



**Posicionamiento del concepto de “Refurbished o Reacondicionamiento” en
Colombia, Generación de alternativas y estrategias para la disminución del
consumo electrónico con impacto regional**

Daniel Armando Millán Sánchez

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá, Colombia

2025

**Posicionamiento del concepto de “Refurbished o Reacondicionamiento” en
Colombia, Generación de alternativas y estrategias para la disminución del
consumo electrónico con impacto regional**

Daniel Armando Millán Sánchez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Industrial

Director (a):

Julián Daniel Torres Vanegas

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá, Colombia

2025

Resumen

El proyecto de integración es un estudio aplicado para posicionar el concepto de "Refurbished" (reacondicionamiento) en Colombia. Su objetivo principal es generar alternativas para reducir el uso de tecnología de corto plazo, promoviendo la responsabilidad ambiental y el uso inteligente de equipos electrónicos. También busca crear conciencia sobre el consumo responsable de estos dispositivos, funcionando como un indicador y potenciador de un modelo de economía circular que optimiza su aprovechamiento para otros usos. Con base en la creación o implementación de una fase inicial, relacionada a la integración de oficinas satélite donde se dará atención, para permitir darles una segunda vida útil a los dispositivos electrónicos más usados por los colombianos, esto permitirá reducir los desperdicios generados por equipos tecnológicos de alta demanda a nivel nacional, además se buscará impulsar la economía circular inteligente a través de equipos electrónicos y crear hábitos relacionados con la responsabilidad ambiental, la sostenibilidad y los beneficios económicos.

Palabras clave: Economía circular, Reacondicionamiento, Responsabilidad ambiental, Tecnología, Sostenibilidad.

Abstract

This integration project consists of an applied study aimed at positioning the "Refurbished" concept in Colombia. Its primary objective is to generate alternatives to reduce short-term technology usage, fostering environmental responsibility and the intelligent use of electronic equipment. It also seeks to raise awareness about the responsible consumption of these devices, acting as an indicator and enabler of a circular economy model that optimizes their repurposing for other uses. Based on the creation or implementation of an initial phase involving satellite offices for device reception, the project aims to extend the useful life of the most commonly used electronic devices by Colombians. This will reduce waste generated by high-demand technological equipment nationwide. Furthermore, the project will seek to promote a smart circular economy through electronic devices and cultivate habits related to environmental responsibility, sustainability, and economic benefits.

Keywords: Circular economy, Refurbishment, Environmental responsibility, Technology, Sustainability.

Tabla de Contenido

	Pág.
Lista de Figuras	10
Lista de Tablas.....	11
Introducción.....	12
Definición del problema.....	14
Objetivos	15
<i>Objetivo general</i>	<i>15</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>15</i>
Justificación	17
Marco de Referencia	18
Marco Teórico.....	20
<i>Impacto Ambiental y Social</i>	<i>20</i>
<i>Antecedentes</i>	<i>21</i>
Selección de Alternativas	24
<i>Intención del Producto.....</i>	<i>24</i>
<i>Verificación de parámetros de diseño</i>	<i>26</i>
<i>Verificación de parámetros técnicos.....</i>	<i>28</i>

<i>Estimación de ciertas características de diseño o especificaciones del producto: potencia, desempeño, etc.....</i>	29
Análisis de Restricciones	32
<i>Restricciones Ambientales</i>	32
<i>Restricciones Económicas</i>	32
<i>Restricciones Legales</i>	33
<i>Restricciones en Salud y Seguridad</i>	33
<i>Restricciones Socioculturales</i>	33
<i>Restricciones Tecnológicas y de Infraestructura</i>	33
<i>Restricciones Internas de la Empresa</i>	34
Metodología para la selección y desarrollo de la solución.....	35
<i>Preselección de Alternativas Viables.....</i>	35
Selección Final y Validación	37
Análisis de Costos	37
Plan de Implementación	39
<i>Fase 1: Preparación y Pilotaje.....</i>	39
<i>Actividades.....</i>	39
<i>Estrategias de Posicionamiento y Marketing</i>	40
<i>Fase 2: Expansión y Fortalecimiento.....</i>	40
<i>Expansión Regional.....</i>	40
<i>Fase 3: Escalamiento y Proyección Internacional</i>	41

**POSICIONAMIENTO DEL CONCEPTO DE “REFURBISHED” O
REACONDICIONAMIENTO EN COLOMBIA**

8

Conclusiones 42

Referencias 43

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. ¿Cómo se desarrolla la economía naranja en Colombia?	21
Figura 2. Relacionamiento de las estrategias principales del “Reacondicionamiento”	23
Figura 3. ISO 4021. Adaptado de: General Membrane (2020)	26

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Verificación de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs).....	28
Tabla 2. Costos Directos.....	37
Tabla 3. Costos indirectos.....	38
Tabla 4. Seguimiento, procesos de auditoría y monitoreo.....	38

Introducción

El Reacondicionamiento no es un concepto nuevo en nuestra generación, a través de los años, se han implementado estrategias y políticas para que los dispositivos electrónicos, tengan una segunda vida o un segundo ciclo de funcionalidad, no obstante, nuestro país aún no está a la vanguardia del presente concepto, y es que el reacondicionamiento no es una temática a la cual se le haya prestado la suficiente atención, cabe destacar, que en países con mayor desarrollo tecnológico, como Estados Unidos, o países del continente europeo, han adoptado estrategias acordes a la responsabilidad ambiental por el uso tecnológico, aunque los resultados no sean los más prósperos, hay que ser conscientes de que cada año conoceremos más sobre la importancia de esta no esperada tendencia, sino que sea aplicable en la vida de cada persona, puesto que la tecnología ocupa una parte fundamental de nuestras vidas, lo cual nos lleva a reducir cambios en nuestro relacionamiento con ello, adoptando buenas prácticas de uso sostenible sobre los diferentes dispositivos electrónicos que son usados a diario en el entorno.

