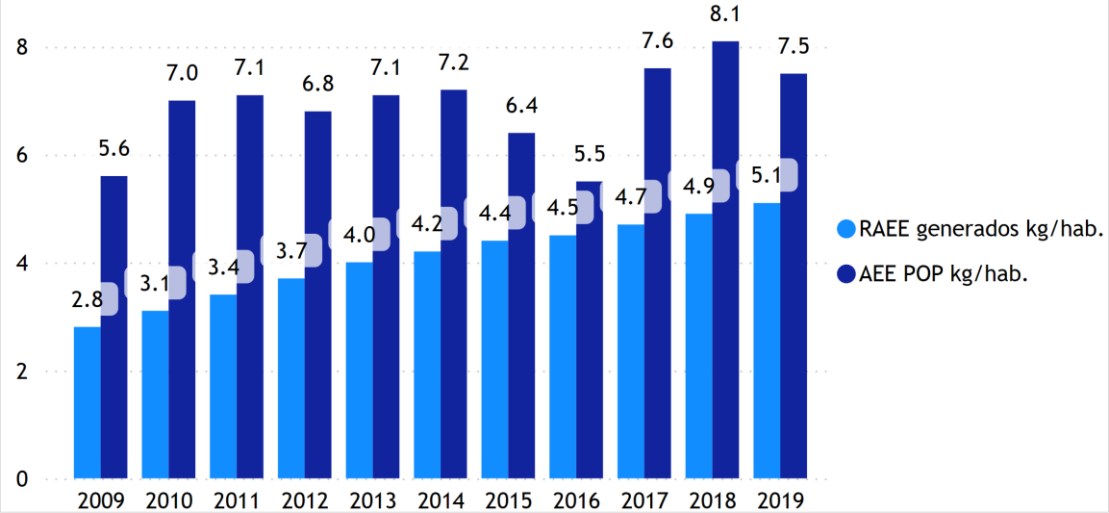


Gráfico 45. Evolución de los RAEE generados en Ecuador
Fuente: elaboración propia a partir de Wagner et al. (2022)

En base a las 6 categorías de artefactos eléctricos y electrónicos (AEE) establecidas por la Directiva RAEE 2012/19/UE (Unión Europea, 2012)[28], los aparatos pequeños representaron la mayor proporción de RAEE generados en Ecuador, con el 49% del total (40.6 kt equivalente a 2,3 kg/hab). Le siguieron los aparatos de intercambio de temperatura, con el 16% (13.9 kt equivalente a 0.8 kg/hab), y los aparatos grandes, con el 15% (12.4 kt equivalente a 0.7 kg/hab) (M. Wagner et al., 2022).

Los hogares ecuatorianos constituyen una fuente importante de generación de RAEE. De acuerdo a la información disponible para el año 2019, los principales residuos eléctricos y

[27] Argentina, Bolivia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay, Venezuela.
[28] Las 6 categorías de artefactos eléctricos y electrónicos (AEE) establecidas por la Directiva RAEE 2012/19/UE aparatos de intercambio de temperatura; monitores y pantallas; lámparas; aparatos grandes; aparatos pequeños; y aparatos pequeños informáticos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

electrónicos generados en los hogares[29] fueron focos ahorradores, pilas y cartuchos y tóners (Gráfico 46).

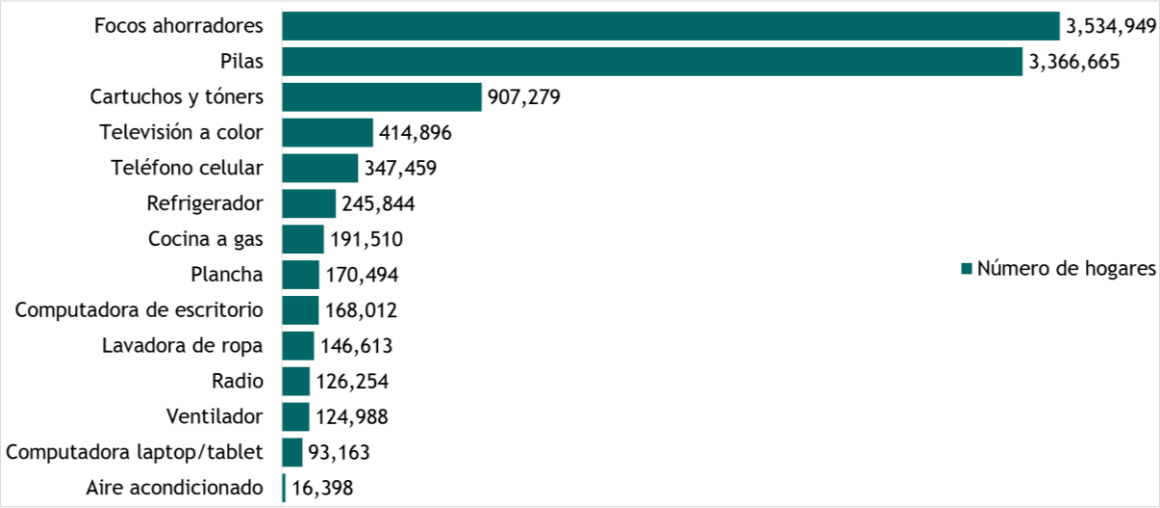


Gráfico 46. RAEE generados por los hogares ecuatorianos en 2019
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2019a)

Otra fuente importante de generación de RAEE en Ecuador son las empresas, si bien no se dispone de datos desagregados por tipo de residuo, la información a nivel nacional indica que, dentro de la categoría de desechos especiales, los RAEE fueron el segundo tipo de residuo que más generaron las empresas en 2019. Específicamente, de las 10,959 empresas que produjeron desechos especiales, 875 de ellas (equivalente al 8%) generaron RAEE (Gráfico 47).

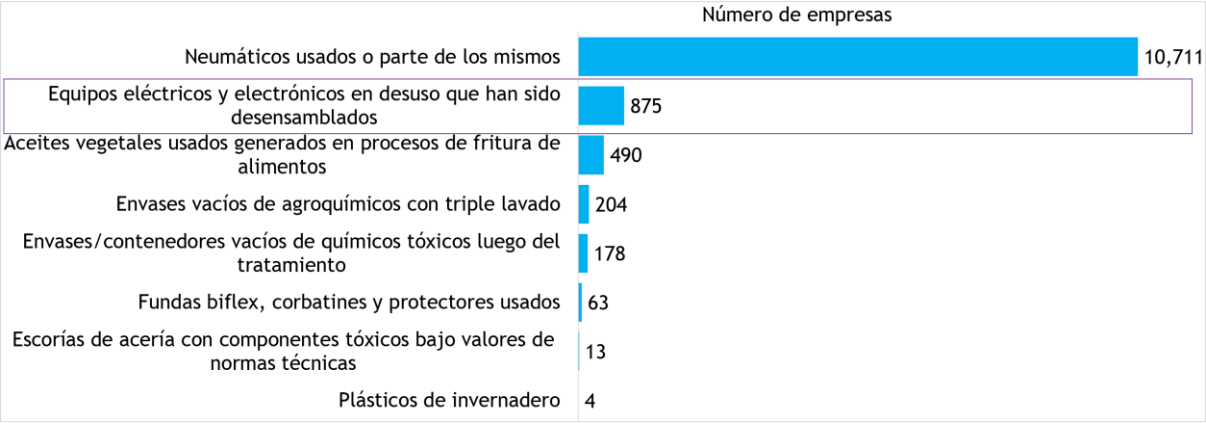


Gráfico 47. RAEE generados por las empresas ecuatorianas en 2019
Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2019b)

La gestión inadecuada de estos residuos da lugar a importantes problemas medioambientales y de salud pública, además de suponer una pérdida de valor. En general, se observa en el Ecuador una tendencia al almacenamiento de los RAEE en los hogares. Más de la mitad de los hogares ecuatorianos declararon que el depósito final para la mayoría de los RAEE generados (9 de los 14 RAEE evaluados) fue el almacenamiento en sus hogares (INEC, 2019a). Otros residuos, como los focos ahorradores, pilas, cartuchos y tóneres fueron depositados con el resto de la

[29] La muestra representativa del estudio incluye 12.072 hogares, seleccionados mediante muestreo probabilístico. El universo de la investigación fueron 4.17 millones de hogares.

basura convencional por más del 70% de hogares. Por otro lado, los ventiladores y cocinas a gas fueron principalmente vendidos o regalados a un gestor informal o chatarrero por el 41% y 56% de hogares, respectivamente (Anexo 7).
En cuanto a los RAEE generados por las empresas, estos residuos fueron posteriormente sometidos a procesos de desensamblaje y separación de sus componentes o elementos constitutivos (INEC, 2019b).

A nivel país también se evidencia desafíos en cuento al manejo de RAEE. Si bien Ecuador cuenta con algunas condiciones básicas para la gestión ambiental racional, como mecanismos de recogida de residuos, infraestructura de reciclaje, éstos no resultan suficientes para la adecuada gestión de dichos residuos. Además, si bien existen empresas formalizadas que operan legalmente en el mercado, no se ha podido evidenciar claramente que se esté aplicando a cabalidad la normativa pertinente. A esto se suma la proliferación de agentes informales generando una economía sumergida en el sector.

Por otro lado, la falta de infraestructura adecuada para la recolección y almacenamiento adecuados de RAEE, que permitan su reutilización, constituye una importante debilidad del país para el establecimiento de una EC de los AEE. Asimismo, no existe un sistema de recogida de información sistemática sobre la generación y gestión de los residuos.

6.2.2.1 Participación de Ecuador en el comercio mundial de RAEE

Es importante señalar que existe un flujo de RAEE que ingresa al país a través de las importaciones, lo cual representa un desafío adicional en la trazabilidad y gestión de estos residuos a nivel nacional. Las estimaciones de Chatham House (2024) muestran que la participación de Ecuador en el comercio mundial de RAEE[30] fue inferior al 0.1% tanto en importaciones como en exportaciones durante el año 2021.

Ecuador se perfila como un país importador neto de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. En 2021, las exportaciones de RAEE alcanzaron 36 toneladas, mientras que las importaciones fueron significativamente más altas, llegando a 217 toneladas (CHCETD, 2024).

Dentro de la composición de las exportaciones de RAEE realizadas por Ecuador en 2021, los principales flujos correspondieron a otras partes eléctricas de máquinas o aparatos, con 16 toneladas, y residuos y desechos de pilas, baterías de pilas y acumuladores eléctricos, también con 16 toneladas. Por el lado de las importaciones, los principales flujos de RAEE que ingresaron a Ecuador fueron residuos y desechos de pilas, baterías de pilas y acumuladores eléctricos, con 163 toneladas, seguido de Otras partes eléctricas de máquinas o aparatos, con 54 toneladas y Cermets y artículos de cermet, incluidos desperdicios y desechos con 1 tonelada.

El principal destino de las exportaciones ecuatorianas de RAEE fue Japón, con 36 toneladas. Por el lado de las importaciones, los principales orígenes fueron Israel con 134 toneladas, Colombia con 82 toneladas y Turquía con 1 tonelada.

A la luz de los resultados, se evidencia que Ecuador tiene un papel predominante como receptor de este tipo de residuos. Esto plantea la necesidad de fortalecer los mecanismos de control, trazabilidad y gestión integral de los RAEE a nivel nacional, de modo que se pueda asegurar un manejo ambientalmente sostenible de estos flujos.

[30] Estos residuos agrupan 3 categorías: 1. Cermets y artículos de cermet, incluidos desperdicios y desechos, 2. Otras partes eléctricas de máquinas o aparatos, y 3. Residuos y desechos de pilas, baterías de pilas y acumuladores eléctricos.

6.2.2.2 Marco normativo y regulador para el sector eléctrico-electrónico

El análisis del marco normativo realizado en el apartado 4.1 evidencia que Ecuador cuenta con un amplia regulación en materia de residuos peligrosos y/o especiales, sentando así las bases para para la consolidación de un marco normativo específico para la gestión de los RAEE.

Los RAEE, son catalogados en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas (MAATE, 2012c) como residuos sujetos a un régimen especial de atención. A partir de ello, el Ministerio del Ambiente del Ecuador implementó, mediante el acuerdo ministerial 190, la Política Nacional Post Consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos (MAATE, 2013d), la cual establece los lineamientos para un modelo de gestión sostenible estos residuos, fundamentando en principios como la prevención; el "de la cuna a la tumba"; el "quien contamina paga" y el principio de responsabilidad extendida del productor/importador

Cabe destacar que existe además una buena base para la aplicación del principio REP en el manejo de RAEE. Se han identificado tres instructivos específicos dirigidos a regular la gestión de baterías de ácido plomo usadas (BAPU) (MAATE, 2021a), pilas usadas (MAATE, 2013c) y equipos celulares en desuso (MAATE, 2013a), este último derogado por el Acuerdo ministerial 067 bajo el que se expide el "Instructivo para la Aplicación de la Responsabilidad Extendida en la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) de origen doméstico" (MAATE, 2022b).

Esta última normativa, oficializada en agosto del 2022, constituye el avance más reciente e importante en la regulación de RAEE. Este instructivo establece requisitos, procedimientos y directrices administrativas y técnicas para la implementación del principio REP en la gestión ambientalmente adecuada de RAEE de uso doméstico. Su cumplimiento es obligatorio para fabricantes, ensambladores, importadores, comercializadores, distribuidores, gestores ambientales y usuarios finales de AEE.

En cuanto a los instrumentos económicos y fiscales, actualmente no existen incentivos específicos, ya sean económicos o tributarios, que fomenten las actividades de reparación, prolongación de la vida útil de los AEE, así como la gestión sostenible de sus residuos.

6.2.3 Análisis DAFO de la economía circular en el sector eléctrico-electrónico

A partir del diagnóstico realizado sobre el sector de aparatos eléctricos y electrónicos, se sintetizan los hallazgos clave en un DAFO (Tabla 53). Este análisis permite identificar las potencialidades y retos para la circularidad en el sector AEE y en el tratamiento de sus residuos (RAEE).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 53. DAFO de la economía circular en el sector eléctrico-electrónico

DEBILIDADES	AMENAZAS
• Baja tasa de recolección, recuperación y reciclaje de RAEE • Falta de infraestructura adecuada para la gestión de RAEE. • No se recopilan estadísticas de RAEE en Ecuador. • Datos escasos sobre importaciones y exportaciones de AEE. • No existe industria nacional de fabricación de AEE. • Ecuador no está muy integrada en cadenas de valor de AEE. Sus exportaciones de estos productos son minoritarias (refrigeradores, equipos de vigilancia doméstica, enfriamiento profesional). • No hay registro de RAEE importados • Manejo de los RAEE por los hogares ecuatorianos: almacenamiento en hogares, ventas y donaciones a gestor informal o chatarrero, depósito con el resto de la basura. • Normativa centrada en la fase final de ciclo de vida del producto (tratamiento y gestión de los RAEE). No contempla actividades encaminadas a extender la vida útil de los productos (reparación, remanufactura, ecodiseño, eco-innovación, entre otros) • No existen incentivos económicos y fiscales para actividades de reparación, remanufactura y reciclaje.	• La demanda de AEE y la generación de RAEE aumenta de acuerdo con el PIB pc (ppa). En el largo plazo, el aumento de la renta pc generará una mayor corriente de RAEE, lo cual puede constituir una amenaza si no existe una planificación y gestión circular. • Escasa articulación sectorial. Sector productivo centrado en sector servicios, agricultura y sectores extractivos. • Falta de recursos públicos y privados para invertir en el sector. • Problemas de coyuntura económica que enfrenta el país
FORTALEZAS	**OPORTUNIDADES**
• Existe una fuerte cultura de la reparación. • Existen empresas que ensamblan y reparan AEE. • Existen programas de formación profesional especializada en reparación de AEE. • Cinco empresas tienen permisos ambientales para diferentes fases de gestión de RAEE (almacenamiento, transporte, desmantelamiento y tratamiento). • Existen iniciativas de voluntarios para el reciclaje de RAEE (a través de las municipalidades que realizan campañas para los consumidores). • Existen programas para reemplazar refrigeradores y lámparas obsoletas por otras más eficientes. • Existe legislación nacional sobre REP (importador, comercializador) (2012), estándares nacionales sobre RAEE (2013), objetivo de reciclaje del 3% para teléfonos móviles puestos en el mercado, instructivo REP para RAEE de origen doméstico (2022).	• Existe un marco normativo ambiental orientado a una producción y consumo sostenible. Se destacan La Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (instrumentos de regulación); Libro Blanco de Economía Circular (instrumentos de regulación directa); Norma técnica: NTE INEN – AFNOR XP X30-901 – Sistemas de Gestión de Proyectos de Economía Circular (instrumento de carácter voluntario) • Existe un marco normativo y jurídico amplio en torno a los residuos peligrosos y los productos químicos. • Objetivos de reciclaje de residuos sólidos en general: del 17 al 35% en 2021. • Existe un Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Indicativo del interés institucional por la transición ecológica (y circular). • Ecuador es parte de los convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo. La constitución de Ecuador de 2008 prohíbe la importación de COP y tecnologías nocivas. • Firma del Pacto por la Economía Circular con 161 adherentes del sector industrial y académico. • Existe un marco normativo para la exportación relacionada con la eliminación final: licencia ambiental, guías técnicas para envasado, identificación y transporte, autorización del país importador, seguro obligatorio por daños al medio ambiente. • No se permiten las importaciones de residuos peligrosos para su recuperación y eliminación final ni otro propósito.

Fuente: elaboración propia y Vence et al. (2023)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El análisis DAFO revela una serie de retos que Ecuador debe afrontar para impulsar la economía circular en el sector eléctrico-electrónico y sus residuos. En primer lugar, el país depende en gran medida de la importación de AEE, ya que no cuenta con una industria nacional de fabricación. El país tampoco está integrado en cadenas globales de valor de AEE, pues no hay fabricación de partes o componentes. Además, la falta de iniciativas formales de remanufactura y reciclaje impiden el aprovechamiento y valorización de estos residuos. En segundo lugar, la inexistencia de un sistema oficial de recogida de datos dificulta la trazabilidad de los RAEE en el país. Otras debilidades importantes incluyen, la ausencia de una infraestructura óptima para la recolección y tratamiento adecuado los RAEE, la falta de conciencia y desconocimiento entre los consumidores sobre cómo gestionar lo AEE en desuso; así como la carencia de instrumentos económicos y fiscales para el desarrollo de soluciones e iniciativas circulares en este sector.

No obstante, Ecuador cuenta con un conjunto de fortalezas que deben ser aprovechadas. Por un lado, la cultura de la reparación, las empresas de ensamblaje y reparación, así como los programas de formación profesional ofrecen una oportunidad para prolongar la vida útil de los aparatos eléctricos y electrónicos. Finalmente, el marco legislativo amplio en torno a residuos peligrosos y/o especiales y la normativa para el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en RAEE de origen doméstico, proporcionan una base sólida para una gestión ambientalmente adecuada de los residuos electrónicos, siempre y cuando se implementen los mecanismos adecuados para su aplicabilidad. Dichos mecanismos son fundamentales para asegurar la correcta implementación de la normativa y alcanzar los objetivos establecidos. Es importante destacar que, aunque la aplicabilidad de la normativa REP puede representar un desafío para el país debido a la ausencia de una industria local de AEE, la existencia de esta normativa también se considera una base importante, ya que se aplica también a importadores y exportadores. Por tanto, puede afectar a través de estos agentes la gestión de los RAEE correspondientes.

6.2.4 Análisis pre-requisitos para la circularidad en el sector eléctrico-electrónico

A partir del análisis DAFO realizado, en este apartado se presenta un balance de estos factores contextuales que son determinantes, para la aplicación de estrategias y actividades circulares en el sector eléctrico-electrónico de Ecuador. Estos factores determinantes o pre-requisitos son elementos que deben tener un cierto nivel de desarrollo en el país para poder llevar a cabo las diferentes actividades que fomenten la circularidad en este sector.

En este estudio, el foco se ha centrado en los factores del contexto que fueron identificados en el segundo capítulo de esta tesis (epígrafe 2.2.3) como determinantes clave para la implementación de la Economía Circular y que además son relevantes para el sector eléctrico-electrónico:

a) Tejido de empresas y otros agentes necesarios, como fabricantes, reparadores, recolectores, gestores de residuos y servicios de apoyo (información, transporte, trazabilidad...)
b) Infraestructura, como puntos de recogida de aparatos desechados, almacenes, puntos limpios / verdes, etc.
c) Regulación e incentivos, incluyendo normativas básicas de gestión de RAEE, objetivos-meta de reciclaje, garantías, incentivos de tipo fiscal para las actividades circulares (reparación, reventa, remanufactura...), ayudas, etc.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

d) Instrumentos de financiación, tanto de carácter público como privado, orientados a la dotación de infraestructura y la promoción de la circularidad en el sector AEE.
e) Disponibilidad de conocimientos y tecnologías, incluyendo tanto abordajes educativos formales como capacidades y destrezas presentes en agentes que desarrollan actividades relacionadas con el sector AEE y sus residuos, formal o informalmente.
f) Pautas socioculturales, relativas a las actitudes y comportamientos de la población en general y de las iniciativas empresariales y sociales respecto al tratamiento de los RAEE, la reparación, la reutilización, los productos de segunda mano, remanufacturados, y reciclaje.

Basándose en la revisión literatura del capítulo 2 (epígrafe 2.2.3), en la que se reconoce a las actividades y servicios de los MNC como parte de los cambios e innovaciones necesarios para la implementación de la EC, se han identificado 12 actividades/MNC clave para incrementar la circularidad del sector de aparatos eléctrico-electrónicos. Además, es importante destacar que en la identificación de estas actividades también se ha tenido en cuenta el estudio-diagnóstico y el análisis DAFO realizados.

A continuación en la Tabla 54, se presentan de manera sucesiva las tablas de valoración de estos factores determinantes para estas 12 actividades circulares que abarcan diferentes fases del ciclo de vida de los productos eléctrico-electrónicos.

Tabla 54. Pre-requisitos para la circularidad en el sector eléctrico-electrónico

FASES - CICLO DE VIDA		FASE PRODUCCIÓN					FASE USO				FASE DE GESTIÓN DE RAEE		
FACTORES CONTEXTUALES (DETERMINANTES)	**DESCRIPCIÓN**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Red de empresas y otros agentes necesarios	Fabricantes, reparadores, recolectores, gestores de residuos, servicios de apoyo (información, trazabilidad)												
Infraestructura	Puntos de recogida, almacenes, puntos limpios												
Regulación e incentivos	Regulación RAEE, regulación garantías, incentivos fiscales para reparación,												
Financiación	Fondos públicos para construcción de infraestructuras, financiación privada de												
Conocimientos y tecnología	Formación en actividades de reparación y remanufactura, formación en eco-diseño												
Pautas socio-culturales	Actitudes empresariales hacia la producción limpia y sostenible, actitudes de los usuarios-consumidores hacia el consumo responsable												

1) Eco-diseño	7) Leasing / alquiler
2) Diseño para extensión de la vida de los AEE	8) Uso compartido
3) Actividades de reparación	9) Venta de segunda mano
4) Actividades de remanufactura	10) Responsabilidad ampliada del productor
5) Actividades de fabricación de componentes y partes	11) Gestión, almacenamiento
6) Extensión de garantías, mantenimiento y reparación	12) Reciclaje

Fuente: elaboración propia y Vence et al. (2023)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El balance de los factores determinantes para las 12 actividades circulares en Ecuador permite obtener un panorama general del tipo de actividades / MNC que tienen un mejor potencial para su desarrollo (ver Tabla 54). En el caso de Ecuador las actividades con mayor potencial se concentran en las fases de RAEE y uso. Esto se debe a la falta de una industria nacional de fabricación AEE. Sin embargo, en la fase de producción, cabe destacar la existencia de ciertas condiciones de base para las actividades de reparación. En cuanto a la fase de uso se observa algunas acciones orientadas al uso en alquiler y/o compartido de AEE. Por último, en términos de RAEE, el cumplimiento de ciertos factores esta focalizado en las actividades de recuperación, tratamiento y gestión de residuos eléctricos y electrónicos.
Este análisis sirve de base para identificar y realizar una propuesta de cambios e innovaciones para la circularidad del sector.

6.2.5 Cambios y eco-innovaciones para la economía circular en el sector eléctrico-electrónico

El análisis realizado ha permitido identificar aquellas actividades y fases de la cadena de aparatos eléctrico-electrónicos con mayor potencial de desarrollo en el momento actual. Sin embargo, también ha evidenciado la necesidad de acciones más decididas para que la circularidad se aplique ampliamente.

Para mejorar la circularidad en el sector eléctrico-electrónico son necesarios cambios en el marco institucional y eco-innovaciones de distintos tipos. En primer lugar, atendiendo al marco institucional, la mejora de la circularidad requiere la implementación de instrumentos regulatorios e incentivos económicos y fiscales que apoyen las actividades/modelos de negocio que contribuyan a extender la durabilidad de los AEE, como la reparación, la remanufactura y el comercio de segunda mano. También son clave mecanismos que incidan en el comportamiento del consumidor, tales como garantías de mantenimiento y reparación para los AEE. Además, se requieren políticas dirigidas a educar y concientizar a los consumidores. En esta dirección, los esfuerzos podrían centrarse en campañas de reciclaje, eco-etiquetado y nuevos planes educativos que aborden temas como el cuidado y mantenimiento de los AEE, la importancia de la reutilización de productos reparados y la adecuada gestión de los RAEE.

