

Universidad del Rosario



LOGÍSTICA INVERSA EN LA CADENA DE SUMINISTROS DE TELÉFONOS
CELULARES INTELIGENTES (SMARTPHONES) ¿UNA ALTERNATIVA VIABLE
ECONÓMICAMENTE EN EL MERCADO COLOMBIANO?

Trabajo de Grado

Juan Camilo Ruiz Zambrano

BOGOTÁ D.C.

2016

Universidad del Rosario



LOGÍSTICA INVERSA EN LA CADENA DE SUMINISTROS DE TELÉFONOS
CELULARES INTELIGENTES (SMARTPHONES) ¿UNA ALTERNATIVA VIABLE
ECONÓMICAMENTE EN EL MERCADO COLOMBIANO?

Trabajo de Grado

Juan Camilo Ruiz Zambrano

David Sanchez Bonell

ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS INTERNACIONALES

BOGOTÁ D.C.

2016

Contenido

<i>GLOSARIO</i>	9
<i>RESUMEN</i>	10
<i>ABSTRACT</i>	11
1. <i>INTRODUCCIÓN</i>	12
2. <i>JUSTIFICACIÓN</i>	14
3. <i>PROBLEMA</i>	16
4. <i>OBJETIVOS</i>	17
5. <i>HIPÓTESIS</i>	18
6. <i>MARCO TEÓRICO</i>	19
6.1. Caracterización del sector de telecomunicaciones (telefonía e internet móvil)	19
6.2. Caracterización del sector de telecomunicaciones (telefonía e internet móvil)	31
6.3. Eco-Eficiencia	40
7. <i>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</i>	45
7.1. Materiales y Métodos	45
7.2. Perspectiva de la Investigación	45
7.3. Tipo de Investigación	46
7.4. Población y Muestra	46
7.5. Variables e Instrumentos	47
8.1. Alternativas de modelos de negocio	56
8.2. Pestel	56
8.3. Lienzo del modelo de negocio	58
8.4. Remanufactura y ensamble de equipos	65

8.4.1. Requisitos del modelo	68
8.4.2. Aplicación de la herramienta de Eco-innovación DOFA.	69
8.5. Venta de componentes y partes	72
8.5.1. Requisitos del modelo	72
8.5.2. Aplicación de la herramienta de Eco-innovación DOFA.	73
8.6. Desmaterialización y comercialización de commodities	76
8.6.1. REQUISITOS DEL MODELO	79
8.6.2. Aplicación de la herramienta de Eco-innovación DOFA.	79
9. RESULTADOS	85
10. CONCLUSIONES	93
11. BIBLIOGRAFÍA	96

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1 Diagrama del Proceso del Programa Recicla tu móvil y comunícate con la Tierra	21
Grafica 2 Evolución de usuarios - Telefonía móvil Colombia 2010-2014	23
Grafica 3 Evolución participación según tipo de usuario (postpago y prepago) en el total del tráfico de voz - Telefonía móvil Colombia 2012-2014	23
Grafica 4 Ingreso por tráfico de voz promedio mensual por usuario – Telefonía móvil Colombia 2012-2014	24
Grafica 5 Ingresos Internet móvil por suscripción 2010-2014	25
Grafica 6 Ingresos Internet móvil por demanda 2010-2014	26
Grafica 7 Total Abonados a Telefónica Celular en Colombia	26
Grafica 8 Sistemas de Disposición Final de Residuos Sólidos	28
Grafica 9 Género	48
Grafica 10 Rango de Edad	49
Grafica 11 Uso de un Teléfono inteligente	49
Grafica 12 De las siguientes categorías ¿En cuál considera que se encuentra su Smartphone?:	50
Grafica 13 Ordene de acuerdo al nivel de importancia en la decisión de compra de un celular las siguientes opciones, siendo 1 la que más influye en su decisión	50
Grafica 14 Estaría dispuesto(a) a entregar su equipo celular actual a cambio de un descuento en la compra de uno nuevo:	51
Grafica 15 ¿Cuál sería su predisposición acerca de la compra de un equipo celular ensamblado a partir de partes recuperadas de otros celulares?:	52
Grafica 16 Ordene las siguientes opciones según que tanto mejorarían su percepción acerca de la compra de celulares ensamblados con partes recuperadas, siendo 1 la que más mejoraría su predisposición:	52
Grafica 17 ¿Cuántos celulares ha tenido?	53
Grafica 18 ¿Cuántas veces ha tenido que llevar un equipo celular a servicio Técnico?... 53	
Grafica 19 Si alguna vez ha tenido que llevar un celular a servicio técnico ¿qué falla presento?:	54

Grafica 20 ¿Cual tendría que ser el valor aproximado por el cual usted estaría dispuesto a entregar un Smartphone que actualmente no tenga en uso?	54
Grafica 21 Factores de decisión para compra de Smartphone	65
Grafica 22 Precios Históricos Oro y Platino	82
Grafica 23 Precios Históricos Plata y Cobre	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Equipos Desechados Vs Equipos Recolectados Anualmente	22
Tabla 2 Penetración de Bienes TIC (Colombia, 2011)	22
Tabla 3 Tabla Periódica con Índice de Sustitución	32
Tabla 4 Principios del Convenio de Basilea	36
Tabla 5 Objetivos iniciativa StEP	37
Tabla 6 Principios de StEP	38
Tabla 7 Matriz PESTEL	57
Tabla 8 Lienzo del Modelo Actual	61
Tabla 9 Lienzo del Modelo de Innovación	63
Tabla 10 Matriz DOFA Para El Modelo De Remanufactura De SmartPhones.	70
Tabla 11 Matriz DOFA Para El Modelo De Venta De Componentes Y Partes	74
Tabla 12 Matriz DOFA Para El Modelo De Desmaterialización.	80
Tabla 13 Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para actividades industriales acondiciones de referencia (25 °C y 760 mm Hg) con oxígeno de referencia del 11%	84
Tabla 14 Variables Iniciales De Proyección (5.000 unidades)	85
Tabla 15 Indicadores De Rentabilidad (5.000 unidades)	87
Tabla 16 Proyección Financiera Del Modelo De Remanufactura (15 AÑOS, 5.000 unidades)	88
Tabla 17 Indicadores De Rentabilidad (11.020 Unidades)	90
Tabla 18 Proyección Financiera Del Modelo De Remanufactura (15 Años)	91

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.....	76
Imagen 2.....	77
Imagen 3.....	77
Imagen 4.....	78
Imagen 5.....	78

GLOSARIO

Logística: Conjunto de los medios necesarios para llevar a cabo un fin determinado de un proceso complicado.

SmartPhone: El teléfono inteligente (smartphone en inglés) es un tipo de ordenador de bolsillo que combina los elementos de una tablet con los de un teléfono celular. Sobre una plataforma informática móvil, con mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades, semejante a la de una minicomputadora, y con una mayor conectividad que un teléfono móvil convencional.

Commodities: Los commodities o materias primas son bienes transables en el mercado de valores. Los hay de carácter energético (petróleo, carbón, gas natural), de metales (cobre, níquel, zinc, oro y plata) y de alimentos o insumos (trigo, maíz o soya).

Eco-innovación: o Innovación ecológica es el desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sustentable, aplicando conocimientos y estrategias comerciales para generar mejoras ecológicas directa e indirectamente.

Ecoeficiencia: proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, satisfaciendo las necesidades humanas y la calidad de vida, al tiempo que se reduce progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad estimada que puede soportar el Planeta.

Reciclaje: es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos o en materia para su posterior utilización.

RESUMEN

La logística inversa contempla el reintegro de los productos manufacturados, teniendo como objetivo la recuperación, reciclado, reutilización de materiales, disminución de residuos, la reparación y el reacondicionamiento. Su implementación se ha incrementado debido al establecimiento de regulaciones ambientales (Por ejemplo la Responsabilidad extendida del productor o el Convenio de Basilea), así como por los beneficios económicos que genera.

En el presente documento se realizara una aproximación teórica al estado del arte referente a los procesos de logística inversa, así como los conceptos de Eco-innovación y eco-diseño enfocados a mercado de teléfonos celulares inteligentes, teniendo como finalidad proponer un modelo de logística inversa que permita el aprovechamiento adecuado de los equipos celulares en desuso.

Mediante la aplicación de las Herramientas de Eco-Innovación propuestas por la UNEP (United Nations Environment Programme) se identificarán las características propias del mercado Colombiano, permitiendo definir las oportunidades que presenta así como los procesos de recuperación actualmente establecidos. De igual forma estas herramientas permitirán encontrar modelos de negocios eco-eficientes y sostenibles.

Palabras claves: Logística inversa, Eco-innovación, SmartPhone, sostenibilidad, Ecoeficiencia

ABSTRACT

Reverse logistics includes reimbursement of manufactured products, aiming at the recovery, recycling, reuse of materials, waste reduction, repair and overhaul. Its implementation has increased due to the establishment of environmental regulations (eg extended producer responsibility or the Basel Convention), as well as the economic benefits generated.

In this paper will be held a theoretical approach to state of the art concerning the processes of reverse logistics as well as the concepts of Eco-innovation and ecodesign focused on smart phones market, with the aim to propose a model of reverse logistics to allow the appropriate use of obsolete cellphones.

By applying the Eco-Innovation tools proposed by the UNEP (United Nations Environment Programme) the characteristics of the Colombian market will be identified, allowing to define the opportunities presented and recovery processes currently established. Similarly these tools will allow to find models of eco-efficient and sustainable businesses.

Key Words: Reverse Logistic, Eco-innovation, SmartPhone, sustainability, ecoefficiency

1. INTRODUCCIÓN

Todo proceso productivo genera no solo genera bienes/servicios, también se producen materiales y productos de desecho, que en muchos casos no se aprovechan de manera adecuada, generando gastos operacionales y pérdidas de ingresos, que producen resultados financieros deficientes, impacto negativo en el medio ambiente y las poblaciones cercanas a los lugares donde se dispongan los materiales de desecho. Recientemente se ha empleado el termino eco-eficiencia para definir para la producción de bienes y servicios que reduzcan progresivamente los impactos ambientales y el consumo de recursos, como lo defino el World Business Council for Sustainable Development en el año 1992 en la publicación “Changing Course”, concepto ligado estrechamente a la logística inversa que se encarga de analizar el flujo inverso de los bienes desde el consumidor hacia el fabricante, buscando la recuperación de su valor y reducción del impacto ambiental (Rogers y TibbenLembke, 2002).

Esto se acentúa en el mercado de los teléfonos celulares inteligentes o SmartPhones, en el cual una vez terminado el ciclo de vida de los equipos la mayor parte de estos terminan en rellenos sanitarios, vertederos o almacenados indefinidamente, sin que se recupere parte del valor de los componentes. Aún más grave es el hecho de que dichos equipos contienen elementos y compuestos altamente tóxicos en su interior, tales como el plomo, mercurio, berilio, selenio, cadmio, cromo, sustancias halogenadas, clorofluocarbonos, bifenilos policlorados, policloruro de vinilo, ignífugos como el arsénico y el amianto, etc. (Gordón, 2014).

En la realidad actual del sector de los Teléfonos Inteligentes, en la cual la vida útil de un equipo promedia los 2 años y no hay una disposición final adecuada, se requiere de un nuevo tipo de logística, diseño e innovación que abarque más allá de la distribución y almacenamiento, con nuevos requisitos, problemas y soluciones.

Allí toma un papel importante la logística inversa la cual abarca la recuperación, reciclaje o disposición final de empaques, envases, embalajes y residuos peligrosos. De igual forma incluye los procesos de retorno y tratamiento de productos obsoletos, excesos de inventarios, devoluciones por parte de los usuarios, productos no conformes y residuos en la cadena de suministro, impulsada

tanto por motivos legales y/o motivos económicos. No obstante, la logística inversa no es un proceso reactivo, se debe estructurar y planear para adelantarse al ciclo de vida de los productos, para identificar un nuevo mercado de mayor rotación, el inicio de un nuevo ciclo de vida o adecuada disposición final.

De igual forma, es importante considerar el concepto de Eco-innovación, el cual la Unión Europea define como los procesos de innovación que resulten en un progreso importante hacia el desarrollo sostenible a través de la reducción de los impactos ambientales del actuar del ser humano, el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y la sustentabilidad de los procesos de producción. De esta manera, se genera la oportunidad para las empresas de reducir costes, fomentar nuevos medios de crecimiento y mejorar su imagen de cara al cliente.

Por otra parte, el Eco-diseño es definido por la Enterprise Europe Network como la integración de manera sistemática de las consideraciones ambientales durante el proceso de diseño de los productos, de tal forma que se realice un menor consumo de recursos durante su elaboración e igualmente se facilite el proceso de logística inversa de los bienes al final de su ciclo de vida. De esta forma los tres conceptos (Logística inversa, Eco-diseño e Eco-innovación) se complementan con el objetivo de generar modelos de negocios así como bienes y servicios ambientalmente sostenibles y que tengan un alto grado de recuperación del valor al final de su ciclo de vida.

Día a día el volumen de las devoluciones que se presentan a las empresas va en aumento y con ello las problemáticas asociadas (Cohen, 2004). Los motivos que generan las devoluciones son muy variados y así mismo lo son los procesos que se aplican a dichas devoluciones una vez se presentan. En el primer caso, las devoluciones son motivadas en su mayoría por defectos de fabricación, prácticas defectuosas de marketing, errores de envío o alistamiento y daños durante el transporte. Con respecto al tratamiento que se le da a las devoluciones se abarcan opciones como el reciclado, la remanufacturación, la disposición final o la reventa en mercados secundarios.

2. JUSTIFICACIÓN

Las implicaciones sociales, económicas, y ambientales que traería la implantación de un proceso de logística inversa y desmaterialización de SmartPhones en Colombia son importantes, generaría un nuevo subsector del cual se obtendrían considerables ingresos económicos al tiempo que abriría la puerta a la generación de cientos o miles de nuevos puestos de trabajo, mejorando así el bienestar de las comunidades en las cuales se implementen. También se percibirían ingresos liderados por el alto valor de muchos de los elementos presentes en los actuales teléfonos inteligentes, tales como el Oro, el Platino, la Plata o el Cobre, que tienen un mercado de grandes proporciones a nivel nacional e internacional lo que garantiza una rápida recuperación del valor de dichos elementos.

Adicionalmente, el proceso de logística inversa propuesto podría hacer factible iniciar un la fabricación o remozamiento de equipos celulares a partir de los componentes recuperados de los terminales que ingresen en la logística inversa, incentivando una industria descuidada a nivel local y que diversificaría la composición del producto interno bruto (PIB) nacional, encabezado principalmente por la explotación y exportación de materias primas/commodities, altamente volátiles en lo referente a la cotización de sus precios, alcanzando mínimos históricos, como por ejemplo el precio del barril de petróleo en lo corrido del año 2015.