El proyecto nace de la necesidad de implementar políticas y lineamientos relacionados a la reducción de los altos impactos ambientales que se tienen, resultado del uso indiscriminado de tecnologías (como primera fase dentro de la investigación), y la obsolescencia programada, la cual se ha convertido en un hábito de consumo que genera al año toneladas de residuos y basura por dispositivos electrónicos, el proyecto busca generar la generación de alternativas que disminuyan los índices de basura electrónica, proponiendo estrategias de uso responsable, eco amigables, y de educación ambiental, para la población colombiana, donde se generen nuevos hábitos relacionados a la economía circular sobre el concepto de Refurbished, reduciendo el impacto

ambiental por piezas que aún tienen una vida operacional y funcional vigentes, llegando a nuevos usuarios y mercados, optimizando recursos relacionados al aprovechamiento de recursos naturales, promoviendo además la reutilización de productos, con alta calidad, y generando aportes significativos al reciclaje como uno de los principios fundamentales alineados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030, cabe señalar, que como concepto, el reacondicionamiento es la oportunidad o ventaja que se le puede dar a un equipo para que cobre o tenga una nueva vida útil, brindando oportunidades de restaurar y a su vez aprovechar, recursos que puedan ser reutilizados, en la primera fase del proyecto como parte de la investigación, se basa en primer medida los equipos de mayor demanda y uso tecnológico como los dispositivos móviles o celulares, computadores, tablets, electrodomésticos, entre otros, que pueden ser completamente funcionales, sin embargo, requieren un proceso de acondicionamiento.

La trazabilidad del proyecto, pretende meramente generar impacto ambiental y ser modelo a nivel regional, a través de certificaciones de reacondicionamiento, mitigando la contaminación ambiental por basura electrónica (E-waste), teniendo un equipo competitivo y experto en la materia, a través de profesionales de diferentes áreas, generando impactos positivos para nuestro planeta.

Definición del problema

La Economía Circular es un concepto altamente aplicado cuando de tecnología se refiere, y es que cada vez más hay usuarios y demanda que exigen productos innovadores, asociados a la tecnología, el diseño, y la operatividad, lo cual permita, hacer la vida más sencilla, por ello, en estas épocas, se presentan a diario, ferias o festivales tecnológicos presentando las últimas tendencias del mercado, ya sea el último televisor con la mayor resolución, proyectores de cines para hogares, dispositivos de sonido inteligentes, equipos móviles inteligentes, incluso aunque esto ya no sea una novedad, robot diseñados para diferentes funcionalidades, si bien, todo ello trae beneficios y ventajas tecnológicas, también trae consigo el concepto de E-waste o basura electrónica, generando una tasa de crecimiento anual entre el 3% y el 5%, por lo cual, los países han adoptado por crear políticas internacionales que mitiguen este tipo de desechos que cada vez son más comunes en la sociedad, los residuos electrónicos generan una problemática para los ecosistemas y el planeta en general si bien, existen programas de reciclaje e iniciativas para el reacondicionamiento de dispositivos, hoy en día es una meta lejana la reducción de estos desechos, la iniciativa por la cual nace este proyecto, es la generación para la reducción de la basura electrónica, posicionando un equipo altamente competitivo de investigación, para reacondicionar equipos tecnológicos, los cuales generan la mayor cantidad de residuos electrónicos como lo son: equipos electrodomésticos como aires acondicionados, congeladores, televisores, monitores, fotocopiadores, aspiradoras, teléfonos móviles, equipos portátiles, entre otros, los cuales son los mayores abastecedores del residuo electrónico.

Objetivos

Objetivo general

Promover e impulsar el concepto "Refurbished" en Colombia para establecerlo como pilar de la sostenibilidad ambiental, mediante la generación de estrategias educativas y comerciales que extiendan la vida útil de los dispositivos electrónicos y reduzcan significativamente los desperdicios tecnológicos de alta demanda a nivel nacional.

Objetivos específicos

*Realizar un estudio del estado actual del mercado de dispositivos electrónicos en Colombia, incluyendo hábitos de consumo, percepción del concepto "Refurbished" y la generación de residuos electrónicos (e-waste), para identificar barreras y oportunidades de posicionamiento.

*Establecer los criterios y procedimientos para la creación de sellos y certificaciones nacionales de calidad para productos reacondicionados, garantizando el cumplimiento de estándares y normas (ej. NTC-ISO 14021) y desarrollando un sistema de trazabilidad que generen confianza en el consumidor sobre el proceso de reacondicionamiento y la calidad de los dispositivos.

*Implementar estrategias educativas dirigidas a la población colombiana para fomentar nuevos hábitos de consumo responsable, destacando los beneficios ambientales y económicos del reacondicionamiento y promover la economía circular inteligente.

*Gestionar acuerdos con empresas de e-commerce, fabricantes, y proveedores para facilitar la recolección, reacondicionamiento y comercialización de dispositivos electrónicos, asegurando el acceso a componentes de repuesto y optimizando la cadena de suministro de productos "Refurbished" a nivel nacional.

*Medir la reducción de residuos electrónicos (e-waste), la generación de empleo, el aumento del acceso a la tecnología y la aceptación del mercado de los productos reacondicionados, para demostrar la viabilidad y los beneficios de este modelo en Colombia.

*Realizar a través de una fase inicial la implementación de oficinas satélite de venta para la disposición de los productos reacondicionados, demostrando las ventajas ambientales y garantizando la calidad de los mismos.

*Consolidar a través de una segunda fase, una mayor experiencia dentro del campo del reacondicionamiento de equipos electrónicos, readaptando productos como: paneles solares, electrodomésticos, entre otros.

Justificación

La implementación de estrategias para el posicionamiento del concepto 'Refurbished' en Colombia, contribuirá a la economía circular y la reducción de desechos electrónicos, abriendo oportunidades de negocio, reduciendo costos, y generando consumidores más conscientes ambientalmente hablando sobre el ciclo de vida de los equipos, estas estrategias permitirán que existan beneficios de escala ambiental, económica y social, que bien pueden aportar en el desarrollo de nuevas tecnologías al alcance de diferentes nichos de mercado, por otra parte, la reutilización de dispositivos tecnológicos evitara en gran parte, que toneladas de componentes electrónicos terminen en los océanos o en otros sitios que generan un fuerte impacto ambiental, reduciendo la extracción de materiales como el coltán, como generador de conflictos sociales y ambientales, siendo este un recurso escaso, por ello, se ve en el reacondicionamiento, una industria potencial de escala global, certificando productos de óptima calidad, y uso eficiente, siempre respondiendo a las políticas y directrices internacionales para la mitigación de los residuos electrónicos a gran escala.