En segundo lugar, para promover las actividades circulares, son necesarias eco-innovaciones en productos y procesos que permitan recuperar materiales y componentes valiosos de los residuos electrónicos, pero también nuevos modelos de negocio como los servicios de reparación y otros que se centren en ofrecer acceso a los bienes en lugar de la propiedad. Esto pueden incluir servicios de alquiler y leasing de herramientas y equipos, así como plataformas que faciliten el intercambio y la venta de productos de segunda mano.

En tercer lugar, las eco-innovaciones de tipo social, como nuevas formas de colaboración para el uso compartido de AEE y la provisión de equipos reacondicionados, también juegan un papel importante en la transición hacia la circularidad. Estas iniciativas podrían contribuir a un uso más responsable de los AEE y también promover un cambio cultural hacia prácticas de consumo más sostenibles y circulares.

Como parte del proyecto POTENCIAL, se detallan en la Tabla 55 una serie de medidas que abarcan estos cambios e innovaciones necesarios para la EC en el sector eléctrico-electrónico. Estas medias están ordenadas según la fase de ciclo de vida del producto y las actividades/MNC que se consideran adecuadas para los factores determinantes para el país, siguiendo la estructura de la Tabla 54.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 55. Medidas para la implementación de actividades circulares en el sector eléctrico-electrónico

Fase	Actividades/modelos de negocio	Listado de medidas
PRODUCCIÓN	3) Actividades de reparación	1) Fomentar la creación de cooperativas de trabajadores del sector informal y/o alianzas entre talleres especializados en el servicio de mantenimiento, reparación y recuperación de materiales de AEE.
		2) Reforzar enseñanza y desarrollo de capacidades vinculadas a la reparación y mantenimiento en todos los niveles educativos y en los programas públicos de capacitación para el empleo.
		3) Instrumentos fiscales (impuesto a las ganancias reducido para personas físicas y jurídicas cuya actividad principal sea la reparación; exceptuar del IVA el servicio técnico (mano de obra) incorporado).
		4) Concientizar al consumidor sobre importancia de cuidado y mantenimiento periódico de AEE y utilización de productos reparados (campañas de difusión, información, etiquetado, etc.)
		5) Elaborar acuerdos de provisión de equipos reacondicionados en buen estado entre cooperativas/empresas de gestión integral de RAEE y municipios, otros entes estatales o privados.
		6) Implementar/mantener/ampliar centros y/o talleres públicos de reparación.
	4) Actividades de remanufactura	1) Eliminar la retención del IVA por la adquisición de residuos como insumo para la actividad industrial o comercialización.
USO	6) Extensión de garantías, mantenimiento y reparación	1) Extender garantías de mantenimiento y reparación mayores a un año
		2) Fomentar difusión, transferencia de conocimiento, intercambio de experiencias y colaboración para la creación de iniciativas conjuntas en reparación (Foros entre agentes dedicados a actividades de reparación y mantenimiento, publicación abierta de manuales).
	7) Leasing / alquiler	1) Fomentar comercios de alquiler de herramientas mediante mercado de renta de segunda mano sea mediante mecanismos P2P o B2P con cumplimiento de estándares de calidad, sello, ecoetiqueta, etc.
		2) Otorgar bonificaciones fiscales anuales (proporcional al valor del alquiler) a comercios de AEE que incorporen el servicio de alquiler.
	8) Uso compartido	2) Crear redes colaborativas P2P en el uso de AEE mediante alianzas con plataformas de comercio digital ya existentes.
	9) Venta de segunda mano	1) Garantías de procedencia y uso para la comercialización de AEE de segunda mano.
		2) IVA reducido para artículos de segunda mano
		3) Impuesto a las ganancias reducido para personas físicas y jurídicas cuya actividad principal sea la venta de productos de segunda mano.
RAEE	10) Responsabilidad ampliada del productor	1) Elaboración de un plan de financiación que contemple la recogida y gestión de los RAEE a nivel nacional.
		2) Mediar en la elaboración de acuerdos de cooperación logística entre las empresas productoras/comercializadoras/grandes generadoras de AEE y las cooperativas registradas dedicadas a su gestión.
	11) Gestión, almacenamiento	1) Desarrollar un plan de gestión y almacenamiento para ejecución por parte de los recolectores informales.
		2) Garantizar la disponibilidad de instalaciones públicas y/o subsidiadas para el almacenamiento y gestión de RAEE por parte de las cooperativas registradas a tal fin.
		3) Digitalizar la elaboración de los planes de manejo (inventario), convirtiéndolo en requisito para los generados de RAEE.
		4) Impulsar que las empresas internamente gestionen y almacenen los RAEE hasta que sean recogidos por la entidad competente.
		5) Establecer puntos de acopio/limpios/verdes fijos o móviles de recogida de RAEE (incluyendo plan de recogida en hogares de difícil acceso).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Fase	Actividades/modelos de negocio	Listado de medidas
		6) Subsidiar el acceso a flota de vehículos rodados eléctricos y/o transporte ferroviario para el transporte de RAEE entre los puntos de recolección y de almacenamiento/gestión.
		7) Plataforma de colaboración entre empresas gestoras de RAEE y talleres de reparación.
		8) Creación de un módulo de información sobre cantidad de RAEE generados por tipo de residuos a nivel país para facilitar la trazabilidad de esto.
	12) Reciclaje	1) Inversión pública en plantas de separación y recuperación de materiales y piezas que puedan ser aprovechados en actividades de reparación de AEE. Estas instalaciones deberán estar debidamente acreditadas y cumplir con ciertas normas de seguridad.
		2) Establecimientos de metas de reciclaje por tipo de RAEE para empresas público-privadas.
		3) Campañas de información sobre los centros o lugares de reciclaje, separación de RAEE, etc.
		4) Realizar campañas de reciclaje que otorgue bonificaciones / descuentos para el pago de impuestos locales (predial, renovación de placa matrícula, etc.)
		5) Incorporar la temática del reciclaje en planes educativos

Fuente: elaboración propia y Vence et al. (2023)

Es importante destacar que las medidas propuestas tienen como objetivo mejorar la accesibilidad, el uso y la reparación de los AEE, y a la vez, reforzar las fortalezas existentes el país en cuanto a la gestión, recuperación y reciclaje de los RAEE.

Ecuador ha mostrado un mayor avance en la gestión y reciclaje de los RAEE, aunque estos logros se han limitado al ámbito normativo. Para mejorar la recolección, almacenamiento y recuperación de los RAEE, se sugieren algunas medidas como un plan de financiamiento nacional, la instalación de puntos de acopio, la inversión en plantas de separación y recuperación de materiales y piezas, así como la implementación de un módulo de información sobre RAEE y la digitalización de planes de manejo. También se sugiere establecer objetivos de reciclaje para empresas y realizar campañas que incentiven a la ciudadanía.

Además, fomentar la reparación de aparatos eléctricos es crucial para reducir la generación de RAEE y crear empleos locales. Se proponen medidas como crear cooperativas y alianzas entre talleres de reparación, fortalecer la educación en habilidades de mantenimiento y reparación y ofrecer incentivos fiscales para estas actividades. Es importante también concienciar a los consumidores sobre el cuidado de los AEE y promover productos reparados mediante campañas de difusión.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

1.1 CONCLUSIONES

Esta tesis doctoral tiene como objetivo analizar los factores que condicionan el progreso hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador. Entendiendo la economía circular como un cambio sistémico, que necesita concretarse a través de múltiples innovaciones de carácter tecnológico, social, institucional, esta investigación se enfoca en las estrategias de políticas y en la eco-innovación empresarial. Para alcanzar el objetivo general, la tesis se ha desarrollado abordando los siguientes aspectos específicos.

En el primer capítulo, se ha descrito el modelo de desarrollo predominante en América Latina. En este contexto, se ha analizado la estructura productiva de Ecuador y los problemas ambientales asociados con un modelo basado en recursos naturales. A continuación, se ha discutido el progreso de América Latina hacia enfoques y movimientos en pro del desarrollo sostenible, haciendo hincapié en los avances específicos de Ecuador y justificando la necesidad de transitar hacia un modelo de desarrollo más sostenible y circular en el país.

En el segundo capítulo se ha elaborado el marco de estudio para el análisis de los factores determinantes de la economía circular, aportando algunos antecedentes sobre el concepto de EC, los cambios e innovaciones necesarios para su implementación, los factores que facilitan y obstaculizan su avance, y los indicadores utilizados para su medición. Además, se contribuyó a mejorar la comprensión de la eco-innovación y su papel dentro del abanico de innovaciones necesarias para la EC, destacando sus definiciones, tipologías y aportes a la EC. También se realizó una revisión exhaustiva de la literatura empírica sobre los factores impulsores y las barreras de la eco-innovación empresarial. Este capítulo proporcionó el sustento teórico para formular las hipótesis contrastadas en esta tesis.

En el tercer capítulo se ha presentado la metodología empleada, que propone un enfoque integral que combina metodologías cuantitativas y cualitativas. Se llevó a cabo una revisión documental del marco institucional y se ha elaborado una batería de indicadores propia basada en el marco de seguimiento de la Unión Europea y la información ambiental de Ecuador. Esta batería incorpora nuevos indicadores que proporcionan información sobre los sectores primario y electrónico, ambos relevantes para el país. También se ha estimado un modelo econométrico para el análisis de la eco-innovación en el tejido empresarial ecuatoriano, junto con un estudio de caso del sector eléctrico-electrónico.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados relativos a los factores del contexto y del tejido empresarial ecuatoriano que podrían condicionar el avance de Ecuador hacia una modelo más circular y sostenible. Estos resultados se dividieron en tres niveles de análisis. En plano institucional, se han clasificado y evaluado los instrumentos normativos, de política pública y fiscales que favorecen la EC, proporcionando una valoración crítica de las fortalezas y debilidades de este marco normativo. A continuación, se analizaron los indicadores de progreso del país hacia la EC en torno a cinco dimensiones clave: producción y consumo, gestión de residuos, materias primarias y secundarias, competitividad e innovación, y cambio climático.

En el quinto capítulo, partiendo de la base de datos de innovación empresarial, se ha elaborado un perfil de las empresas eco-innovadoras que podrían contribuir a la economía circular

USC UNIVERSIDADE

en Ecuador. Este análisis constató a nivel empírico la relación entre la eco-innovación de productos y procesos y los factores impulsores, las barreras y las características estructurales de las empresas ecuatorianas de los sectores manufacturero, minas y canteras, comercio y servicios.

Finalmente, en el sexto capítulo se presentan los resultados del estudio de caso sobre el sector eléctrico-electrónico obtenidos en el marco del proyecto POTENCIAL. A partir de estos hallazgos, se han propuesto estrategias y modelos de negocio para fomentar la circularidad en el sector AEE y en el tratamiento de sus residuos (RAEE). Este análisis ha puesto de relieve los cambios e innovaciones necesarios para avanzar hacia la EC en este sector y, por extensión, en toda la economía.

A continuación, se exponen las principales conclusiones de esta tesis, en respuesta a los objetivos específicos. A partir de la revisión de la literatura del capítulo 1, se ha abordado el primer objetivo específico relativo a la contextualización del modelo de desarrollo ecuatoriano y su problemática ambiental asociada. La economía ecuatoriana, históricamente arraigada en una especialización primario-exportadora y con una marcada concentración en sectores extractivos como el petróleo, la minería y la agricultura, ha generado importantes ingresos para el país. Sin embargo, este modelo también ha contribuido a una estructura económica vulnerable y dependiente de los recursos naturales, exacerbando problemas como la huella ecológica, la huella material, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación del suelo y la desigualdad social. Este modelo ha limitado la capacidad del país para diversificar su economía y desarrollar otros sectores productivos. Así, esta estructura supone un reto para la transición hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador.

La literatura revisada y la identificación de impactos ambientales y sociales importantes sugieren la necesidad de diversificar la matriz productiva ecuatoriana, promoviendo otros sectores como la industria manufacturera y los servicios basados en el conocimiento, y acompañando este proceso con iniciativas y estrategias alineadas con los principios de la EC. Es decir, la necesidad de impulsar un nuevo modelo productivo más sostenible debe afrontar al mismo tiempo la necesaria inclusión de principios sostenibles en las actividades existentes y que sean relevantes para Ecuador, al mismo tiempo que la necesidad de promover la diversificación y la creación de ligazones relevantes entre nuevas actividades, debe hacerse con criterios de sostenibilidad.

En este sentido, la economía circular ha emergido recientemente en Ecuador como un enfoque relevante para abordar los desafíos ambientales y avanzar hacia un modelo más sostenible. En el capítulo 2 se han identificado una serie de factores que podrían condicionar la implementación efectiva de la EC, entre ellos un marco institucional que guíe este proceso y cree las condiciones favorables para su desarrollo.

La aportación de esta tesis doctoral es significativa para al estudio de las estrategias y los factores determinantes para la transición hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador, tanto desde el punto de vista teórico como empírico. En lo que respecta a la aportación teórica, en esta tesis se encuadran dos enfoques, la economía circular y la eco-innovación, que han sido poco analizados de forma conjunta en el contexto de los países en desarrollo que operan bajo un modelo primario exportador. Por tanto, se pone de relieve la importancia de conocer el contexto en el que se pretende llevar a cabo un cambio transformador como la EC. Se examinan las características del país que pueden condicionar la transición hacia un modelo más sostenible y circular desde una revisión teórica. Además, se profundiza en el análisis de la eco-innovación y su potencial para la economía circular, un aspecto todavía poco explorado en la literatura. Así, tratan de destacarse los diferentes tipos de eco-innovaciones que pueden jugar un papel clave en muchas estrategias de EC. Se destacan además los aspectos determinantes de la eco-

USC DE COMPOSTELA

innovación, junto con las limitaciones o efectos indeseados (como los efectos rebote) para una EC. Desde la perspectiva empírica, se aporta una visión amplia que abarca diversos niveles de análisis (macro, meso y micro). A continuación, se presentan las conclusiones que capturan los principales hallazgos de esta investigación.

Marco institucional para la economía circular

El análisis del marco institucional ecuatoriano ha permitido observar cambios en el enfoque del país hacia un modelo de desarrollo sostenible a partir del año 2008. Este avance se ha manifestado en un conjunto de instrumentos de regulación claramente orientados hacia la gestión y tratamiento de residuos. Por lo tanto, esta tesis ha demostrado, a través del análisis descriptivo de esos instrumentos, que el marco institucional ecuatoriano para la EC responde a un enfoque de la EC centrado en el final de vida. En cambio, este marco normativo no ha incorporado hasta el momento otros instrumentos que puedan dirigir sus esfuerzos hacia la promoción de otras visiones de la EC más críticas con el modelo lineal. En concreto, faltan instrumentos que tengan por objetivo crear las condiciones o fomentar el desarrollo de una EC ligada con actividades de eco-diseño o las enfocadas en la extensión de la durabilidad de los productos. Por este motivo, se concluye que el marco institucional ecuatoriano actúa como un impulsor de la circularidad centrado en la fase de gestión de residuos. Dado que la EC exige estrategias y actividades que permitan reducir la extracción de recursos, reducir el consumo y generar menos residuos, existe margen en el marco institucional ecuatoriano para políticas que fomenten no solo la reducción y el reciclaje de residuos, sino también actividades que contribuyan a prologar la vida útil de los productos, como la reparación y remanufactura.

Por otro lado, la existencia de instrumentos de regulación para la aplicación del principio de responsabilidad extendida del productor a residuos peligrosos y especiales se ha identificado como una fortaleza del país para avanzar hacia una gestión más sostenible y circular de estos residuos. Sin embargo, la ausencia de datos no ha permitido concluir sobre la efectividad de esta normativa. Aun tomando con cautela los datos disponibles sobre el número de empresas que han reportado la gestión, estos han sido muy limitados, y la gestión adecuada ha alcanzado porcentajes que oscilan entre el 4.72% y el 44.73%. Lo que indica la necesidad de mejorar la obligación de reportar, y también la posibilidad de extender esta normativa a otros residuos. En cualquier caso, un sistema de gestión y control ayudaría a obtener una visión más precisa de los niveles de aprovechamiento de estos residuos, identificar áreas de mejora y establecer acciones correctivas. Esto contribuiría a asegurar el cumplimiento del principio REP y promover una gestión más sostenible y circular de los residuos en Ecuador.

Otros aspecto importante abordado como parte del marco institucional ha sido la identificación de los tipos de innovaciones que se están promoviendo. La eco-innovación ha sido reconocida como un eje prioritario dentro la normativa ecuatoriana. No obstante, esta se ha limitado a un enfoque convencional, centrado exclusivamente en tecnologías limpias, lo cual resulta insuficiente para abordar los cambios e innovaciones que exige la economía circular. En este sentido, se hace necesario revalorizar la eco-innovación hacia un enfoque más sistémico que contemple transformaciones en productos, organizaciones, instituciones y estructuras sociales necesarias para avanzar hacia este modelo.

Finalmente, el marco normativo ecuatoriano, basado principalmente en instrumentos de mando y control, ha denotado una falta de atención hacia otros instrumentos que podrían ser útiles para disminuir las múltiples barreras u obstáculos que el país pueda enfrentar en su transición hacia este nuevo modelo. No se han identificado incentivos y beneficios fiscales para actividades de reparación y remanufactura, ni tampoco otros instrumentos de carácter

USC DE COMPOSTELA

voluntario orientadas a promover la adopción de prácticas circulares. La formulación de paquetes de políticas, que incluyan diferentes tipos de instrumentos orientados a la consecución de varios sub-objetivos interrelacionados, se hace necesaria para crear las condiciones que permitan avanzar hacia un modelo más sostenible en el largo plazo.

Indicadores de progreso hacia la economía circular

En el capítulo dos, se ha identificado la necesidad de contar con indicadores y métricas que permitan evaluar los progresos hacia este nuevo modelo. En esta tesis se ha partido del marco de monitoreo de la Unión Europea para hacer una primera aproximación a las condiciones y el grado de avance de Ecuador hacia la EC. Este marco incluye indicadores clave relativos a la productividad de los recursos, las tasas de reciclaje, la generación de residuos y la contribución de las actividades de economía circular al PIB.

La elaboración de esta batería de indicadores ha requerido la búsqueda, recopilación y sistematización de datos disponibles en diversas fuentes oficiales del país. Este proceso ha planteado algunas dificultades para obtener información relevante que dé cuenta del progreso de Ecuador hacia un modelo más sostenible y circular. En primer lugar, no se han encontrado datos sobre indicadores relacionados con la contribución de materiales reciclados, como la tasa de uso circular y las tasas de aporte del reciclaje al final de su vida útil. También han faltado datos sobre indicadores de resiliencia que evalúan la autosuficiencia del país en el suministro de materias primas. Además, se ha detectado la ausencia de información sobre patentes vinculadas a la gestión de residuos y el reciclaje. A pesar de que este último es un indicador relevante, es importante señalar que no todas las eco-innovaciones son patentadas. Por lo tanto, en esta tesis se ha optado por sustituir este indicador por el porcentaje de empresas que han declarado haber llevado a cabo algún tipo de eco-innovación.

En segundo lugar, aunque en Ecuador se ha encontrado una mayor disponibilidad de datos sobre residuos, no se ha podido acceder de forma desagregada a la generación de residuos y a las tasas de reciclaje por tipo de residuo.

En tercer lugar, no existe una definición de actividades circulares en el país. Por lo tanto, para poder establecer indicadores de competitividad e innovación, se ha partido del listado de actividades circulares del marco europeo para identificar los 7 sectores que incluyen 29 actividades económicas ligadas a la EC.

Por otra parte, es importante destacar que se han incorporado los siguientes indicadores que no están contemplados en el marco europeo: la generación de residuos eléctricos y electrónicos, las tasas de reciclaje para cuatro tipos de residuos regulados bajo el principio REP, el comercio de materias primas primarias, el porcentaje de empresas que han realizado inversiones ambientales, el número y las ventas de empresas que han llevan a cabo actividades relacionadas con la EC, y el número de empresas con certificaciones ISO 14001. Estos nuevos indicadores han aportado información valiosa para dos sectores clave del país: el sector primario y el sector eléctrico-electrónico. En este sentido, se ha identificado que el marco de monitoreo del progreso hacia la EC en un país puede y debe ser enriquecido con otros indicadores relevantes.

El análisis del conjunto de indicadores desarrollado en esta tesis permite concluir, por un lado, que existen ciertas condiciones de base favorables para que Ecuador pueda avanzar hacia un modelo más sostenible y circular. Por otro lado, que el estado de progreso de Ecuador hacia la EC aún se encuentra en una fase inicial y presenta algunos desafíos.

Respecto a las condiciones favorables del país para la EC, los indicadores de competitividad e innovación han permitido identificar un conjunto de actividades potencialmente interesantes para la EC. En 2022, las actividades de alquiler, mantenimiento, reparación y gestión de

USC DE COMPOSTELA

desechos han registrado un mayor número de empresas activas y personal empleado, así como el volumen de ventas más alto dentro del conjunto de sectores que incluyen actividades vinculadas a la EC. Por lo tanto, fortalecer estas actividades mediante incentivos económicos y fiscales que incidan en la posibilidad de implementar estrategias o actividades de extensión de la vida útil podría contribuir a optimizar el uso de los productos que están circulación y fomentar patrones de producción y consumo más sostenibles en el país.

Además, se ha identificado un porcentaje de empresas dentro del tejido empresarial ecuatoriano que han declaro haber realizado eco-innovaciones de productos y procesos, lo cual constituye una condición favorable para el avance del país hacia la EC. Sin embargo, como se ha mencionado en otros apartados, también se requieren innovaciones institucionales, organizativas y sociales. Por lo tanto, hacen falta esfuerzos por parte de las empresas ecuatorianas no solo hacia la mejora de productos y procesos, sino también hacia nuevos modelos de negocio y estrategias de comercialización que contribuyan a la transición de todo el sistema hacia la EC.

El marco de indicadores de seguimiento elaborado ha permitido identificar también algunos desafíos que el país puede enfrentar para avanzar hacia un modelo más sostenible y circular: el crecimiento de la huella material a lo largo de los años ha evidenciado una tendencia hacia la intensificación del consumo y uso de recursos naturales. Esta tendencia, también se ha reflejado en el análisis del indicador de comercio de materias primarias, que ha mostrado un aumento en las exportaciones de estos recursos, especialmente de los recursos agrícolas, pesqueros y acuáticos. Esto indica que el país continúa explotando sus recursos naturales y que estos van en gran medida, orientados a satisfacer la demanda del mercado externo.

En este contexto, se necesitan cambios que afecten la estructura productiva del país para minimizar el impacto ambiental de estas actividades en Ecuador. Como hemos indicado más arriba, la adopción de prácticas circulares estaría supeditada a este tipo de actividades extractivas. Mientras no se produzca la diversificación de esta estructura, se pueden introducir en la medida de los posible, prácticas y actividades eco-innovadoras que contribuyan a un uso más eficiente y regenerativo de los recursos naturales.

Por otro lado, el aumento en la generación de residuos y las bajas tasas de reciclaje en Ecuador representan otros desafíos que el país debe atender. El análisis de este indicador ha permitido observar que los hogares ecuatorianos son una fuente importante de estos residuos, siendo los residuos orgánicos la fracción más representativa. Además, el indicador comercio de materias secundarias ha mostrado que existe una cantidad importante de desechos y residuos que ingresan al país a través de importaciones. Esto constituye un desafío en términos de infraestructura y capacidad necesarias para gestionar adecuadamente estos residuos y convertirlos en materiales secundarios que puedan ser reutilizados. Asimismo, la falta de información precisa sobre el destino final de estos residuos ha sido identificado como otro obstáculo a superar. Esto resalta la necesidad de fortalecer el control y cumplimiento de la normativa ambiental vigente para reducir la entrada de estos residuos. Además, la importancia de mejorar los sistemas de recogida y reciclaje, así como concientizar a la población ecuatoriana sobre un manejo adecuado de los residuos, con el fin de minimizar al máximo la generación de residuos en el país.

Finalmente, los resultados de los indicadores de cambio climático, relativos a las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero provenientes de las actividades de producción y la huella de consumo, han mostrado un incremento durante el periodo 1990-2022. Estos resultados evidencian la necesidad de adoptar eco-innovaciones que contribuyan a reducir estas emisiones.

Es importante concluir que no se puede determinar con precisión si el cambio institucional favorable a la EC analizado previamente ha impactado en el modelo ecuatoriano, dado que este cambio es reciente. Por lo tanto, será necesario analizar la evolución de estos indicadores en los

USC DE COMPOSTELA

próximos años para obtener una comprensión más completa del impacto de estas reformas normativas.

En relación con la hipótesis planteada sobre el progreso hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador, el conjunto de indicadores analizados indica que efectivamente dicho progreso es todavía incipiente y se encuentra en una etapa muy temprana.

Determinantes de la eco-innovación en el tejido empresarial ecuatoriano

Como parte de los cambios necesarios para una transformación hacia la economía circular, la eco-innovación será uno de los tipos de innovación clave. El análisis de la eco-innovación en el tejido empresarial ecuatoriano ha permitido identificar un pequeño porcentaje de empresas que han implementado eco-innovaciones de producto y proceso en el país. Estas empresas se han caracterizado por operar principalmente en los sectores de manufactura y servicios, ser de tamaño pequeño y estar orientadas al mercado nacional. Además, se ha observado que no forman parte de ningún grupo empresarial. Así, la hipótesis relacionada con las características estructurales de las empresas indica que el tamaño, el sector, la antigüedad y el mercado geográfico son factores determinantes clave de la eco-innovación en Ecuador.