Por otra parte, al margen del impacto económico que podría resultar de la implementación de este tipo de logística en el sector propuesto, también habría una mayor adaptación de las nuevas tecnologías ya sean estas nuevos estándares de transmisión (Por ejemplo la tecnología 4g LTE), dispositivos de mayor potencia y menor precio, o nuevas versiones de los sistemas operativos dominantes Android, iOS y WindowsPhone. Lo anterior sería resultado de los nuevos incentivos que tendrían las personas para entregar sus terminales obsoletos a cambio de un valor justo, permitiéndoles un ingreso económico adicional que serviría para adquirir nuevos equipos de última generación. Esto a su vez acercaría las nuevas tecnologías a los sectores de la educación y la investigación ya sea con programas en los que equipos entregados por la comunidad y que cuenten con niveles aceptables de rendimiento sean entregados financiados o dados sin costos a

entidades sin ánimo de lucro que puedan usarlos en beneficio de la sociedad, o mediante ayudas económicas obtenidas de la rentabilidad obtenida del proceso de logística inversa.

Un claro ejemplo de lo anterior es el programa de Computadores para Educar, programa del Gobierno Nacional de Colombia iniciado el 15 de marzo de 2001 que asocia entidades públicas y privadas para generar oportunidades de acceso a herramientas tecnológicas a los niños y jóvenes de instituciones educativas mediante el reacondicionamiento de equipos de cómputo anteriormente en desuso para que puedan ser utilizados en colegios e instituciones educativas. De acuerdo a la información del Mintic, al cierre del año 2015 se habían recuperado 1.420.000 terminales en el marco del programa.

Finalmente, es preciso recalcar el beneficio ambiental que ejercerían los procesos de logística inversa aplicados a los SmartPhones, evitando que elementos peligrosos y tóxicos como el Plomo, el Mercurio, Bromo, Cadmio, entre otros llegasen a contaminar fuentes hídricas o el suelo cultivable propiciando así el surgimiento de enfermedades o condiciones de vulnerabilidad en la población humana y animal aledaña a los vertederos de estos equipos. De igual modo, se reduciría de manera significativa la generación de gases de invernadero y el consumo energético mediante el procesamiento de estos elementos recuperados (comparado con la extracción tradicional de materias primas), lo que en algunos casos como en el aluminio al utilizar material reciclado se ahorra un 95% de la energía empleada para la producción del mineral primario mediante métodos actuales (Campos, 2013), sin contar con la consecuente reducción de gases generados producto de la obtención de dicha energía.

Por último, la obtención de mayores niveles de minerales reciclados reduciría la dependencia hacia la minería tradicional, desincentivando así la contratación de menores de edad y la explotación laboral a la que se ven enfrentadas miles de personas en los países productores debido a la alta demanda de estas materias primas y las legislaciones permisivas.

3. PROBLEMA

En Colombia el mercado de telefonía celular está en pleno crecimiento, en febrero del año 2013 según los resultados del análisis de la consultora Flurry Mobile el país ocupaba el primer lugar en el ranking adoptando el uso de móviles basados en los sistemas operativos Android y iOS, los cuales comparten cerca del 90% de participación en teléfonos inteligentes (SmartPhones), mostrando un crecimiento de cerca del 278% comparado con el mismo periodo del año inmediatamente anterior. Esta tendencia impulsará no solo el incremento en las ventas de dispositivos cada día más avanzados, sino también la puesta en desuso de modelos anteriores, generando volúmenes cada vez mayores de desechos electrónicos que actualmente en Colombia no son adecuadamente recolectados debido a que el consumidor final no percibe un beneficio directo por la entrega de dichos equipos, ni las empresas tienen mayores beneficios de dicho proceso debido a que no se cuenta con un proceso de reciclaje y extracción de materiales valiosos a nivel nacional, este proceso que se realiza mediante la exportación hacia Estados Unidos del material devuelto por la cadena de suministro.

Esta situación no solo genera un alto impacto ambiental dado los componentes tóxicos presentes en los SmartPhones modernos (Porcentajes del total de la composición de un celular: Plomo 1,2%, mercurio 0,1%, bromo 0,1%, estaño 0,2%, cadmio 0,1%, cromo 2%, etc.), sino que es una oportunidad perdida para la recuperación de parte del valor de estos equipos al lograr separar y reutilizar los elementos valiosos que contienen, tales como el oro (Aprox. 0,4% del peso total), plata(1%), paladio (0,2%), cobre (7%) y demás metales escasos.

De allí es donde surge la temática central de este estudio que busca determinar la viabilidad económica, tecnología y ambiental de realizar la totalidad del proceso de logística inversa de los teléfonos inteligentes en el territorio nacional, desde la recolección de los equipos en desuso por parte de los usuarios, hasta la extracción y comercialización de los elementos de valor, como una solución alternativa a la problemática de contaminación ambiental, desperdicio de recursos y pérdida de valor por parte del mercado de telefonía celular en Colombia.

4. OBJETIVOS

Objetivo General: Identificar las características que definen el mercado de Teléfonos celulares en Colombia y los procesos de logística inversa actuales, con el fin de identificar sus oportunidades y amenazas, para mediante la aplicación de herramientas de eco-diseño y eco-innovación definir modelos de logística inversa factibles, determinando aquel que permita la recuperación del mayor porcentaje del valor de los equipos celulares en desuso.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar el mercado de teléfonos Celulares para poder definir los clientes actuales y las oportunidades reales de negocio.
2. Detallar las falencias y puntos de mejora de los procesos de logística inversa actualmente implementados en el sector de la telefonía celular a nivel nacional.
3. Aplicar Herramientas de eco-diseño e eco-innovación que permitan definir posibles modelos de negocios aplicados al sector analizado.
4. Realizar una comparación entre los posibles modelos de logística inversa aplicables al mercado celular colombiano, exponiendo ventajas y desventajas.
5. Proponer un modelo de negocio eco-sostenible de acuerdo a los resultados aportados por las herramientas de análisis y las características del mercado colombiano.

5. HIPÓTESIS

De acuerdo con el estado actual de los procesos logísticos implementados de para la recuperación y reutilización los elementos de valor presentes (Oro, platino, cobre, entre otros metales) en los SmartPhones comercializados en el mercado colombiano, la tecnología y metodologías disponibles a nivel internacional, el desarrollo y operación a nivel nacional de un proceso de recuperación y aprovechamiento de los equipos celulares inteligentes o SmartPhones ofrecería al país mayores beneficios a nivel económico, social, ambiental y tecnológico, abriendo la puerta a la creación de nuevos empleos, empresas e incluso nuevos sectores económicos que ayudarían a promover el desarrollo del país.

La colaboración entre el sector privado y las empresas públicas haría posible que las tecnologías y procesos existentes en la actualidad a nivel internacional pudiesen ser adaptados y puestos en marcha en el mercado colombiano en un plazo no mayor a 5 años, logrando así un cambio significativo en la forma en la que se realiza el manejo de los equipos en desuso y los impactos generados por la gestión de los desechos tecnológicos provenientes del sector de las telecomunicaciones, sirviendo a su vez como punto de partida para la implantación a mayor escala de procesos de reciclaje, reutilización, desmaterialización y/o adecuada disposición final en un mayor número de industrias en las cuales actualmente no se aprovecha de manera adecuada el valor que se puede obtener de los materiales recuperados a través de la cadena de suministros.

Basado en lo anterior, se plantea la hipótesis de que es posible desarrollar un modelo de logística inversa a nivel nacional enfocado en los teléfonos inteligentes en desuso mediante el cual se pueda recuperar al menos el 50% del valor de estos, al tiempo que se daría una apropiada disposición ambiental a los residuos que no se aprovechen.

6. MARCO TEÓRICO

En la primera parte, se realizara un repaso de las condiciones existentes en Colombia y los efectos de estas en el desarrollo e implantación del proceso de gestión de materiales de desecho del segmento de los teléfonos inteligentes.

En su segunda parte, este capítulo desglosa el panorama de los conceptos e información más importantes y reconocidos para la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Adicionalmente se ofrecerá un resumen de las actividades e iniciativas que se están desarrollando actualmente a nivel internacional.

Finalmente, en el último apéndice de este capítulo se trataran los temas relacionados con eco-eficiencia y su impacto en el mercado de teléfonos celulares.

6.1. Caracterización del sector de telecomunicaciones (telefonía e internet móvil)

Actualmente existe en Colombia la iniciativa “*Recicla tu móvil y comunícate con la Tierra*” impulsada por el Ministerio de Ambiente y en la que participan todos los operadores de telefonía móvil del país y gran parte de los fabricantes, quienes se encargan de ofrecer puestos de recolección y de realizar programas para incentivar la entrega de equipos por parte de los usuarios (Movistar, 2014). La iniciativa comenzó en el 2007, año durante el cual según la información publicada por el Ministerio de Ambiente se logró la recolección de más de 264.593 equipos celulares en desuso.

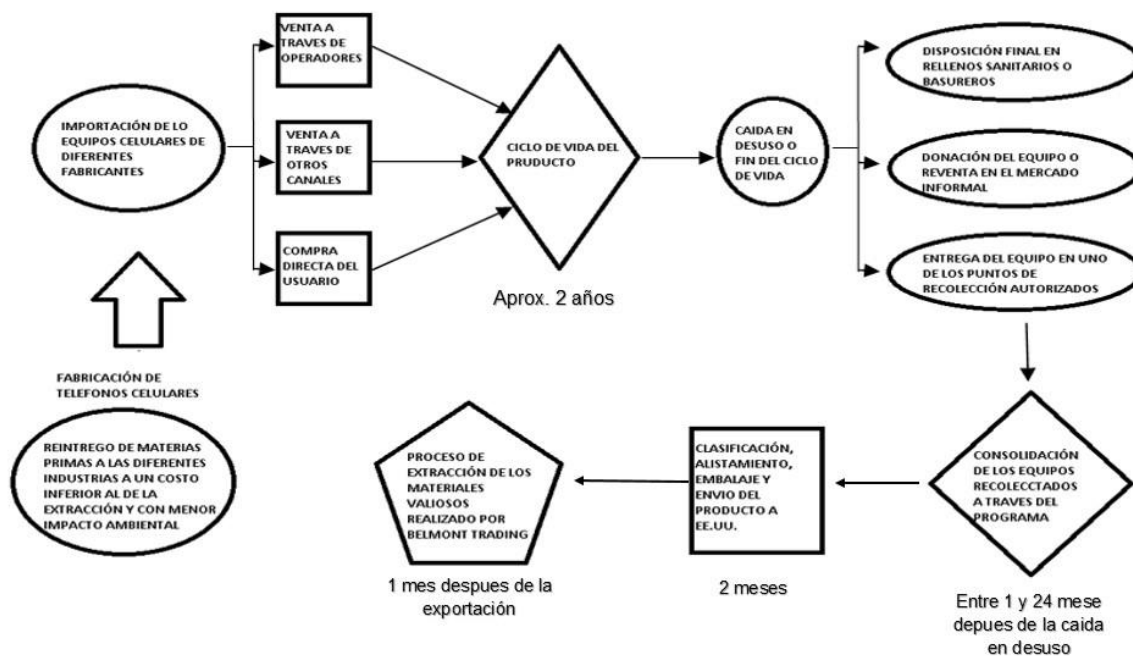
Bajo esta iniciativa, una vez recolectados los equipos de los centros de acopio, el proceso de reciclaje comienza en la empresa Belmont-Trading¹, la cual realiza la clasificación de los equipos recolectados, separándolos según estado, modelo y tipo de tecnología. Posteriormente se categorizan cargadores, accesorios, tapas y cables.

Cada dos meses, debido al bajo volumen de recolección a nivel nacional (cerca del 13% de los equipos desechados), los aparatos se clasifican y empacan para ser enviados a la planta de reciclaje en Chicago, Estados Unidos, realizando el transporte bajo la normatividad del Convenio de Basilea por tratarse de residuos potencialmente peligrosos (Tiempo, 2014). Una vez en la planta de Belmont en Estados Unidos, los equipos son fundidos para realizar la extracción de los elementos valiosos, que luego son separados en lingotes para su comercialización.

Para el año 2012, según la información publicada por el Ministerio de Medio Ambiente, se contaba con 155 puntos de recolección en 30 ciudades del territorio nacional y se había enviado a Estados Unidos 181.607 toneladas de equipos, cables, baterías y accesorios recolectados. Actualmente, Movistar cuenta con puntos de acopio para esta campaña en todos sus 82 centros de experiencia, Claro ofrece urnas de recolección en sus 81 puntos de atención directos y Tigo cuenta con 120 puntos de recolección a nivel nacional.

¹ Empresa de origen estadounidense con sede en Northbrook, especializada en la recuperación, reciclaje y soluciones de reusó para materiales electrónicos obsoletos. Actualmente es la única empresa autorizada para dar disposición a los teléfonos celulares en desuso entregados por los usuarios a los operadores móviles en Colombia.

Grafica 1 Diagrama del Proceso del Programa Recicla tu móvil y comunícate con la Tierra



FUENTE: Elaboración Propia

Según información del Ministerio de Ambiente, divulgada por Marcela Bonilla, directora de Asuntos Ambientales del Ministerio a la emisora RCN Radio en el año 2015, en Colombia se desechaban anualmente entre 8 mil y 14 mil toneladas de equipos celulares en desuso, lo que teniendo en cuenta un peso promedio por equipo de 350 gramos por equipo con sus accesorios² daría un total de entre 22.8 millones y 40 millones de celulares desechados, por lo que se evidencia que los esfuerzos de recolección no están dando resultados significativos comparados con el volumen total de los desechos generados.

² Estimación realizada por el autor promediando los pesos de 50 modelos de diferentes marcas y rango de precios.

Tabla 1 Equipos Desechados Vs Equipos Recolectados Anualmente

EQUIPOS DESECHADOS	EQUIPOS RECOLECTADOS
24 A 40 MILLONES	4,2 millones
De 8 mil a 14 mil toneladas de material	0,35 Kilogramos por equipo (Total recolectado 1.470 toneladas)

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Ambiente

De acuerdo con la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH, 2011), el 89,4% de los hogares colombianos en 2011 contaba con acceso a un celular, 29,8% tenía un computador y el 23,4% tenía conexión a internet.