Desde un punto de vista económico, fomentar la compra y venta de productos 'Refurbished' permitirá a los consumidores acceder a dispositivos tecnológicos de alta calidad a precios más accesibles. Esto amplía el acceso a la tecnología a sectores de la población que, de otra manera, no podrían costear productos nuevos. Asimismo, fortalecer esta industria puede generar nuevas oportunidades de empleo en el reacondicionamiento, certificación y comercialización de estos productos, el reacondicionamiento y la educación ambiental sobre el uso de dispositivos tecnológicos, permitirá una sociedad más responsable, siendo fuente de investigación para el desarrollo sostenible para las generaciones venideras.

Marco de Referencia

El proyecto de posicionamiento del concepto "Refurbished" en Colombia se fundamenta en un marco de referencia sólido que integra teorías, investigaciones previas y antecedentes relevantes para contextualizar y orientar la investigación. Este marco teórico permite comprender cómo encaja el proyecto en el conjunto de conocimientos sobre la economía circular, la gestión de residuos electrónicos y el consumo responsable de tecnología.

La economía circular emerge como un pilar central, promoviendo la reutilización, reparación y remanufactura de productos para extender su vida útil y reducir la dependencia de materias primas vírgenes. Este enfoque se alinea con las políticas nacionales e internacionales que buscan mitigar el impacto ambiental de la producción y el consumo, impulsando un modelo de desarrollo más sostenible.

La gestión de residuos electrónicos (e-waste) se presenta como un desafío global creciente, impulsado por la rápida obsolescencia de los dispositivos tecnológicos y el aumento en la demanda de productos electrónicos. Ante esta problemática, el reacondicionamiento surge como una estrategia clave para reducir la cantidad de e-waste que termina en vertederos, recuperando componentes y materiales valiosos que pueden ser reutilizados.

Las investigaciones previas sobre el comportamiento del consumidor y la adopción de productos reacondicionados ofrecen información valiosa para diseñar estrategias efectivas de marketing y comunicación. Es fundamental comprender las percepciones, actitudes y motivaciones de los consumidores para fomentar la confianza en los productos reacondicionados y superar las barreras culturales que puedan existir.

El análisis de las normas de ingeniería aplicables al reacondicionamiento de dispositivos electrónicos es esencial para garantizar la calidad, seguridad y durabilidad de los productos reacondicionados. Estas normas establecen los criterios y procedimientos para la inspección, reparación, pruebas y certificación de los dispositivos, asegurando que cumplen con los estándares exigidos.

Los estudios sobre los beneficios económicos, sociales y ambientales del reacondicionamiento proporcionan argumentos sólidos para promover esta práctica como una alternativa viable y sostenible al consumo de productos nuevos. El reacondicionamiento puede generar empleo, reducir costos para los consumidores y disminuir la presión sobre los recursos naturales.

Las iniciativas y programas de reacondicionamiento implementados en otros países sirven como referencia y fuente de inspiración para el proyecto en Colombia. El análisis de casos exitosos y lecciones aprendidas permite adaptar las mejores prácticas a las condiciones locales y evitar errores comunes.

Marco Teórico

El presente marco teórico tiene como objetivo fundamental sentar las bases conceptuales que sustentan el proyecto de posicionamiento del "Refurbished" o reacondicionamiento de equipos electrónicos en Colombia. En un contexto ante la eminente preocupación ambiental y social, la gestión del ciclo de vida de los dispositivos electrónicos se ha convertido en una prioridad global y regional. El abordaje del proyecto junto a su problemática, proponen las oportunidades que ofrece la economía circular a través del reacondicionamiento, y las estrategias necesarias para transformar la percepción y práctica del consumo tecnológico en el país.

Impacto Ambiental y Social

-Disminución de residuos electrónicos: En Colombia se generan cerca de 130.000 toneladas de basura electrónica cada año, las empresas y los operadores han logrado recuperar y reacondicionar miles de toneladas de equipos, evitando así su disposición final y aportando a la economía circular.

-Reducción del consumo de recursos: Al reutilizar componentes y equipos, se reduce la demanda de materias primas y se evita la contaminación asociada a la extracción y procesamiento de materiales.

-Menor huella de carbono: Comprar productos reacondicionados ayuda a disminuir la producción de CO₂ y el consumo de agua asociados a la fabricación de equipos nuevos.

Antecedentes

Cabe destacar, que si bien se ha dado hincapié a que es un término nuevo en el país, no es un concepto ajeno en el contexto social y cultural desde el desarrollo económico y social en Colombia, desde un contexto general, podemos relacionar este término con el de la economía naranja, donde se base la creatividad y el concepto de innovación como fuentes de ingreso dentro del modelo económico de un país, además se menciona el desarrollo de software y tecnología, y es allí donde tiene cabida este concepto.