Por otro lado, se han analizado los factores que actúan como impulsores y barreras de la eco-innovación según el sector de actividad. Esto ha permitido concluir que existen diferencias en la importancia de estos factores en los sectores analizados, lo que indica hacia dónde pueden orientarse los esfuerzos de política para promover esta eco-innovación en cada uno de ellos.

Respecto a los impulsores de la eco-innovación, las estimaciones respaldan la hipótesis planteada, que sugiere la existencia de insumos y facilitadores de tipo tecnológico, de atracción de la demanda y de política regulatoria que podrían promover la eco-innovación en Ecuador, teniendo en cuenta la especificidades de cada sector.

Entre los inputs de la eco-innovación, se ha observado que la adquisición de maquinaria ha sido un determinante clave en el sector manufacturero, el gasto en tecnología en el sector de minas y canteras, y el gasto en diseño en el sector comercio. Esto indica la importancia de importar y desarrollar maquinaria y tecnologías eco-innovadoras para los sectores manufacturero y de minas y canteras. En el sector comercio, los esfuerzos podrían centrarse en incentivos económicos que contribuyan a mejorar procesos y adoptar técnicas más eficientes.

Entre los factores facilitadores, se ha constatado que el aprovechamiento de novedades científico-técnicas ha sido un determinante clave del sector manufacturero. Mientras que en el sector comercio, la búsqueda de soluciones a problemas técnicos ha desempeñado un papel importante. Esto sugiere la necesidad de fomentar colaboraciones con generadores de conocimiento para facilitar la eco-innovación en estos sectores.

La amenaza de la competencia ha ejercido como impulsor de la EI en los sectores manufacturero y de servicios. Por tanto, contribuir a la competitividad de las empresas eco-innovadoras puede ser clave para una adopción más generalizada de eco-innovaciones. De igual manera, el acceso a fuentes internas y externas de información ha sido identificado como un facilitador clave para la EI para estos dos sectores. En este sentido, la creación de plataformas para el intercambio continuo de información y de mejores prácticas podría fomentar un entorno colaborativo que impulse la eco-innovación en estos sectores.

Además, los resultados sugieren que un aumento en las certificaciones promovería la eco-innovación en los sectores manufacturero y de comercio. Esto resalta la necesidad de impulsar políticas que incentiven la adopción de certificaciones en el país, por ejemplo mediante subsidios, apoyo técnico y campañas de concienciación sobre los beneficios de la EI.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La identificación de una demanda de productos y servicios eco-innovadores en los sectores de servicio y comercio han sido un factor importante. Por tanto, se pone de relieve la necesidad de desarrollar estudios de mercado que permitan identificar clientes potenciales, así como estrategias de marketing orientadas a captar este nuevo segmento de clientes.

Finalmente, el marco normativo, como se ha identificado en la literatura, ha sido un determinante clave de la eco-innovación. Nuestras estimaciones han permitido constatar que una mayor regulación en el sector de minas y canteras influye positivamente en la eco-innovación, lo que indica la necesidad de fortalecer la normativa existente.

Respecto a las barreras de la eco-innovación, las estimaciones realizadas han respaldado la hipótesis planteada, que sugiere que la gestión de costos, el acceso a financiamiento, la falta de conocimientos y la incertidumbre en el mercado constituyen obstáculos significativos para la adopción de eco-innovaciones en productos y procesos en Ecuador. Lo que ha permitido concluir sobre la importancia de adoptar medidas que contribuyan a minimizar el impacto de estas barreras, teniendo en cuenta las particularidades de cada sector de actividad.

La falta de recursos financieros, la ausencia de financiamiento externo y los altos costos de innovación han sido obstáculos importantes para los sectores manufacturero y de servicios. En este sentido, el análisis apunta hacia la necesidad de crear mecanismos de financiamiento e incentivos económicos y fiscales para estos sectores.

Además, se ha observado que las barreras de conocimiento en el sector servicios constituyen otro desafío significativo, lo que indica la necesidad de enfocarse en la capacitación y formación del personal para desarrollar las habilidades y conocimientos necesarios para este tipo de eco-innovaciones. En el sector comercio, los principales obstáculos han estado relacionados con barreras de mercado. Por tanto, promover la eco-innovación requiere prestar mayores esfuerzos en la identificación de tendencias de consumo y preferencias del cliente, fomentando la preferencia para los productos y servicios eco-innovadores.

Potencial para la circularidad del sector eléctrico-electrónico

El diagnóstico del sector eléctrico-electrónico en Ecuador ha permitido determinar las estrategias y modelos de negocio que podrían impulsar la circularidad en el sector AEE y en el tratamiento de sus residuos, basándose en las fortalezas y debilidades existentes en el país.

En lo que respecta a las debilidades del país, el análisis del marco normativo del sector eléctrico-electrónico ha mostrado que aún persisten vacíos legales que dificultan una implementación más integral de la economía circular a lo largo de todo el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos. En concreto, se ha observado que la normativa está enfocada en la gestión y tratamiento de los RAEE. Lo que se ha visto reflejado en la existencia de instrumentos específicos para la gestión y tratamiento de los RAEE, entre ellos instructivos para aplicación del principio de responsabilidad extendida del productor. Además, se han observado carencias en cuanto a incentivos económicos o tributarios que fomenten las actividades de prolongación de la vida útil de los AEE, así como la gestión sostenible de sus residuos. En este sentido, se ha detectado un campo de oportunidad hacia una normativa que regule las actividades como la reparación, remanufactura y reciclaje de piezas y componentes, así como de otros instrumentos que actúen desde el lado del consumidor para promover hábitos de uso más sostenibles. También hacen falta incentivos económicos y fiscales que faciliten la adopción de prácticas más sostenibles y circulares en este sector.

El análisis del marco institucional ha permitido concluir que los instrumentos normativos están enfocados en el final de vida de los AEE, principalmente a través de la aplicación del principio de Responsabilidad Extendida del Productor, dejando de lado otros ámbitos que

USC

podrían contribuir a una mayor circularidad en el sector. Esto corrobora la hipótesis planteada, que sugiere que la normativa existente para este sector constituye un factor impulsor de la circularidad centrado en la fase de gestión de residuos.

Por otro lado, el análisis de las tendencias de producción y consumo de AEE en Ecuador ha revelado otros desafíos para el país. La estructura productiva de Ecuador es muy débil en fabricación de aparatos eléctricos-electrónicos, siendo el país dependiente de las importaciones de este tipo de productos. Esto condiciona la posibilidad de implantar actividades circulares en las fases que puedan tener incidencia en la durabilidad de los productos. Además, se han detectado otras debilidades, como la existencia de una infraestructura insuficiente para la adecuada recolección y tratamiento de los RAEE, así como una falta de conciencia y conocimiento por parte de los consumidores sobre el manejo apropiado de este tipo de residuos. Estos hallazgos respaldan la hipótesis planteada, que indica que la integración del sector AEE en la estructura productiva local y las prácticas de gestión de los RAEE en Ecuador limitan el potencial de circularidad en dicho sector.

Entre las fortalezas que el país tiene para aprovechar, se ha identificado la existencia de una cultura de reparación, así como la presencia de empresas de ensamblaje y reparación y programas de formación profesional, los cuales han sido reconocidos como oportunidades para prolongar la vida útil de los AEE. Asimismo, las iniciativas sostenibles como las campañas de reciclaje podrían contribuir a reducir los RAEE en el país. A nivel normativo, se ha identificado una amplia legislación en torno a residuos peligrosos, y la normativa REP para RAEE de origen doméstico como factores clave para avanzar hacia una gestión más sostenible y circular de los residuos electrónicos.

A partir del análisis realizado, se puede concluir que existen oportunidades para la economía circular en el país en las fases de gestión de los RAEE y también en la fase de uso. Atendiendo al análisis de fortalezas y debilidades, en esta tesis se han identificado y propuesto una serie de cambios e innovaciones que podrían promoverse para aprovechar el potencial de circularidad existente.

1.2 LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada ha permitido presentar una serie de aportaciones relevantes sobre la aplicación de la economía circular, además en el contexto de un país en desarrollo, como es Ecuador. No obstante, no se ha alcanzado un completo análisis de todos los aspectos relevantes sobre la misma, ni ha podido abordarse en todo su detalle, debido a la existencia de limitaciones, tanto desde el punto de vista empírico como metodológico.

Las principales limitaciones de esta investigación provienen de la disponibilidad y el acceso a datos actualizados, de la ausencia de estudios que analicen el grado de avance de la economía circular en los países, así como de la metodología para el análisis de la EC en el tejido empresarial ecuatoriano. Otras limitaciones incluyen la escasa literatura empírica sobre el análisis de los determinantes de la economía circular y la eco-innovación en países en desarrollo. A continuación, se comentan cada una de las limitaciones identificadas y las posibles futuras investigaciones que se derivan de ellas.

En cuanto a la disponibilidad de datos para la medición de la economía circular, Ecuador carece de información cuantitativa y de datos específicos en esta área. Por lo tanto, la elaboración de una batería de indicadores para el seguimiento de la EC se ha visto limitada a la información de fuentes secundarias disponibles en el país y en otras fuentes oficiales de organismos internacionales. Esto no ha permitido estandarizar el análisis de todos los indicadores en un

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

mismo período de tiempo, dificultando la comparación y el estudio de tendencias a lo largo del tiempo.

En lo que respecta a otros estudios que evalúan el seguimiento de la economía circular, la escasez de investigaciones en este campo ha impedido contar con un marco analítico establecido. Hasta el momento no existen métricas e indicadores estandarizados que posibiliten el análisis y seguimiento de la EC en los países. Por tanto, la selección de indicadores para el análisis de la EC en Ecuador se ha basado en el marco de monitoreo europeo, a pesar de las limitaciones asociadas al alcance de estos indicadores.

En relación con la escasez de literatura empírica sobre los factores determinantes de la eco-innovación y la economía circular en países en desarrollo, la novedad de esta temática, su reciente difusión en estos países y la dificultad para acceder a datos han limitado la cantidad de estudios empíricos en este campo. Lo que dificulta la comparación de los hallazgos de esta investigación con los resultados de otros países emergentes.

Por último, en relación con la metodología empleada para el análisis del tejido empresarial ecuatoriano, como se ha señalado en apartados anteriores, no existe una definición clara de actividades circulares ni datos desagregados sobre estas empresas en el país. Por lo tanto, el análisis de los factores que podrían promover u obstaculizar el avance hacia prácticas más sostenibles y circulares en las empresas ecuatorianas se ha limitado a los datos disponibles en la encuesta de innovación. Aunque esta base de datos ha proporcionado información relevante sobre las empresas eco-innovadoras que podrían contribuir a la EC, presenta limitaciones en cuanto a la actualidad de los datos y su cobertura. Los datos más recientes corresponden al periodo 2012-2014, y la información disponible abarca únicamente las eco-innovaciones de producto y proceso, sin abordar otros tipos de innovaciones.

A partir de las limitaciones señaladas, pueden derivarse algunas líneas de investigación futuras sobre aquellos aspectos que han quedado fuera del marco de investigación establecido en esta tesis. Estas ampliaciones de la investigación tienen que ver tanto con la ampliación de la metodología propuesta para el análisis del seguimiento de la EC como con la ampliación del estudio de otros sectores y la profundización del análisis en el tejido empresarial ecuatoriano.

En relación con la metodología propuesta para el análisis del progreso de la economía circular en el país, esta podría mejorarse mediante la incorporación de metodologías alternativas de recolección de datos. Como se mencionó anteriormente, una de las principales limitaciones es la disponibilidad de datos. Por lo tanto, sería necesario hacer recogida de datos primaria a través de entrevistas o grupos focales con actores clave del sector privado, público y académico que permitan obtener información relevante sobre los principales avances del país en materia de EC.

Respecto al estudio de caso, el análisis realizado en esta investigación ha permitido identificar los cambios e innovaciones necesarios para promover la circularidad en el sector eléctrico-electrónico, utilizando datos secundarios. En este sentido, sería de gran interés extender este análisis a un conjunto más amplio de sectores, como el de minas y canteras, incorporando datos primarios a través de entrevistas o encuestas que proporcionen información más detallada y precisa sobre las potencialidades y desafíos para la adopción de prácticas más sostenibles y circulares.

En cuanto al análisis del tejido empresarial ecuatoriano, la metodología empleada es de corte transversal, lo que proporciona una visión estática de la realidad de las empresas eco-innovadoras que podrían contribuir a la economía circular. Por lo tanto, sería conveniente ampliar el análisis a una serie temporal para obtener una comprensión completa de su evolución. Además sería especialmente interesante profundizar el estudio de los factores que facilitan y

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

obstaculizan la EI con estudios de caso en empresas ecuatorianas que hayan adoptado prácticas eco-innovadoras y circulares.

Otra interesante vía de investigación futura se deriva de la escasa literatura empírica sobre los factores determinantes de la EC y EI en países emergentes. En este sentido, se podría profundizar en el análisis de estos factores mediante un estudio comparado con otros países de América Latina.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

BIBLIOGRAFÍA

Acebo, E., Miguel-Dávila, J. Á., & Nieto, M. (2021). External stakeholder engagement: Complementary and substitutive effects on firms' eco-innovation. *Business Strategy and the Environment*, 1-17. https://doi.org/10.1002/bse.2770

Adams, K. T., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: Current awareness, challenges and enablers. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management*, *170*(1), 15-24. https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00011

Aghion, P., Hemous, D., & Veugelers, R. (2009). *No Green Growth without innovation. Bruegel Policy Brief-2009/07*. https://www.bruegel.org/sites/default/files/wp_attachments/pb_climatervpa_231109_01.pdf

Aguado, I., Echebarria, C., & Barrutia, J. (2009). Desarrollo sostenible a lo largo de la historia del pensamiento económico. *Revista de Economía Mundial*, *21*, 97-110.

Aibar-Guzmán, B., García-Sánchez, I.-M., Aibar-Guzmán, C., & Hussain, N. (2022). Sustainable product innovation in agri-food industry: Do ownership structure and capital structure matter? *Journal of Innovation & Knowledge*, *7*(1), 1-10. https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100264

Alarcón, P. (2020). Revisitando el Pensamiento Ambiental Latinoamericano: La Polifonía del Buen Vivir. *Diálogos Revista Electrónica de Historia*, *21*(2), 215-236. https://doi.org/10.15517/dre.v21i2.39433

Alarcón, P. (2021). Ecuador 1972-2017: Case Study and Methodological Approach. En *The Ecuadorian Oil Era. Nature, Rent and State* (1.ª ed., pp. 86-98). Nomos. https://doi.org/10.5771/9783748921158

Aloise, P. G., & Macke, J. (2017). Eco-Innovations in Developing Countries: The Case of Manaus Free Trade Zone (Brazil). *Journal of Cleaner Production*, *168*, 30-38. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.212

Altmann, J., Beirute, T., Falconí, F., & Rojas, F. (2011). *América Latina y el Caribe: Perspectiva de Desarrollo y Coincidencias para la Transformación del Estado* (1.ª ed.). FLACSO. https://www.flacso.org/sites/default/files/2021-11/AL y el Caribe-Perspectivas de desarrollo y coincidencias pa.pdf

Altomonte, H., & Sánchez, R. J. (2016). *Hacia una nueva gobernanza de los recursos naturales en América Latina y el Caribe.* Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40157/1/S1600308_es.pdf

Álvarez, M. J., Fernández, R. I., & Romera, R. (2014). Is eco-innovation a smart specialization strategy for andalusia? One approach from the multivariate analysis. *Revista de Estudios Regionales*, *100*, 171-195.

Andersen, M. (2008). Eco-Innovation - Towards a Taxonomy and a Theory. En *Paper for the DRUID conference*. https://www.researchgate.net/publication/228666208

Andersen, M. M. (2004). An Innovation System approach to Eco-innovation – Aligning policy rationales. *The Greening of Policies - Interlinkages and Policy Integration Conference*, 1-28. https://userpage.fu-berlin.de/ffu/akumwelt/bc2004/download/andersen_f.pdf

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Andersen, M. M., & Foxon, T. J. (2009). The Greening of Innovation Systems for Eco-Innovation – Towards an Evolutionary Climate Mitigation Policy. En *DRUID Summer Conference 2009 DRUID Society*. https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/115359611/The_Greening_of_Innovation_Systems.pdf

Ansell, C. K., & Bartenberger, M. (2016). Varieties of experimentalism. *Ecological Economics, 130*, 64-73. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.05.016

Arfaoui, N. (2018). Eco-innovation and regulatory push/pull effect in the case of REACH regulation: empirical evidence based on survey data. *Applied Economics, 50*(14), 1536-1554. https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1368989

Arranz, N., Arroyabe, M. F., Molina-García, A., & Fernandez de Arroyabe, J. C. (2019). Incentives and Inhibiting Factors of Eco-Innovation in the Spanish Firms. *Journal of Cleaner Production, 220*, 167-176. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.126

Asamblea Nacional. (2008). *Constitución del Ecuador*. https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf

Asamblea Nacional. (2010). *Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Código-Orgánico-Producción-Comercio-Inversiones-COPCI.pdf

Asamblea Nacional. (2011a). *Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario* (pp. 1-40). https://www.economiasolidaria.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/RO_LOEPSSFPS.pdf

Asamblea Nacional. (2011b). *Reglamento de Inversiones del Código Orgánico de la Producción*. https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/05/Literal-3.-Reglamento-del-Codigo-Orgaanico-de-la-Produccioon-Comercio-e-Inversiones-COPCI.pdf

Asamblea Nacional. (2016). *Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-02/Documento_Código-Orgánico-Economía-Social-Conocimientos-Creatividad-Innovación.pdf

Asamblea Nacional. (2018a). *Decreto No 371 para la Adopción de Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible como Política Pública del Gobierno Nacional*. https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/instrument/files/decreto_371_71305.pdf

Asamblea Nacional. (2018b). *Ley Para Fomento Productivo, Atracción Inversiones, Generación Empleo*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Ley-Orgánica-Fomento-Productivo-Atracción-Inversiones.pdf

Asamblea Nacional. (2020). *Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-03/Documento_LEY-ORGANICA-EMPRENDIMIENTO-INNOVACION.pdf

Asamblea Nacional. (2021). *Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva*. https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/suplementos/item/15070-cuarto-suplemento-al-registro-oficial-no-488

ASOBANCA. (2016). *Protocolo de Finanzas Sostenibles del Ecuador*. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/3148ae43-c611-402b-bb7c-9ce28d467d11/Ecuador+Sustainable+Finance+Protocol+(Spanish+only).pdf?MOD=AJPERES&CVID=lDu0jcd

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Azamar, A., & Carrillo, G. (2017). Extractivismo y deuda ecológica en América Latina. *Revista Luna Azul*, *45*, 400-418. https://doi.org/10.17151/luaz.2017.45.20

Baldassarre, B., Schepers, M., Bocken, N., Cuppen, E., Korevaar, G., & Calabretta, G. (2019). Industrial Symbiosis: towards a design process for eco-industrial clusters by integrating Circular Economy and Industrial Ecology perspectives. *Journal of Cleaner Production*, *216*, 446-460. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.091

Bárcena, A., Samaniego, J., Peres, W., & Alatorre, J. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe. ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* (160.ª ed.). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/19-00711_lbc_160_emergencia-cambio-climatico_web.pdf

Barragán, D., Torres, V., & de Miguel, C. (2022). *Desafíos regionales en el marco del Acuerdo de Escazú: gestión de la información sobre biodiversidad en países megadiversos*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47769/S2100845_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bassi, F., & Dias, J. (2019). The use of circular economy practices in SMEs across the EU. *Resources, Conservation and Recycling*, *146*, 523-533. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.019

BCE. (2023). Evolución de la Balanza Comercial por Productos Enero-Diciembre 2022. En *Banco Central del Ecuador*. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/BalanzaPagos/balanzaComercial/ebc202202.pdf

Ben Arfi, W., Hikkerova, L., & Sahut, J. M. (2018). External Knowledge Sources, Green Innovation and Performance. *Technological Forecasting and Social Change*, *129*, 210-220. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.017

Berkhout, F. (2005). Technological regimes, environmental performance and innovation systems: Tracing the links. En J. Weber, M., Hemmelskamp (Ed.), *Towards Environmental Innovation Systems* (pp. 57-80). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-27298-4_4

Bermejo, R. (2007). El paradigma dominante como obstáculo para la sostenibilidad: la transformación epistemológica y paradigmática de la economía sostenible. *Ekonomiaz: revista vasca de economía*, *64*, 36-71.

Bermúdez López, F., & Vence, X. (2024). The European Directive on Common Rules Promoting the Repair of Goods. A Critical Assessment of its Drafting Process. *Revista Galega de Economía*, *33*(2), 1-24. https://doi.org/10.15304/rge.33.2.9429

Bértola, L., & Ocampo, J. A. (2010). *Desarrollo, vaivenes y desigualdad. Una historia económica de América Latina desde la independencia*. Secretaría General Iberoamericana (SEGIB). http://segib.org/publicaciones/files/2010/12/Historia-Economica-AL-ESP.pdf

Betancourt Morales, C. M., & Zartha Sossa, J. W. (2020). Circular economy in Latin America: A systematic literature review. *Business Strategy and the Environment*, *29*(6), 2479-2497. https://doi.org/10.1002/bse.2515

Bleda, M., & Valente, M. (2009). Graded eco-labels: A demand-oriented approach to reduce pollution. *Technological Forecasting and Social Change*, *76*(4), 512-524. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.05.003

Blomsma, F., Bauwens, T., Weissbrod, I., & Kirchherr, J. (2022). The 'need for speed': Towards circular disruption—What it is, how to make it happen and how to know it's happening. *Business Strategy and the Environment*, *32*(3), 1010-1031.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

https://doi.org/10.1002/bse.3106
Blomsma, F., & Tennant, M. (2020). Circular economy: Preserving materials or products? Introducing the Resource States framework. *Resources, Conservation and Recycling*, *156*, 104698. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104698
Blomsma, F., Tennant, M., & Ozaki, R. (2023). Making sense of circular economy: Understanding the progression from idea to action. *Business Strategy and the Environment*, *32*(3), 1059-1084. https://doi.org/10.1002/bse.3107
Bocken, N. M. P., Olivetti, E. A., Cullen, J. M., Potting, J., & Lifset, R. (2017). Taking the Circularity to the Next Level: A Special Issue on the Circular Economy. *Journal of Industrial Ecology*, *21*(3), 476-482. https://doi.org/10.1111/jiec.12606
Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, *65*, 42-56. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039
Boons, F., & Lüdeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, *45*, 9-19. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.007
Boons, F., Montalvo, C., Quist, J., & Wagner, M. (2013). Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. *Journal of Cleaner Production*, *45*, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.013
Bossle, M. B., Dutra De Barcellos, M., Vieira, L. M., & Sauvée, L. (2016). The drivers for adoption of eco-innovation. *Journal of Cleaner Production*, *113*(1), 861-872. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.033
Boulding, K. (1966). the Economics of the Coming Spaceship Earth. En H. Jarret (Ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy, Resources for the Future* (pp. 3-14). Johns Hopkins University Press. https://doi.org/10.4324/9781315064147-2
Boutry, O., & Nadel, S. (2021). Institutional Drivers of Environmental Innovation: Evidence from French Industrial Firms. *Journal of Innovation Economics & Management*, *34*(1), 135-167. https://doi.org/10.3917/jie.034.0135
Braña, F. J., Domínguez, R., & León, M. (2016). *Buen Vivir y cambio de la matriz productiva. Reflexiones desde el Ecuador* (1.ª ed.). Friedrich-Ebert-Stiftung (FES-ILDIS). https://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/12781.pdf
Breard, G., & Llorente-González, L. J. (2022). Eco-innovation in Argentine Industrial Firms (2014 – 2016): A Characterization from the Perspective of Circular Economy Transition Strategies. *Journal of Innovation Economics and Management*, *39*(3), 73-104. https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0109
Briguglio, M., Llorente-González, L. J., Meilak, C., Pereira, Á., Spiteri, J., & Vence, X. (2021). Born or Grown: Enablers and Barriers to Circular Business in Europe. *Sustainability*, *13*(24), 1-20. https://doi.org/10.3390/su132413670
Brogi, S., & Menichini, T. (2019). Do the ISO 14001 Environmental Management Systems Influence Eco-innovation Performance? Evidences from the EU Context. *European Journal of Sustainable Development*, *8*(4), 292. https://doi.org/10.14207/ejsd.2019.v8n4p292
Brogi, S., & Menichini, T. (2024). The pathway towards circular economy: Measuring circular advantage of eco-innovations. *Business Strategy and the Environment*, *33*(4), 3005-3038. https://doi.org/10.1002/bse.3621
Brown, J. R., Martinsson, G., & Petersen, B. C. (2012). Do financing constraints matter for R&D? *European Economic Review*, *56*(8), 1512-1529. https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2012.07.007

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Buitrago, R. (2006). Las dificultades de la integración Latinoamericana a partir del modelo primario exportador. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, *14*(2), 145-156. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90900213

Cai, W., & Li, G. (2018). The Drivers of Eco-Innovation and its Impact on Performance: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, *176*, 110-118. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.109

Cainelli, G., D'Amato, A., & Mazzanti, M. (2020). Resource Efficient Eco-Innovations for a Circular Economy: Evidence from EU Firms. *Research Policy*, *49*(103827), 1-11. https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103827

Cainelli, G., De Marchi, V., & Grandinetti, R. (2015). Does the Development of Environmental Innovation Require Different Resources? Evidence from Spanish Manufacturing Firms. *Journal of Cleaner Production*, *94*, 211-220. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.008

Cainelli, G., Mazzanti, M., & Montresor, S. (2012). Environmental Innovations, Local Networks and Internationalization. *Industry and Innovation*, *19*(8), 697-734. https://doi.org/10.1080/13662716.2012.739782

Cainelli, G., Mazzanti, M., & Zoboli, R. (2012). Environmental innovations, complementarity and local/global cooperation: evidence from North-East Italian industry. *International Journal of Technology, Policy and Management*, *11*(3/4), 328. https://doi.org/10.1504/ijtpm.2011.042090

Cálix, A. (2016). *Los Enfoques de Desarrollo en América Latina – hacia una Transformación Social-Ecológica*. Fundación Friedrich Ebert. http://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/12549.pdf

Cálix, Á., & Blanco, M. (2020). *Los desafíos de la transformación productiva en América Latina. Perfiles nacionales y tendencias regionales* (E. Martínez (ed.); 1.ª ed.). Fundación Friedrich Ebert. https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/16322.pdf

Caria, S. (2019). Caracterización del perfil económico-productivo de Ecuador. Trayectorias históricas, desafíos y oportunidades en formas social y ambientalmente sostenibles. En *Fundación Friedrich Ebert*. http://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/15667.pdf

Carrillo-Hermosilla, J., Del Río Gonzáles, P., & Könnölä, T. (2009). *Eco-Innovation. When Sustainability and Competitiviness Shake Hands* (1.ª ed.). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/9780230244856

Carrillo-Hermosilla, J., Del Río, P., & Könnölä, T. (2010). Diversity of Eco-Innovations: Reflections from Selected Case Studies. *Journal of Cleaner Production*, *18*(10), 1073-1083. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.02.014

Carrillo, G. (2013). El debate teórico de la ecología industrial. En G. Carrillo (Ed.), *La ecología industrial en México* (pp. 19-45). Universidad Autónoma Metropolitana.