Tabla 2 Penetración de Bienes TIC (Colombia, 2011)

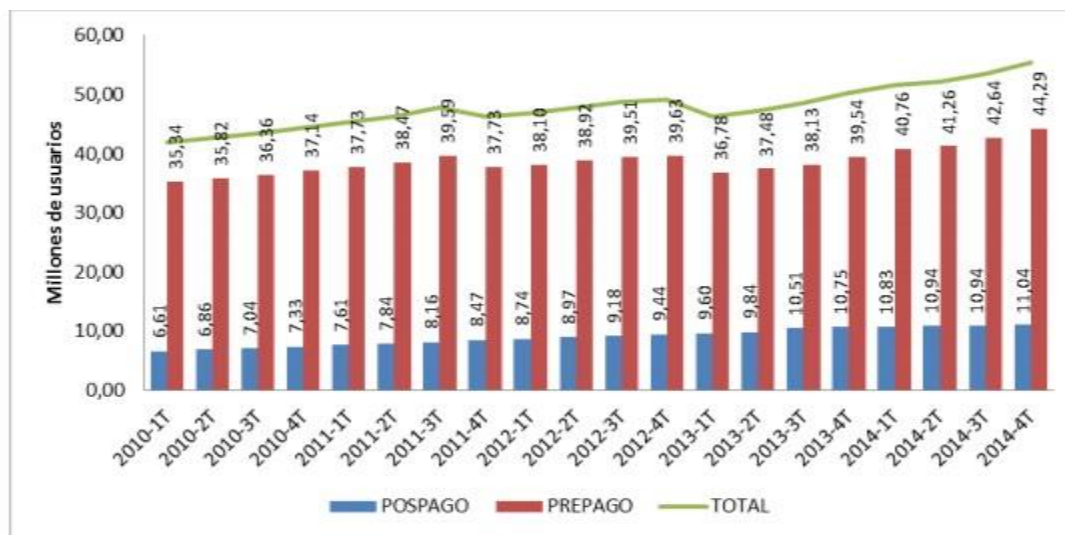
Total Nacional Hogares		Computador		Celular		Conexión a Internet	
		Total	%	Total	%	Total	%
Total	12.535.231	3.737.412	29,82	11.205.286	89,39	2.927.471	23,35
Cabecera	9.694.517	3.598.204	37,12	8.972.523	92,55	2.858.037	29,48
Resto	2.840.714	139.209	4,90	2.232.762	78,60	69.433	2,44

FUENTE: DANE, Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIG, 2011)

De acuerdo con los datos publicados por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), a lo largo del 2014 la base de usuarios de telefonía móvil continuó su tendencia creciente que se ha registrado desde principios del 2013. De esta forma, se pasó 50.295.114 usuarios a 55.330.727, entre el cuarto trimestre de 2013 y el cuarto trimestre de 2014, siendo este un crecimiento del 10% que, con lo cual la penetración de telefonía móvil en Colombia pasó del 106,7% al 116,0%, impulsada principalmente por la base de usuarios prepago, la que superó los 40 millones e incremento a una tasa trimestral promedio del 2,9% durante el 2014. Los

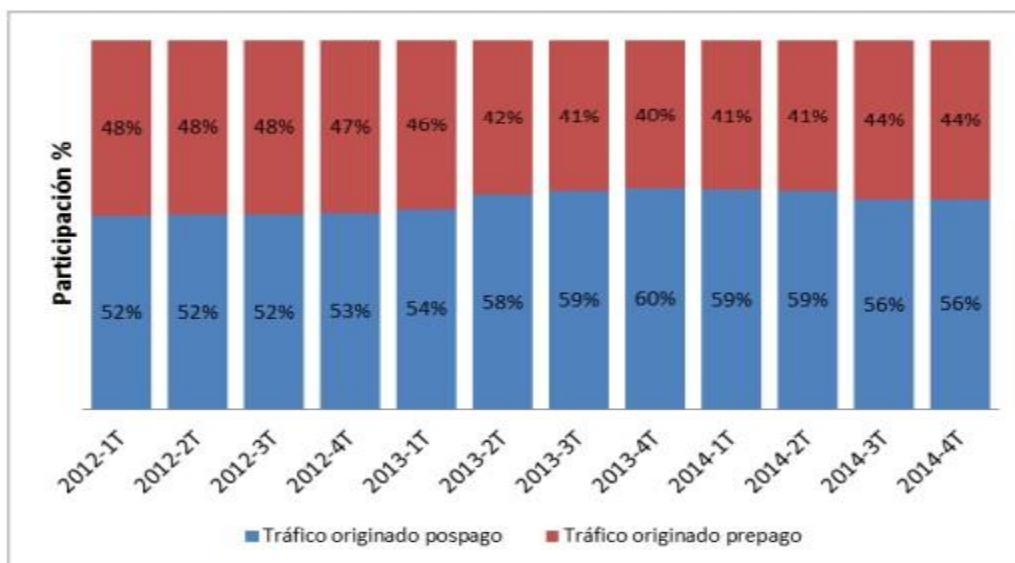
usuarios postpago por su parte continuaron entorno a los 11 millones y presentaron una tasa de crecimiento trimestral promedio del 0,7% en el 2014.

Grafica 2 Evolución de usuarios - Telefonía móvil Colombia 2010-2014



FUENTE: Colombia TIC, Elaboración CRC

Grafica 3 Evolución participación según tipo de usuario (postpago y prepago) en el total del tráfico de voz - Telefonía móvil Colombia 2012-2014



FUENTE: Colombia TIC. Elaboración CRC

En lo que respecta a los ingresos generados por el tráfico de Voz (Llamadas celulares entre usuarios) han mostrado una tendencia decreciente, disminuyendo en aproximadamente un 17% entre el cuarto trimestre de 2012 y el cuarto trimestre de 2014, pasando de 2.229 millones a 1.852 millones de pesos. En lo que respecta a los ingresos mensuales por tráfico de voz por usuario, mostro una disminución trimestral promedio del 2,3%; de tal forma que, para el cuarto trimestre del 2014, se registró un ingreso mensual promedio por usuario cercano a los 11.000 pesos (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2015).

Grafica 4 Ingreso por tráfico de voz promedio mensual por usuario – Telefonía móvil Colombia 2012-2014

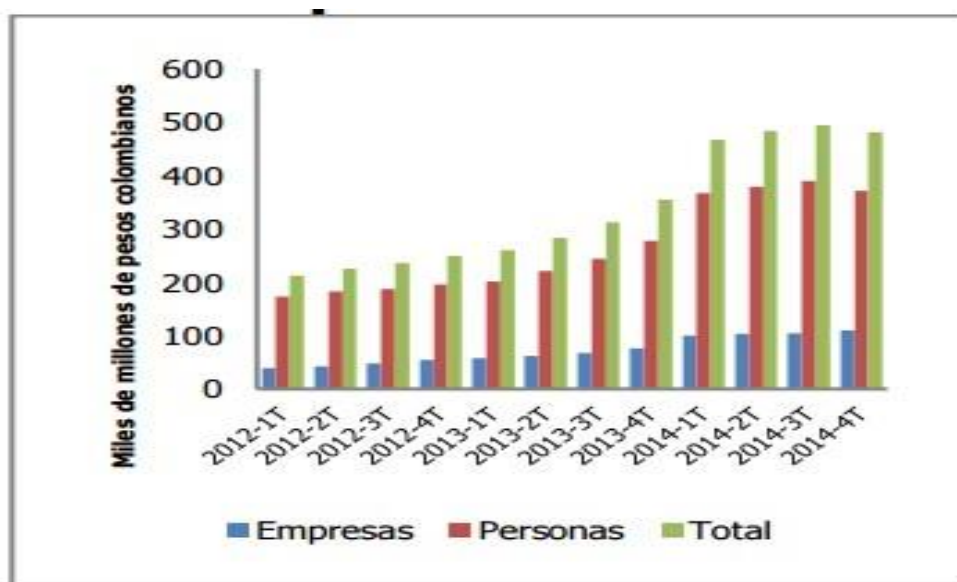


FUENTE: Colombia TIC. Elaboración CRC

Esto permite inferir que la forma de comunicación de los usuarios está migrando desde las llamadas de voz hacia la comunicación a través de los planes de datos y redes wifi, mediante el uso de aplicaciones de mensajería instantánea como Whatsapp, Telegram o redes sociales, lo que impulsa la compra de equipos celulares inteligentes que permitan la gestión fluida de dichas aplicaciones, en detrimento de los equipos celulares básicos, enfocados principalmente en el uso de llamadas de voz.

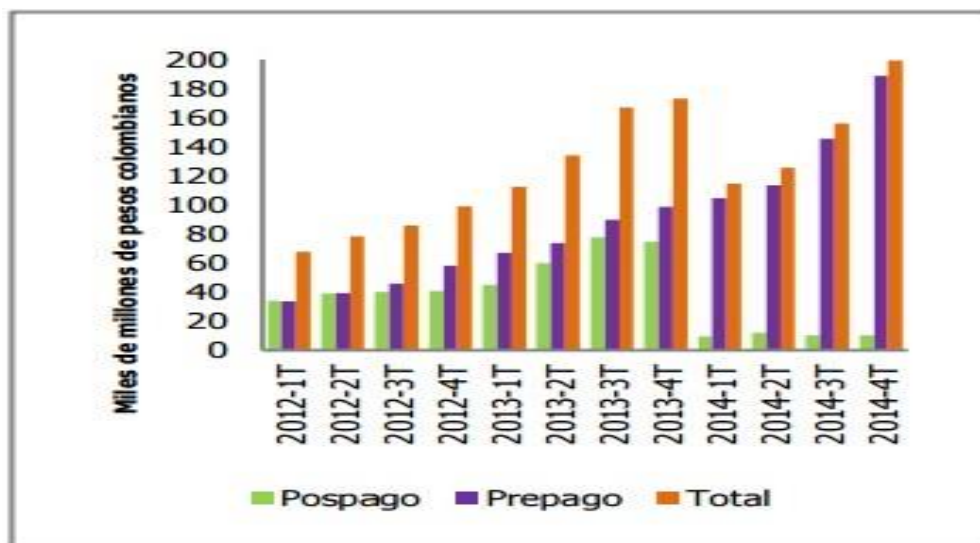
En lo que respecta a los ingresos generados por el tráfico de Internet móvil, se presentó una tendencia positiva, reafirmando el punto anterior. De acuerdo con la información reportada por los proveedores a la CRC (Comisión de Regulación de Comunicaciones), entre el 2012 y el 2014, los ingresos por concepto de suscripciones se duplicaron entre el primer trimestre del 2012 y el cuarto trimestre del 2014, pasando de 212 mil millones a 481 mil millones de pesos. Este incremento estuvo sustentado por el crecimiento del tráfico de las empresas, y por un aumento del 27% en el primer trimestre del 2014 en el ingreso por personas naturales. Así mismo, los ingresos en el mercado por demanda registraron un crecimiento en el periodo 2012-2014, a pesar que en el primer trimestre del 2014 se observó una caída de los mismos, causado por una reducción de los ingresos por los abonados postpago del 86%, aproximadamente. Los ingresos de este mercado para el cuarto trimestre de 2014 fueron de 199 mil millones de pesos colombianos.

Grafica 5 Ingresos Internet móvil por suscripción 2010-2014



FUENTE: Comisión de Regulación de Comunicaciones, Elaboración propia

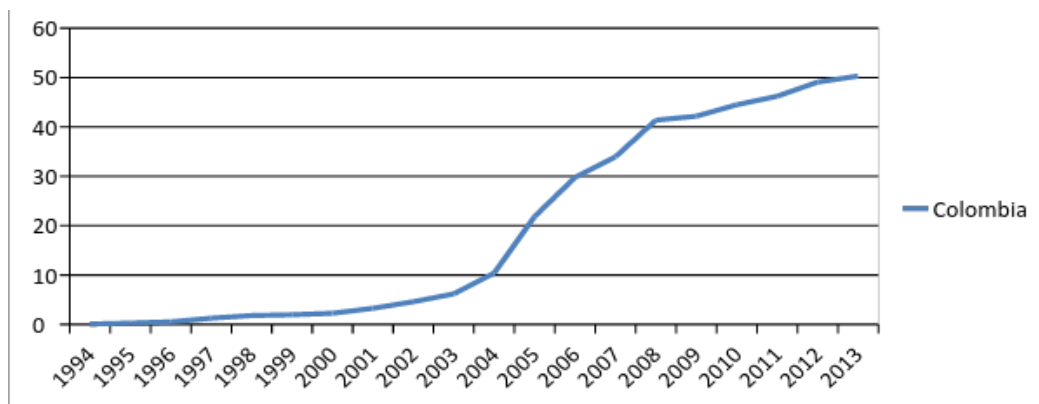
Grafica 6 Ingresos Internet móvil por demanda 2010-2014



FUENTE: Comisión de Regulación de Comunicaciones, Elaboración propia

En cuanto a telefonía celular, Colombia ha registrado una dinámica de penetración muy alta. Según datos del Banco Mundial, los abonados a telefonía celular en 1994 eran 86.805; en 2000 ascendían a 2.256.801; en 2011 habían alcanzado 46.200.421; en el año 2012 existían 49.066.359 abonado de telefonía celular. En la siguiente grafica se aprecia el crecimiento de los abonados de telefonía celular en Colombia. El número de líneas en 2013 fue 579 veces superior a las vigentes en 1994.

Grafica 7 Total Abonados a Telefónica Celular en Colombia



FUENTE: Datos Banco Mundial, Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la gráfica anterior, el mercado colombiano de la telefonía Móvil ha presentado un crecimiento sostenido y acelerado a partir del año 2003, únicamente desacelerado en el año 2008 como consecuencia de las condiciones económicas globales que limitaron el poder adquisitivo de la población.

Según el Boletín Trimestral de las TIC del Ministerio de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC), el número total de suscripciones en servicio de telefonía móvil al finalizar el segundo trimestre de 2014 fue de 52.194.012, esto indica que en Colombia existen 109,5 abonados en servicio por cada 100 habitantes.