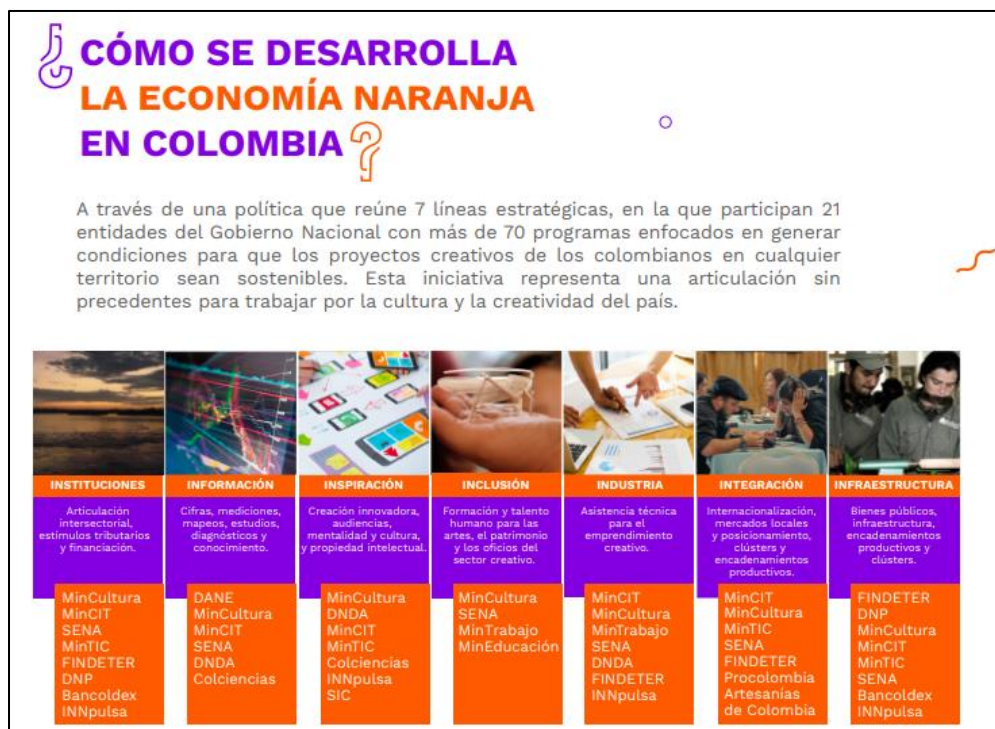


Figura 1. ¿Cómo se desarrolla la economía naranja en Colombia?

(2019) Fuente: ABC Economía Naranja, Ministerio de Cultura. <https://ccuraba.org.co/site/wp-content/uploads/2019/11/ABC-ECONOMIA%CC%81A-NARANJA.pdf>

Países como Estados Unidos y Japón, están a la vanguardia de la tecnología y la innovación, cuando se menciona por ejemplo a áreas como Silicon Valley en el estado de California, de inmediato se vienen a la cabeza de los lectores términos como la innovación, el desarrollo de software, hardware, y productos relacionados a la alta

tecnología, el e-commerce, la programación entre otros, por lo cual, se hace necesario plantear estrategias de crecimiento económico adaptados al conocimiento cultural y el desarrollo social junto a la investigación para desarrollar nuevas oportunidades de negocio, promoviendo modelos innovadores además de que estén basados en la sostenibilidad, los productos denominados Refurbished, tienden a generar conciencia para la disminución de residuos, con base en la intención de la economía circular, si bien puede que sea una política que no se adaptó plenamente dentro del contexto nacional, se puede retomar sin tener en cuenta las ideologías políticas, ya que desde el emprendimiento sostenible y la investigación, se pueden crear alianzas con creadores y desarrolladores de modelos de negocios digitales, encaminados al uso y ciclo de vida de productos tecnológicos que vayan acordes a la continuidad de dispositivos electrónicos, alargando la vida útil, mejorando presupuestos, ciclos de producción, ante las apuestas de los nuevos mercados, cada vez más conscientes sobre la importancia del cuidado ambiental.

Teniendo como enfoque la innovación y la creatividad pasamos también a nombrar el término de economía verde, entendiendo este segundo como un modelo que contribuye a los servicios ambientales, estando presentes en los servicios de regulación los culturales y servicios de apoyo, la economía verde también está basada en el reciclaje, el cual va fuertemente ligado al reacondicionamiento de productos, teniendo en cuenta iniciativas que busquen la mejora del bienestar humano y la equidad social, buscando dentro de sus principios las siguientes estrategias principales:

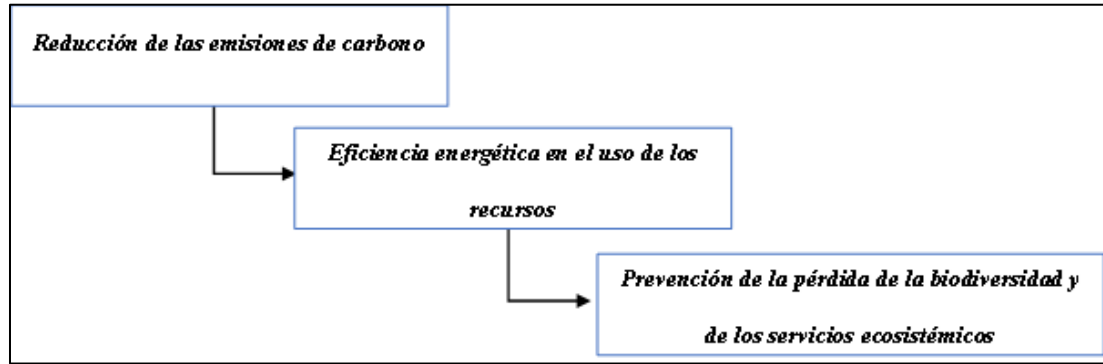


Figura 2. Relacionamiento de las estrategias principales del “Reacondicionamiento”

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, ambos conceptos se alinean a los objetivos que propenden hacer del reacondicionamiento un término de utilidad y posicionamiento a escala regional, local y nacional, Permitiendo que además de lo mencionado en la figura, se reduzca significativamente riesgos ambientales, gradualmente genere empleo y crecimiento económico, además de la promoción en el uso eficiente de los recursos naturales, aumentando el ciclo de vida útil del producto.

Características del proyecto influenciadas por la economía verde

Baja en carbono: Se enfoca en la reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el uso de energías renovables y tecnologías limpias, promoción de la economía circular, fomentando el reciclaje, la eficiencia energética y el aprovechamiento sostenible del agua, la tierra y la biodiversidad.

Reducción de la contaminación y análisis social: Busca minimizar la contaminación del aire, agua y suelo, contribuyendo a la protección y restauración de los ecosistemas, además garantiza que los beneficios del crecimiento económico lleguen a todas las personas, especialmente a las comunidades más vulnerables, fomentando la justicia social y la generación de empleo digno.