Carrillo, G., Gónzalez, C., & Hernández, R. (2011). Un modelo de gestión ambiental: una propuesta para el Estado de México. En A. Martínez, D. Villavicencio, & P. López (Eds.), *Estrategias para la competitividad. Empresas, sectores y regiones* (pp. 379-402). Concyteg, UAM, P&V.

Carrillo, G., & Pomar, S. (2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, *9*(23), 1-16. https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933

CCAC, & UNEP. (2018). *Integrated Assessment of Short-Lived Climate Pollutants for Latin America and the Caribbean: improving air quality while mitigating climate change.* https://www.ccacoalition.org/en/resources/integrated-assessment-short-lived-climate-pollutants-latin-america-and-caribbean

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CCE. (2020). *Registro Oficial No. 345 Resoluciones: MPCEIP-SC-2020-0028-R Apruébese y oficialícese con el carácter de voluntaria la Norma Técnica NTE INEN-AFNOR XP X30-901* (pp. 1-42). https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/ediciones-especiales/item/12576-edicion-especial-no-345

CEPAL. (1951). *Estudio Económico de América Latina 1949* (E/CN.12/1). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1003/1949_es.pdf

CEPAL. (2014). *Pactos para la igualdad. Hacia un futuro sostenible*. https://www.cepal.org/es/publicaciones/36692-pactos-la-igualdad-un-futuro-sostenible

CEPAL. (2015). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible.* https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37310/4/S1420656_es.pdf

CEPAL. (2016a). *700 (XXXVI) Resolución de México por la que crea el foro de los países de América Latina y el Caribe sobre el desarrollo sostenible*. https://www.cepal.org/sites/default/files/document/files/700xxxvi-foro-esp.pdf

CEPAL. (2016b). *Propuesta de términos de referencia del Grupo de Coordinación Estadística para la Agenda 2030 en América Latina y el Caribe de la Conferencia Estadística de las Américas de la CEPAL*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40186/S1600595_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CEPAL. (2017a). *Eco-innovación y producción verde. Una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe*. https://www.cepal.org/es/publicaciones/40968-ecoinnovacion-produccion-verde-revision-politicas-america-latina-caribe

CEPAL. (2017b). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de América Latina*. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8b2ed5c6-8b5b-43a6-9956-b23bdfa2f9e2/content

CEPAL. (2018a). *Informe del proceso de priorización de indicadores para el seguimiento estadístico regional de los objetivos de desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44116/1/S1800868_es.pdf

CEPAL. (2018b). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Una visión gráfica*. https://www.cepal.org/es/publicaciones/42228-la-economia-cambio-climatico-america-latina-caribe-vision-grafica

CEPAL. (2021). *Economía circular y valorización de metales: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47429/S2100496_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CEPAL. (2022a). *Ecuador: perfil nacional económico*. CEPALSTAT Base de datos y publicaciones estadísticas. https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/perfil-nacional.html?theme=2&country=ecu&lang=es

CEPAL. (2022b). *Observatorio del Principio 10 en América Latina y el Caribe. Tratados ratificados por Ecuador*. https://observatoriop10.cepal.org/es/countries/37/treaties

Charter, M., & Clark, T. (2007). *Sustainable Innovation: Key conclusions from Sustainable Innovation Conferences 2003-2006 Organised by The Centre for Sustainable Design*. https://research.uca.ac.uk/694/1/Sustainable_Innovation_report.pdf

CHCETD. (2024). *Chatham House. Circulareconomy.earth*. https://circulareconomy.earth/

Chen, Y. S., Lai, S. B., & Wen, C. T. (2006). The influence of green innovation performance on corporate advantage in Taiwan. *Journal of Business Ethics*, *67*(4), 331-339. https://doi.org/10.1007/s10551-006-9025-5

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Chertow, M. (1999). The Eco-industrial Park Model Reconsidered. *Journal of Industrial Ecology*, *2*(3), 8-10. https://doi.org/https://doi.org/10.1162/jiec.1998.2.3.8

Choi, Y., Bone, C., & Zhang, N. (2016). Sustainable policies and strategies in Asia: Challenges for green growth. *Technological Forecasting and Social Change*, *112*, 134-137. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.05.021

CHRTD. (2022). *Chatham House. Resourcetrade.earth*. https://resourcetrade.earth/

CIEC. (2019). *Economía circular y políticas públicas. Estado del arte y desafíos para la construcción de un marco político de promoción de economía circular en América Latina*. https://base.socioeco.org/docs/economia_circular_y_politicas_publicas.pdf

Cleff, T., & Rennings, K. (1999). Determinants of environmental product and process innovation. *European Environment*, *9*(5), 191-201. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0976(199909/10)9:5<191::AID-EET201>3.0.CO;2-M

Colombo, L. A., Pansera, M., & Owen, R. (2019). The discourse of eco-innovation in the European Union: An analysis of the Eco-Innovation Action Plan and Horizon 2020. *Journal of Cleaner Production*, *214*(2019), 653-665. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.150

Comisión Europea. (2004). *Plan de actuación a favor de las tecnologías ambientales en la Unión Europea, Resolución del Parlamento Europeo sobre la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo relativa al fomento de las tecnologías en pro del desarrollo sostenible*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005IP0271&from=EN

Comisión Europea. (2007). *Programa Marco para la Innovación y la Competitividad (2007-2013), Decisión No 1639/2006/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:310:0015:0040:es:PDF

Comisión Europea. (2011a). *Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos, Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, COM (2011), 571 final*. https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0571_/com_com(2011)0571_es.pdf

Comisión Europea. (2011b). *Innovación para un futuro sostenible. Plan de Acción sobre Ecoinnovación (Eco-AP), Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, COM (2011), 899 final*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0899&from=EN

Comisión Europea. (2014). *Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa, Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, COM (2014), 398 final*. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_1&format=PDF

Comisión Europea. (2015). *Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular, Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, COM (2015), 614 final*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614

Comisión Europea. (2017). *Sobre la aplicación del plan de acción para la economía circular. Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, COM (2017), 33 final*. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016C1224%252801%2529&rid=2

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Comisión Europea. (2019). *The European Green Deal. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM (2019), 640 final*. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf

Comisión Europea. (2020). *Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva, Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, COM (2020), 98 final*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN

Comisión Europea. (2023). *Sobre un marco de seguimiento revisado para la economía circular, Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, COM (2023), 206 final*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023DC0306

Costanza, R., Graumlich, L. J., & Steffen, W. (2005). *Sustainability or Collapse?. Report of the 96th Dahlem Workshop on Integrated History and Future of People on Earth (IHOPE).* https://wtf.tw/ref/costanza.pdf

Cuerva, M. C., Triguero-Cano, Á., & Córcoles, D. (2014). Drivers of Green and Non-Green Innovation: Empirical Evidence in Low-Tech SMEs. *Journal of Cleaner Production*, *68*, 104-113. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.049

da Silva Rabêlo, O., & de Azevedo Melo, A. S. S. (2019). Drivers of multidimensional eco-innovation: empirical evidence from the Brazilian industry. *Environmental Technology (United Kingdom)*, *40*(19), 2556-2566. https://doi.org/10.1080/09593330.2018.1447022

Daily, B., & Huang, S. (2001). Achieving sustainability through attention to human resource factors in environmental management. *International Journal of Operations and Production Management*, *21*(12), 1539-1552. https://doi.org/10.1108/01443570110410892

Daly, H. E. (2012). Moving From a Failed Growth Economy to a Steady-State Economy. En F. Gerber & R. Steppacher (Eds.), *Towards an Integrated Paradigm in Heterodox Economics*. Palgrave Macmillan. https://doi.org/https://doi.org/10.1057/9780230

Dane, F. (2013). *El Desafío del Desarrollo Sustentable en América Latina*. Konrad Adenauer Stiftung.

Darnall, N. (2006). Why firms mandate ISO 14001 certification. *Business and Society*, *45*(3), 354-381. https://doi.org/10.1177/0007650306289387

Darnall, N., & Edwards, D. (2006). Predicting the cost of environmental management system adoption: The role of capabilities, resources and ownership structure. *Strategic Management Journal*, *27*(4), 301-320. https://doi.org/10.1002/smj.518

de Jesus, A., Antunes, P., Santos, R., & Mendonça, S. (2018). Eco-innovation in the transition to a circular economy: An analytical literature review. *Journal of Cleaner Production*, *172*, 2999-3018. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.111

de Jesus, A., Antunes, P., Santos, R., & Mendonça, S. (2019). Eco-innovation pathways to a circular economy: Envisioning priorities through a Delphi approach. *Journal of Cleaner Production*, *228*, 1494-1513. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.049

de Jesus, A., Lammi, M., Domenech, T., Vanhuyse, F., & Mendonça, S. (2021). Eco-innovation Diversity in a Circular Economy: Towards Circular Innovation Studies. *Sustainability*, *13*(19), 10974. https://doi.org/10.3390/su131910974

de Jesus, A., & Mendonça, S. (2018). Lost in Transition? Drivers and Barriers in the Eco-innovation Road to the Circular Economy. *Ecological Economics*, *145*, 75-89. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.001

De Marchi, V. (2012). Environmental Innovation and R&D Cooperation: Empirical Evidence

USC DE COMPOSTELA

from Spanish Manufacturing Firms. *Research Policy*, *41*(3), 614-623. https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.002

De Marchi, V., & Grandinetti, R. (2013). Knowledge strategies for environmental innovations: The case of Italian manufacturing firms. *Journal of Knowledge Management*, *17*(4), 569-582. https://doi.org/10.1108/JKM-03-2013-0121

Debref, R. (2012). The Paradoxes of Environmental Innovations: The Case of Green Chemistry. *Journal of Innovation Economics*, *9*(1), 83. https://doi.org/10.3917/jie.009.0083

Del Brío, J. Á., & Junquera, B. (2003). A review of the literature on environmental innovation management in SMEs: Implications for public policies. *Technovation*, *23*(12), 939-948. https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00036-6

del Río González, P. (2005). Analysing the Factors Influencing Clean Technology Adoption: A Study of the Spanish Pulp and Paper Industry. *Business Strategy and the Environment*, *14*(1), 20-37. https://doi.org/10.1002/bse.426

del Río González, P. (2009). The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda. *Ecological Economics*, *68*(3), 861-878. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.07.004

del Río, P., Peñasco, C., & Romero-Jordán, D. (2015). Distinctive Features of Environmental Innovators: An Econometric Analysis. *Business Strategy and the Environment*, *24*(6), 361-385. https://doi.org/10.1002/bse.1822

Del Río, P., Peñasco, C., & Romero-Jordán, D. (2016). What Drives Eco-Innovators? A Critical Review of the Empirical Literature Based on Econometric Methods. *Journal of Cleaner Production*, *112*, 2158-2170. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.009

del Río, P., Romero-Jordán, D., & Peñasco, C. (2017). Analysing Firm-Specific and Type-Specific Determinants of Eco-Innovation. *Technological and Economic Development of Economy*, *23*(2), 270-295. https://doi.org/10.3846/20294913.2015.1072749

Dervojeda, K., Verzijl, D., Rouwmaat, E., Probst, L., & Frideres, L. (2014). *Clean Technologies Circular supply chains* (pp. 1-18). Business Innovation Observatory. https://ec.europa.eu/docsroom/documents/13396/attachments/3/translations/en/renditions/native

Dewick, P., & Foster, C. (2018). Focal Organisations and Eco-innovation in Consumption and Production Systems. *Ecological Economics*, *143*, 161-169. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.012

Díaz-García, C., González-Moreno, Á., & Sáez-Martínez, F. J. (2015). Eco-innovation: Insights from a Literature Review. *Innovation: Management, Policy and Practice*, *17*(1), 6-23. https://doi.org/10.1080/14479338.2015.1011060

Dijken, K., Prince, Y., Wolters, T., Frey, M., Mussati, G., Kalff, P., Hansen, O., Kerndrup, S., Søndergård, B., Lopes Rodrigues, E., & Meredith, S. (1999). *Adoption of Environmental Innovations. The Dynamics of Innovation as Interplay between Business Competence, Environmental Orientation and Network Involvement*. Kluwer Academic Publishers.

Domínguez, R., León, M., Samaniego, J., & Sunkel, O. (2019). El pensamiento estructuralista de la CEPAL sobre recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad (1948-1990). En J. Sánchez (Ed.), *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL* (pp. 19-86). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/8/S1900378_es.pdf

Doran, J., & Ryan, G. (2016). The Importance of the Diverse Drivers and Types of Environmental Innovation for Firm Performance. *Business Strategy and the Environment*, *25*(2), 102-119. https://doi.org/10.1002/bse.1860

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Driessen, P., & Hillebrand, B. (2002). Adoption and diffusion of green innovations. En W. Nelissen & G. Bartels (Eds.), *Marketing for Sustainability: Towards Transactional Policy-Making* (pp. 343-356). IOS Press Inc.

Droege, H., Kirchherr, J., Raggi, A., & Ramos, T. B. (2023). Towards a circular disruption: On the pivotal role of circular economy policy entrepreneurs. *Business Strategy and the Environment*, *32*(3), 1142-1158. https://doi.org/10.1002/bse.3098

Dugonski, F., & Tumelero, C. (2022). Barriers and facilitators of technological eco-innovations: a multilevel analysis in a Brazilian cosmetics company. *Innovation and Management Review*, *19*(3), 237-251. https://doi.org/10.1108/INMR-07-2021-0131

EASAC. (2016). *Indicators for a circular economy* (pp. 1-43). European Academies Science Advisory Council. https://www.interacademies.org/sites/default/files/publication/easac-indicators_for_a_circular_economy.pdf

EEA. (2016). Circular economy in Europe. Developing the knowledge base. En *Publication Office of the Euopean Union*. https://ec.europa.eu/environment/ecoap/policies-and-practices-eco-innovation-uptake-and-circular-economy-transition_en

EIO. (2011). *The Eco-Innovation Challenge: Pathways to a Resource-Efficient Europe*. https://www.eco-innovation.eu/index.php/reports

EIO. (2014). *Eco-Innovation: Enabling the transition to a resource efficient circular economy. Bi-anual report.* https://doi.org/https://data.europa.eu/doi/10.2779/58269

EIO. (2016). *Policies and Practices for Eco-Innovation Up-take and Circular Economy Transition. Bi-annual report*. https://ec.europa.eu/environment/ecoap/policies-and-practices-eco-innovation-uptake-and-circular-economy-transition_en

EIO. (2021). *EU Eco-Innovation Index:2016 version. Technical note*. https://ec.europa.eu/environment/ecoap/indicators/index_en

EMF. (2013). *Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition*. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an

EMF. (2015). *Growth within: a circular economy vision for a competitive europe*. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe

EMF. (2019). *Diagrama mariposa de la economía circular*. Ellen MacArthur Foundation. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram

Erkman, S. (2001). Industrial ecology: A new perspective on the future of the industrial system. *The Swiss Society of Pneumology*, *131*(37-38), 531-538. https://doi.org/10.4414/smw.2001.09845

Eurostat. (2022). *Private investment and gross added value related to circular economy sectors. Economic Aspects of Circular Economy - Identifying Circular Economy activities*. Circular Economy Database. https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/database

FAO. (2015). *Estado Mundial del Recurso Suelo. Resumen Técnico*. http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf

FAO. (2020). *Indicadores Específicos - Ecuador*. https://www.fao.org/faostat/es/#country/58

Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020. Cantidades, flujos y potencial de la economía circular* (pp. 1-120). https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/gen/D-GEN-E_WASTE.01-2020-PDF-S.pdf

Freeman, C. (1996). The greening of technology and models of innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, *53*(1), 27-39. https://doi.org/10.1016/0040-1625(96)00060-1

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Frigon, A., Doloreux, D., & Shearmur, R. (2020). Drivers of eco-innovation and conventional innovation in the canadian wine industry. *Journal of Cleaner Production*, *275*, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124115

Frondel, M., Horbach, J., & Rennings, K. (2007). End-of-Pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries. *Business Strategy and the Environment*, *16*, 571-584. https://doi.org/10.1002/bse.496

Fussler, C., & James, P. (1996). *Driving Eco-innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*. Pitman Publishing.

Galliano, D., Gonçalves, A., & Triboulet, P. (2017). Eco-Innovations in Rural Territories: Organizational Dynamics and Resource Mobilization in Low Density Areas. *Journal of Innovation Economics*, *24*(3), 35. https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0014

Galliano, D., & Nadel, S. (2015). Firms' Eco-innovation Intensity and Sectoral System of Innovation: The Case of French Industry. *Industry and Innovation*, *22*(6), 467-495. https://doi.org/10.1080/13662716.2015.1066596

García-Granero, E. M., Piedra-Muñoz, L., & Galdeano-Gómez, E. (2020). Multidimensional Assessment of Eco-Innovation Implementation: Evidence from Spanish Agri-Food Sector. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(4). https://doi.org/10.3390/ijerph17041432

García-Pozo, A., Campos-Soria, J. A., Santos, M. C., & Santos, J. A. C. (2019). Determinants of Environmental Innovations: New Evidence at the Sector Level. *Journal of Scientific and Industrial Research*, *78*(2), 76-80.

Geels, F. W. (2018). Disruption and low-carbon system transformation: Progress and new challenges in socio-technical transitions research and the Multi-Level Perspective. *Energy Research and Social Science*, *37*, 224-231. https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.010

Geffen, C. A., & Rothenberg, S. (2000). Suppliers and environmental innovation the automotive paint process. *International Journal of Operations and Production Management*, *20*(2), 166-186. https://doi.org/10.1108/01443570010304242

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, *143*, 757-768. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

Geng, & Doberstain. (2008). Developing circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving leapfrog development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *15*, 231-239. https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3

Ghisetti, C., & Montresor, S. (2020). On the adoption of circular economy practices by small and medium-size enterprises (SMEs): does "financing-as-usual" still matter? *Journal of Evolutionary Economics*, *30*(2), 559-586. https://doi.org/10.1007/s00191-019-00651-w

Ghisetti, C., & Rennings, K. (2014). Environmental innovations and profitability: How does it pay to be green? An empirical analysis on the German innovation survey. *Journal of Cleaner Production*, *75*, 106-117. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.097

Gligo, N., Alonso, G., Barkin, D., Brailovsky, A., Brzovic, F., Carrizosa, J., Durán, H., Fernández, P., Gallopín, G., Leal, J., Botero, M. M. De, Morales, C., Monasterio Ortiz, F., Panario, D., Pengue, W., & Becerra Rodríguez, M. (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe Gracias por su interés en esta* (161.ª ed.). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46101/1/S2000555_es.pdf

Global Footprint Network. (2023). *Ecological Footprint Data*. https://data.footprintnetwork.org/#/

Gómez, D. T. (2021). Sostenibilidad: apuntes sobre sostenibilidad fuerte y débil, capital

USC DE COMPOSTELA

manufacturado y natural. *Inclusión y Desarrollo*, *8*(1), 131-143. https://doi.org/https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.8.1.2021.1

Gregson, N., Crang, M., Fuller, S., & Holmes, H. (2015). Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. *Economy and Society*, *44*(2), 218-243. https://doi.org/10.1080/03085147.2015.1013353

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2000). *Informe Especial del IPCC. Escenarios de emisiones*. https://www.ipcc.ch/report/emissions-scenarios/

Guajarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (Quinta). McGraw Hill.

Guarín, A., & Knorringa, P. (2014). New Middle-Class Consumers in Rising Powers: Responsible Consumption and Private Standards. *Oxford Development Studies*, *42*(2), 196-216. https://doi.org/10.1080/13600818.2013.864757

Guillén, A. (2007). La teoría latinoamericana del desarrollo. Reflexiones para una estrategia alternativa frente al neoliberalismo. En G. Vidal & A. Guillén R. (Eds.), *Repensar la teoría del desarrollo en un contexto de globalización. Homenaje a Celso Furtado* (pp. 978-987). CLACSO. http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/edicion/vidal_guillen/28Guillen.pdf

Guillén, A. (2008). Modelos de desarrollo y estrategias alternativas en América Latina. En E. Correa, A. Palazuelos, & J. Déniz (Eds.), *América Latina y desarrollo económico. Estructura, inserción externa y sociedad* (pp. 1-35). Akal.

Guimarães, R. P. (2006). Desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: desafíos y perspectivas a partir de Johannesburgo 2002. En *Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana* (pp. 1-30). CLACSO. http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/gt/20101002071318/6Guimaraes.pdf

Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M. (2015). How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, *19*(5), 765-777. https://doi.org/10.1111/jiec.12244

Hart, J., Adams, K., Giesekam, J., Tingley, D. D., & Pomponi, F. (2019). Barriers and drivers in a circular economy: The case of the built environment. *Procedia CIRP*, *80*, 619-624. https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015

Hartley, K., Roosendaal, J., & Kirchherr, J. (2022). Barriers to the circular economy: The case of the Dutch technical and interior textiles industries. *Journal of Industrial Ecology*, *26*(2), 477-490. https://doi.org/10.1111/jiec.13196

Hartley, K., van Santen, R., & Kirchherr, J. (2020). Policies for transitioning towards a circular economy: Expectations from the European Union (EU). *Resources, Conservation and Recycling*, *155*. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104634

Hawken, P., Lovins, A., Lovins, H., Hawken, P., Lovins, A., & Lov, H. (1999). *Natural Capitalism : Creating the Next Industrial Revolution*. Little Brown & Co.