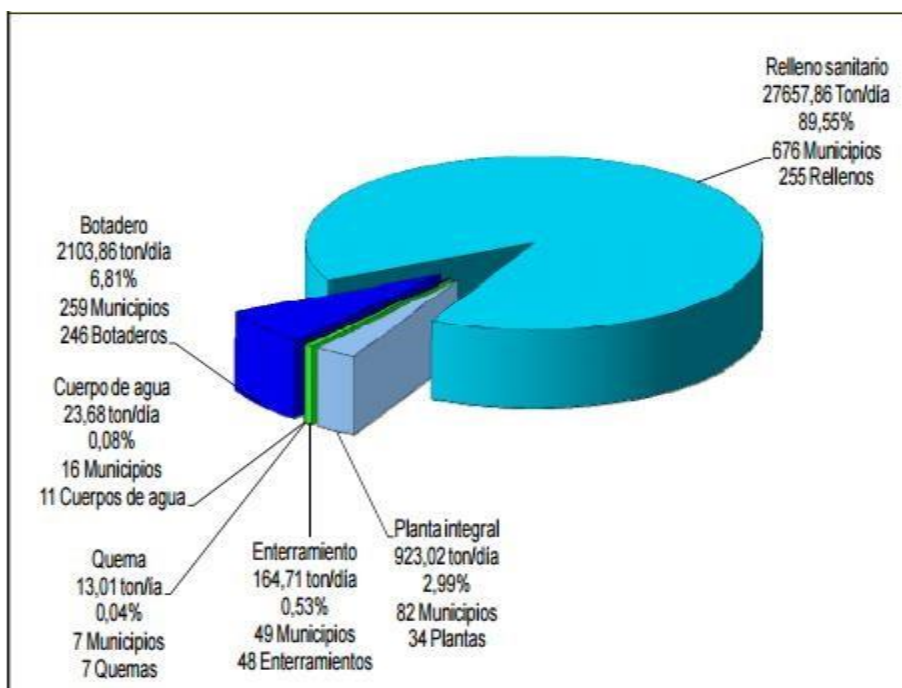
Así mismo, con respecto al primer trimestre de 2014 se presentó un incremento del 1.16% en el total de abonado de telefonía móvil, representando esto la creación de 599.393 nuevos abonados. En términos interanuales, se presentó un crecimiento del 10,30%, con una variación absoluta de 4.874.139 de abonados entre el segundo trimestre de 2013 y el mismo periodo del año 2014.

Los datos anteriores permiten vislumbrar la magnitud del mercado de equipos celulares en Colombia, donde si bien no se cuenta con un número estimado de los aparatos en el mercado, este número es muy cercano al número de abonados, ya que en la mayoría de los casos, cada hogar tiene uno o más celulares en desuso guardados, adicionales a aquellos que usan regularmente con las líneas activas que poseen los miembros familiares. De esta forma se puede intuir que la cantidad de equipos en el mercado es muy cercana a la cantidad de habitantes, donde no es raro que se posea más de un teléfono ya sea por motivos laborales o personales, lo que en el medio y largo plazo se

transformaran en desecho electrónicos que actualmente no tienen a nivel nacional una adecuada disposición final.

De acuerdo a los datos publicados por la **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios** en 2009 se estima que a nivel nacional actualmente se generan aproximadamente 30.886 toneladas diarias de residuos de los cuales el 92,54% se disponen en sistemas de relleno sanitario o plantas integrales de tratamiento de residuos sólidos y el 7,46% se disponen inadecuadamente en botaderos a cielo abierto, quemas, cuerpos de agua y enterramientos.

Grafica 8 Sistemas de Disposición Final de Residuos Sólidos



FUENTE: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

El Reusó de celulares en Colombia es muy frecuente, siendo común la compra de equipos de segunda mano, el tránsito de equipos entre miembros de una familia o la utilización para refacción de aparatos en desuso. Aunque la vida útil de un celular en promedio se acerca a dos años, se evidencia que en el 50% de los casos el teléfono es vendido o regalado a otra persona para

su reusó (CIM; 2007). Así, un equipo celular puede ser propiedad de dos o tres usuarios antes de que caiga en desuso o sea desechado

Los celulares en general son reparados en los centros de servicio de los operadores Móviles (Claro, Movistar, Tigo). Según estimaciones de Anovo (Proveedor del servicio técnico profesional de celulares para Movistar), un 20% de los quipos requerirán servicio técnico de algún tipo durante su ciclo de vida, ya sea por defectos de fábrica, mal uso por parte del usuario, o por accidentes que afecten el funcionamiento o estética. Si por la gravedad del daño el equipo no puede ser arreglado (E ingreso por proceso de garantía), es almacenado por el operador que dispondrá del mismo del modo que considere más conveniente (Venta por reciclaje 25%, disposición final 15%, venta especializada 45%, venta por partes 15%)³. Desde el año 2007 se inició el proceso mediante el cual se exportan estos equipos a través de Belmont Trading a Estados Unidos para su desmaterialización mediante la fundición de las diferentes partes en hornos de alta temperatura (Alrededor de 1.200°C) lo que permite separar los diferentes elementos, produciendo lingotes de materiales que luego pueden ser empleados en la fabricación de nuevos productos o servicios.

Otra alternativa de disposición empleada a nivel nacional es la venta de los equipos en a minoristas o tiendas especializadas de servicio técnico (cerca del 35% de los equipos en desuso son vendidos a través de este medio, de acuerdo a la información otorgada por el MinTic en el 2014), quienes utilizan estos equipos para extraer las partes para refacciones de otros equipos. No obstante, cerca del 80% de los componentes de los equipos recomprados no son reutilizados y son arrojados junto con los demás residuos ordinarios, evitando su adecuada disposición al contaminar otros residuos ordinarios (Papel, cartón, etc.).

En abril de 2007 se firmó el “*Convenio de Concertación para una Gestión ambientalmente segura de los Residuos del Sub-sector de Telefonía Móvil y Servicios de Acceso Troncalizado en el Marco de Ciclo de Vida del Producto*” entre los operadores y productores de la telefonía celular, la Asociación de la Industria Celular de Colombia (ASOCEL), la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT) y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

³ Estimaciones realizadas a partir de la información otorgada por el operador Movistar en entrevista realizada el 21/05/2016 con John Pérez, profesional de logística.

Este acuerdo, de carácter voluntario no vinculante⁴, comprometió a los operadores y productores a realizar la recolección de los equipos celulares y sus componentes en desuso con el objetivo de garantizar una disposición final adecuada, en el contexto de la responsabilidad extendida del productor. Dentro del marco del convenio se consideró necesario que a nivel nacional se desarrollen sistemas que permitan manejar de forma separada los residuos electrónicos de aquellos de origen doméstico para lograr un mayor aprovechamiento y reciclaje. El objetivo es generar en la población conciencia con respecto al peligro que conlleva un manejo inadecuado de los residuos que generan riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

El Convenio comprende las siguientes líneas de acción y obligaciones para los fabricantes e importadores (MAVDT; 2009):

1. Desarrollar una estrategia conjunta con la participación de todos los actores (importadores, fabricantes, operadores de servicio, distribuidores, usuarios y gobierno) para promover una gestión ambientalmente adecuada de los residuos post-consumo del sector.
2. Recolección selectiva de los residuos post-consumo del sector con el fin de que sean sometidos a un sistema de gestión ambientalmente seguro.
3. Promocionar el aprovechamiento y la valorización de la mayor fracción de residuos generados por la cadena en un esquema técnico, ambiental y económicamente viable (sin definir una estrategia común o líneas de acción remendadas).
4. Adelantar acciones de sensibilización a la sociedad civil frente a los residuos post-consumo de la cadena de manera independiente o conjunta con otros sectores de residuos electrónicos.

Asimismo, el sector se compromete a:

1. Exportar las baterías usadas actualmente almacenadas en instalaciones de los operadores de telefonía móvil hacia el agente encargado de su desmaterialización y aprovechamiento.

⁴ Esto implica que los firmantes no están obligados legalmente al cumplimiento de lo establecido en el convenio, lo que impide la imposición de sanciones y limita el esfuerzo que se realiza para el cumplimiento de los acuerdos.

2. Adelantar las acciones para dar cumplimiento a un Plan Piloto de recolección de celulares en desuso.
3. Desarrollar una estrategia de sensibilización a los consumidores sobre el manejo ambientalmente adecuado de los residuos que se generan una vez finalizada la vida útil de los teléfonos móviles, de manera independiente o conjunta con otros sectores de residuos electrónicos.
4. Implementar una estrategia nacional para el manejo de los residuos provenientes de la telefonía móvil con base en el análisis de los resultados del Plan Piloto y estudio de viabilidad e implementación.

6.2. Caracterización del sector de telecomunicaciones (telefonía e internet móvil)

La logística inversa se ha convertido en un factor clave de determina la viabilidad y sostenibilidad de las empresas, ya no solo para dar cumplimiento a reglamentaciones y legislaciones vigentes, sino como una parte fundamental de los procesos que generan valor.

La logística inversa es la encargada de recuperar y reutilizar envases, empaques y residuos peligrosos, así como también de los procesos de recuperación de excedentes de inventario, devoluciones provenientes de los clientes, productos defectuosos/obsoletos e inventarios estacionales. Así mismo, se prevé el fin del ciclo de vida del producto, con la finalidad reinyectarlo en mercados con mayor rotación (Rogers y Tibben-Lembke, 2002).

Hawks define la logística inversa como el proceso mediante el cual se planea, implementa y controla el flujo eficiente y rentable de materias primas, productos en proceso o terminados e información correspondiente al punto de origen hasta el punto de consumo del bien con el fin de ajustarse a los requisitos del cliente (Hawks, 2006).

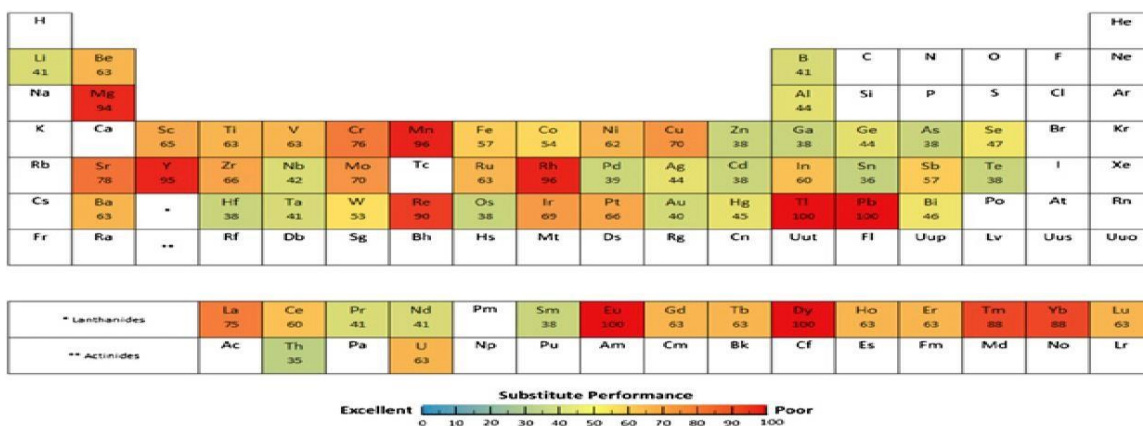
Este proceso se apoya así mismo en el concepto de las 3R, que corresponden a las siglas de Reducir, reciclar y reutilizar. La primera mención a las 3R se atribuye al gobierno japonés en el año 2002 al incluirlas en sus Políticas para

“Establecer una sociedad Orientada al Reciclaje” (Nava, 2012). Mediante esta filosofía se busca disminuir la generación de residuos, tanto en los procesos productivos como por parte del consumidor final, reciclar los desechos generados mediante su transformación en nuevos productos y reutilizar los bienes o partes en buen estado ya sea para su propósito original o dándoles un nuevo uso.

De acuerdo al estudio realizado por la Universidad de Yale en octubre de 2013, titulado “*On the materials basis of modern society*”, en el que se analizaba la facilidad con la que se podían sustituir 62 metales (Entre ellos el oro, la plata, platino, cobre, etc.) para sus principales usos, se determinó que en 12 casos los potenciales sustitutos eran inadecuados o directamente inexistentes para cumplir con las exigencias de los bienes actuales. Aún más, para ninguno de los 62 metales estudiados se logró encontrar un elemento que pudiera reemplazar de manera directa las características y principales usos de la tecnología actual, ya que estos afectarían negativamente el desempeño de los productos, aumentaría su precio o ambos.

La tabla No. 2 muestra los resultados del estudio de la Universidad de Yale, presentados en una escala de 0 a 100, donde 0 indica que sustitutos ideales existen para todos los usos principales de un elemento y 100 muestra que no existe un sustituto adecuado con igual desempeño para los usos principales de dicho elemento:

Tabla 3 Tabla Periódica con Índice de Sustitución



Fuente: Graedel (2013)

De este tipo de información se puede concluir que es necesario cambiar el tratamiento que se le da a los desechos tecnológicos, ya que en la mayoría de casos contienen altos niveles de estos metales escasos e irremplazables, abriendo la puerta a una nueva alternativa de abastecimiento de los mismos que de otra forma estarían limitados por los yacimientos naturales existentes.

Específicamente para el caso de los celulares y SmartPhones, según la información presentada por Yokohama Metal Co Ltd., empresa de reciclaje con sede en Japón, es posible obtener 150gr de oro o más por cada tonelada de equipos celulares reciclados, mientras que en una mina de oro, por cada tonelada de material procesado se extrae cerca de 5 gramos de oro. Así mismo, de una tonelada de teléfonos reciclados (aproximadamente 14.000 equipos) se puede extraer 100 kilos de cobre, tres kilos de plata y cerca de 115gr de paladio. (Emol, 2008)

Un aspecto que ha surgido en los últimos años en base a la estandarización de los procesos de logística inversa en las organizaciones y que refleja la filosofía de las 3R ha sido el repotenciamiento y adecuación de materiales devueltos por los clientes, de tal forma que puedan ser reutilizados para su propósito original. Este proceso se denomina remozamiento e incluye el desensamble, inspección, limpieza, mantenimiento, ensamble y test final de los productos recuperados de los clientes, que los entregan por motivos tales como la baja de un servicio contratado o el mal funcionamiento del equipo.

Un ejemplo de este proceso se observa en la operación de Movistar Colombia, en la cual los equipos del servicio fijo (Internet, televisión y teléfono) son retornados por parte de los usuarios una vez se termina la prestación del servicio, o en el momento que se realizan mantenimiento técnicos por parte de las empresas contratistas. Una vez los equipos son centralizado en el proveedor del servicio de remozamiento se realiza un test inicial para conocer el estado funcional de los mismos. Posterior al diagnóstico, se inicia el proceso de desensamble, donde las partes cosméticas son enviadas a los talleres de pintura y pulido. En simultaneo, las placas bases son inspeccionadas/reparadas según su estado con el fin de garantizar el óptimo funcionamiento. Al final de la línea los elementos electrónicos y cosméticos se reúnen nuevamente en la estación de ensamble, después de la cual se realiza un test final al 100% de los equipos producidos.

Procesos como el descrito anteriormente tienen una importancia capital en el buen desempeño de las empresas, ayudando a reducir los costos de la adquisición de nuevos insumos que sustituyan aquellos defectuosos o usados, al tiempo que se reduce el impacto ambiental

resultante de la fabricación de los mismos y por último se fomenta la industria local debido a que el proceso de repotenciamiento se realiza a nivel nacional mientras que la producción de equipos nuevos se realiza mayormente en el exterior.