Selección de Alternativas

El análisis de requerimientos para el proyecto de posicionamiento del concepto "Refurbished" en Colombia debe estructurarse en los ejes fundamentales, alineados con los objetivos planteados en el documento:

Intención del Producto

Puede ampliarse integrando el marco estratégico de la economía circular vigente en el país y su relevancia para el sector electrónico:

Posicionar el reacondicionamiento de dispositivos electrónicos como una práctica clave dentro de la transición hacia una economía circular en Colombia, contribuyendo a la reducción del consumo de productos electrónicos nuevos y la generación de residuos electrónicos (e-waste), alineándose con la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) y el Plan Nacional de Desarrollo “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, todo ello desde el marco legal y la normatividad correspondiente dentro del contexto nacional en Colombia, así mismo, El reacondicionamiento se enmarca en un modelo de desarrollo sostenible que promueve “producir conservando y conservar produciendo”, buscando maximizar el valor de los recursos alargando la vida útil de los productos y evitando la extracción excesiva de materias primas y la contaminación ambiental. Este enfoque responde a retos globales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, y a metas nacionales de reducción de gases de efecto invernadero y aumento de la tasa de reciclaje, El producto busca fomentar nuevos modelos de negocio basados en la reutilización, reparación y remanufactura de equipos electrónicos, prácticas que permiten mantener los materiales y componentes en circulación, reducir la huella ambiental y crear empleo verde. Además, se alinea con los vehículos estratégicos de la ENEC, como la responsabilidad extendida del productor y la promoción de cadenas

de valor sostenibles, por ello, otro término que tiene cabida y es de suma importancia dentro del enfoque del proyecto, es el de la economía circular, indagando a profundidad dentro del planteamiento del proyecto, hay demasiada información sobre la formalización del reacondicionamiento que harían una apuesta gigante en el mercado colombiano, partiendo desde las grandes capitales hasta el nicho de formación en medianas y pequeñas ciudades, para el consumo responsable de los productos tecnológicos y otros con enfoques dentro de la investigación.

Por ello, como beneficios se espera que, se disminuya significativamente el consumo de dispositivos nuevos, reduciendo la demanda de materias primas críticas y la huella hídrica y de carbono asociada a la producción electrónica, la generación del empleo formal y capacitación técnica en centros de reacondicionamiento, fortaleciendo la economía local y la inclusión social, la creación de confianza en el consumidor mediante certificaciones de calidad y transparencia en el proceso de reacondicionamiento, contribuyendo a cambiar la percepción cultural sobre productos reacondicionados, además del apoyo a la política pública nacional para la gestión sostenible de residuos electrónicos, complementando las iniciativas de reciclaje y aprovechamiento de materiales.

También se pretende que, el producto busque impactar positivamente en regiones con alta generación de residuos electrónicos, promoviendo pactos regionales y alianzas multisectoriales que involucren a industria, academia, gobierno y sociedad civil para impulsar la adopción masiva del reacondicionamiento como práctica habitual.

La intención del producto no solo es ofrecer una solución técnica para la reutilización de dispositivos electrónicos, sino también posicionar el reacondicionamiento como un motor de innovación, sostenibilidad y desarrollo económico regional, en consonancia con los compromisos nacionales de economía circular y desarrollo sostenible.

Verificación de parámetros de diseño

Validando principalmente el cumplimiento a la Norma **14021**, la cual es una norma internacional con aplicabilidad en el territorio colombiano, la cual es adoptada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) bajo el nombre NTC-ISO 14021, la cual está relacionada con la gestión y el etiquetado ambiental, el cual hace parte de los objetivos específicos, que determinarían que los productos categorizados como productos reacondicionados tengan ecoetiquetas como:

100% reciclable, Hecho con material reciclado, Producto biodegradable.



Figura 3. ISO 4021. Adaptado de: General Membrane (2020)

Fuente: <https://www.generalmembrane.it/en/news/new-certification-uni-en-iso-14021>

Debe garantizarse que los dispositivos reacondicionados cumplen con los estándares de calidad equivalentes a los productos nuevos, asegurando una funcionalidad de al menos el 90%. Esto implica la implementación de pruebas exhaustivas, reemplazo de componentes defectuosos y procesos de limpieza y reacondicionamiento estandarizados.

Certificaciones nacionales: Se deben crear sellos y certificaciones nacionales para productos reacondicionados que cumplan con los lineamientos establecidos, generando confianza en los consumidores y diferenciando los productos de calidad de aquellos que no cumplen con los estándares, como se menciona al iniciar la verificación de parámetros

de diseño, se deben adoptar normas internacionales como ISO 14021 para el etiquetado ambiental y otras normas relevantes para asegurar la transparencia y la sostenibilidad de los procesos de reacondicionamiento.

Así mismo garantizar sistemas de trazabilidad y transparencia como el Blockchain, garantizando la eficacia en cada etapa del proceso de reacondicionamiento, desde la recolección de los dispositivos hasta su venta final. permitiendo a los consumidores verificar el historial del producto y asegurar su calidad, proporcionando información clara y detallada sobre el estado del dispositivo reacondicionado, incluyendo los componentes que fueron reemplazados, las pruebas realizadas y la garantía ofrecida.

Como se menciona en los objetivos del proyecto, es necesario la reducción del e-waste, y por ello, se pretende establecer metas claras para la reducción de residuos electrónicos y el aprovechamiento de materiales, midiendo el impacto del proyecto en la disminución de la contaminación ambiental.

Verificación de parámetros técnicos

Dentro del proyecto se deben establecer pruebas de durabilidad para asegurar que los dispositivos reacondicionados tengan una vida útil comparable a la de los productos nuevos.

Tabla 1. Verificación de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs)

Parámetro	Meta	Fuente
Reducción de e-waste	Reducir la generación de residuos electrónicos en un X% en un plazo de Y años.	Datos de la autoridad ambiental, informes de la industria.
Tasa de reutilización de componentes	Aumentar la tasa de reutilización de componentes electrónicos a un Z% en un plazo de W años.	Auditorías internas, informes de sostenibilidad.
Satisfacción del cliente	Lograr una calificación promedio de satisfacción del cliente de al menos 4.5/5 en encuestas y reseñas online.	Encuestas de satisfacción, reseñas online.
Generación de empleo	Crear al menos N empleos directos e indirectos en la industria del reacondicionamiento en un plazo de M años.	Registros de empleo, informes de impacto social.
Acceso a la tecnología	Aumentar el acceso a la tecnología a sectores de la población de bajos ingresos en un P% en un plazo de Q años.	Encuestas de hogares, datos de ventas.