Hazarika, N., & Zhang, X. (2019). Factors that drive and sustain eco-innovation in the construction industry: The case of Hong Kong. *Journal of Cleaner Production*, *238*, 117816. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117816

Hazin, M. (2019). Coyuntura económica en América Latina y su vínculo con los recursos naturales. En R. Sanchéz (Ed.), *La bonanza de los recursos naturales para el desarrollo: dilemas de gobernanza* (pp. 59-82). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48052/1/S2200214_es.pdf

He, F., Miao, X., Wong, C. W. Y., & Lee, S. (2018). Contemporary corporate eco-innovation research: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, *174*, 502-526.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.314
Hemmelskamp, J. (1999). The Influence of Environmental Policy on Innovative Behaviour: An Econometric Study. En *Fondazione Eni Enrico Mattei Working Paper No. 18.99*. http://hdl.handle.net/10419/154972
Heras-Saizarbitoria, I., Arana, G., & Boiral, O. (2015). Exploring the dissemination of environmental certifications in high and low polluting industries. *Journal of Cleaner Production*, *89*(February 2018), 50-58. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.088
Hidalgo, M. del M. (2017). Un nuevo impulso hacia la economía circular. *bie3: Boletín I.E.E.E*, *7*, 134-146. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231820
Hjelm, O., & Lindahl, M. (2016). Roles of Academia in Supporting Eco-design in Small Companies for Better Environmental and Economic Performance. *Procedia CIRP*, *50*, 745-750. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.094
Hodgson, G. (1998). The Approach of Institutional Economics. *Journal of Economic Literature*, *36*(1), 166-192. https://www.jstor.org/stable/2564954
Hogenboom, B., Baud, M., de Castro, F., & Walter, M. (2014). La gobernanza ambiental en América Latina. Mapeando miradas, dinámicas y experiencias. *Ecología política*, *48*, 14-17. http://www.jstor.org/stable/43526930
Horbach, J. (2008). Determinants of Environmental Innovation. New Evidence from German Panel Data Sources. *Research Policy*, *37*(1), 163-173. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006
Horbach, J., & Rammer, C. (2020). Circular economy innovations, growth and employment at the firm level: Empirical evidence from Germany. *Journal of Industrial Ecology*, *24*, 615-625. https://doi.org/10.1111/jiec.12977
Horbach, J., Rammer, C., & Rennings, K. (2012). Determinants of Eco-innovations by Type of Environmental Impact. The Role of Regulatory Push/Pull, Technology Push and Market Pull. *Ecological Economics*, *78*, 112-122. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.005
Huang, Y. F., Chen, A. P. S., Do, M. H., & Chung, J. C. (2022). Assessing the Barriers of Green Innovation Implementation: Evidence from the Vietnamese Manufacturing Sector. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(8), 1-14. https://doi.org/10.3390/su14084662
INEC. (2015). *Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2015. Datos referidos al período de 2012-2014*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-nacional-de-actividades-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-acti/
INEC. (2019a). *Información Ambiental en Hogares*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/hogares/
INEC. (2019b). *Información Económica Ambiental en Empresas*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-informacion-ambiental-economica-en-empresas/
INEC. (2022a). Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM). En *Módulo de Información Económica Ambiental en Empresas*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-informacion-ambiental-economica-en-empresas/
INEC. (2022b). *Registro Estadístico de Empresas (REEM)*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/directoriodeempresas/
INEC. (2023). *Gestión Integral de Residuos Sólidos en GAD Municipales. Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/gad-municipales/
INEN. (2014). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 14020:2008 sobre Etiquetas y Declaraciones Ambientales- Principios Generales* (pp. 1-35). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_14020.pdf

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

INEN. (2020). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN – AFNOR XP X30-901 Economía Circular – Sistemas de Gestión de Proyectos de Economía Circular – Requisitos y directrices (AFNOR XP X30-901:2018, IDT)*. http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/index.php/buscar

IPBES. (2019). *Informe de Evaluación Mundial sobre la Diversidad Biológica y los Servicios de los Ecosistems.* https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_es.pdf

IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of the global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf

IPCC. (2019). *Climate Change and Land. An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf

IQAir. (2021). *World Air Quality Report. Region & City PM2.5 Ranking*. https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities/world-air-quality-report-2021-en.pdf

ITU. (2016). *Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina*. https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFS.pdf

Jabbour, C. J. C., Jugend, D., Jabbour, A. B. L. de S., Govindan, K., Kannan, D., & Leal Filho, W. (2018). "There is no carnival without samba": Revealing barriers hampering biodiversity-based R&D and eco-design in Brazil. *Journal of Environmental Management*, *206*, 236-245. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.019

Jaffe, A. B., Newell, R. G., & Stavins, R. N. (2002). Environmental policy and technological change. *Environmental and Resource Economics*, *22*, 41-69. https://doi.org/10.1023/A:1015519401088

Jaffe, A. B., Newell, R. G., & Stavins, R. N. (2005). A tale of two market failures: Technology and environmental policy. *Ecological Economics*, *54*(2-3), 164-174. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.12.027

Jaffe, A. B., & Palmer, K. (1997). Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study. *The Review of Economics and Statistics*, *79*(4), 610-619.

Jové-Llopis, E., & Segarra-Blasco, A. (2018). Eco-innovation strategies: A panel data analysis of Spanish manufacturing firms. *Business Strategy and the Environment*, *27*(8), 1209-1220. https://doi.org/10.1002/bse.2063

Jové-Llopis, E., & Segarra-Blasco, A. (2020). Why Does Eco-Innovation Differ in Service Firms? Some Insights from Spain. *Business Strategy and the Environment*, *29*(3), 918-938. https://doi.org/10.1002/bse.2407

Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy - From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, *135*(February 2017), 190-201. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034

Kammerer, D. (2009). The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation. Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany. *Ecological Economics*, *68*(8-9), 2285-2295. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.02.016

Kapoor, K. K., Dwivedi, Y. K., & Williams, M. D. (2014). Examining consumer acceptance of green innovations using innovation characteristics: A conceptual approach. *International*

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Journal of Technology Management and Sustainable Development, *13*(2), 135-160. https://doi.org/https://doi.org/10.1386/tmsd.13.2.135_1

Kemp, R. (2010). Eco-Innovation: Definition, Measurement and Open Research Issues. *Economía Política*, *27*(3), 397-420. https://doi.org/10.1428/33131

Kemp, R., & Arundel, A. (1998). *Survey indicators for Environmental Innovation. IDEA Report* (pp. 1-24). STEP Group. http://hdl.handle.net/11250/226478

Kemp, R., & Pearson, P. (2007). *Final report MEI project about meauring eco-innovation*. https://www.oecd.org/greengrowth/consumption-innovation/43960830.pdf

Keskin, D., Diehl, J. C., & Molenaar, N. (2013). Innovation Process of New Ventures Driven by Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, *45*, 50-60. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.012

Kiefer, C. P., Carrillo-Hermosilla, J., & del Río, P. (2024). How does corporate environmental culture enable the eco-innovation transition of firms towards the circular economy? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 1-27. https://doi.org/10.1002/csr.2888

Kiefer, C. P., Carrillo-Hermosilla, J., & Del Río, P. (2019). Building a taxonomy of eco-innovation types in firms. A quantitative perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, *145*(February), 339-348. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.021

Kiefer, C. P., Carrillo-Hermosilla, J., Del Río, P., & Callealta Barroso, F. J. (2017). Diversity of Eco-Innovations: A Quantitative Approach. *Journal of Cleaner Production*, *166*, 1494-1506. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.241

Kiefer, C. P., del Río, P., & Carrillo-Hermosilla, J. (2021). On the contribution of eco-innovation features to a circular economy: A microlevel quantitative approach. *Business Strategy and the Environment*, *30*(4), 1531-1547. https://doi.org/10.1002/bse.2688

Kiefer, C. P., González, P. D. R., & Carrillo-hermosilla, J. (2019). Drivers and Barriers of Eco-Innovation Types for Sustainable Transitions: A Quantitative Perspective. *Business Strategy and the Environment*, *28*(1), 155-172. https://doi.org/10.1002/bse.2246

Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M. (2018). Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU). *Ecological Economics*, *150*, 264-272. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, *127*(September), 221-232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

Kok, L., Wurpel, G., & Ten Wolde, A. (2013). *Unleashing the Power of the circular economy*. IMSA Amsterdam for Circle Economy. https://circular-future.eu/wp-content/uploads/2015/08/Unleashing_the_Power_of_the_Circular_Economy-Circle_Economy.pdf

Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, *143*, 37-46. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041

Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, *175*, 544-552. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111

Kuhlmann, M., Bening, C. R., & Hoffmann, V. H. (2023). How incumbents realize disruptive circular innovation - Overcoming the innovator's dilemma for a circular economy. *Business Strategy and the Environment*, *32*(3), 1106-1121. https://doi.org/10.1002/bse.3109

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Kuo, T. C., & Smith, S. (2018). A Systematic Review of Technologies Involving Eco-Innovation for Enterprises Moving Towards Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, *192*, 207-220. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.212

Lambin, E. F., & Geist, H. J. (2006). *Land-Use and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts. The IGBP Global Change Series* (1.ª ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-32202-7

Lee, B. C. Y. (2014). Critical decisions in new product launch: Pricing and advertising strategies on consumer adoption of green product innovation. *Asian Journal of Technology Innovation*, *22*(1), 16-32. https://doi.org/10.1080/19761597.2014.907862

Liddell, H. G., & Scott, R. (1897). *A Greek-English Lexicon*. American Book Company.

Little, A. D. (2005). How Leading Companies are Using Sustainability-Driven Innovation to Win Tomorrow ' s Customers. En *Arthur D. Little Innovation High Ground Report*. https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/ADL_Innovation_High_Ground_report_03.pdf

Llorente-González, L., & Vence, X. (2019). Decoupling or «Decaffing»? The Underlying Conceptualization of Circular Economy in the European Union Monitoring Framework. *Sustainability*, *11*(18). https://doi.org/10.3390/su11184898

Llorente-González, L., & Vence, X. (2023). Medición e indicadores para la economía circular: el caso del marco de monitoreo de la EC de la Unión Europea. En X. Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticas* (1.ª ed., pp. 109-140). Fondo de Cultura Económica de España.

Lüdeke-Freund, F., Gold, S., & Bocken, N. (2019). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. *Journal of Industrial Ecology*, *23*(1), 36-61. https://doi.org/10.1111/jiec.12763

MA. (2005). *Living Beyond Our Means. Natural Assets and Human Well-being*. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.429.aspx.pdf

Ma, S. H., Wen, Z. G., Chen, J. N., & Wen, Z. C. (2014). Mode of circular economy in China's iron and steel industry: A case study in Wu'an city. *Journal of Cleaner Production*, *64*, 505-512. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.008

MAATE. (2010). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS)*. https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/

MAATE. (2012a). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf

MAATE. (2012b). *Procedimiento General para la Deducción Adicional del 100% de Depreciación de Máquinas, Equipos y Tecnologías*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Acuerdo-Ministerial-027.pdf

MAATE. (2012c). *Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-161-Reforma-al-Titulo-V-y-VI-del-TULSMA-RO-631-01-02-2012.pdf

MAATE. (2013a). *Instructivo de Aplicación del Principio de Responsabilidad Extendida para Equipos Celulares en Desuso.* (pp. 1-19). http://suiadoc.ambiente.gob.ec/documents/10179/249439/AM+191+pdf_txt.pdf/f0f1c86d-3d3d-428d-a487-1506630aa2b5

MAATE. (2013b). *Instructivo para la Gestión Integral de Desechos Plásticos de Uso Agrícola* (pp. 1-21). https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-021-plastico-agricola.pdf

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

MAATE. (2013c). *Instructivo para la Gestión Integral de Pilas Usadas*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_instructivo-para-gestión-integral-pilas-usadas.pdf
MAATE. (2013d). *Política Nacional de Post Consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Acuerdo-190-2013-Post-Consumo-Equipos-Electricos.pdf
MAATE. (2013e). *Políticas Generales para Promover Buenas Prácticas Ambientales*. http://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC122878/
MAATE. (2014a). *Políticas para Gestión Integral de Plástico en el Ecuador*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/Acuerdo-19.pdf
MAATE. (2014b). *Procedimiento de Gestión Integral Consumo y Producción Sustentable a Nivel Nacional*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/Acuerdo-021.pdf
MAATE. (2014c). *Programa de Reducción de Contaminación y Chatarrización*. https://www.ecolex.org/es/details/legislation/decreto-no-676-programa-de-reduccion-de-la-contaminacion-ambiental-racionalizacion-del-subsidio-de-combustibles-del-transporte-publico-y-su-chatarrizacion-lex-faoc104822/?q=Programa+de+reducción+de+contaminaci
MAATE. (2015a). *Instructivo para la Gestión Integral De Neumáticos Usados*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-098.pdf
MAATE. (2015b). *Marco institucional para incentivos ambientales*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-140.pdf
MAATE. (2016a). *Primer Informe Bienal de Actualización del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. http://singei.ambiente.gob.ec/singei/?page_id=1317
MAATE. (2016b). *Regulación para la Gestión de Residuos de Botellas de Vidrio en el Ecuador*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/Acuerdo-Ministerial-121-Expedir-la-regulacion-para-la-gestion-de-residuos-de-botellas-de-vidrio-en-el-Ecuador.pdf
MAATE. (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático*. http://singei.ambiente.gob.ec/singei/?page_id=1317
MAATE. (2018). *Código Orgánico del Ambiente*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf
MAATE. (2019a). *Instructivo para la Aplicación de la Responsabilidad Extendida en la Gestión Integral de Aceites Lubricantes Usados y Envases Vacíos*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/05/Acuerdo-Ministerial-No.-042.pdf
MAATE. (2019b). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. https://site.inpc.gob.ec/pdfs/lotaip2020/REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE.pdf
MAATE. (2019c). *Texto Unificado de Lesgilación Secundaria de Medio Ambiente*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/TEXTO-UNIFICADO-DE-LEGISLACION-SECUNDARIA-DE-MEDIO-AMBIENTE.pdf
MAATE. (2020). *Protocolo de Manejo de los Desechos Generados ante Evento Coronavirus Covid-19*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/04/PROTOCOLO-DE-MANEJO-DE-DESECHOS-COVID-19.pdf

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

MAATE. (2021a). *Instructivo para la Aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la Gestión Integral de Baterías de Ácido Plomo Usadas (BAPU)* (pp. 1-47). https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/09/acuerdo_34_rep_ba.pdf

MAATE. (2021b). *Plan Nacional de Sequía (2021-2025)*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/01/PLAN-NACIONAL-DE-SEQUIA.pdf

MAATE. (2022a). *Instructivo para la Aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la Gestión Integral de Nuemáticos Fuera de Uso* (pp. 1-52). https://sustanciasyresiduos.ambiente.gob.ec/producto/acuerdo-ministerial-2022-131/

MAATE. (2022b). *Instructivo para la Aplicación en la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) de origen doméstico*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/07/Acuerdo-Ministerial-Nro.-MAATE-2022-067.pdf

MAATE. (2022c). *Instructivo para la Gestión Integral de Residuos Mineros de Material Estéril por parte de las y los Recicladores de Base en el Régimen Especial de Pequeña Minería Metálica*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/08/Acuerdo-Ministerial-Nro.-MAATE-MEM-2022-001.pdf

MAATE. (2023a). *Diagnóstico sectorial de la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos en municipios del Ecuador. Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/1.pdf

MAATE. (2023b). *Estadísticas de gestión de residuos recuperados bajo el principio de responsabilidad extendida del productor (REP)*. Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI). https://www.ambiente.gob.ec/proyecto-gestion-integral-de-residuos-solidos-y-economia-circular-inclusiva-greci/

Madroñero, S., & Guzmán, T. (2018). Desarrollo sostenible. Aplicabilidad y sus tendencias. *Revista Tecnología en Marcha*, *31*(3). https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3907

MAGAP. (2022). *Panorama Agroestadístico*. http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/panorama_estadistico/panorama_estadistico.pdf

Marin, G., Marzucchi, A., & Zoboli, R. (2015). SMEs and barriers to Eco-innovation in the EU: Exploring different firm profiles. *Journal of Evolutionary Economics*, *25*(3), 671-705. https://doi.org/10.1007/s00191-015-0407-7

Marini, R. M. (2008). Dialéctica de la dependencia (1973). En C. E. Martins (Ed.), *América Latina, dependencia y globalización* (21.ª ed., pp. 107-149). Clacso y Siglo del Hombre. http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/secret/critico/marini/capitulos/04dialectica2.pdf

Max-Neef, M. (2017). *Economía herética. Treinta y cinco años a contracorriente* (1.ª ed.). Icaria.

Mazzanti, M., & Zoboli, R. (2006). Economic instruments and induced innovation: The European policies on end-of-life vehicles. *Ecological Economics*, *58*(2), 318-337. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.06.008

Mccann, D., & Wittmann, A. (2015). E-waste prevention, Take-back System Design and Policy Approaches. *Step*. http://www.step-initiative.org/?file=files/step-2014/Publications/Green and White Papers/Step Green Paper_Prevention&Take-backy System.pdf

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We make things*. North Point Press.

McNeill, J. R. (2000). *Something New Under the Sun. An Environmental History of the Twentieth Century World*. W. W. Norton.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens William W. (1972). *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Universe Books.

Melander, L. (2018). Customer and Supplier Collaboration in Green Product Innovation: External and Internal Capabilities. *Business Strategy and the Environment*, *27*(6), 677-693. https://doi.org/10.1002/bse.2024

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *España Circular 2030. Estrategia Española de Economía Circular*. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espanacircular2030_def1_tcm30-509532.PDF

Mochi Alemán, P., & Girardo, C. (2018). Otros desarrollos, otra cooperación: retos y perspectivas de la cooperación internacional. En *Revista Brasileira de Linguística Aplicada* (1.ª ed., Vol. 5, Número 1). Universidad Nacional Autónoma de México. https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/download/1659/1508%0Ahttp://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/qre/article/view/1348%5Cnhttp://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500799708666915%5Cnhttps://mckinsehttp://libros.crim.unam.mx/index.php/l

Moré, E., & Niño, E. (2022). Elementos conceptuales sobre desarrollo sostenible. *Dictamen Libre*, *30*, 119-136. https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.30.8820

Mothe, C., & Nguyen-Thi, U. T. (2017). Persistent openness and environmental innovation: An empirical analysis of French manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*, *162*, S59-S69. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.063

MPCEIP. (2021). *Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador*. https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web_mayo102021.pdf

MPCEIP. (2024). *Boletín de cifras de inversiones Enero 2024*. https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/02/BOLETIN-DE-CIFRAS-DE-INVERSIONES-I-III-TRIMESTRE-2023.pdf

Munodawafa, R. T., & Johl, S. K. (2019). A systematic review of eco-innovation and performance from the resource-based and stakeholder perspectives. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(21). https://doi.org/10.3390/su11216067

Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy. An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, *140*(3), 369-380. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2

National Climate Assesment. (2018). *Fourth National Climate Assessment. Volume II: Impacts, Risks and Adaptation in the United States*. https://nca2018.globalchange.gov/

Nelson, R. R. (1991). Firms differ, and how does it matter? *Strategic Management Journal*, *12*, 61-74. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/smj.4250121006

Nogueira, A. (2021). Intervención pública y límites del mercado en la transición a la Economía Circular. En A. Noguiera & X. Vence (Eds.), *Redondear la Economía Circular. Del discurso oficial a las políticas necesarias* (1.ª ed., pp. 97-128). Aranzadi.

Nogueira, A. (2023). Balance crítico de los planes y medidas de la Unión Europea para la economía circular: instrumentos, expectativas y realidad. En Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticas* (1.ª ed., pp. 525-560). Fondo de Cultura Económica.

O'Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb, W. F., & Steinberger, J. K. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability*, *1*(2), 88-95. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

OCDE; Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities* (4.ª ed.). OCDE. https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264304604-en

OCDE. (2009a). *Eco-Innovation in Industry: Enabling Green Growth*. https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264077225-en

OCDE. (2009b). *Sustainable Manufacturing and Eco-innovation: Towards a Green Economy. Policy Brief June 2009*. https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/42957785.pdf

OCDE. (2009c). *Sustainable Manufacturing and Eco-Innovation. Framework, Practices and Measurement*. https://www.oecd.org/sti/inno/43423689.pdf

Ociepa-Kubicka, A., & Pachura, P. (2017). Eco-innovations in the Functioning of Companies. *Environmental Research*, *156*, 284-290. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.02.027

Oghazi, P., & Mostaghel, R. (2018). Circular Business Model Challenges and Lessons Learned-An Industrial Perspective. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(3), 1-19. https://doi.org/10.3390/su10030739

Oltra, V., & Saint Jean, M. (2009). Sectoral systems of environmental innovation: An application to the French automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, *76*(4), 567-583. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.025

ONU. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común 1987 (Informe Brundtland). En *Documentos Oficiales de la Asamblea General de las Naciones Unidas, cuadragésimo segundo período de sesiones, Suplemento No. 25 (A/42/25)*.

ONU. (2000). *Resolución aprobada por la Asamblea General (A/55/L.2). Declaración del Milenio*. https://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf

ONU. (2015). *Resolución Aprobada por la Asamblea Genral (A/70/L.1). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. https://undocs.org/es/A/RES/70/1

OPS. (2021). *Medio ambiente y cambio climático: un enfoque basado en los derechos humanos*. https://iris.paho.org/handle/10665.2/55293

Pacheco, D. A. de J., Caten, C. S. ten, Jung, C. F., Navas, H. V. G., & Cruz-Machado, V. A. (2018). Eco-innovation Determinants in Manufacturing SMEs from Emerging Markets: Systematic Literature Review and Challenges. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, *48*(April 2017), 44-63. https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2018.04.002

Pansera, M. (2016). The Origins and Purpose of Eco-Innovation. *Global Environment*, *4*(7), 128-155. https://doi.org/10.3197/ge.2011.040706

Papa, G. (2004). *La herencia del neoliberalismo en América Latina y los márgenes de maniobra de los gobiernos progresistas*. https://library.fes.de/pdf-files/bueros/uruguay/04481.pdf

Pauliuk, S. (2018). Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. *Resources, Conservation and Recycling*, *129*, 81-92. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019

Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and theory. *Research Policy*, *13*(6), 343-373. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0

PCA. (2021). *Informe de evaluación sobre la Amazonía 2021*. https://www.laamazoniaquequeremos.org/wp-content/uploads/2022/01/20211202-LNBR22652110040-V005-01-Resumen-Ejecutivo_SP_Final.pdf

Peñasco, C., del Río, P., & Romero-Jordán, D. (2017). Analysing the Role of International Drivers for Eco-Innovators. *Journal of International Management*, *23*(1), 56-71.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

https://doi.org/10.1016/j.intman.2016.09.001
Pereira, Á. (2016). *Eco-Innovación Factores Impulsores e Experiencia na la Industria Galega* (1.ª ed.). Andavira.
Pereira, Á. (2023). Modelos de negocio para la transición a la economía circular: estrategias circulares, potencial trasnformador y limitaciones. En X. Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticas* (1.ª ed., pp. 207-237). Fondo de Cultura Económica de España.
Pereira, Á., & Vence, X. (2012). Key Business Factors for Eco-Innovation: An Overview of Recent Firm-Level Empirical Studies. *Especial Innovación*, *12*, 73-103. https://doi.org/10.5295/cdg.110308ap
Pereira, Á., & Vence, X. (2015). Environmental Policy Instruments and Eco-Innovation: An Overview of Recent Studies. *Innovar Journal. Social and Management Sciences Journal*, *25*(58), 65-80. https://doi.org/10.15446/innovar.v25n58.52426.CITACI
Pereira, Á., & Vence, X. (2023). Eco-innovación y políticas de eco-innovación: una valoración crítica de la política europea. En X. Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticas* (1.ª ed., pp. 459-494). Fondo de Cultura Económica de España.
Perkins, R., & Neumayer, E. (2008). Fostering environment efficiency through transnational linkages? Trajectories of CO2 and SO2, 1980-2000. *Environment and Planning A*, *40*(12), 2970-2989. https://doi.org/10.1068/a4089
Peters, G. P., Weber, C. L., Guan, D., & Hubacek, K. (2007). China's Growing CO2 Emissions - A Race between Increasing Consumption and Efficiency Gains. *Environmental Science and Technology*, *41*(17), 5939-5944. https://doi.org/10.1021/es070108f
Pieroni, M., McAloone, T., & Pigosso, D. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, *215*, 198-216. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.036
Pinget, A., Bocquet, R., & Mothe, C. (2015). Barriers to Environmental Innovation in SMEs: Empirical Evidence from French Firms. *Management (France)*, *18*(2), 132-155. https://doi.org/10.3917/mana.182.0132
Pinkse, J., Bohnsack, R., & Kolk, A. (2014). The role of public and private protection in disruptive innovation: The automotive industry and the emergence of low-emission vehicles. *Journal of Product Innovation Management*, *31*(1), 43-60. https://doi.org/10.1111/jpim.12079
Pinto, A. (1973). *Heterogeneidad estructural y modelo de desarrollo reciente de la América Latina* (pp. 1-58). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/handle/11362/35058
PNUMA. (2010). *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)* (pp. 1-64). https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/stockholm_sp.pdf
PNUMA. (2014a). *Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación*. https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/convenio_de_basilea_sp.pdf
PNUMA. (2014b). *Convenio de Rotterdam para la Aplicación del Procedimiento de Consentimineto Fundamentado Previo a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objetos de Comercio Internacional*. https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/rotterdam_sp.pdf
PNUMA. (2017). *Convenio de Minamata sobre el Mercurio*.