Otro aspecto que se debe considerar para poder comprender los procesos de logística inversa en la actualidad es la Obsolescencia la cual se define como la caída en desuso de máquinas, equipos y tecnologías motivada no por un mal funcionamiento del mismo, sino por un insuficiente desempeño de sus funciones en comparación con las nuevas máquinas, equipos y tecnologías introducidos en el mercado. (ROMERO, 2013)

Se puede categorizar en obsolescencia percibida o programada, siendo la primera la que se genera cuando se lanza al mercado un nuevo producto que es exactamente igual al anterior, las únicas diferencias se perciben en lo estético y no en lo funcional, ya que el producto actual aún puede cumplir con las necesidades del cliente (Hodson, 2014).

La segunda, definida por Stevens (2011) como la planificación del fin de la vida útil de un producto o servicio, estrategia determinada durante la fase de diseño por parte del fabricante, de tal forma que el bien ya no funcione de manera adecuada o no cumpla las expectativas del cliente en determinado plazo de tiempo, promoviendo una nueva compra que reemplace al bien obsoleto. Lambea (2012) afirma que las bombillas fueron el primer producto en el que se empleó la obsolescencia programada. En 1924, los principales fabricantes de bombillas, por aquel entonces Osram, Philips y General Electric entre otros, fijaron acuerdos para controlar la producción, compartir patentes y acortar el tiempo de vida de las bombillas, que promediaba las 2.500 horas, resultando un tiempo de 1.000 horas como estimado para garantizar su vida útil.

A medida que se profundiza en el concepto de logística inversa, surge el concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que fue referenciado por primera vez en Models for extended producer Responsibilities (Lindhqvist and Lidgren, 1990), un informe para el Ministerio de Ambiente de Suecia.

En el año 2000, Lindhqvist lo definió de la siguiente manera:

“REP es un principio político para promover la reducción de los impactos ambientales de sistemas de productos durante el ciclo de vida completo mediante extender las responsabilidades del fabricante de un producto hacía varias etapas del ciclo de vida del

mismo, en especial hacia la retoma, el reciclaje y la disposición final. REP se implementa a través de una combinación de instrumentos políticos administrativos, económicos e informativos.” (Lindhqvist, 2000)

Según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos OCDE (2001) REP es un enfoque de temática ambiental en el cual la responsabilidad del productor correspondiente a un producto no finaliza con la venta del mismo, sino que se extiende a lo largo de su ciclo de vida hasta su disposición final o reutilización. La REP se basa en traspasar la responsabilidad (Física y/o económica) hacia el fabricante de un bien por la totalidad del ciclo de vida del producto, al mismo tiempo que se generan incentivos para que se tengan en cuenta cuestiones ambientales desde las etapas de diseño iniciales por parte de los productores, facilitando el aprovechamiento/reutilización de bienes en las etapas finales de su ciclo de vida.

La REP abarca sus objetivos dentro de dos categorías: Mejorar el diseño de los productos y sus sistemas de tal forma que ofrezcan mayores oportunidades de reutilización una vez terminado su ciclo de vida; la segunda abarca el aprovechamiento de la alta calidad de los productos y materiales mediante métodos eficaces de logística inversa, tratamiento, reusó y reciclaje.

Uno de los más importantes acuerdo marco en lo que respecta a la gestión ambiental de los residuos es el Convenio de Basilea (CdB) (ONU, 2014), el cual es un tratado ambiental global que regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y determina obligaciones a los actores para asegurar el manejo ambientalmente sostenible de los mismos, haciendo énfasis en su disposición final.

Fue adoptado el 22 de marzo de 1989 y entró en vigor el 5 de mayo de 1992. Se realizó por parte de comunidad internacional para afrontar los problemas causados por la producción mundial anual de 400 millones de toneladas de desechos peligrosos salud humana o para el medio ambiente dadas las características tóxicas o eco tóxicas, venenosas, explosivas, corrosivas, inflamables o infecciosas de los materiales desechados.

Como parte del Convenio de Basilea se reconoce que el medio más efectivo para proteger la salud humana y el equilibrio del medio ambiente de los efectos nocivos producidos por los

materiales de desecho es la reducción en la mayor medida posible de la generación de estos materiales, en lugar de mitigar los daños causados.

Los principios básicos del Convenio de Basilea son:

Tabla 4 Principios del Convenio de Basilea



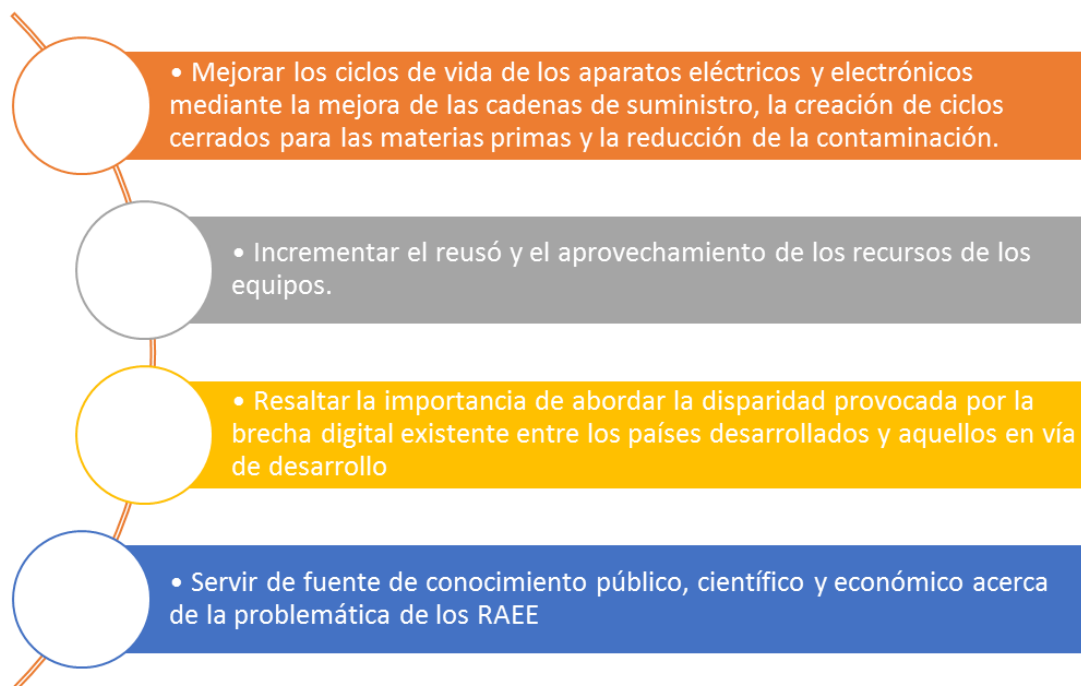
FUENTE: Elaboración propia

Colombia suscribió el Convenio de Basilea en diciembre de 1996.

Otra Iniciativa internacional que aborda la problemática de los RAEE es la StEP (por sus siglas en inglés Solving the e-waste problem) que surgió en el año 2003 a partir del estudio realizado por investigadores de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) acerca de la relación entre la caída en desuso de equipos electrónicos y el medio ambiente. El estudio titulado “Computers and the Environment” identificó una serie de puntos e inquietudes cruciales referentes al tema, lo que incidió en la ampliación del alcance de la investigación hacia la totalidad de equipos eléctricos y electrónicos y fomentó el desarrollo de la iniciativa internacional StEP. La iniciativa StEP se desarrolla mediante de cinco grupos de trabajo que se centran en los siguientes cinco temas: Política y Legislación; Rediseño; Reusó; Reciclaje; Transferencia de Conocimientos.

Los objetivos principales de la iniciativa son:

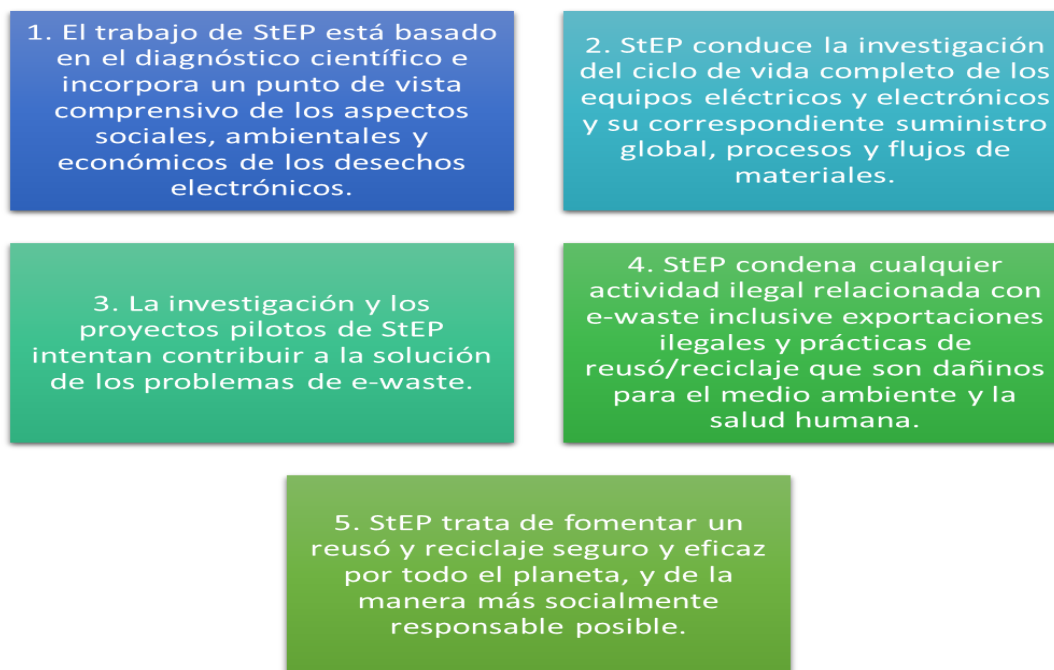
Tabla 5 Objetivos iniciativa StEP



FUENTE: Elaboración propia

La United Nations University define cinco principios de StEP son⁵:

Tabla 6 Principios de StEP



FUENTE: Elaboración propia

En el ámbito regional, América Latina todavía no hay ningún sistema de gestión integral establecido ni se ha expedido ninguna reglamentación específica al respecto. Sin embargo, la problemática ha sido abordada en distintos ámbitos y existen varias iniciativas nacionales. En Argentina, Chile, México, Costa Rica y Perú se han realizado estudios acerca de la situación actual del mercado para determinar las necesidades prioritarias que deben ser cubiertas en el mediano plazo.

Costa Rica se encuentra actualmente en proceso para emitir una legislación específica acerca de los desechos electrónicos. Adicionalmente se creó un grupo de trabajo para establecer las bases para implementar un sistema basado en una tasa anticipada de reciclaje, la cual es un valor pagado por el consumidor final al momento de la compra de un bien y destinada a un fondo

⁵ Para una consulta más detallada por favor consultar el Sitio web <http://www.step-initiative.org/our-principles.html>

con el objetivo de cubrir los costos de la disposición ambiental de los residuos generados, algo que actualmente no se realiza en Colombia. (Ott, 2008)

El gobierno Chileno ha declarado repetidamente su intención de emprender su actuar frente a la problemática de RAEE, al tiempo que promueve iniciativas por parte del sector privado en busca de que una normatividad restrictiva resulte innecesaria. En Chile se encuentran empresas de reciclaje reconocidas a nivel internacional tales como Recycla S.A. y Degraf Ltda, líderes en la recuperación y disposición ambiental de residuos electrónicos. Además, la fundación SUR (Corporación de Estudios Sociales y Educación) ha desarrollado una plataforma de investigación aplicada sobre el reciclaje de computadores con el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) de Canadá.

En Brasil, tres departamentos cuentan actualmente con una ley marco que determina la responsabilidad extendida para los residuos tecnológicos, mientras que otros departamentos están discutiendo acercamientos similares. En el Perú se ha formado un Comité de para el manejo de RAEE con representantes de los sectores privados y públicos. Así, la implantación de modelos de gestión para los RAEE ha avanzado a un paso lento en América Latina, centrándose principalmente en debates y creación de legislación marco, que no establecen controles estrictos ni lineamiento para el adecuado manejo de estos residuos.

Centrándonos en el contexto Colombiano, el marco legal de la gestión ambiental inicia en 1974 con la expedición del Código de los Recursos Naturales, que fue el primero de su tipo en América Latina (Ministerio De Ambiente; 2014).

Posterior a este suceso, en 1979 se emite la Ley Sanitaria que fundamenta las normas de gestión de la contaminación que se ratificaron en los años ochenta. En 1993, ya bajo el amparo de la nueva constitución de 1991, se reestructuran las instituciones ambientales, fundándose el Ministerio del Medio Ambiente y originando el Sistema Nacional Ambiental, que incluye autoridades ambientales regionales, caracterizadas por su alto grado de independencia y autonomía (Ott; 2008).

Desde el año 1998 existe en Colombia la “Política para la gestión Integral de Residuos”, fundamentada principalmente en la Constitución Política de 1991, las leyes 99 de 1993 y 142 de 1994, mediante las cuales se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales

renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, entre los que se encuentra la recolección y disposición de basuras.

La política para la gestión integral de residuos se focaliza en dos temáticas principales (Ott; 2008):

- Obligación del estado a orientar y establecer un marco de acción para las entidades públicas con responsabilidades de la gestión de residuos sólidos, desde el punto de vista del saneamiento ambiental.
- La vinculación del sector privado en cuanto a la generación de residuos, en especial a la problemática que concierne la Producción Más Limpia.

En lo referente a la gestión sostenible de los RAEE es importante resaltar la Ley 430 de 1998 el cual en el Artículo 6° dice:

“El generador será responsable de los residuos que él genere. La responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente”, “El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, para los efectos de la presente ley se equipara a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia.”

Finalmente, con respecto a la legislación más reciente se debe resaltar la Ley 1672 de “Gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos” de 2013, la cual hace alusión al concepto de Responsabilidad Extendida al Productor o REP, aun cuando los operadores de telecomunicaciones en Colombia ya habían aceptado de manera voluntaria dicha responsabilidad desde el año 2007. (ROMAN, 2015)

6.3. Eco-Eficiencia

Ecoeficiencia es la ciencia que une los principios de la ecología y la economía para generar alternativas de producción que promuevan el uso eficiente de los recursos y materias primas; así

como para optimizar los procesos productivos y la provisión de servicios. La ecoeficiencia puede ser aplicada a las industrias, empresas de servicios y oficinas administrativas del sector público y privado.

El término eco-eficiencia fue acuñado por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) en su publicación del año 1992 "Changing Course". Se basa en el concepto de crear más bienes y servicios utilizando menos recursos y generando menos residuos sólidos y contaminación ambiental. De acuerdo a esta definición, la eco-eficiencia se logra a través la distribución de "bienes con precios competitivos y servicios que satisfagan las necesidades humanas y brinden calidad de vida a la vez que reduzcan progresivamente los impactos medioambientales de bienes y la intensidad de recursos a través del ciclo de vida entero a un nivel al menos en línea con la capacidad estimada de sobrellevarla por la Tierra." (Schmidheiny, 1992)

Dado que la ecoeficiencia contribuye al incremento de la prosperidad económica con un uso más eficiente de los recursos y menos generación de contaminación, ha sido ampliamente aceptada en el mundo empresarial como una filosofía que guíe los planes de desarrollo. Sus objetivos se centran en evaluar el desempeño de la organización y servir como herramienta para la toma de decisiones. De esta forma, se requiere definir metas, realizar mediciones e iniciar acciones dirigidas a mejorar el desempeño económico-ambiental y funcionar como base de las estrategias de comunicación interna y externa.