Fuente: Elaboración propia.

**Estimación de ciertas características de diseño o especificaciones del producto:
potencia, desempeño, etc.**

La estimación de las características de diseño en el proyecto "Refurbished" para Colombia requiere un análisis exhaustivo que abarque aspectos técnicos, económicos y de sostenibilidad. Este análisis permitirá diseñar una solución integral que cumpla con los objetivos de reducción de residuos electrónicos, fomento de la economía circular y acceso a la tecnología, garantizando la viabilidad y el éxito a largo plazo del proyecto.

En primer lugar, las especificaciones técnicas y operativas deben considerar la capacidad de procesamiento necesaria para atender la demanda del mercado y lograr las metas de reducción de e-waste. Esto implica definir la infraestructura y el equipamiento requerido para los centros de reacondicionamiento, incluyendo áreas especializadas para diagnóstico, reparación, limpieza, pruebas y almacenamiento.

Además, es fundamental desarrollar o adaptar un software para la gestión integral de inventario, trazabilidad, control de calidad y atención al cliente. Este software optimizará los procesos, asegurará la transparencia y facilitará la toma de decisiones basada en datos precisos. La eficiencia en la gestión de la cadena de suministro también es crucial para garantizar la disponibilidad de componentes y materiales necesarios para el reacondicionamiento.

En segundo lugar, las especificaciones económicas deben incluir una estimación detallada de los costos asociados al proceso de reacondicionamiento, tales como mano de obra, componentes, energía, transporte y gestión de residuos. Estos costos deben ser cuidadosamente analizados para determinar los precios de venta de los dispositivos reacondicionados, considerando la competencia en el mercado y el valor percibido por los consumidores.

El objetivo es ofrecer una reducción significativa en los costos de adquisición tecnológica para los usuarios finales, facilitando el acceso a dispositivos de calidad a precios más asequibles. Asimismo, se debe calcular el retorno de la inversión (ROI) del proyecto, considerando los ingresos generados por la venta de dispositivos reacondicionados y los costos operativos, así como los beneficios ambientales y sociales.

En tercer lugar, las especificaciones de sostenibilidad deben enfocarse en la reducción de la huella de carbono asociada al reacondicionamiento de dispositivos electrónicos, en comparación con la fabricación de productos nuevos. Esto implica maximizar el uso de materiales reciclados en el reacondicionamiento, incluyendo componentes, embalajes y materiales de marketing, y asegurar la gestión adecuada de los residuos generados en el proceso, minimizando su impacto ambiental y maximizando su valorización.

Es fundamental estimar la reducción de la huella de carbono en todo el ciclo de vida de los dispositivos reacondicionados, desde la recolección y el transporte hasta el reacondicionamiento y la distribución. El objetivo es lograr una disminución sustancial en el impacto ambiental, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y la conservación de los recursos naturales.

Por último, se deben identificar y evaluar los factores de riesgo críticos que pueden afectar el éxito del proyecto, como la resistencia cultural al consumo de productos reacondicionados. Para superar esta barrera, se deben diseñar estrategias efectivas, como campañas de concientización y programas de garantía que generen confianza en los consumidores.

Otro factor clave es el marco regulatorio existente, que debe ser analizado y mejorado para facilitar el desarrollo de la industria del reacondicionamiento. Esto incluye la creación de certificaciones nacionales y la implementación de incentivos fiscales que fomenten la adopción de prácticas sostenibles. Además, se deben establecer acuerdos con fabricantes y proveedores para asegurar el acceso a componentes de repuesto y materiales reciclados, garantizando la sostenibilidad de la cadena de suministro y la viabilidad a largo plazo del proyecto.

Análisis de Restricciones

Los proyectos de ingeniería como el posicionamiento del concepto Refurbished en Colombia, deben enfrentarse a una serie de restricciones que limitan o condicionan las decisiones técnicas, económicas, legales y sociales. A continuación, se presenta un análisis de las principales restricciones identificadas para este proyecto:

Restricciones Ambientales

El reacondicionamiento de dispositivos electrónicos debe cumplir con normativas ambientales vigentes. En Colombia, el uso de materiales prohibidos como el mercurio o el asbesto está regulado, por lo cual no se pueden utilizar componentes que contengan estas sustancias. Además, el proyecto debe alinearse con el Plan Nacional de Desarrollo y la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), garantizando procesos de reacondicionamiento sostenibles que reduzcan la contaminación por e-waste. Se deben revisar los planes de ordenamiento territorial (POT) y las exigencias de licencias ambientales locales antes de establecer centros de reacondicionamiento.

Restricciones Económicas

Uno de los mayores retos para implementar este modelo en Colombia es la disponibilidad limitada de recursos financieros, especialmente en etapas iniciales. Si el costo de inversión supera los recursos disponibles, se deberá rediseñar la estrategia para adaptarse al presupuesto. Además, factores externos como cambios en el contexto macroeconómico (inflación, impuestos, subsidios o aranceles) pueden afectar la viabilidad económica del proyecto. También hay que tener en cuenta que, si bien el reacondicionamiento reduce costos al consumidor, se debe asegurar una cadena de suministro rentable para que el modelo sea sostenible.

Restricciones Legales

El proyecto debe cumplir con normativas nacionales como la NTC-ISO 14021, que regula el etiquetado ambiental, así como con leyes sobre manejo de residuos electrónicos, uso del suelo y registro sanitario de productos tecnológicos. Si no se cumplen estos requisitos, el proyecto puede ser rechazado por las autoridades competentes. Además, deben establecerse certificaciones nacionales que garanticen la calidad de los productos reacondicionados y generen confianza en los consumidores.