USC DE COMPOSTELA

https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/minamata-convention-booklet-sp-full.pdf
Polzin, F., von Flotow, P., & Klerkx, L. (2016). Addressing barriers to eco-innovation: Exploring the finance mobilisation functions of institutional innovation intermediaries. *Technological Forecasting and Social Change*, *103*, 34-46. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.001
Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perpectives*, *9*(4), 97-118.
Portillo-Tarragona, P., Scarpellini, S., & Marín-Vinuesa, L. M. (2019). Drivers for Eco-Innovation in Firms: An Exploratory Study in Spain. *International Journal of Business and Globalisation*, *22*(4), 618-637. https://doi.org/10.1504/IJBG.2019.100253
Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular Economy: Measuring innovation in the product chain. Policy report. En *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency*. https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf
Poulopoulos, S. G. (2016). Introduction to Environment and Development. En *Environment and Development*. https://doi.org/10.1016/b978-0-444-62733-9.00001-0
Prebisch, R. (1952). *Problemas teóricos y prácticos del crecimiento económico* (pp. 1-52). Organización de las Naciones Unidas (ONU). https://repositorio.cepal.org/handle/11362/13572
Prebisch, R. (2012). El desarrollo económico de América Latina y algunos de sus principales problemas. En *Cepal* (pp. 1-64). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40010/prebisch_desarrollo_problemas.pdf
Preston, F., Lehne, J., & Wellesley, L. (2019). *An Inclusive Circular Economy Priorities for Developing Countries*. https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2019-05-22-Circular Economy.pdf
Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, *179*, 605-615. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224
Protogerou, A., Caloghirou, Y., & Vonortas, N. S. (2017). Determinants of Young Firms Innovative Performance: Empirical Evidence from Europe. *Research Policy*, *46*(7), 1312-1326. https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.05.011
Przychodzen, J., & Przychodzen, W. (2015). Relationships Between Eco-Innovation and Financial Performance - Evidence from Publicly Traded Companies in Poland and Hungary. *Journal of Cleaner Production*, *90*, 253-263. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.034
Quijano, A. (2011). ¿Sistemas alternativos de producción? En B. Santos (Ed.), *Producir para vivir. Los caminos de la producción no capitalista* (pp. 369-399). Fondo de Cultura Económica.
Quintero, M., & Silguero, W. (2019). Antecedentes históricos y bases teóricas del modelo de desarrollo en América Latina. *Cuadernos sobre Relaciones Internacionales, Regionalismo y Desarrollo*, *14*(26), 9-38.
Rabadán, A., Triguero, Á., & Gonzalez-Moreno, Á. (2020). Cooperation as the Secret Ingredient in the Recipe to Foster Internal Technological Eco-Innovation in the Agri-Food Industry. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(2588),

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1-19. https://doi.org/10.3390/ijerph17072588
Rehfeld, K. M., Rennings, K., & Ziegler, A. (2007). Integrated Product Policy and Environmental Product Innovations: An Empirical Analysis. *Ecological Economics*, *61*(1), 91-100. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.02.003
Reike, D., Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2023). Understanding circular economy transitions: The case of circular textiles. *Business Strategy and the Environment*, *32*(3), 1032-1058. https://doi.org/10.1002/bse.3114
Reike, D., Vermeulen, W. J. V., & Witjes, S. (2018). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling*, *135*, 246-264. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027
Reinhardt, F. L. (1998). Environmental Product Differentiation: Implications for Corporate Strategy. *Management Review*, *40*(4), 43-73. https://doi.org/https://doi.org/10.2307/41165964
Rennings, K. (1998). Towards a Theory and Policy of Eco-Innovation - Neoclassical and (Co-) Evolutionary Perspectives. En *ZEW Discussion Paper* (Números 98-24). http://hdl.handle.net/10419/24575%0A
Rennings, K. (2000). Redefining Innovation-Eco-Innovation Research and the Contribution from Ecological Economics. *Ecological Economics*, *32*, 319-322. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3
Rennings, K., Ziegler, A., Ankele, K., & Hoffmann, E. (2006). The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance. *Ecological Economics*, *57*(1), 45-59. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.013
Rennings, K., & Zwick, T. (2001). The Employment Impact of Cleaner Production on the Firm Level Empirical: evidence from a survey in five European countries. En *ZEW Discussion Papers, No. 01-08*. https://doi.org/http://hdl.handle.net/10419/24427
Ridaura, G. (2020). Economía circular en Ecuador: perspectivas de cumplimiento de los ODS en la era Post COVID-19. *CienciAmérica*, *9*(4), 19-26. https://doi.org/10.33210/ca.v9i4.339
Rizos, V., Behrens, A., van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., Flamos, A., Rinaldi, R., Papadelis, S., Hirschnitz-Garbers, M., & Topi, C. (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability*, *8*(11). https://doi.org/10.3390/su8111212
Rodríguez, B., & Vence, X. (2023). Barreras y facilitadores en modelos de negocio circulares de los sectores de plásticos y la electrónica en el seno de la Unión Europea. En X. Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticasa circular transformador* (1.ª ed., pp. 239-266). Fondo de Cultura Económica de España.
Rodríguez, E., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta*. Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y la agricultura (FAO). https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf
Rodríguez, I., & Govea, H. (2006). El discurso del desarrollo sustentable en América Latina. *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, *12*(2), 37-63. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17712202
Rodríguez, O. (1977). La concepción del sistema centro-periferia. En *Revista de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/12422/003203247_es.pdf

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Russo, M. V., & Fouts, P. A. (1997). A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *Academy of Management Journal*, *40*(3), 534-559. https://doi.org/10.2307/257052

Sabogal, J., & Hurtado, E. (2009). La historia se repite: una visión del desarrollo y del desarrollo sostenible. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, *17*(1), 195-216. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90913041011

Samaniego, J., Rondón, E., Herrera, J., & Santori, S. (2022). *Panorama de las hojas de ruta de economía circular en América Latina y el Caribe. Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/235)*. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48632/1/S2201064_es.pdf

Sánchez-Ortiz, J., Rodríguez-Cornejo, V., Del Río-Sánchez, R., & García-Valderrama, T. (2020). Indicators to measure efficiency in circular economies. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(11). https://doi.org/10.3390/su12114483

Sánchez, J. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL* (158.ª ed.). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/8/S1900378_es.pdf

Sanni, M. (2018). Drivers of Eco-Innovation in the Manufacturing Sector of Nigeria. *Technological Forecasting and Social Change*, *131*, 303-314. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.007

Santa Cruz, H. (1995). La creación de las Naciones Unidas y de la CEPAL. *Revista de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, *57*, 17-32. https://hdl.handle.net/11362/11998

Santos, T. Dos. (2011). *América Latina y el Caribe: Escenarios posibles y políticas sociales* (A. Prieto (ed.); 3.ª ed.). UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000210950

Sarkis, J., Gonzalez-Torre, P., & Adenso-Diaz, B. (2010). Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training. *Journal of Operations Management*, *28*(2), 163-176. https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.10.001

Schiederig, T., Tietze, F., & Herstatt, C. (2012). Green innovation in technology and innovation management - an exploratory literature review. *R and D Management*, *42*(2), 180-192. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00672.x

Schröder, P., Albaladejo, M., Ribas, P. A., MacEwen, M., & Tilkanen, J. (2020). *The circular economy in Latin America and the Caribbean. Opportunities for building resilience*. https://www.chathamhouse.org/2020/09/circular-economy-latin-america-and-caribbean

Schumpeter, J. (1928). The Instability of Capitalism. *The Economic Journal*, *38*(151), 361-386. https://doi.org/https:// doi.org/10.2307/2224315

SCP-HAT. (2021). *Sustainable Consumption and Production Hotspots Analysis Tool (SCP-HAT). A brief guide for users*.

SCP-HAT. (2022). *Hotspots Analysis Tool For Sustainable Consumption and Production to support science-based national policy frameworks*. http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/

Segarra-Oña, M.-V., Carrascosa-López, C., & Segura-García-del-Río, B. (2011). Do Companies Know Which are the Barriers and Facilitators that Enable Proactive Environmental Orientation of the Industry? An Empirical Study of a Low Tech Industry. *Environmental Science and Engineering*, 373-388. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19536-5_29

Segarra-Oña, M.-V., Peiró-Signes, A., & Cervelló-Royo, R. (2015). A Framework to Move Forward on the Path to Eco-Innovation in the Construction Industry: Implications to Improve Firms' Sustainable Orientation. *Science and Engineering Ethics*, *21*(6), 1469-

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1484. https://doi.org/10.1007/s11948-014-9620-2
Segarra-Oña, M., Peiró-Signes, A., Miret-Pastor, L., & Albors-Garrigós, J. (2011). ¿Eco-innovación, una evolución de la innovación? Análisis empírico en la industria cerámica española. *Boletin de la Sociedad Espanola de Ceramica y Vidrio*, *50*(5), 253-260. https://doi.org/10.3989/cyv.332011
SENESCYT. (2017). *Plan de la Economía Social de los Conocimientos Creatividad, Innovación y Saberes Ancentrales*. https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/PESC.pdf
SENPLADES. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*. http://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2015/12/PNBV-2013-2017.pdf
SENPLADES. (2017a). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. https://doi.org/10.2307/j.ctv4w3tkp.17
SENPLADES. (2017b). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021* (pp. 1-159). https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf
SENPLADES. (2022). *Sistema Nacional de Información*. http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=truehttp://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true&bookmark=Document/BM56
Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, *16*(15), 1699-1710. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020
Shih, D. H., Lu, C. M., Lee, C. H., Cai, S. Y., Wu, K. J., & Tseng, M. L. (2018). Eco-Innovation in Circular Agri-Business. *Sustainability*, *10*(4), 1-13. https://doi.org/10.3390/su10041140
Silva, E. (2007). The Import-Substitution Model: Chile in Comparative Perspective. *Latin American Perspectives*, *34*(3), 67-90. https://doi.org/10.1177/0094582X07300589
Smil, V. (2000). *Energy in Nature and Society. General Energetics of Complex Systems*. The MIT Press.
Smith, A., Voß, J. P., & Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, *39*(4), 435-448. https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.023
Smith, W., & Hall, T. D. (1870). *A Copious and Critical English-Latin Dictionary*. Jhon Murray.
Soza, M. G. (2018). La pirámide de Kelsen o jerarquía normativa en la nueva CPE y el nuevo derecho autonómico. *Revista jurídica derecho*, *7*(9), 126-148. http://scielo.org.bo/pdf/rjd/v7n9/v7n9_a08.pdf
SRI. (2021). *Ley de Régimen Tributario Interno (LRTI)* (pp. 1-145). https://www.sri.gob.ec/o/sri-portlet-biblioteca-alfresco-internet/descargar/e11a944b-a80c-4ebd-a167-1b64c9a8c4c6/LRTI-última modificación 02 de julio de 2021.pdf
Stahel., W. R. (2016). Circular economy. *Nature*, *531*, 435-438. https://doi.org/https://doi.org/10.1038/531435a
Stahel, W. R. (2013). Policy for material efficiency - sustainable taxation as a departure from the throwaway society. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, *371*(1986), 1-19. https://doi.org/10.1098/rsta.2011.0567
Stahel, W. R. (2019). *Economía Circular para Todos: Conceptos Básicos para Ciudadanos, Empresas y Gobiernos*. s.e.
Steffen, W., Crutzen, P. J., & McNeill, J. R. (2007). The anthropocene: Are Humans Now

USC DE COMPOSTELA

Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio*, *36*(8), 614-621. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2

Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., & Mcneill, J. (2011). The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, *369*, 842-867. https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327

STEP. (2014). *One Global Definition of E-waste*. https://www.step-initiative.org/files/_documents/whitepapers/StEP_WP_One Global Definition of E-waste_20140603_amended.pdf

Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, *42*, 215-227. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020

Suchek, N., Fernandes, C. I., Kraus, S., Filser, M., & Sjögrén, H. (2021). Innovation and the circular economy: A systematic literature review. *Business Strategy and the Environment*, *30*(8), 3686-3702. https://doi.org/10.1002/bse.2834

Szczepańczyk, M. (2022). Transformation Towards Circular Economy in Comparison with Eco-Innovation Development on the Example of EU Member States. *Polish Journal of Management Studies*, *26*(1), 292-309. https://doi.org/10.17512/pjms.2022.26.1.18

Tambutti, M., & Gómez, J. J. (2022). *Panorama de los océanos, los mares y los recursos marinos en América Latina y el Caribe: conservación, desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47737

Tang, M., Walsh, G., Lerner, D., Fitza, M. A., & Li, Q. (2018). Green Innovation, Managerial Concern and Firm Performance: An Empirical Study. *Business Strategy and the Environment*, *27*(1), 39-51. https://doi.org/10.1002/bse.1981

Tello, A. (2019). *Ecuador: su realidad* (21.ª ed.). Fundación de Investigación y Promoción Social José Peralta.

Testa, F., Iraldo, F., & Frey, M. (2011). The effect of environmental regulation on firms' competitive performance: The case of the building & construction sector in some EU regions. *Journal of Environmental Management*, *92*(9), 2136-2144. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.03.039

Triguero, Á., Cuerva, M. C., & Álvarez-Aledo, C. (2017). Environmental Innovation and Employment: Drivers and Synergies. *Sustainability*, *9*(11), 1-22. https://doi.org/10.3390/su9112057

Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L., & Davia, M. A. (2013). Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. *Ecological Economics*, *92*, 25-33. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.009

Tseng, M. L., Tan, K. H., Geng, Y., & Govindan, K. (2016). Sustainable consumption and production in emerging markets. *International Journal of Production Economics*, *181*, 257-261. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.09.016

Tumelero, C., Sbragia, R., & Evans, S. (2019). Cooperation in R & D and eco-innovations: The role in companies' socioeconomic performance. *Journal of Cleaner Production*, *207*, 1138-1149. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.146

Tura, N., Hanski, J., Ahola, T., Ståhle, M., Piiparinen, S., & Valkokari, P. (2019). Unlocking circular business: A framework of barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, *212*, 90-98. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.202

UNACEM. (2020). *Primera Fase del Libro Blanco de Economía Circular*. https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/Resumen-Primera-Fase-LIBRO-BLANCO-ECONOMÍA-CIRCULAR_junio-2020.pdf

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

UNCTAD. (2019). *State of Commodity Dependence 2019*. https://unctad.org/system/files/official-document/ditccom2019d1_en.pdf

UNEP. (2016). *GEO-6 Evaluación Regional para América Latina y el Caribe*. https://www.unep.org/resources/report/geo-6-global-environment-outlook-regional-assessment-latin-america-and-caribbean

UNEP. (2018). *Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe*. https://wedocs.unep.org/20.500.11822/26448

UNEP. (2019). *Conclusions and recommendations of the Intersessional Meeting of the Forum of Ministers of Environment of Latin America and the Caribbean*. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/31103/conclusions.pdf?sequence=1&is%0AAllowed=y

UNEP. (2021). *Making Peace with Nature. A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies.* https://www.unep.org/resources/making-peace-nature

UNEP. (2024). *Standar Report Ecuador at a Glance.* Sustainable Consumption and Production Hotspots Analysis Tool (SCP-HAT). UN Life Cycle Initiative, International Resource Panel, One Planet Network. http://scp-hat.lifecycleinitiative.org/countries-at-a-glance/

Unión Europea. (2012). *Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)* (pp. 38-71). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019&from=EN

van Den Bergh, J. C. J. M., Truffer, B., & Kallis, G. (2011). Environmental innovation and societal transitions: Introduction and overview. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *1*(1), 1-23. https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.04.010

van Kleef, J. A. G., & Roome, N. J. (2007). Developing capabilities and competence for sustainable business management as innovation: a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, *15*(1), 38-51. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.06.002

Veltmeyer, H. (2013). Economía política de la extracción de recursos naturales: ¿nuevo modelo de desarrollo o imperialismo extractivo? *Estudios Críticos del Desarrollo*, *3*(4), 9-43. https://doi.org/10.35533/ecd.0304.hv

Vence, X. (2023). Bases conceptuales para una economía circular transformadora y un cambio sistémico. En X. Vence (Ed.), *Economía circular transformadora y cambio sistémico. Retos, modelos y políticas* (1.ª ed., pp. 55-108). Fondo de Cultura Económica de España.

Vence, X., Alenza García, J. F., Nogueira, A., Puentes Cociña, B., García Goldar, M., De la Varca Pastor, A., Quintía Pastrana, A., López Pérez, S. D. J., Pernas García, J. J., Borrás, S., & Kucharz, T. (2021). *Redondear la Economía Circular. Del discurso oficial a las políticas necesarias* (A. Nogueira & X. Vence (eds.); 1.ª ed.). Aranzadi.

Vence, X., & Pereira, Á. (2019). Eco-innovation and Circular Business Models as drivers for a circular economy. *Contaduria y Administracion*, *64*(1), 1-19. https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1806

Vence, X., Pereira, Á., Karen, H., James, J., Leandro, L., Sugey de Jesús, L., & Diana, M. (2023). *Potencialidades da Economía Circular para o desenvolvemento sustentábel e inclusivo en países de América Latina*. https://www.usc.gal/gl/investigar-na-usc/grupos/icede/proxectos-investigacion/proxecto-potencial

Vermunt, D. A., Negro, S. O., Verweij, P. A., Kuppens, D. V., & Hekkert, M. P. (2019). Exploring barriers to implementing different circular business models. *Journal of Cleaner Production*, *222*, 891-902. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.052

Wagner, M., Baldé, C. P., V. Luda, I. C. N., R. Kuehr, G., & Iattoni. (2022). *Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países*

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554. https://api.globalewaste.org/publications/file/284/Regional-E-waste-Monitor-for-Latin-America-2022.pdf

Wagner, Marcus. (2007). On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: Evidence from German manufacturing firms. *Research Policy, 36*(10), 1587-1602. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.004

Wagner, Marcus. (2008). Empirical influence of environmental management on innovation: Evidence from Europe. *Ecological Economics, 66*, 392-402. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.10.001

Walter R. Stahel. (2010). *The Preformance Economy* (2.ª ed.). Palgrave Macmillan.

Weber, M., & Hemmelskamp, J. (2005). *Towards Environmental Innovation Systems* (1.ª ed.). Springer.

WEF. (2019). *The Global Risks Report 2019*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf

WEF. (2020). *The Global Risks Report 2020*. https://report-files.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf

WEF. (2023). *The Global Risks Report 2023*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf

West, J., & Schandl, H. (2013). Material use and material efficiency in Latin America and the Caribbean. *Ecological Economics, 94*, 19-27. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.06.015

WMO. (2020). *El estado del clima en América Latina y el Caribe 2020*. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10877

WMO. (2021). *State of the Global Climate 2020*. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10618

World Bank. (2021). *Hoja de Ruta para la Acción Climática en América Latina y el Caribe 2021-2025*. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/38001/Spanish.pdf

Wu, S. I., & Lin, S. R. (2014). The effect of green marketing strategy on business performance: a study of organic farms in Taiwan. *Total Quality Management and Business Excellence, 27*(1-2), 141-156. https://doi.org/10.1080/14783363.2014.959256

WWF. (2020). *Informe Planeta Vivo 2020. Revertir la curva de la pérdida de biodiversidad*. https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/lpr20_full_report.pdf

WWF. (2022). *Informe Planeta Vivo 2022. Hacia una naturaleza con la sociedad en positivo*. https://wwflpr.awsassets.panda.org/downloads/descarga_informe_planeta_vivo_2022_1_1_1.pdf

Yáñez, P. P. (2021). Viabilidad de la economía circular en países no industrializados y su ajuste a una propuesta de economías transformadoras. Un acercamiento al escenario latinoamericano. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa, 101*, 289-323. https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.101.15979

Yuan, Z., Bi, J., & Moriguichi, Y. (2006). The circular economy. A New Development Strategy in China. *Journal of Industrial Ecology, 10*, 4-8. https://doi.org/https://doi.org/10.1162/108819806775545321

Zamfir, A. M., Mocanu, C., & Grigorescu, A. (2017). Circular Economy and Decision Models among European SMEs. *Sustainability, 9*, 15707. https://doi.org/10.3390/su9091507

Ziegler, A., & Rennings, K. (2004). Determinants of Environmental Innovations in Germany: Do Organizational Measures Matter? A Discrete Choice Analysis at the Firm Level. *ZEW-Centre for European Economic Research. Discussion Papers No. 04-030, 4*, 1-37.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Zott, C., & Amit, R. (2010). Business Model Design: An Activity System Perspective. *Long Range Planning*, *43*(2-3), 216-226. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.004

Zubeltzu-Jaka, E., Erauskin-Tolosa, A., & Heras-Saizarbitoria, I. (2018). Shedding Light on the Determinants of Eco-Innovation: A Meta-Analytic Study. *Business Strategy and the Environment*, *27*(7), 1093-1103. https://doi.org/10.1002/bse.2054

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de la normativa ambiental ecuatoriana por tipo de instrumento

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
Legislativo (regulación)	Constitución (Asamblea Nacional, 2008)	Derecho a un ambiente sano (ecológicamente equilibrado) y una vida digna en armonía con la naturaleza.	● Preservación y protección del patrimonio natural del país. ● Equilibrio ecológico de los ecosistemas. ● Prevención del daño ambiental. ● Reconocimiento de los derechos de la naturaleza. ● Uso de tecnologías ambientalmente limpias y energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto (eficiencia energética).	EC/EI
	Decreto No 371 para la Adopción de Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible como Política Pública del Gobierno Nacional. (Asamblea Nacional, 2018a)	Acciones a favor del cumplimiento de los ODS y las metas establecidas en la Agenda 2030 mediante instrumentos normativos y de planificación.	Compromiso con el Desarrollo Sostenible.	EC
	Código Orgánico del Ambiente (CODA) y su reglamento (MAATE, 2018, 2019b)	Disposiciones normativas y legales que regulan los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución.	● Conservación; uso sostenible y recuperación de los ecosistemas, biodiversidad y recursos naturales del país. ● Prevención y reducción del impacto ambiental. ● Seguimiento y monitoreo de una producción más limpia. ● Desarrollo y uso de tecnologías limpias y energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto ambiental. ● Sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos a través de planes, programas y proyectos elaborados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados y Municipales. ● Políticas generales para la gestión integral de los desechos o residuos: a) eliminación o disposición final más próxima a la fuente; b) responsabilidad extendida del productor o importador; c) jerarquización en la gestión de residuos (prevención, minimización, aprovechamiento, eliminación y disposición final).	EC/EI

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
			• Reciclaje inclusivo: formalización, capacitación y asociación como negocios inclusivos. • Responsabilidad integral del impacto generado sobre el medio ambiente durante todas las fases de ciclo de vida del producto (bajo el principio quien contamina paga). • Hábitos de consumo y prácticas más sostenibles.	
	Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI) y su reglamento (Asamblea Nacional, 2010, 2011b)	Regulación del proceso productivo durante las etapas de producción, distribución, intercambio, comercio, consumo, manejo de externalidades e inversiones productivas.	• Uso eficiente de materiales y energía. • Producción eco-eficiente y sostenible. • Hábitos de consumo sostenibles. • Comercialización y uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas. • Incentivos y beneficios fiscales para la innovación; producción eco-eficiente; energías renovables incluida la bioenergía; industrias de materiales y tecnologías de construcción sustentables; entre otros.	EC/EI
	Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad, Innovación y su plan PESC (Asamblea Nacional, 2016; SENESCYT, 2017).	Desarrollo de un modelo de crecimiento económico sostenible basado en un sistema de conocimiento abierto, común y libre.	• Fomento de la ciencia, tecnología e innovación. • Incentivos a la investigación responsable que respete los derechos de las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y de la naturaleza. • Protección de recursos biológicos y genéticos destinados a fines de investigación científica. • Conservación, restauración y reparación de la biodiversidad.	EC/EI
	Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación (Asamblea Nacional, 2020)	Marco interinstitucional para el impulso y fortalecimiento del emprendimiento, innovación y desarrollo tecnológico.	Desarrollo económico justo y sostenible a partir del emprendimiento y la innovación.	EI
	Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (Asamblea Nacional, 2021)	Definición de atribuciones, disposiciones técnicas, responsabilidades; así como también de políticas públicas y financiamiento para la transición hacia la economía circular.	*Principios de la ley:* • Mejoras en el diseño, producción, uso y gestión de materiales (ecoeficiencia). • Quien contamina paga • Reciclaje inclusivo: reconocimiento del oficio; asistencia técnica y jurídica para la conformación de asociaciones de recicladores de base. • Jerarquía en el manejo de residuos.	EC/EI

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
			● Uso y aprovechamiento sostenible de materiales, recursos, bienes y servicios. ● Participación y educación ambiental dirigidos a fomentar una cultura de producción y consumo sostenible, así como un manejo adecuado de residuos. ● Prevención y reducción del impacto o daño ambiental. ● Prevención y minimización en la generación de desechos. ● Protección del medio ambiente. ● Trazabilidad de los productos o residuos a lo largo de la cadena de valor. ● Valorización de residuos. ● De la Cuna a la Cuna ● Industrialización de los residuos. ● Ecodiseño ● Producción limpia y eficiencia energética. *Institucionalidad y políticas públicas:* ● Sistema Nacional de Economía Circular Inclusiva para la implementación de la Estrategia Nacional de Economía Circular Inclusiva. ● Estrategia Nacional de EC: estrategias, metas y acciones (podrán basarse en el Libro Blanco de EC) destinadas al cumplimiento de los objetivos propuestos en la ley Orgánica de EC inclusiva. ● Sistema Nacional de Información de EC inclusiva para levantamiento, almacenamiento y análisis de datos. ● Compras públicas en bienes y servicios que tenga una certificación de economía circular inclusiva. ● Norma técnica para gestión integral de residuos. *Metas bajo principio REP:* ● Metas de recolección y valorización en productos prioritarios por cada productor o importador. ● Metas asociadas a criterios de innovación, ecodiseño, etiquetado, prevención de residuos, recolección selectiva, entre otros.	