Desde su acuñación la ecoeficiencia ha tenido un amplio rango de interpretaciones, pero Hinterberger y Stiller (1998) coinciden en que todas tienen en común el interés por un uso más eficiente de los recursos naturales. El prefijo "eco", hace referencia a los temas ambientales (Jollands et al, 2004). Sin embargo para otros, "eco" se dirige tanto a lo ecológico como a lo económico (OECD, 1998). En general, la ecoeficiencia analiza la relación entre las salidas (outputs) y entradas (inputs) de un proceso productivo. Cuanto más altas sean las salidas en un proceso para unas determinadas cantidades de insumos, o mientras menos insumos se utilicen para unas salidas específicas, más eco-eficiente será el negocio (Burritt y Saka, 2006).

La ecoeficiencia se diferencia de los conceptos tradicionales de eficiencia operacional debido a que abarca otras características tales como: Enfatiza en la creación de valor, en la perdurabilidad, en objetivos a largo plazo y para el mejoramiento continuo, fusiona la excelencia

ambiental con la excelencia empresarial y considera tanto el consumo como la producción sostenible (DeSimone y Popoff, 1997).

Adicionalmente, la ecoeficiencia tiene procesos de sinergia con normas como la ISO14000, acerca de lo cual Danse (2002) identifica que la principal ventaja de la norma es el establecimiento de sistemas para la administración de las obligaciones ambientales y la realización de análisis del producto para crear seguridad en los consumidores sobre la calidad del mismo. No obstante, la norma ISO14000 especifica o exige qué metas debe alcanzar una organización, algo que si se contempla en la filosofía de la ecoeficiencia. Adicionalmente, la norma no Identifica un desempeño ambiental a escala mundial, ni especifica metas ambientales para la prevención de la contaminación, acerca de la tecnología o sobre otros resultados ambientales deseables.

De esta forma, la ecoeficiencia surge como una respuesta administrativa a los asuntos asociados con los desechos generados a partir de los procesos productivos (Jollands et al, 2004), y/o, la eficiencia con que los insumos ecológicos son empleados para satisfacer las necesidades humanas (Mickwitz et al, 2006). Núñez (2006), Leal (2005) y Bartolomeo (2003) identifican los dos pilares básicos de la ecoeficiencia, siendo el primero la reducción de la sobreexplotación de los recursos naturales consiguiendo un uso sostenible de los mismos. El segundo se centra en la disminución de la contaminación relacionada a los procesos productivos. Sin embargo, el potencial de la ecoeficiencia busca avanzar hacia un incremento de la productividad de los recursos naturales, incluyendo los energéticos, así como la reducción de los impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

Sobre este tema, Bleischwitz (2003) plantea tres estados para la ecoeficiencia en la cadena de producción: El primero hace referencia al periodo de la toma de decisiones, la etapa de generación de ideas y las expectativas sobre futuros desarrollos. El segundo es el periodo de adaptación y el tercero es el de renovación, en el cual se ha superado la etapa de aprendizaje y aparecen nuevas innovaciones.

Por otra parte, la ecoeficiencia compone una oportunidad de negocio que posibilita a las empresas ser más responsables en el ámbito ambiental siendo a la vez más rentables. Adicionalmente, permite fomentar la innovación y de esta forma el crecimiento y la competitividad, creando un proceso dinámico que puede generar ideas a lo largo de todo el ciclo de vida del producto o servicio (WBCSD, 2000). Para el presente estudio, se adoptará la definición

de la ecoeficiencia del CLACDS (2007), Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible, que se refiere a: “Lograr una ventaja competitiva sostenida a través de la mayor productividad de los materiales y la energía, el menor impacto ambiental negativo y el desarrollo integral de los recursos humanos y la comunidad local”.

De esta forma, en relación con el sector de los SmartPhones la ecoeficiencia abre la puerta a mejores procesos productivos que hagan un uso más eficiente de los recursos para obtener mayores volúmenes de producto terminado. Así mismo, se promovería desde la etapa de concepto de los celulares diseños que facilitaran la reutilización o reciclaje de los componentes de tal forma que no fuese necesaria la extracción o explotación de recursos naturales que ya se encuentran presentes en equipos que inician el proceso de logística inversa.

Bajo esta filosofía se han generado proyectos en el sector de la telefonía tales como el Project Ara, propiedad de Google, anunciado el 29 de octubre de 2013, el cual consta de un equipo celular modular, en el cual se pueden sustituir los diferentes “módulos” para actualizar o modificar componentes específicos sin tener que cambiar el equipo completo. De esta forma, el usuario podría adaptar el equipo a sus necesidades específicas adquiriendo por ejemplo un módulo de materia de mayor capacidad, una cámara de mejor resolución o un procesador de mayor potencia, esto sin necesidad de modificar la base del teléfono. Así, el diseño del equipo busca la eficiencia en el uso de los recursos al facilitar las actualizaciones y evitar la caída en desuso del celular debido a la obsolescencia percibida o programada. Este proyecto busca un modelo de consumo similar al existente en el mercado de computadores de escritorio, en el cual el usuario adquiere inicialmente un equipo con las especificaciones que más se ajusten a sus necesidades puntuales y con el transcurrir del tiempo, y dado el avance tecnológico normal, actualiza o adquiere componentes más recientes para conservar un equipo que satisfaga sus necesidades.

Sin embargo, el Project Ara fue suspendido el 2 de septiembre de 2016 debido a su elevado costo de desarrollo y mercado potencial limitado. Sin embargo, se cimentaron las bases para fabricación de celulares con una vida útil más amplia y que puedan ser actualizados pro parte del usuario con respecto al avance de la tecnología.

Bajo esta misma filosofía se han lanzado al mercado SmartPhones, que sin llegar al nivel de personalización y modificación de Project Ara, permiten la utilización de Módulos para ampliar las características o usos del termino. Así, LG presentó en febrero de 2016 su modelo G5,

que tiene como principal característica la posibilidad de utilizar módulos intercambiables que agregaban por ejemplo una batería extra, un sistema de sonido mejorado o mejoraban el desempeño fotográfico. Este fue el primer celular modular disponible de manera comercial y abre la puerta a futuros lanzamientos de equipos similares (Motorola anuncio el celular Moto Z en Junio de 2016, en el cual resalta el uso de módulos de forma similar al LG G5) que den la oportunidad al usuario de modificar el Hardware de tal forma que no quede obsoleto en un periodo corto de tiempo.

7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

7.1. Materiales y Métodos

Durante el desarrollo de presente trabajo se emplearan las herramientas de eco-innovación PESTEL, Lienzo del modelo de negocio, DOFA y Análisis del campo de Fuerzas, propuestas por la UNEP en su manual de Eco-innovación. (O'Hare, 2014)

La consecución de la información para alimentar las herramientas anteriores se hará a través de entrevistas, libros, sitios web acreditados y revistas especializadas, así como mediante la verificación de casos existentes de compañías que realicen procesos de logística inversa en el segmento de los teléfonos Inteligentes y sectores similares.

Con esta metodología se podrá realizar una comparación entre los métodos y procesos empleados actualmente para la gestión de los materiales en la cadena de suministro de los teléfonos celulares, y el estado del arte en lo referente a procesos de logística inversa, permitiendo determinar los puntos de mejora para el mercado Colombiano y proponer un modelo de logística inversa que permita recuperar el mayor porcentaje del valor de los equipos en desuso.

Para la información secundaria se realizaran encuestas para conocer la percepción de los usuarios finales acerca del manejo que se le debe dar a los equipos celulares en desuso, así como su inclinación a ser partícipes en los procesos de logística inversa que se empleen a nivel nacional.

7.2. Perspectiva de la Investigación

La metodología de la investigación utilizada en el presente trabajo es cualitativa, y se utiliza la recolección de datos sin medición numérica para definir y dar respuesta a las preguntas de investigación y probar o refutar la hipótesis (Sampieri, 1997), por lo que permitirá obtener

información acerca de los diferentes acercamientos realizados a la problemática estudiada, estado actual del sector, posición de los diferentes agentes acerca del tema, basándose en métodos de recopilación de información tales como entrevistas, estudios de caso y análisis documental (Lucio & Pérez, 1996)

7.3. Tipo de Investigación

Para este escrito la investigación realizada fue de tipo descriptiva, la cual nos permita conocer más sobre el tema en cuestión, dando a conocer las diferentes situaciones, actitudes y condiciones que se están presentando a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. El método que se empleo fue a través del análisis de los procesos de logística inversa realizados en sectores que involucren RAEE y entrevistas realizadas a los actores del proceso de logística inversa de dispositivos móviles en Colombia, para poder concluir con la presentación de un modelo de recuperación de equipos en desuso que se ajuste a la realidad nacional

7.4. Población y Muestra

La población correspondiente de estudio para el presente trabajo corresponde a los usuarios de SmartPhones a nivel nacional, con un rango de edades de entre 15 y 45 años.

Así mismo, se definió una muestra de 1.000 usuarios de los cuales se obtendrá la información relevante acerca de los hábitos de consumo y disposición a nuevos modelos de recolección y comercialización de equipos celulares. A partir de esta información se realizara la aplicación de las herramientas de eco-innovación propuestas por la UNEP para determinar el/los modelos de logística inversa más convenientes para el mercado colombiano.

7.5. Variables e Instrumentos

Las variables definidas para estudio de la población objetivo fueron:

- Genero
- Rango de edad
- Tenencia de Smartphone
- Gama del equipo celular
- Factores de decisión de compra
- Disposición a la entrega de equipos en desusó
- Disposición para la compra de equipos remanufacturados
- Percepción acerca de equipos remanufacturados
- Fallas comunes y servicio técnico

Para el análisis de los datos obtenidos y las características del mercado colombiano se definieron los siguientes Instrumentos:

- Matriz DOFA.
- Matriz PESTEL.
- Lienzo del Modelo de Negocio. - Modelo de viabilidad financiera.

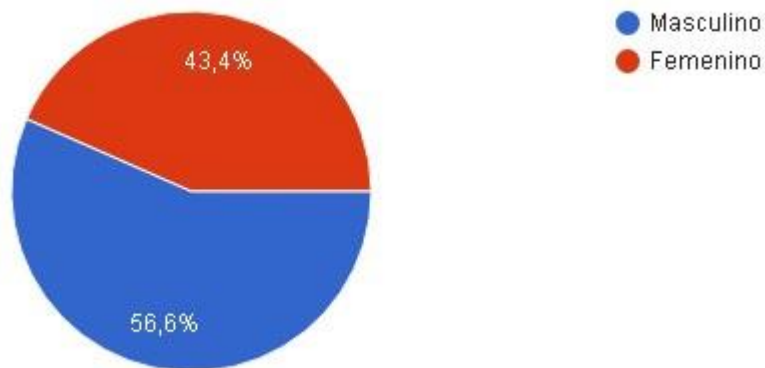
8. ANÁLISIS DE LOS DATOS

De acuerdo a la encuesta realizada entre enero de 2016 y septiembre de 2016 (Anexo 1) en la cual se buscaba determinar las características específicas de los usuarios de teléfonos inteligentes, así como sus hábitos de compra y preferencias a la hora de elegir una marca o celular, se pudo extraer las siguientes conclusiones:

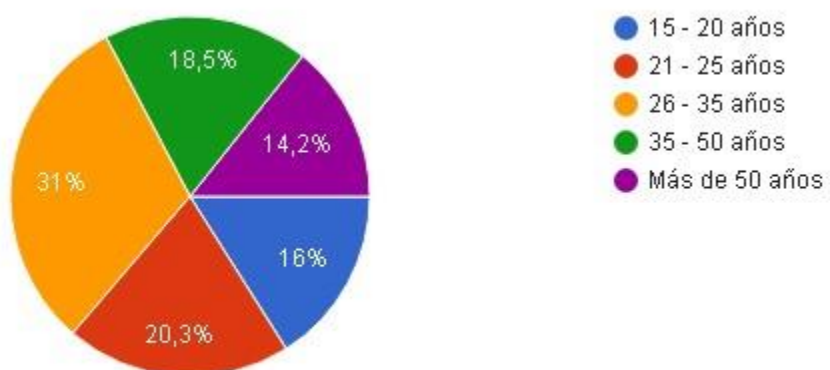
Sobre la muestra de 1.012 usuarios, se determinó que el 56.6% de los encuestados eran hombres, en un rango de edad predominante de entre 21 y 35 años y de los cuales el 89% posee un teléfono inteligente o Smartphone. Así, para efectos del presente trabajo se tomara como población objetivo a los usuarios de 21 a 35 años ya que estos tienen un mayor nivel de uso de teléfonos inteligentes.