Restricciones en Salud y Seguridad

El reacondicionamiento debe garantizar que los dispositivos sean seguros para los usuarios y no representen un riesgo para la salud pública ni para los trabajadores que los manipulan. Esto implica implementar protocolos de prueba, limpieza y reemplazo de componentes defectuosos. Cualquier dispositivo que no pase las pruebas mínimas de funcionamiento (como el 90% de rendimiento esperado) no debe comercializarse.

Restricciones Socioculturales

El consumo de productos reacondicionados aún enfrenta barreras culturales en Colombia. Muchos consumidores asocian lo "refurbished" con baja calidad o con productos inseguros. Esta percepción puede limitar la demanda y hacer que el proyecto fracase si no se acompañan las acciones técnicas con estrategias educativas y de marketing que promuevan una cultura de consumo responsable y sostenible.

Restricciones Tecnológicas y de Infraestructura

El proyecto requiere centros especializados con personal capacitado y equipos adecuados para el reacondicionamiento. Si no se cuenta con esta infraestructura, se limita la capacidad operativa. Además, el acceso a componentes de repuesto y la trazabilidad del producto deben estar garantizados, lo cual puede requerir inversión en sistemas como blockchain para validar los procesos de reacondicionamiento.

Restricciones Internas de la Empresa

Dependiendo de la entidad que ejecute el proyecto, puede haber restricciones internas como baja capacidad técnica, limitaciones de capital humano, o desconocimiento del modelo de economía circular. Esto implica que se deben generar alianzas con actores estratégicos (como empresas de e-commerce, universidades y entes gubernamentales) para fortalecer capacidades internas y asegurar la implementación exitosa del proyecto.

Metodología para la selección y desarrollo de la solución

La búsqueda de una solución óptima en proyectos de ingeniería, como el posicionamiento del concepto Refurbished en Colombia, debe estar guiada por una metodología estructurada que permita tomar decisiones fundamentadas, eficientes y viables dentro de las restricciones previamente identificadas. Esta metodología se compone de las siguientes etapas.

El primer paso en el proceso de selección consiste en identificar y descartar aquellas ideas o propuestas que, por su naturaleza, violen principios fundamentales de la física o que no sean técnicamente viables. Por ejemplo, en el caso del reacondicionamiento, cualquier solución que prometa eficiencia energética superior a la de los dispositivos nuevos sin intervención tecnológica real, o procesos sin consumo de recursos, debe ser descartada por carecer de fundamento técnico. Esta etapa busca asegurar que todas las alternativas evaluadas tengan una base científica sólida, una vez filtradas las ideas inviables, se procede a un análisis comparativo con soluciones existentes. En esta fase se consulta la experiencia de empresas, centros de reacondicionamiento y países que ya han implementado modelos similares. Esto permite identificar buenas prácticas, errores comunes y niveles de impacto alcanzados. Con base en esta comparación, se valora si la solución propuesta ofrece mejoras significativas, ya sea en eficiencia operativa, reducción de residuos electrónicos o aceptación del consumidor.

Preselección de Alternativas Viables

Dado que evaluar todas las posibles soluciones sería poco práctico y costoso, se realiza una preselección de las alternativas más prometedoras. Para ello se utilizan criterios como:

- ✓ Viabilidad técnica
- ✓ Impacto ambiental
- ✓ Costo-beneficio
- ✓ Nivel de aceptación social y cultural
- ✓ Cumplimiento normativo

Las soluciones con puntajes más bajos en estos criterios son descartadas de forma temprana para evitar pérdidas de tiempo y recursos.

Las alternativas que superen la fase de preselección son sometidas a una evaluación técnica más detallada. Aquí se realizan simulaciones, prototipos, análisis de ciclo de vida, y estudios de impacto ambiental y social. Esta evaluación permite cuantificar de forma precisa los beneficios y riesgos de cada propuesta, asegurando una toma de decisiones más objetiva.

Si una solución inicialmente fue descartada, pero con ajustes puede volverse viable (por ejemplo, cambiando el proveedor de componentes o mejorando el proceso de reacondicionamiento), puede ser reconsiderada. Esta etapa se reconoce que el diseño de ingeniería es un proceso iterativo, donde las ideas evolucionan a medida que se obtiene nueva información o se desarrollan tecnologías complementarias.

Selección Final y Validación

La alternativa que demuestre un mayor equilibrio entre sostenibilidad, factibilidad y rentabilidad es seleccionada como solución definitiva. Esta será documentada y validada mediante indicadores clave de rendimiento (KPIs), tales como reducción del e-waste, generación de empleo y satisfacción del cliente. Además, se contempla una estrategia de mejora continua para adaptarse a los cambios del entorno y a los resultados obtenidos en la implementación.

Análisis de Costos

La alternativa que demuestre un mayor equilibrio entre sostenibilidad, factibilidad y rentabilidad es seleccionada como solución definitiva. Esta será documentada y validada mediante indicadores clave de rendimiento (KPIs), tales como reducción del e-waste, generación de empleo y satisfacción del cliente. Además, se contempla una estrategia de mejora continua para adaptarse a los cambios del entorno y a los resultados obtenidos en la implementación.

Tabla 2. Costos Directos

Categoría	Descripción	Costo estimado (COP)
Campañas de comunicación y sensibilización	Diseño gráfico, contenidos, redes, videos, pauta	40000000
Estudios de mercado y percepción	Encuestas, entrevistas, análisis de comportamiento	15.000.000
Desarrollo de plataforma digital / app informativa	Diseño y desarrollo de plataforma/app informativa	25.000.000
Alianzas estratégicas y convenios	Convenios con universidades, ONGs, gobiernos locales	10.000.000
Producción de material pedagógico	Guías, manuales, kits educativos	10.000.000
Pilotos de reacondicionamiento (talleres locales)	Adquisición, reacondicionamiento, entrega de equipos	35.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Costos indirectos

Categoría	Descripción	Costo estimado (COP)
Personal administrativo y técnico	Coordinador, comunicador, técnicos, diseñadores	30.000.000
Logística y transporte	Traslados, envíos de equipos, visitas técnicas	10.000.000
Servicios generales y oficina	Internet, papelería, arriendo, servicios	5.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Seguimiento, procesos de auditoría y monitoreo

Categoría	Descripción	Costo estimado (COP)
Auditoría y evaluación del impacto	Consultoría externa para seguimiento y medición	10.000.000
Informes y sistematización de resultados	Redacción y publicación de informe final	5.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Costos en la Fase 1 (**COP 195.000.000**), entre costos directos, indirectos y de monitoreo, como Inversión anual fija de la Fase 1 Se pretenderá tener una producción mayor a 1.950 unidades vendidas Equivalentes a 162 productos reacondicionados por mes, sin tener en cuenta las diferentes temporadas, solo valores reportados, según la demanda potencial estimada.