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
			Incentivos y financiamiento: ● Sistema de calificación de sello de EC basado en el cumplimiento de metas y en parámetros como ecodiseño, innovación, separación en la fuente, reducción de residuos, reparación, reciclaje, entre otros. ● Asignación de fondos específicos para la EC. ● Acceso a créditos para proyectos de economía circular. *Infracciones y sanciones:* dirigidas a una inadecuada gestión de residuos.	
	Marco institucional para incentivos ambientales (MAATE, 2015b)	Incentivos económicos y honoríficos dirigidos a impulsar el uso sostenible de bienes y servicios; así como la innovación y transferencia tecnológica en materia ambiental.	● Económicos: deducción a impuestos y créditos con consideraciones ambientales. ● Honoríficos: uso del logo Punto Verde en publicidad y marketing.	EC/EI
	Texto unificado de la legislación secundaria de medio ambiente (TULSMA) (MAATE, 2019c)	Procedimientos y regulaciones de las actividades y responsabilidades pública y privadas para una adecuada gestión ambiental.	*Principios para toda acción de gestión ambiental:* ● Sustentabilidad ● Prevención, reducción, minimización y remediación del impacto ambiental. ● Minimización de desechos. ● Reciclaje, reutilización y aprovechamiento de residuos. ● Uso de tecnologías limpias y/o alternativas ambientalmente responsables. ● Gestión integral de residuos, desechos peligrosos y/especiales desde su generación hasta su disposición final (bajo el principio De la Cuna a la Tumba). ● Responsabilidad extendida del productor y/o importador durante todas las fases de ciclo de vida del producto. ● Conservación de los recursos naturales. ● Buenas prácticas ambientales. *Políticas generales para gestión integral de residuos, desechos peligrosos y/o especiales:* ● Manejo integral de residuos y/desechos. ● Principio REP ● Minimización en la generación de residuos y/o desechos. ● Minimización de riesgos sanitarios y ambientales.	EC/EI

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
			• Educación y mayor conciencia ambiental. • Impulso al aprovechamiento y valoración de residuos y/desechos siguiendo el principio de jerarquización de residuos (prevención, minimización de la generación en la fuente, clasificación, aprovechamiento, tratamiento y disposición final).	
	Plan Nacional de Desarrollo (PND) "Toda una vida" (2017-2021) (SENPLADES, 2017a)	Instrumento de planificación que guía la gestión pública hacia un modelo de desarrollo que garantice la diversificación productiva; el fortalecimiento del talento humano; así como también una vida digna y justa en armonía con la naturaleza	• Sostenibilidad ambiental. • Gestión sostenible de recursos naturales. • Protección de la biodiversidad. • Uso de fuentes de energía renovable. • Reducción del impacto ambiental.	EC/EI
	Plan Nacional del Buen Vivir (PNVB) 2013-2017 (SENPLADES, 2013)	Directrices de planificación en inversión pública; lineamientos estratégicos; objetivos y metas orientadas hacia la equidad social, erradicación de la pobreza, sostenibilidad y diversidad productiva, entre otros.	*Ejes prioritarios del plan:* • Sostenibilidad territorial y global. • Reconocimiento de los derechos de la naturaleza. • Sistema económico y social sostenible. • Producción y consumo de energía limpia. • Transformación industrial y tecnológica; entre otros.	EC/EI
	Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas (MAATE, 2012c)	Normas y directrices para una gestión adecuada y sostenible de las sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales.	• Minimización en la generación de residuos y/o desechos. • Gestión integral de los desechos peligrosos y especiales. • Reciclaje y reutilización de desechos peligrosos y/o especiales bajo normas técnicas ambientales. • Principio de Responsabilidad Extendida del Productor. • Reducción del impacto ambiental.	EC
Instrumentos específicos de regulación directa (programas, planes y proyectos de ley)	Estrategia Nacional de Cambio Climático (MAATE, 2012a)	Líneas de acción y estratégicas; sectores prioritarios y medidas para hacer frente a los efectos del cambio climático.	• Protección de ecosistemas vulnerables. • Adaptación y mitigación del cambio climático. • Uso sostenible de los recursos naturales del país. • Sectores priorizados: energía, manejo de desechos sólidos y líquidos, entre otros. • Contribuir con el desarrollo sostenible • Reducción de las emisiones CO2 • Mayor conciencia y educación ambiental sobre desafíos del cambio climático.	EC/EI

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
	Políticas Generales para Promover Buenas Prácticas Ambientales (MAATE, 2013e)	Normas y directrices encaminadas a impulsar un mejor comportamiento ambiental en las entidades del sector público.	● Protección de los recursos naturales del país y del medio ambiente. ● Producción de bienes y servicios ecológicamente sustentables. ● Uso eficiente de recursos. ● Aplicación de prácticas como: reuso, recolección y clasificación de desechos. ● Recolección y almacenamiento adecuado de los RAEE. ● Minimización en la generación de residuos. ● Reducción la contaminación y los impactos negativos. ● Fomento del desarrollo sostenible. ● Mayor educación ambiental y conciencia ecológica.	EC/EI
	Política Nacional Post Consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos (MAATE, 2013d)	Lineamientos para un modelo de gestión sostenible de AEE en desuso.	*Principios para gestión de AEE en desuso:* ● De la cuna a la tumba ● El que contamina paga ● Principio de responsabilidad extendida del productor/importador. ● Mejor tecnología para la gestión adecuada de sustancias químicas y desechos peligros, entre otros. *Lineamientos:* ● Reconversión, reparación, reutilización de AEE en desuso o de sus componentes procedentes del consumo nacional. ● Gestión de los AEE en desuso en base a jerarquización: prevención y minimización; aprovechamiento y valorización de desechos; tratamiento; disposición final. ● Responsabilidades del importador bajo el principio REP: selección de productos en base a tecnologías limpias hasta gestión etapa post consumo.	EC/EI
	Políticas para Gestión Integral de Plástico en el Ecuador (MAATE, 2014a)	Lineamientos y políticas generales dirigidos a generar un manejo y tratamiento sostenible de plásticos durante las etapas de producción y consumo.	● Producción más limpia. ● Eficiencia energética ● Principio REP ● Uso eficiente de materiales. ● Minimización en la generación de residuos. ● Reutilización de residuos. ● Reciclaje de materiales. ● Reducción del impacto ambiental.	EC/EI

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
	Regulación para la Gestión de Residuos de Botellas de Vidrio en el Ecuador (MAATE, 2016b)	Directrices para la gestión integral de botellas de vidrio procedentes de bebidas alcohólicas y no alcohólicas	Principio de jerarquía en el manejo de residuos: ● Prevención y minimización en la generación de residuos. ● Aprovechamiento y valorización de residuos y/o desechos (reutilización o reciclaje). ● Tratamiento ● Disposición final	EC
	Instructivo para la Aplicación de la Responsabilidad Extendida en la Gestión Integral de Aceites Lubricantes Usados y Envases Vacíos (MAATE, 2019a)	Lineamientos para una gestión ambientalmente adecuada de aceites lubricantes y envases vacíos convertidos en residuos o desechos peligrosos.	● Principio REP: gestión integral de residuos o desechos peligrosos provenientes de aceites lubricantes incluyendo sus envases vacíos. ● Recolección de aceites lubricantes usados a través de puntos de recepción que tengan condiciones adecuadas. ● Educación y sensibilización ambiental dirigida al consumidor para un manejo ambientalmente adecuado de estos residuos. ● Remediación del daño ambiental causado. ● Uso de tecnologías limpias en la fase de fabricación. ● Prolongación de la vida útil de los productos a través de insumos ambientalmente sostenibles. ● Principio de jerarquización para la eliminación de residuos. ● Reuso, reciclaje y recuperación de materiales.	EC
	Instructivo de Aplicación del Principio de Responsabilidad Extendida para Equipos Celulares en Desuso. (MAATE, 2013a)	Directrices para la gestión de equipos celulares en desuso desde su generación hasta su tratamiento y disposición final.	● Fases de gestión: abarca desde la generación, recolección y transporte, almacenamiento, separación, desensamblaje y conversión, reutilización o reciclaje, tratamiento y disposición final. ●Protección del medio ambiente. ● Prevención y minimización del impacto ambiental.	EC
	Instructivo para la Gestión Integral de Desechos Plásticos de Uso Agrícola. (MAATE, 2013b)	Requisitos, procedimientos y especificaciones técnicas y ambientales para una gestión sostenible y adecuada de los desechos plásticos de uso agrícola durante las fases de comercialización, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final.	● Gestión integral de desechos de uso agrícola. ● Manejo ambientalmente seguro de los desechos. ● Impulso en la compra de materiales reutilizables, reciclables, biodegradables y valorizables. ● Prevención en la generación de residuos. ● Prevención y minimización del impacto ambiental.	EC

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
	21. Instructivo para la Aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la Gestión Integral de Baterías de Ácido Plomo Usadas (BAPU) (MAATE, 2021a)	Lineamientos y requisitos para una gestión ambientalmente responsable de las baterías ácido plomo desde su importación o generación; recolección o transporte; hasta su almacenamiento y eliminación.	*Obligaciones del productor:* ● Uso de tecnologías limpias e insumos amigables con el medio ambiente para prolongar la vida útil de los productos. ● Reacondicionamiento o reciclaje de baterías ácido plomo usadas. ● Educación y sensibilización ambiental. *Obligaciones del comercializador/distribuidor:* ● Almacenamiento ambientalmente adecuado de las baterías. ● Remediación y reparación del daño ambiental ocasionado. *Obligaciones del usuario final:* manejo ambientalmente seguro de las baterías en desuso (entrega a gestores autorizados).	EC/EI
	Instructivo para la Aplicación de Responsabilidad Extendida en la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) de origen doméstico. (MAATE, 2022b)	Requisitos, procedimientos y directrices administrativas y técnicas para la aplicación del principio REP para los AEE de uso doméstico.	● Gestión integral y ambientalmente adecuada de los RAEE: recolección primaria, almacenamiento, transporte, eliminación (aprovechamiento, recuperación de materiales reutilización reciclaje) y disposición final. ● Protección y conservación del medio ambiente. ● Principio de Responsabilidad Extendida del Productor. ● Desarrollo de un modelo circular sostenible. ● Principios: consumo sostenible; corrección en la fuente; de la cuna a la cuna; el que contamina paga; uso de tecnologías limpias y energías alternativas de bajo impacto; minimización en la fuente; entre otros. ● Eco-diseño ● Prevención y minimización del impacto ambiental.	EC/EI
	Instructivo para la Gestión Integral de Pilas Usadas (MAATE, 2013c)	Requisitos, procedimientos y directrices para el control de pilas usadas.	● Gestión ambientalmente adecuada (recolección, acopio, transporte, sistemas de eliminación y disposición final). ● Protección del medio ambiente. ● Uso eficiente de pilas ● Manejo ambientalmente seguro de los desechos.	EC
	Instructivo para Aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor en la Gestión Integral de Neumáticos Fuera de Uso (MAATE, 2022a)	Requisitos y procedimientos para una gestión ambientalmente adecuada de neumáticos usados.	● Valorización de residuos: reducción, reutilización y reciclaje. ● Principio REP ● Gestión ambientalmente adecuada de los residuos bajo principio de jerarquización de residuos (prevención, minimización,	EC

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
			clasificación aprovechamiento, tratamiento y disposición final). ● Protección del medio ambiente.	
	Instructivo para la Gestión Integral de Residuos Mineros de Material Estéril por parte de las y los Recicladores de Base en el Régimen Especial de Pequeña Minería Metálica (MAATE, 2022c)	Reglamento para las actividades y recicladores de residuos mineros de material estéril en base a condiciones técnicas, ambientales y sociales que garanticen una gestión sostenible; así como una inclusión social, digna y segura para este oficio.	*Políticas para gestión de residuos:* ● Jerarquización en el manejo de residuos y desechos. ● Aprovechamiento y valorización de residuos. ● Principio de responsabilidad compartida. ● Buenas prácticas ambientales. ● Manejo ambientalmente adecuado de residuos desde su generación, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final. ● Disposición final más próxima a la fuente para la eliminación de residuos. ● Minimización del impacto ambiental.	EC
	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS (MAATE, 2010)	Plan nacional para la gestión de residuos sólidos en base a procesos y parámetros que conduzcan hacia una mejora en la calidad de los servicios de aseo (recolección y barrido), en el aprovechamiento de residuos y en su disposición final.	● Gestión integral y sostenible de desechos sólidos bajo principio de responsabilidad extendida del productor e importador. ● Reducción de la contaminación ambiental. ● Preservación de los ecosistemas. ● Aprovechamiento energético. ● Recuperación de materiales. ● Aprovechamiento de residuos. ● Reducción de residuos generados. ● Disposición final adecuada de los residuos. ● Impulso del reciclaje	EC/EI
	Programa de Reducción de Contaminación y Chatarrización (MAATE, 2014c)	Incentivos financieros no reembolsables para actividades de chatarrización	● Reutilización de componentes mecánicos y eléctricos y otros partes en diferentes procesos industriales. ● Reducción de la contaminación ambiental. ● Aprovechamiento de los residuos en otros procesos industriales. ● Racionalización de subsidios a los combustibles. ● Uso eficiente del transporte público. ● Mejoramiento de la ventaja competitiva en el sector automotriz.	EC

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
	Protocolo de Manejo de los Desechos Generados ante Evento Coronavirus Covid-19 (MAATE, 2020)	Directrices para los procesos de recolección, transporte, tratamiento y eliminación de desechos producidos por el COVID.	● Gestión ambientalmente adecuada de los residuos.	EC
	Protocolo de finanzas sostenibles (ASOBANCA, 2016)	Estrategia de financiamiento en base a procesos, prácticas, y estándares de sostenibilidad con el fin de alcanzar un balance entre los ejes económico, social y ambiental.	● Uso y consumo sostenible de recursos naturales. ● Protección del medio ambiente. ● Impulso de una producción más limpia; eficiencia energética; energías renovables; construcción sostenible; entre otros. ● Mejora del comportamiento ambiental. ● Reducción del impacto ambiental.	EC/EI
	Procedimiento de Gestión Integral Consumo y Producción Sustentable a Nivel Nacional (MAATE, 2014b)	Políticas, lineamientos y estrategias dirigidas a promover una producción y consumo sostenible a nivel nacional.	● Producción y consumo sostenible. ● Protección del medio ambiente. ● Contribuir con el desarrollo sostenible. ● Minimización en la generación de materiales tóxicos y emisiones de residuos contaminantes. ● Reducción uso de recursos naturales. ● Prevención y reducción del impacto ambiental en todas las fases de ciclo de vida del producto. ● Fomento de productos, servicios y procesos productivos limpios en base a eco-diseño; tecnologías de bajo impacto ambiental; uso eficiente de recursos y energía; desarrollo tecnológico e innovación. ● Eco-eficiencia ● Consolidación de mercados verdes: eco-etiquetas, ecodiseño, entre otros. ● Manejo integral de residuos sólidos	EC/EI
	Libro Blanco de Economía Circular (hoja de ruta) (MPCEIP, 2021)	Hoja de ruta para la transición hacia la EC en base a 4 ejes de acción: i) política pública y financiamiento; ii) producción sostenible; iii) consumo responsable; iv) gestión integral de residuos sólidos (GIRS)	Eje i) *Política pública y financiamiento: identificación y* creación de fuentes de financiamiento para iniciativas circulares a nivel micro (empresas y asociaciones), meso (provincias y ciudades) y macro (nacional e internacional). Eje ii) *Producción sostenible (9 puntos estratégicos):* ● Extensión del principio REP a nuevos productos con alto	EC/EI

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
			impacto ambiental (entre ellos RAEE). ● Promoción de la simbiosis industrial. ● Creación de indicadores circulares a nivel nacional. ● Impulso de prácticas circulares como el ecodiseño, prolongación de la vida útil de productos, entre otros. ● Generación de un mercado interno para materiales recirculados. ● Mejora de la trazabilidad en toda la cadena de valor. ● Colaboración intersectorial. ●Gestión sostenible de recursos hídricos. ●Eficiencia energética *Eje iii) Consumo sostenible (4 puntos estratégicos):* ● Prevención y reducción de la contaminación y residuos generados. ● Programas de concientización ambiental ● Mayor acceso a información sobre productos y servicios. ● Reorientación de la demanda hacia productos más circulares mediante garantías y derechos al consumidor. *Eje iv) Gestión integral de residuos sólidos (GIRS).* ● Marco legal que favorezca la reducción de residuos. ● Modelos basura cero ● Innovación y sinergias entre diversos actores para el aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos. ● Principio REP ● Fomento de la simbiosis industrial ● Incremento de la separación en la fuente y recolección diferenciada de residuos en cada municipio. ● Monitoreo de los residuos generados en cada cantón para una mejor gestión y aprovechamiento de estos. ● Reconocimiento e inclusión de recicladores de base y gestores ambientales en el modelo de gestión. ● Diversificación de los mecanismos de financiación para la gestión sostenible de los residuos sólidos.	

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
Instrumentos fiscales	Incentivo fiscal: Procedimiento General para la Deducción Adicional del 100% de Depreciación de Máquinas, Equipos y Tecnologías a tecnologías sostenibles (MAATE, 2012b, 2015b)	Deducción destinada a la adquisición de equipos y tecnologías sostenibles	Máquinas, Equipos y Tecnologías (MET) destinados a: ● Producción más limpia. ● Energías renovables ● Prevención del impacto ambiental. ● Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	EC/EI
	Beneficio fiscal: Exoneraciones del Impuesto de la Renta para nuevas inversiones productivas en sectores priorizados (Asamblea Nacional, 2010, 2011b, 2018b; SRI, 2021).	Exoneraciones a nuevas inversiones en sectores priorizados: energías renovables incluida la bioenergía o energía a partir de la biomasa; industrias de materiales y tecnologías de construcción sustentables (elaboración de materiales renovables o reciclables); metalmecánica (reciclaje de residuos y desechos metálicos); eficiencia energética; entre otros.	● Producción más limpia. ● Energías renovables. ● Optimización de materiales. ● Construcciones sostenibles. ● Eficiencia energética. ● Reciclaje y reutilización de residuos. ● Eco-innovación ● Reducción del impacto ambiental.	EC/EI
Instrumentos de carácter voluntario	Norma técnica: NTE INEN-ISO 14021. Etiquetas y Declaraciones ambientales-autodeclaraciones ambientales. (INEN, 2014)	Guía sobre requisitos y condiciones de uso para etiquetas y autodeclaraciones ambientales. Se incluye enunciados, símbolos y gráficos con relación a productos.	*Objetivo:* ● Protección del medio ambiente. ● Prevención y reducción del impacto ambiental. ● Impulso a la producción y consumo sostenible. *Uso y aplicación*: Todas las fases de CVP. Esto incluye las siguientes características de los productos: compostable, degradable, diseñado para desarmar, producto de vida prolongada, energía recuperada, reciclable, contenido reciclado, consumo reducido de energía, uso reducido de recursos, consumo reducido de agua, reutilizable y recargable, reducción de residuos.	EC/EI
	Norma técnica: NTE INEN – AFNOR XP X30-901 – Sistemas de Gestión de Proyectos de Economía Circular- Requisito y directrices (INEN, 2020)	Requerimientos y lineamientos para que las empresas definan objetivos, planifiquen, implementen y gestionen proyectos circulares.	● Mejora del desempeño ambiental. ● Contribución al desarrollo sostenible. ● Uso eficiente de recursos. ● Reducción del impacto ambiental.	EC/EI

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tipo de instrumento	Nombre	Eje central	Ejes específicos	Alcance EC/EI
	Certificación Ecuatoriana Ambiental Punto Verde (CEA) (MAATE, 2015b)	Incentivos a sectores que conduzcan a la mejora del desempeño ambiental y al posicionamiento competitivo a nivel nacional e internacional. Basado en la norma ISO 17067.	Sectores (productivo o servicios, estratégico, construcciones) que contribuyan a: ● Eficiencia y optimización en el uso de recursos (materiales y de energía). ● Producción más limpia. ● Eco-diseño ● Disminución de la contaminación y prevención del daño ambiental. ● Manejo eficiente de residuos sólidos, desechos peligrosos y especiales. ● Modelo de gestión con enfoque ambiental. ● Construcciones sostenibles. ● Eco-innovación: innovación tecnológica en tecnologías limpias, optimización de recursos, maquinaria y/o equipos destinados una producción más limpia.	EC/EI

Fuente: elaboración propia

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Anexo 2. Selección de sectores que incluyen actividades vinculadas a la economía circular en Ecuador

Sector Ecuador	Actividad económica Ecuador_división	Actividad económica Ecuador_clase	MSEC Unión Europea: list of CE goods and services
C Industrias manufactureras	C33 Reparación e instalación de maquinaria y equipo.	C3311 Reparación de productos elaborados de metal.	Repair of fabricated metal products, machinery and equipment
C Industrias manufactureras	C33 Reparación e instalación de maquinaria y equipo.	C3312 Reparación de maquinaria.	Repair of fabricated metal products, machinery and equipment
C Industrias manufactureras	C33 Reparación e instalación de maquinaria y equipo.	C3313 Reparación de equipo electrónico y óptico.	Repair of fabricated metal products, machinery and equipment
C Industrias manufactureras	C33 Reparación e instalación de maquinaria y equipo.	C3314 Reparación de equipo eléctrico.	Repair of fabricated metal products, machinery and equipment
C Industrias manufactureras	C33 Reparación e instalación de maquinaria y equipo.	C3315 Reparación de equipo de transporte, excepto vehículos automotores.	Repair of fabricated metal products, machinery and equipment
C Industrias manufactureras	C33 Reparación e instalación de maquinaria y equipo.	C3319 Reparación de otros tipos de equipo.	Repair of fabricated metal products, machinery and equipment
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E37 Evacuación de aguas residuales.	E3700 Evacuación de aguas residuales.	Remediation activities and other waste management services
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E38 Recolección, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales.	E3811 Recolección de desechos no peligrosos.	Collection of waste
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E38 Recolección, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales.	E3812 Recolección de desechos peligrosos.	Collection of waste
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E38 Recolección, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales.	E3821 Tratamiento y eliminación de desechos no peligrosos.	Waste treatment (excluding landfill, incineration and nuclear waste treatment) (not otherwise included in 38.3 due to primary allocation)
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E38 Recolección, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales.	E3822 Tratamiento y eliminación de desechos peligrosos.	Waste treatment (excluding landfill, incineration and nuclear waste treatment) (not otherwise included in 38.3 due to primary allocation)
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E38 Recolección, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales.	E3830 Recuperación de materiales.	Materials recovery
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E39 Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de desechos.	E3900 Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de desechos.	Remediation activities and other waste management services
F Construcción	F43 Actividades especializadas de la construcción.	F4322 Fontanería (plomería, gasfitería) e instalación de calefacción y aire acondicionado.	Maintenance and repair services for reducing water losses
G Comercio, reparación automotores y motocicletas	G45 Comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas.	G4520 Mantenimiento y reparación de vehículos automotores.	Maintenance and repair of motor vehicles

US UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Sector Ecuador	Actividad económica Ecuador_división	Actividad económica Ecuador_clase	MSEC Unión Europea: list of CE goods and services
N Actividades de servicios administrativos y de apoyo	N77 Actividades de alquiler y arrendamiento.	N7710 Alquiler de vehículos automotores.	Rental and leasing of cars and light motor vehicles
N Actividades de servicios administrativos y de apoyo	N77 Actividades de alquiler y arrendamiento.	N7721 Alquiler de equipo recreativo y deportivo.	Renting and leasing of recreational and sports goods
N Actividades de servicios administrativos y de apoyo	N77 Actividades de alquiler y arrendamiento.	N7722 Alquiler de cintas de video y discos.	Renting of video tapes and disks
N Actividades de servicios administrativos y de apoyo	N77 Actividades de alquiler y arrendamiento.	N7729 Alquiler otros efectos personales y artículos de uso domésticos.	Renting and leasing of other personal and household goods
N Actividades de servicios administrativos y de apoyo	N77 Actividades de alquiler y arrendamiento.	N7730 Alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles.	Renting and leasing of other machinery, equipment and tangible
R Artes, entretenimiento y recreación	R91 Actividades de bibliotecas, archivos, museos y otras actividades culturales.	R9101 Actividades de bibliotecas y archivos.	Library and archive services
S Otras actividades de servicios	S95 Reparación de computadores y de efectos personales y enseres domésticos.	S9511 Reparación de computadoras y equipo periférico.	Repair of computers and peripheral equipment
S Otras actividades de servicios	S95 Reparación de computadores y de efectos personales y enseres domésticos.	S9512 Reparación de equipo de comunicaciones.	Repair of communication equipment
S Otras actividades de servicios	S95 Reparación de computadores y de efectos personales y enseres domésticos.	S9521 Reparación de aparatos electrónicos de consumo.	Repair of consumer electronics
S Otras actividades de servicios	S95 Reparación de computadores y de efectos personales y enseres domésticos.	S9522 Reparación de aparatos de uso doméstico y equipo doméstico y de jardinería.	Repair of household appliances and home and garden equipment
S Otras actividades de servicios	S95 Reparación de computadores y de efectos personales y enseres domésticos.	S9523 Reparación de calzado y artículos de cuero.	Repair of footwear and leather goods
S Otras actividades de servicios	S95 Reparación de computadores y de efectos personales y enseres domésticos.	S9524 Reparación de muebles y accesorios domésticos.	Repair of furniture and home furnishings
S Otras actividades de servicios	S95 Reparación de computadores y de efectos personales y enseres domésticos.	S9529 Reparación de otros bienes personales y enseres domésticos.	Repair of other personal and household goods
S Otras actividades de servicios	S96 Otras actividades de servicios personales.	S9601 Lavado y limpieza, incluida la limpieza en seco, de productos textiles y de piel.	Washing and (dry-)cleaning of textile and fur products (partially)

Fuente: elaboración propia a partir de Eurostat (2022), INEC (2022b)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Anexo 3. Número de empresas activas en el año 2022 según actividades económicas vinculadas a la EC