A continuación se presentaran los resultados de la encuesta realizada:

Grafica 9 Género



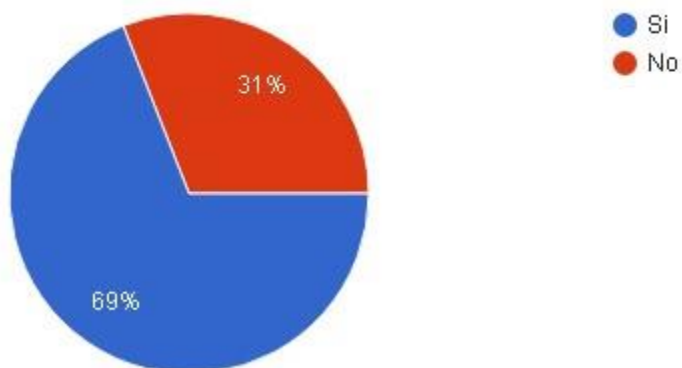
FUENTE: Elaboración propia

Grafica 10 Rango de Edad

FUENTE: Elaboración propia

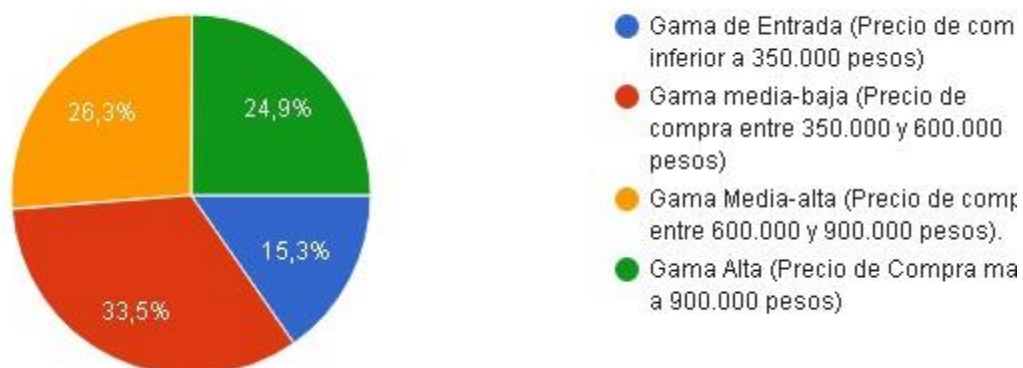
Grafica 11 Uso de un Teléfono inteligente

:



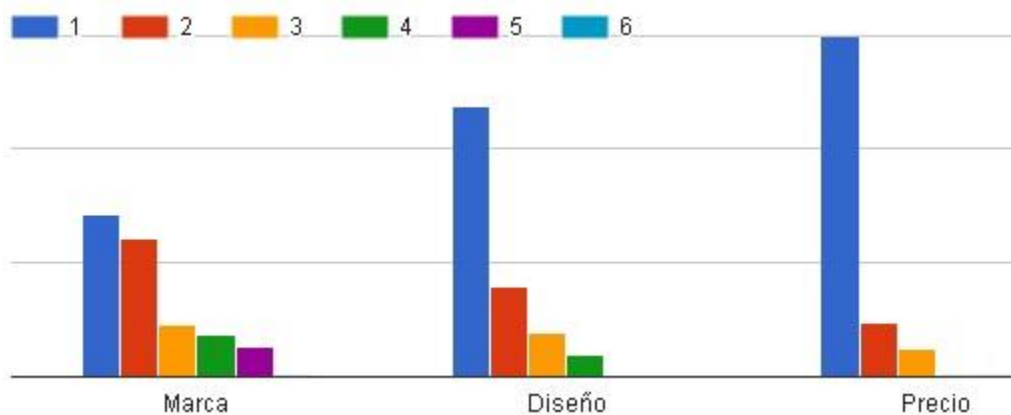
FUENTE: Elaboración propia

Grafica 12 De las siguientes categorías ¿En cuál considera que se encuentra su Smartphone?:



FUENTE: Elaboración propia

Grafica 13 Ordene de acuerdo al nivel de importancia en la decisión de compra de un celular las siguientes opciones, siendo 1 la que más influye en su decisión

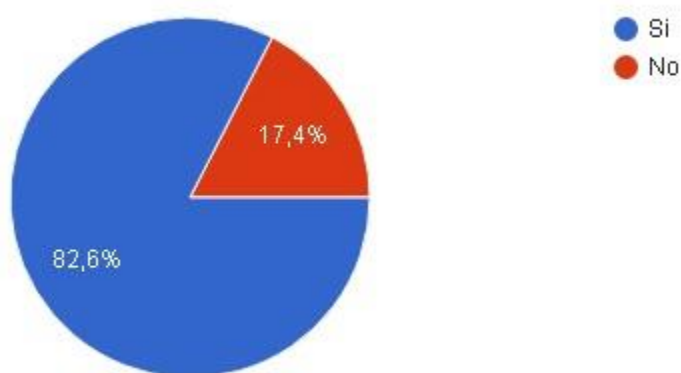


FUENTE: Elaboración propia



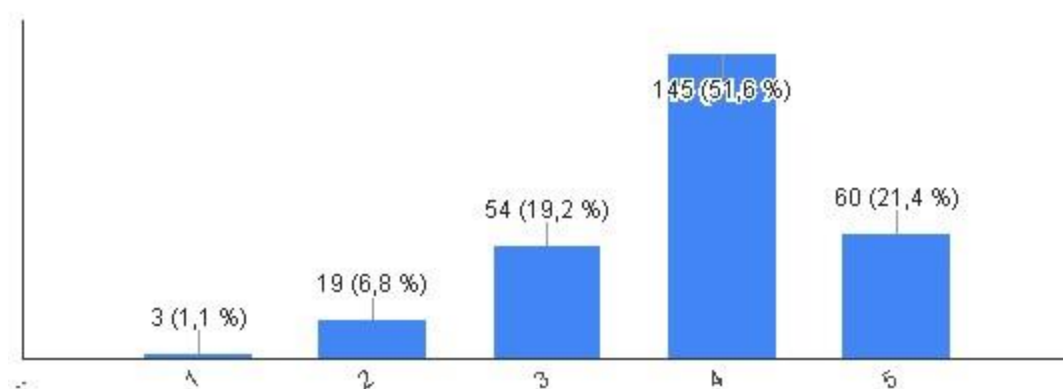
FUENTE: Elaboración propia

Grafica 14 Estaría dispuesto(a) a entregar su equipo celular actual a cambio de un descuento en la compra de uno nuevo:



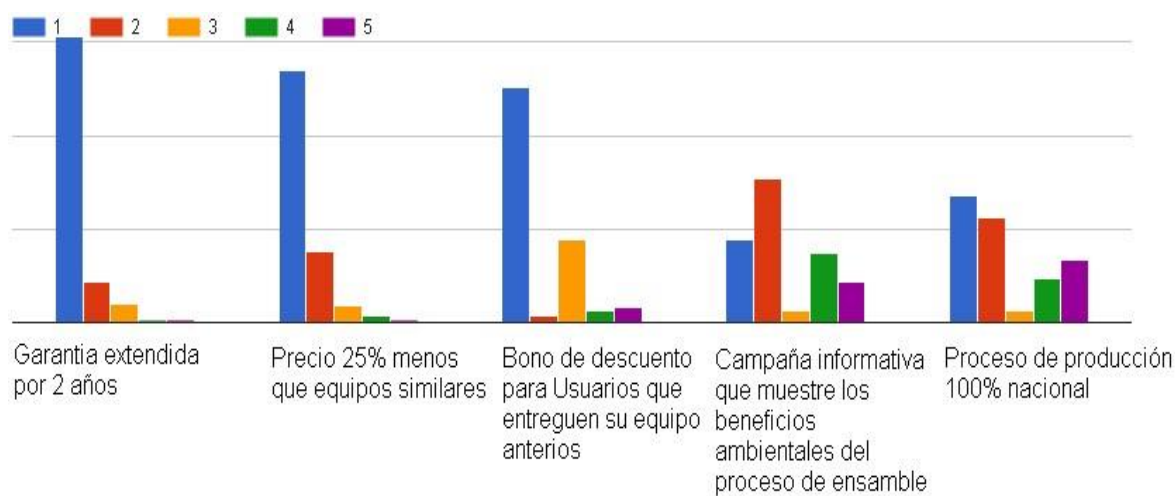
FUENTE: Elaboración propia

Grafica 15 ¿Cuál sería su predisposición acerca de la compra de un equipo celular ensamblado a partir de partes recuperadas de otros celulares?:



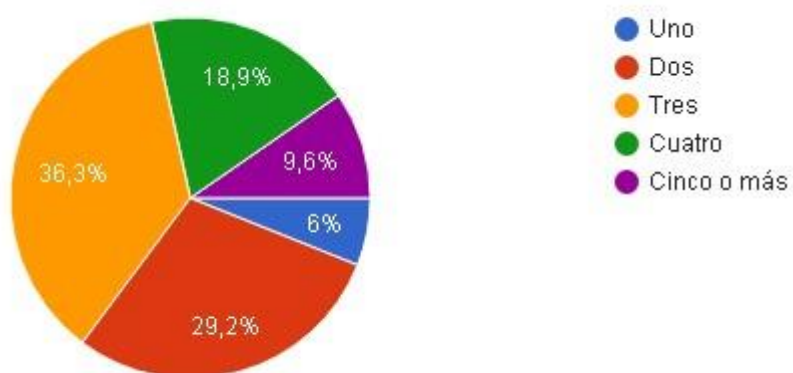
FUENTE: Elaboración propia

Grafica 16 Ordene las siguientes opciones según que tanto mejorarían su percepción acerca de la compra de celulares ensamblados con partes recuperadas, siendo 1 la que más mejoraría su predisposición:



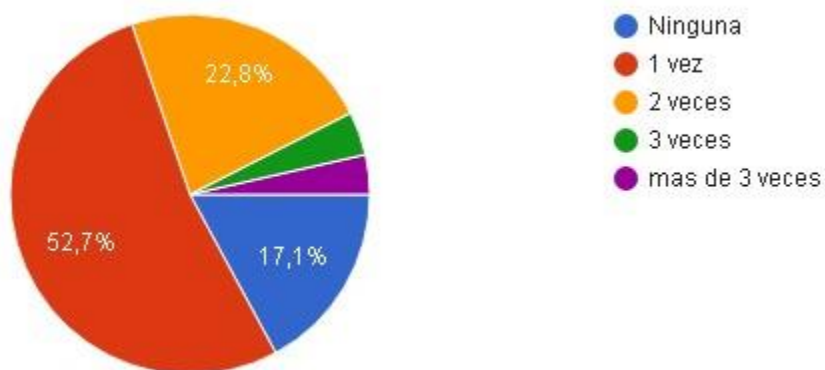
FUENTE: Elaboración propia

Grafica 17 ¿Cuántos celulares ha tenido?



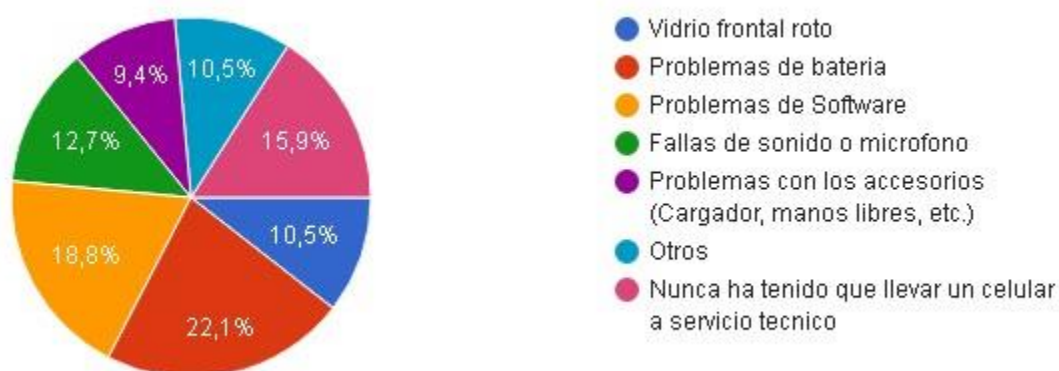
FUENTE: Elaboración propia

Grafica 18 ¿Cuántas veces ha tenido que llevar un equipo celular a servicio Técnico?



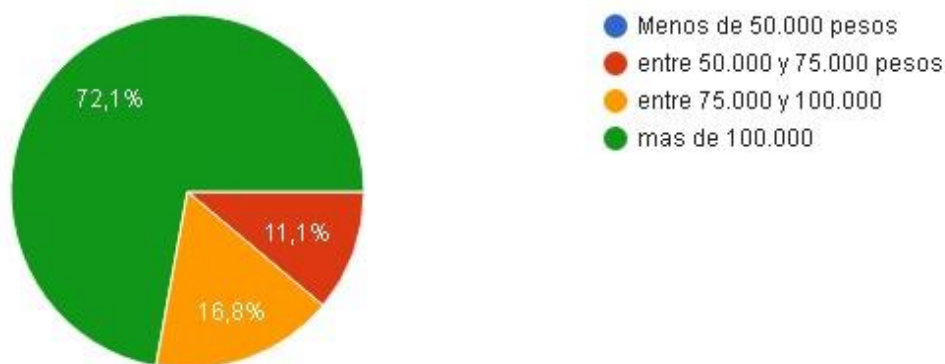
FUENTE: Elaboración propia

Grafica 19 Si alguna vez ha tenido que llevar un celular a servicio técnico ¿qué falla presento?:



FUENTE: Elaboración propia

Grafica 20 ¿Cual tendría que ser el valor aproximado por el cual usted estaría dispuesto a entregar un Smartphone que actualmente no tenga en uso?



FUENTE: Elaboración propia

En base a los datos recopilados se puede concluir que el mercado colombiano tiene un alto porcentaje de usuarios de teléfonos inteligentes, casi del 70% del total de la población encuestada posee un Smartphone, un patrón que se acentúa al focalizar los datos del rango de edades objetivo (21 – 35 años) de los cuales donde el porcentaje de personas que cuentan con un teléfono inteligente alcanza el 82%. De esta forma se observa que el mercado potencial para generar procesos de

logística inversa en el mercado de teléfonos inteligentes es amplio, suma a que cerca del 51% de dichos equipos celulares se encuentran catalogados como de media o alta gama, lo que implica que tuvieron un costo de adquisición superior a \$600.000, por lo que ofrecen un potencial de recuperación de valor alto debido a que tiene especificaciones superiores a los celulares de gamas inferiores.

Por otra parte, se evidencia que los consumidores tienen como principales variables de decisión a la hora de comprar celulares el Precio, seguido por el Diseño y las especificaciones técnicas. Esto permitiría la entrada de nuevos competidores al mercado colombiano siempre y cuando contaran un precio de entrada menor que los competidores establecidos, ofreciendo características y diseños similares.

Así mismo, el 82,6% los usuarios encuestados coincidieron en que estarían dispuestos a entregar su equipo celular actual a cambio de un descuento para la compra de un nuevo modelo, una práctica que se utiliza comúnmente en otros sectores, como por ejemplo los televisores o electrodomésticos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los usuarios en su mayoría (70,1%) esperan recibir más de \$100.000 pesos por sus teléfonos, sin importar su estado o tiempo de uso, lo que dificultara la implementación de los modelos de negocio a partir de este insumo.

En lo referente a las predisposición a la compra de equipos ensamblados a partir de partes recuperadas de teléfonos en desuso, la población de muestra tuvo una respuesta positiva, estando el 73% dispuestos a comprar un equipo remanufacturado. No obstante, para que los compradores se sientan seguros acerca de dicha adquisición se identificó que sería necesario ofrecer un periodo de garantía superior al estándar nacional (1 año), por lo que el 60% de los encuestados indicaron este factor como un determinante al momento de contemplar una compra de estas características. Igualmente, los usuarios esperan que los equipos remanufacturados tengan un precio al menos 25% más económico que los demás competidores del mercado. Si bien estos hallazgos generan dificultades a la hora de implementar un proceso de remanufactura, también demuestran la existencia de un mercado potencial no cubierto actualmente.

Finalmente, la encuesta realizada permite observar que en promedio cada usuario ha tenido entre dos y cuatro terminales, y de esta manera se vislumbra un alto número de equipos que han caído en desuso ya sea por obsolescencia (Programada o percibida), fallas de hardware o software. Este posibilitaría la implantación de modelos de logística inversa que puedan recuperar parte del

valor de dichos equipos, ya que dado el volumen potencial, se justificaría la inversión inicial requerida.