Ingresos Totales Necesarios (para cubrir costos fijos): COP 195.000.000

Unidades Proyectadas Anuales: **1.950 unidades**

Precio de Venta Unitario Mínimo (sin considerar CVU) = Costos Fijos Totales /

Unidades Proyectadas Anuales PVU Mínimo = COP 195.000.000 / 1.950 unidades =
COP **100.000 por unidad.**

Esto significa que, si el proyecto solo incurre en los costos fijos mencionados y vende 1.950 unidades al año, necesitaría obtener ganancia por unidad mayor a COP 100.000 solo para cubrir esos costos.

Plan de Implementación

Fase 1: Preparación y Pilotaje

Duración: 6 a 12 meses

Instalación de Centros Piloto y Oficinas Satélite

Ubicación inicial: Bogotá (Prueba piloto)

Posterior expansión a: Medellín, Cali, Barranquilla y Bucaramanga

Actividades

-Acondicionamiento de oficinas con zonas para diagnóstico, reparación, limpieza y almacenamiento

-Adquisición e instalación de software NSYS Diagnostics y AnyLogic para trazabilidad y control de calidad

-Capacitación Técnica del Personal

-Uso de NSYS Diagnostics:

Diagnóstico de pantalla, audio, video, sensores, conectividad

Verificación de piezas originales y generación de informes de estado

Tiempo estimado de formación por empleado: hasta 6 meses

Enfoque práctico, autónomo y basado en resultados

Desarrollo Tecnológico

Desarrollo/adaptación de un software integral de gestión:

Control de inventario

Trazabilidad de equipos

Atención al cliente

Control de calidad en tiempo real

Estrategias de Posicionamiento y Marketing

Creación de página web y canales de comunicación digital

Campañas sobre conciencia ambiental y beneficios del reacondicionamiento

Diseño de estrategias comerciales y publicitarias

Alianzas con medios, influencers y comunidades digitales

Lanzamiento Piloto en Bogotá

Puesta en marcha del primer centro de reacondicionamiento con personal y software
funcionando

Monitoreo de operaciones, tiempos de diagnóstico y eficiencia

Evaluación de retroalimentación del cliente y ajuste de procesos

Fase 2: Expansión y Fortalecimiento

Duración: 12 a 18 meses

Expansión Regional

Implementación total de las oficinas satélite en las otras 4 ciudades

Contratación y formación del personal regional

Reproducción del modelo exitoso de Bogotá con ajustes contextuales

Diversificación de Equipos y Procesos

Inclusión de nuevos equipos: impresoras, paneles solares, electrodomésticos inteligentes

Diagnóstico y reparación de fallos por daño térmico y eléctrico

Vinculación con Instituciones

Presentación de propuestas a ONG's y entidades nacionales

Promoción del proyecto en el marco de políticas de economía circular

Certificaciones Ambientales y de Calidad

Implementación de normas NTC-ISO 14021 (ecoetiquetado):

"100% reciclable", "Hecho con material reciclado", "Producto biodegradable"

Alianzas con ICONTEC y otras entidades certificadoras.

Fase 3: Escalamiento y Proyección Internacional

Duración: Desde el mes 24 en adelante

Producción Meta

Meta proyectada: 1.950 unidades reacondicionadas/año (~162 por mes)

Estimación basada en demanda potencial sin considerar temporadas

Inversión

Inversión Fase 1: \$195.000.000 COP (costos directos, indirectos y monitoreo)

Escalamiento de costos estimado conforme se expandan operaciones

Expansión internacional

Estudio de factibilidad para entrar a mercados en Latinoamérica

Adaptación a normativas extranjeras y consolidación de alianzas logísticas

Conclusiones

El proyecto de posicionamiento del concepto “Refurbished” o reacondicionamiento en Colombia representa una estrategia integral con impactos positivos en el ámbito ambiental, social y económico. Desde lo ambiental, contribuye a la reducción de residuos electrónicos y al uso más eficiente de los recursos naturales, promoviendo un modelo de consumo sostenible. En el aspecto social, fortalece la conciencia ciudadana, fomenta la inclusión digital y genera nuevas oportunidades de formación y empleo en comunidades locales a través de talleres de reacondicionamiento. Finalmente, en lo económico, el proyecto impulsa un nuevo mercado de productos tecnológicos reacondicionados, accesibles y funcionales, que dinamiza la economía circular, reduce costos para los usuarios y crea oportunidades de emprendimiento y empleo verde. En conjunto, esta iniciativa aporta soluciones innovadoras y sostenibles con impacto regional y proyección nacional, alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

Referencias

Khan, S., Singh, R., Alnahas, J., Abbate, S., & Centobelli, P. (2024). Navigating the Smart Circular Economy: A framework for manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*, 480, 144007.

Liu, K., Tan, Q., Yu, J., & Wang, M. (2023). A global perspective on e-waste recycling. *Circular Economy*, 2(1), 100028.

Organización Mundial de la Salud. (2024, octubre 1). Electronic waste (e-waste). Organización Mundial de la Salud. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-\(e-waste\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-(e-waste))

Wallner, T. S., Haslbeck, J. M., Magnier, L., & Mugge, R. (2024). A network analysis of factors influencing the purchase intentions for refurbished electronics. *Sustainable Production and Consumption*, 46, 617-628.

Pavese, H. (2011). Delineamientos de una economía verde. *Política ambiental*, 16-24.

International Organization for Standardization. (2016). ISO 14021:2016: Etiquetas y declaraciones ambientales - Autodeclaraciones ambientales (etiquetado tipo II).