Sector Ecuador	Actividad económica vinculada con la EC	Número de empresas activas año 2022
C Industrias manufactureras	C3311 Reparación de productos elaborados de metal.	785
	C3312 Reparación de maquinaria.	2,651
	C3313 Reparación de equipo electrónico y óptico.	800
	C3314 Reparación de equipo eléctrico.	1,737
	C3315 Reparación de equipo de transporte, excepto vehículos automotores.	318
	C3319 Reparación de otros tipos de equipo.	21
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E3700 Evacuación de aguas residuales.	207
	E3811 Recolección de desechos no peligrosos.	298
	E3812 Recolección de desechos peligrosos.	68
	E3821 Tratamiento y eliminación de desechos no peligrosos.	37
	E3822 Tratamiento y eliminación de desechos peligrosos.	15
	E3830 Recuperación de materiales.	163
	E3900 Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de desechos.	27
F Construcción	F4322 Fontanería (plomería, gasfitería) e instalación de calefacción y aire acondicionado.	1,951
G Comercio, reparación automotores y motocicletas	G4520 Mantenimiento y reparación de vehículos automotores.	24,914
N Actividades de servicios administrativos y de apoyo	N7710 Alquiler de vehículos automotores.	649
	N7721 Alquiler de equipo recreativo y deportivo.	99
	N7722 Alquiler de cintas de video y discos.	303
	N7729 Alquiler otros efectos personales y artículos de uso domésticos.	1,142
	N7730 Alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles.	4,654
R Artes, entretenimiento y recreación	R9101 Actividades de bibliotecas y archivos.	94
S Otras actividades de servicios	S9511 Reparación de computadoras y equipo periférico.	4,234
	S9512 Reparación de equipo de comunicaciones.	922
	S9521 Reparación de aparatos electrónicos de consumo.	774
	S9522 Reparación de aparatos de uso doméstico y equipo doméstico y de jardinería.	2,043
	S9523 Reparación de calzado y artículos de cuero.	630
	S9524 Reparación de muebles y accesorios domésticos.	348
	S9529 Reparación de otros bienes personales y enseres domésticos.	1,209
	S9601 Lavado y limpieza, incluida la limpieza en seco, de productos textiles y de piel.	2,174
Total empresas		53,267

Fuente: elaboración propia a partir de INEC (2022b)
Nota: los datos corresponden a medianas y grandes empresas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Anexo 4. Ventas de las empresas en el año 2022 según actividades económicas vinculadas a la EC

Sector Ecuador	Actividad económica vinculada con la EC	Ventas ($) empresas año 2022
C Industrias manufactureras	C3311 Reparación de productos elaborados de metal.	$68,357,678
	C3312 Reparación de maquinaria.	$194,150,972
	C3313 Reparación de equipo electrónico y óptico.	$48,665,761
	C3314 Reparación de equipo eléctrico.	$129,829,235
	C3315 Reparación de equipo de transporte, excepto vehículos automotores.	$24,362,116
	C3319 Reparación de otros tipos de equipo.	$549,573
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E3700 Evacuación de aguas residuales.	$127,365,095
	E3811 Recolección de desechos no peligrosos.	$214,454,240
	E3812 Recolección de desechos peligrosos.	$39,669,680
	E3821 Tratamiento y eliminación de desechos no peligrosos.	$18,759,573
	E3822 Tratamiento y eliminación de desechos peligrosos.	$17,632,129
	E3830 Recuperación de materiales.	$52,797,938
	E3900 Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de desechos.	$21,392,460
F Construcción	F4322 Fontanería (plomería, gasfitería) e instalación de calefacción y aire acondicionado.	$104,229,513
G Comercio, reparación automotores y motocicletas	G4520 Mantenimiento y reparación de vehículos automotores.	$328,623,334
N Actividades de servicios administrativos y de apoyo	N7710 Alquiler de vehículos automotores.	$126,426,006
	N7721 Alquiler de equipo recreativo y deportivo.	$85,727
	N7722 Alquiler de cintas de video y discos.	$2,034
	N7729 Alquiler otros efectos personales y artículos de uso domésticos.	$5,747,670
	N7730 Alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles.	$376,446,091
R Artes, entretenimiento y recreación	R9101 Actividades de bibliotecas y archivos.	$28,119,952
S Otras actividades de servicios	S9511 Reparación de computadoras y equipo periférico.	$72,816,657
	S9512 Reparación de equipo de comunicaciones.	$15,675,364
	S9521 Reparación de aparatos electrónicos de consumo.	$1,744,416
	S9522 Reparación de aparatos de uso doméstico y equipo doméstico y de jardinería.	$20,344,771
	S9523 Reparación de calzado y artículos de cuero.	$928,221
	S9524 Reparación de muebles y accesorios domésticos.	$3,218,024
	S9529 Reparación de otros bienes personales y enseres domésticos.	$2,623,732
	S9601 Lavado y limpieza, incluida la limpieza en seco, de productos textiles y de piel.	$26,290,405
Total empresas		**2,071,308,367**

Fuente: elaboración propia a partir de INEC (2022b)
Nota: los datos corresponden a medianas y grandes empresas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Anexo 5. Número de personas empleadas en el año 2022 en actividades económicas vinculadas a la EC

Sector Ecuador	Actividad económica vinculada con la EC	Número de personas empleadas año 2022	
		Hombre	Mujer
C Industrias manufactureras	C3311 Reparación de productos elaborados de metal.	1,449	186
	C3312 Reparación de maquinaria.	3,447	874
	C3313 Reparación de equipo electrónico y óptico.	763	286
	C3314 Reparación de equipo eléctrico.	1,899	387
	C3315 Reparación de equipo de transporte, excepto vehículos automotores.	477	88
	C3319 Reparación de otros tipos de equipo.	20	5
E Distribución agua, alcantarillado, desechos y saneamiento	E3700 Evacuación de aguas residuales.	920	276
	E3811 Recolección de desechos no peligrosos.	6,679	1,117
	E3812 Recolección de desechos peligrosos.	419	127
	E3821 Tratamiento y eliminación de desechos no peligrosos.	183	31
	E3822 Tratamiento y eliminación de desechos peligrosos.	154	47
	E3830 Recuperación de materiales.	604	190
	E3900 Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de desechos.	377	112
F Construcción	F4322 Fontanería (plomería, gasfitería) e instalación de calefacción y aire acondicionado.	2,644	534
G Comercio, reparación automotores y motocicletas	G4520 Mantenimiento y reparación de vehículos automotores.	15,557	3,943
N Actividades de servicios administrativos y de apoyo	N7710 Alquiler de vehículos automotores.	720	488
	N7721 Alquiler de equipo recreativo y deportivo.	19	14
	N7722 Alquiler de cintas de video y discos.	76	55
	N7729 Alquiler otros efectos personales y artículos de uso domésticos.	246	287
	N7730 Alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles.	5,157	1,485
R Artes, entretenimiento y recreación	R9101 Actividades de bibliotecas y archivos.	626	797
S Otras actividades de servicios	S9511 Reparación de computadoras y equipo periférico.	1,606	704
	S9512 Reparación de equipo de comunicaciones.	347	157
	S9521 Reparación de aparatos electrónicos de consumo.	311	114
	S9522 Reparación de aparatos de uso doméstico y equipo doméstico y de jardinería.	1,095	290
	S9523 Reparación de calzado y artículos de cuero.	221	119
	S9524 Reparación de muebles y accesorios domésticos.	145	65
	S9529 Reparación de otros bienes personales y enseres domésticos.	335	216
	S9601 Lavado y limpieza, incluida la limpieza en seco, de productos textiles y de piel.	936	1,346
Total empresas		42,427	14,339

Fuente: elaboración propia a partir de INEC (2022b)
Nota: los datos corresponden a medianas y grandes empresas

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Anexo 6. Datos y fuentes disponibles para análisis de indicadores de economía circular en Ecuador

Núm.	Nombre indicador MSEC	Datos disponibles	Institución responsable	Fuente
Producción y consumo				
1a-b	**Consumo de materiales**			
	1a Huella material (toneladas per cápita)	x	SCP Hotspots Analysis Tool	SCP-HAT (2022)
	1b Productividad de los recursos (EUR/kg)	x	SCP Hotspots Analysis Tool	SCP-HAT (2022)
2	**Contratación pública ecológica**	-	-	-
3a-f	**Generación de residuos**			
	3a Generación total de residuos per cápita (kg per cápita)	x	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)(MAATE, 2023a)
	3b Generación total de residuos (excluidos los principales residuos minerales) por PIB (kg/EUR)	x	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)(MAATE, 2023a)
	3c Generación de residuos urbanos per cápita	x	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)(MAATE, 2023a)
	3d Residuos alimentarios (kg per cápita)	x	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)(MAATE, 2023a)
	3e Generación de residuos de envases per cápita (kg per cápita)	x	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)(MAATE, 2023a)
	3f Generación de residuos de envases de plástico per cápita (kg per cápita)	x	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)(MAATE, 2023a)
Gestión de residuos				
4a-b	**Tasas globales de reciclaje**			
	4a Tasa de reciclado de residuos urbanos (%)	x	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)	Estadística de Información Ambiental Económica en GADM (INEC, 2023)
	4b Tasa de reciclado de todos los residuos, excluidos los principales residuos minerales (%)	x	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)	Estadística de Información Ambiental Económica en GADM (INEC, 2023)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Núm.	Nombre indicador MSEC	Datos disponibles	Institución responsable	Fuente
5a-c	**Tasas de reciclado de flujos de residuos específicos**			
	5a Tasa de reciclado de residuos de envases en general (%)	x	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI) (MAATE, 2023a)
	5a Tasa de reciclado de residuos de envases de plástico (%)	x	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI) (MAATE, 2023a)
	5c Tasa de reciclado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos recogidos por separado (%)	x	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI) (MAATE, 2023a)
Materias primas secundarias				
6a-b	**Contribución de los materiales reciclados a la demanda de materias primas**			
	6a Tasa de uso circular de los materiales (%)	-	-	-
	6b Tasas de aporte del reciclado al final de su vida útil (%)	-	-	-
7a-c	**Comercio de materias primas reciclables**			
	7a Importaciones procedentes de fuera de la UE (toneladas)	x	Chatham House. Circulareconomy.earth	Chatham House Circular Economy Trade Database (CHCETD, 2024)
	7b Exportaciones procedentes de fuera de la UE (toneladas)	x	Chatham House. Circulareconomy.earth	Chatham House Circular Economy Trade Database (CHCETD, 2024)
	7c Comercio dentro de la UE (toneladas)	N/A	N/A	N/A
Competitividad e innovación				
8a-c	**Inversiones privadas, puestos de trabajo y valor añadido bruto relacionados con los sectores de la economía circular**			
	8a Inversiones privadas (% del PIB)	x	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)	Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del Módulo de Información Económica Ambiental (INEC, 2022a)
	8b Empleo (% de empleo)	x	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)	Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del Módulo de Información Económica Ambiental (INEC, 2022a)
	8c Valor añadido bruto (% del VAB)	x	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)	Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del Módulo de Información Económica Ambiental (INEC, 2022a)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

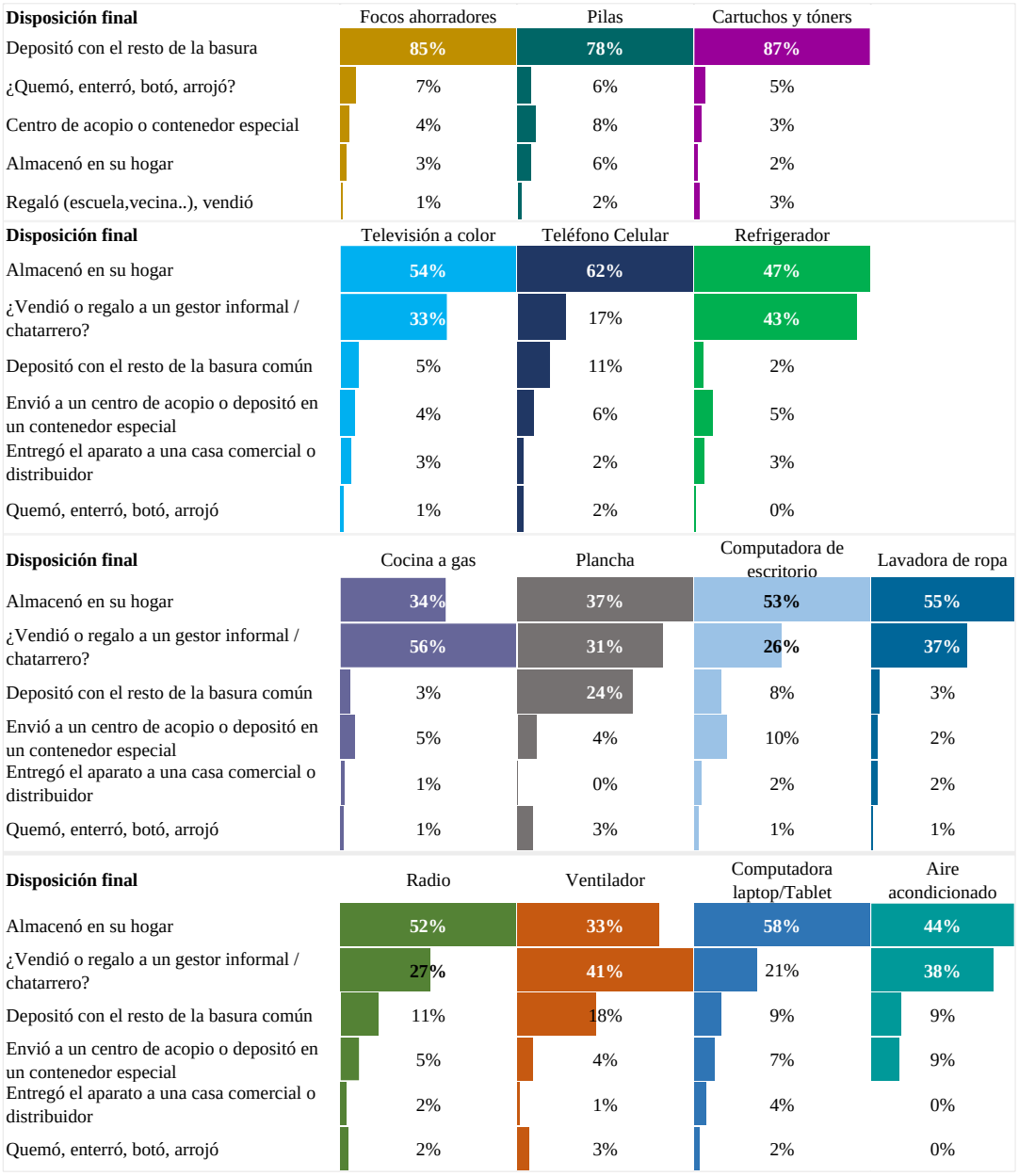
Núm.	Nombre indicador MSEC	Datos disponibles	Institución responsable	Fuente
9	**Innovación ecológica**			
	9 Patentes relacionadas con la gestión de residuos y el reciclado (número y número por millón de habitantes)	x	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)	Encuesta Nacional de Actividades de Innovación (ACTI) (INEC, 2015)
Sostenibilidad y resiliencia mundiales				
10a-b	**Sostenibilidad mundial**			
	10a Huella de consumo (índice 2010 = 100 y número de veces que se superan los límites del planeta)	x	SCP Hotspots Analysis Tool	SCP-HAT (2022)
	10b Emisiones de GEI procedentes de las actividades de producción (kg per cápita)	x	SCP Hotspots Analysis Tool	SCP-HAT (2022)
11a-b	**Resiliencia**			
	11a Dependencia de las importaciones de materiales (%)	-	-	-
	11b Autosuficiencia de la UE en cuanto a materias primas (%)	-	-	-

Fuente: elaboración propia

Nota: (x) presencia de datos disponibles, (-) ausencia de datos disponibles y N/A indicadores que no aplican

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Anexo 7. Manejo de los RAEE por los hogares ecuatorianos en 2019



Fuente: elaboración propia a partir de datos INEC (2019a)

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de preguntas y objetivos 20
Tabla 2. Efectos de la degradación ambiental a escala global 26
Tabla 3. Destino y origen de las importaciones y exportaciones de ALC en 2020 32
Tabla 4. Sectores de mayor extracción de materias primas en Ecuador período 1990-2018 ... 35
Tabla 5. Principales productos de exportación e importación período enero-diciembre 2022 37
Tabla 6 Degradación de tierras en América Latina 41
Tabla 7. Análisis de variación en el uso de la tierra en Ecuador período 2010-2020 45
Tabla 8. Resumen principales medidas políticas de economía circular en ALC 56
Tabla 9. Definiciones de la economía circular 62
Tabla 10. Jerarquía de circularidad de las 10R 64
Tabla 11. Tipología de ciclos circulares basado en el criterio de la entropía 65
Tabla 12. Impulsores y barreras de la economía circular 72
Tabla 13. Conceptos de la innovación respetuosa con el medio ambiente 75
Tabla 14. Definiciones de la eco-innovación 77
Tabla 15. Características distintivas de la eco-innovación frente a otras innovaciones 79
Tabla 16. Categorías de tecnología medioambiental 81
Tabla 17. Tipos de eco-innovación según su naturaleza 82
Tabla 18. Tipología de la eco-innovación Proyecto MEI 84
Tabla 19. Tipos de eco-innovación orientados a la economía circular 85
Tabla 20. Tipos de eco-innovación desde el enfoque de la economía circular 85
Tabla 21. Tipos de eco-innovación clave para la economía circular 86
Tabla 22. Características estructurales de las empresas eco-innovadoras 91
Tabla 23. Literatura empírica sobre los factores impulsores de la eco-innovación 98
Tabla 24. Literatura empírica sobre las barreras de la eco-innovación 102
Tabla 25. Determinantes de la eco-innovación a nivel empresarial: hipótesis 103
Tabla 26. Batería de indicadores para seguimiento de la EC en Ecuador 108
Tabla 27. Sectores que incluyen actividades circulares en Ecuador 114
Tabla 28. Distribución de la muestra por sector 117
Tabla 29. Variables y medidas para análisis de la eco-innovación empresarial 118
Tabla 30. Productores regulados bajo principio REP que reportaron gestión en 2022 138
Tabla 31. Evolución de Ecuador en el comercio mundial de materias primarias por tipo de materia 140
Tabla 32. Destinos de exportación y orígenes de importación de materias primarias de Ecuador en 2022 140
Tabla 33. Evolución de Ecuador en el comercio mundial de materias secundarias por tipo de materia 141
Tabla 34. Destinos de exportación y orígenes de importación de materias secundarias de Ecuador en 2022 141

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Tabla 35. Número de empresas activas según actividades vinculadas a la EC en 2022 145
Tabla 36. Ventas de las empresas en 2022 según actividades vinculadas a la EC 146
Tabla 37. Número de personas empleadas en 2022 según actividades vinculadas a la EC ... 147
Tabla 38. Estadísticas descriptivas: variable dependiente y explicativas 154
Tabla 39. Sectores de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso 160
Tabla 40. Tamaño de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso 160
Tabla 41. Mercado geográfico de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso 161
Tabla 42. Pertenencia a un grupo empresarial de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso 161
Tabla 43. Inputs de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso 161
Tabla 44. Factores impulsores de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso 162
Tabla 45. Grado de cooperación de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso ... 162
Tabla 46. Fuentes de información de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso 163
Tabla 47. Barreras de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso 163
Tabla 48. Resultados Chi- cuadrado y V de Cramer 164
Tabla 49. Efectos marginales factores impulsores de la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador 166
Tabla 50. Efectos marginales factores impulsores de la eco-innovación de producto y proceso por sector en Ecuador 169
Tabla 51. Efectos marginales de las barreras de la eco-innovación de producto y proceso en Ecuador 171
Tabla 52. Efectos marginales de los inhibidores de la eco-innovación de producto y proceso por sector en Ecuador 173
Tabla 53. DAFO de la economía circular en el sector eléctrico-electrónico 183
Tabla 54. Pre-requisitos para la circularidad en el sector eléctrico-electrónico 185
Tabla 55. Medidas para la implementación de actividades circulares en el sector eléctrico-electrónico 187

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolución del comercio mundial de recursos naturales de ALC período 2000-2020 (billones de toneladas) 32
Gráfico 2. Materias primas exportadas e importadas por ALC en 2020 (miles de toneladas) . 33
Gráfico 3. Variación en las exportaciones e importaciones de materias primas en ALC período 2015-2020 33
Gráfico 4. Evolución de la extracción de materias primas en Ecuador 1990-2022 (millones de toneladas) 34
Gráfico 5. Materias primas extraídas en Ecuador período 1990-2022 (millones de toneladas) 35
Gráfico 6. Evolución de la extracción de materias primas por sector en Ecuador período 1990-2018 (millones de toneladas) 36
Gráfico 7. Valor agregado del PIB (%) de Ecuador por actividad económica a precios corrientes 38
Gráfico 8. Posición de la Huella Material de Ecuador dentro de ALC en 2022 44
Gráfico 9. Evolución de los usos de tierra (hectáreas) en Ecuador período 2004-2017..... 45
Gráfico 10. Población ecuatoriana afectada por inseguridad alimentaria moderada y grave (promedio de 3 años) 46
Gráfico 11. Empresas innovadoras en producto y proceso en Ecuador período 2012-2014.. 116
Gráfico 12. Evolución de la huella material de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita) 132
Gráfico 13. Composición de la huella material de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita) 132
Gráfico 14. Evolución de la productividad material de Ecuador ($/kg) período 1990-2022 . 133
Gráfico 15. Composición de los residuos sólidos no peligrosos (%) en 2022 134
Gráfico 16. Cantidad de neumáticos recuperada (%) por año en Ecuador..... 136
Gráfico 17. Cantidad de plásticos de uso agrícola recuperada (kg) por año en Ecuador 136
Gráfico 18. Cantidad de celulares en desuso recuperada (%) por año en Ecuador 137
Gráfico 19. Cantidad de botellas de vidrio recuperada (%) por año en Ecuador 137
Gráfico 20. Evolución de Ecuador en el comercio mundial de materias primarias y secundarias para la EC..... 139
Gráfico 21. Exportaciones e importaciones de Ecuador en 2022 por categoría de materia prima 139
Gráfico 22. Porcentaje de empresas que realizaron inversión ambiental en Ecuador en el año 2022 142
Gráfico 23. Número de empresas con inversión ambiental en Ecuador en el año 2022 según actividad económica 143

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Gráfico 24. Inversión ambiental (US$ corrientes) en Ecuador según actividad económica en el año 2022 144
Gráfico 25. Empresas activas en sectores que incluyen actividades de EC en Ecuador en el año 2022 145
Gráfico 26. Ventas de empresas según sectores vinculados a actividades de EC en Ecuador en el año 2022 146
Gráfico 27. Personas empleadas en actividades vinculadas a la EC en Ecuador por género en el año 2022 148
Gráfico 28. Empresas que realizaron eco-innovaciones en Ecuador período 2012-2014 148
Gráfico 29. Empresas (%) que tenían un permiso ambiental en Ecuador en el año 2020 149
Gráfico 30. Número de Empresas con certificación ISO 14001 según actividad económica en Ecuador en el años 2020 149
Gráfico 31. Evolución de las emisiones GEI de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita) 150
Gráfico 32. Evolución de la huella de consumo de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita) 151
Gráfico 33. Composición de la huella de consumo de Ecuador período 1990-2022 (toneladas per cápita) 151
Gráfico 34. Empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014 155
Gráfico 35. Sector de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014 155
Gráfico 36. Tamaño de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014 156
Gráfico 37. Mercado geográfico de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014 156
Gráfico 38. Pertenencia a un grupo empresarial empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014 157
Gráfico 39. Impulsores de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014 157
Gráfico 40. Inputs de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014 158
Gráfico 41. Grado de cooperación de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014 158
Gráfico 42. Fuentes de información empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2012-2014 159
Gráfico 43. Barreras de las empresas eco-innovadoras de producto y proceso en Ecuador período 2014-2014 159
Gráfico 44. Composición categorías de AEE comercializados en el mercado ecuatoriano en 2019 178
Gráfico 45. Evolución de los RAEE generados en Ecuador 179
Gráfico 46. RAEE generados por los hogares ecuatorianos en 2019 180
Gráfico 47. RAEE generados por las empresas ecuatorianas en 2019 180

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estructura de la tesis 23
Ilustración 2. Modelos de desarrollo predominantes en América Latina 27
Ilustración 3. Evolución modelo de desarrollo ecuatoriano 37
Ilustración 4. Donut Ecuador: nivel de sostenibilidad ambiental y desempeño social 43
Ilustración 5. Evolución conceptos y prácticas de desarrollo sostenible 48
Ilustración 6. Diagrama mariposa de la economía circular 60
Ilustración 7. Modelos de negocio para la economía circular 68
Ilustración 8. Externalidades e impulsores de las eco-innovaciones en comparación con las innovaciones generales 80
Ilustración 9. Tipología de la eco-innovación 83
Ilustración 10. Marco conceptual de los impulsores de la eco-innovación en países en desarrollo 89
Ilustración 11. Factores impulsores de la eco-innovación 91
Ilustración 12. Correspondencia de las hipótesis del estudio con el marco de referencia: impulsores de la eco-innovación empresarial 100
Ilustración 13. Proceso análisis marco normativo ecuatoriano para la economía circular 107
Ilustración 14. Línea de tiempo hacia la Estrategia Nacional de Economía Circular 125

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La necesidad de transitar hacia un modelo de desarrollo más sostenible y circular en Ecuador está cobrando mayor relevancia debido a los desafíos que plantea su actual modelo productivo basado en una especialización primario-exportadora. El objetivo principal de esta investigación es analizar los factores que condicionan el progreso hacia un modelo más sostenible y circular en Ecuador. Teniendo en cuenta que la economía circular exige un cambio sistémico que necesita concretarse a través de múltiples innovaciones, en esta tesis se propone un enfoque integral que abarca el análisis del contexto, del marco institucional y del tejido empresarial ecuatoriano.