8.1. Alternativas de modelos de negocio

En este apartado se aplicaran las herramientas de eco-innovación propuestas para identificar los factores determinantes del mercado colombiano, así como delimitar las características y oportunidades de mejora al actual .modelo de recuperación de equipos en desuso, con la finalidad de poder proponer uno o varios modelos de negocio alternativos que ofrezcan mayor recuperación del valor de dichos equipos celulares al tiempo que reduzcan el impacto ambiental generado.

8.2. Pestel

Esta herramienta provee un marco simple para guiar y estructurar la búsqueda de factores que puedan tener un impacto en el éxito y estrategia de las empresas dentro de un mercado particular. Se enfoca en las compañías prestadoras de servicios, para ser aplicada durante la fase de preparación del negocio. Ofrece como resultado una guía acerca de las áreas de importancia para investigar los factores que puedan tener un impacto en el desarrollo e implementación del negocio.

Se compone de una matriz que relaciona los problemas o tendencias del mercado en lo referente a temas Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ambientales y Legales, presentando una descripción de los mismos, así como un ejemplo, la escala de tiempo y el nivel de posible impacto.

A continuación se muestran la matriz PESTEL de equipos celulares en desuso en Colombia:

Tabla 7 Matriz PESTEL

TITULO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA/TENDENCIA	EJEMPLO	ESCALA DE TIEMPO	IMPACTO (ALTO/MEDIO/BAJO)
POUTICO	La política Global ha tendido hacia temas ambientales en los últimos años, dando como resultado acuerdos internacionales de cooperación y legislación mas estricta con respecto al uso y disposición de recursos.	Convenio de Basile	mas de 7 años	ALTO
ECONOMICO	El alto valor de los equipos celulares (Entre 1 y 2 millones de pesos) que actualmente no esta siendo recuperado a nivel nacional	Se desechan cerca de 30 millones de cululares al año en el pais, y estos son entregados a Belmont Trading quien los exporta a Estados Unidos	3 años	MEDIO
SOCIAL	bajo interes de los usuarios en los programas de recolección de equipos electronicos al no tener una participación en los beneficios generados	Programa recicla tu movil y comunicate con la tierra (Porcentaje de recolección cercano al 10%)	2 años	ALTO
	Falta de consciencia ambiental	No clasificación de residuos domesticos a pesar de las legislación existente	1 año	MEDIO
TECNOLOGICO	Tendencia mundial hacia la reutilización y reciclaje de dispositivos electronicos debido a su alto valor y lo elementos recuperables que contienen	No hay un sustituto ideal para el cobre utilizado en la febricación de cables y tarjetas de circuitos	1 año	ALTO
	Baja tasa de reemplazo para los elementos utilizados actualmente en los dispositivos electronicos (No hay sustitutos ideales a nivel de rendimiento y costo)	Estudio "On the materials basis of modern society" de la universidad de Yale	mas de 10 años	ALTO
AMBIENTAL	dispositivos moviles que terminan su ciclo de vida en rellenos sanitarios, en deshusaderos dandestinos o en quemas para extraer elementos de valor	Ciudad de Guiyu, en China, donde se desmaterializan y funden articulos electronicos. Una de las ciudades mas contaminadas del mundo	3- 5 años	ALTO
	Impacto ambiental de los procesos de extracción y procesamiento de materias primas (Metales, carbon, petroleo, etc.)	hace falta dinamitar, remover y procesar una tonelada de tierra para poder extraer 5 gramos de oro.	mas de 10 años	ALTO
LEGAL	falta de un marco regulatorio vinculante que permita mayores cantidades de equipos en desuso entregados por los usuarios, al tiempo que estandarice la disposición y uso que se les den	Convenio de Concertación para una Gestión ambientalmente segura de los Residuos del Sub-sector de Telefonía Móvil y Servicios de Acceso Troncalizado en el Marco de Ciclo de Vida del Producto (No vinculante)	5- 6 años	ALTO
	Patentes y disputas legales que limitan el uso que se le pueden dar a los celulares de marcas establecidas en el mercado (Apple, Samsung, LG, Etc.)	Demandas por violación de patentes entre Apple y Samsung	3 años	MEDIO

FUENTE: Elaboración propia

De esta herramienta se pueden sacar diversas conclusiones, resaltando principalmente el hecho de que en Colombia existen actualmente limitantes de tipo Legal y social que dificultan los programas de recuperación y reutilización de equipos celulares en desuso, por lo que es necesario la intervención del Gobierno nacional para fomentar una legislación que permita mayor libertad a la hora de disponer los artículos electrónicos en desuso al mismo tiempo que se generan campañas de concientización que transfieran parte de los beneficios generados hacia el usuarios final (Remuneración por la entrega de los equipos, descuentos al momento de la compra de nuevos modelos, inversión en proyectos de desarrollo social).

Así mismo, el cuadro PESTEL resalta el atractivo de implantar un proceso de logística inversa alternativos para recuperar equipos celulares inteligentes al observarse el alto valor que tienen, la baja tasa de recuperación actual, lo difícil que es extraer los elementos con los que se fabrican y el bajo porcentaje de sustitución que tienen, por lo que no es factible encontrar un reemplazo económico, ambiental mente sostenible y que ofrezca un desempeño similar. Adicionalmente, se encuentra el impacto positivo ambiental y social que tendría un modelo de este tipo al evitar la contaminación del ambiente por la disposición inadecuada de los RAEE y al alejar a poblaciones vulnerables (Niños principalmente) de los procesos de extracción/minería (Cercana al 9% de acuerdo al Ministerio del Trabajo durante 2014) al ofrecer procesos alternativos de obtención de recursos para la fabricación de artículos electrónicos.

8.3. Lienzo del modelo de negocio

El lienzo del modelo de negocio apoya el proceso de innovación del modelo de negocio, proporcionando una representación sencilla, visual de un modelo de negocio, que consta de 9 "ladrillos" que describen las características clave de cómo funciona el negocio. El lienzo del modelo de negocio también se puede utilizar para capturar los detalles del modelo de negocio actual de la empresa. El objetivo de estas instrucciones es apoyar el proceso de innovación del modelo de negocio. Está diseñado tanto para tener una representación visual del negocio actual

como para promover la generación de modelos alternativos mediante el análisis de los detalles de la estrategia de negocio, las amenazas a la sustentabilidad y las oportunidades que se presentan.

Se pueden tomar dos aproximaciones a la hora de diligenciar el lienzo, siendo la primera definir cuales bloques no se desea cambiar debido a limitaciones particulares (aspectos que no se pueden controlar, características del negocio que representan una ventaja o diferenciación, áreas en las que se haya realizado una fuerte inversión) y construir el resto del lienzo alrededor de estos bloques. El segundo enfoque consiste en generar una idea innovadora dentro de uno de los bloques y completar el resto como apoyo a dicha idea.

Inicialmente se realizara en este apartado el lienzo del modelo de negocio para el proceso empleado actualmente para la recuperación de celulares a nivel nacional, el cual se basa en la iniciativa “Recicla tu móvil y comunícate con la Tierra” impulsada por el Ministerio de Ambiente y en la que participan todos los operadores de telefonía móvil del país, quienes se encargan de ofrecer puestos de recolección y de relazar programas para incentivar la entrega de equipos por parte de los usuarios, así como gran parte de los fabricantes de teléfonos móviles que tienen operaciones en Colombia . La iniciativa comenzó en el año 2007, año durante el cual se logró la recolección de más de 264.593 equipos celulares en desuso.

El proceso de reciclaje comienza en la empresa Belmont-Trading, la cual realiza la clasificación de los equipos recolectados, separándolos según estado y modelo. Posteriormente se categorizan cargadores, accesorios, tapas y cables.

Cada una de las baterías es contenida en un empaque plástico para evitar riesgos por contacto para los empleados y el roce entre las baterías. Luego se depositan las baterías en bidones con capacidad de 80 Kg para evitar contacto con otros elementos y se sellan con estrictas normas de seguridad debido a sus componentes tóxicos.

Los equipos celulares se clasifican de acuerdo a las tecnología que emplean: TDMA, CDMA o GSM. En los casos en los que los equipos aun presentan información del usuario en su memoria interna se procede al borrado de todos los datos. Cada dos meses, debido al bajo volumen de recolección a nivel nacional, los aparatos se clasifican y empacan para ser enviados a la planta de reciclaje en Chicago, Estados unidos, realizando el transporte bajo la normatividad del Convenio de Basilea por tratarse de residuos potencialmente peligrosos. El material es enviado a Estados Unidos para su procesamiento ya que en Colombia no se cuenta con la tecnología

requerida para realizar este procedimiento. Una vez en la plata, los equipos previamente clasificados se funden en hornos que alcanzan temperaturas de 1.200 C°. Posteriormente el material derretido atraviesa diferentes procesos químicos mediante los cuales se extraen distintos tipos de elementos de valor. De este proceso se obtienen lingotes de material en bruto que son enviados a las diferentes industrias para la fabricación de nuevos bienes.

A continuación se presenta el lienzo del modelo descrito:

Tabla 8 Lienzo del Modelo Actual

Socio Claves  Operadores Móviles Consumidor Final Belmont Trading	Actividades Claves  Recolección de Equipos Clasificación Exportación Desmaterialización Recursos claves  Smartphones Amplia red de puntos de recolección Planta de procesamiento Usuarios concientizados	Proposiciones de Valor  recuperación de los metales valiosos de los equipos	Relaciones con el Consumidor  Asistencia Voluntaria a la RED Campañas de Concientización Canales  Puntos de recolección	Segmentos de Consumidores  Usuarios Finales Belmont Trading
Estructura de Costos Entrega voluntaria de equipos Consolidación del material Exportación a Estados Unidos	Flujos de Ingresos  Pago por parte de Belmont Trading a las Operadoras móviles por los equipos entregados. Aprox. 2,000 pesos por equipo	Flujos de Ingresos  Pago por parte de Belmont Trading a las Operadoras móviles por los equipos entregados. Aprox. 2,000 pesos por equipo	Flujos de Ingresos  Pago por parte de Belmont Trading a las Operadoras móviles por los equipos entregados. Aprox. 2,000 pesos por equipo	Flujos de Ingresos  Pago por parte de Belmont Trading a las Operadoras móviles por los equipos entregados. Aprox. 2,000 pesos por equipo

FUENTE: Elaboración propia

Del lienzo del modelo actual se puede extraer que el primer punto crítico del proceso es la entrega voluntaria y sin compensación para el usuarios por la entrega de los teléfonos celulares, ya que esto promueve que se busquen otros destinos para estos equipos de tal forma que se reciba algún beneficio por la entrega (Venta en mercado de segunda mano, entrega a un familiar o amigo, almacenamiento como equipo de repuesto). Adicionalmente, se evidencia que el proceso de

recuperación de los elementos valiosos se realiza en Estados Unidos, por lo que el beneficio económico y social (Generación de empleos) se ve reflejado fuera de Colombia. Finalmente, es llamativo el bajo precio tan bajo que paga la empresa Belmont Trading por los equipos recuperados, lo que impide que el modelo actual tenga impactos positivos significativos a nivel de desarrollo sostenible.

Con base en lo anterior, se procedió a generar el lienzo del modelo de negocio a partir de la idea de realizar la recuperación de los elementos de valor a nivel nacional, por lo que se plasmara esta idea en el bloque “Proposiciones de valor”, y a partir de allí se completaran los demás bloques de tal forma que apoyen y complementen esta idea:

Tabla 9 Lienzo del Modelo de Innovación

Socio Claves  Operadores Móviles Consumidor Final Belmont Trading Gobierno Nacional	Actividades Claves  Recolección de Equipos Clasificación Exportación Desmaterialización Recursos claves  Smartphones Amplia red de puntos de recolección Planta de procesamiento Usuarios concientizados	Proposiciones de Valor  recuperación de los metales valiosos de los equipos	Relaciones con el Consumidor  Asistencia Voluntaria a la RED Campañas de Concientización Canales  Puntos de recolección	Segmentos de Consumidores  Usuarios Finales Belmont Trading
Estructura de Costos Entrega voluntaria de equipos Consolidación del material Exportación a Estados Unidos	 Proceso de desmaterialización	Flujos de Ingresos  Pago por parte de Belmont Trading a las Operadoras móviles por los equipos entregados. Aprox, 2.000 pesos por equipo		

FUENTE: Elaboración propia

Del ejercicio anterior, partiendo de la innovación de realizar nivel nacional el proceso de recuperación de valor, se definieron requisitos indispensables para que esta idea pueda llevarse a cabo. El primero de ellos es la necesidad de una legislación que fomente por parte de los usuarios la devolución de los equipos en desuso mediante una remuneración de acuerdo al celular entregado, o mediante descuentos tributarios. Así mismo, se requeriría que los operadores móviles también incentivaran la entrega de equipos, dando a cambio descuentos en la compra de celulares nuevos, un modelo similar al que se usa con frecuencia en el mercado de televisores, en el cual se realizan campañas puntuales por marca en las que por la entrega de un televisor en cualquier estado otorgan un bono de compra para renovar dicho equipo.

De igual forma, el lienzo del modelo de negocio permitió identificar al menos dos nuevos modelos de negocio, siendo el primero de ellos la venta de equipos remanufacturados a partir de partes recuperadas de los celulares en desuso entregados por los usuarios. Este modelo se basaría en el hecho que los equipos celulares tienen un costo muy superior al valor de sus elementos, como lo describe el análisis realizado por Teardown, empresa especializada en el análisis de los componentes de los Smartphones, en el cual se identificaba que el costo de los componentes de un Iphone 6 era de aproximadamente 227 dólares, lo que dejaba un amplio margen de ganancia respecto a su precio de venta al público (Aprox. 600 dólares). De esta forma, es claro que en muchos casos los componentes tienen un mayor valor que los elementos de los que están hechos (Cobre, oro, plata, etc.) por lo que se abre la posibilidad de poder recuperar un mayor porcentaje del valor de los mismos si se reutilizan en vez de ser desmaterializados.

El segundo modelo de innovación se basa en el mismo principio del alto costo de los componentes de los celulares, pero no involucra el ensamble ni producción de un producto nuevo, únicamente la reventa de las partes reutilizables (Pantallas, baterías, memorias, procesadores) para la reparación de terminales que presenten fallas y sean entregados a los centros de servicios.

Una tercera alternativa es la nacionalización del proceso de fundición y extracción de metales valiosos que actualmente se realiza a través de la Empresa Belmont Trading. De esta forma no sería necesaria la exportación del material y se transmitirían los beneficios económicos y sociales de manera más directa al mercado nacional.

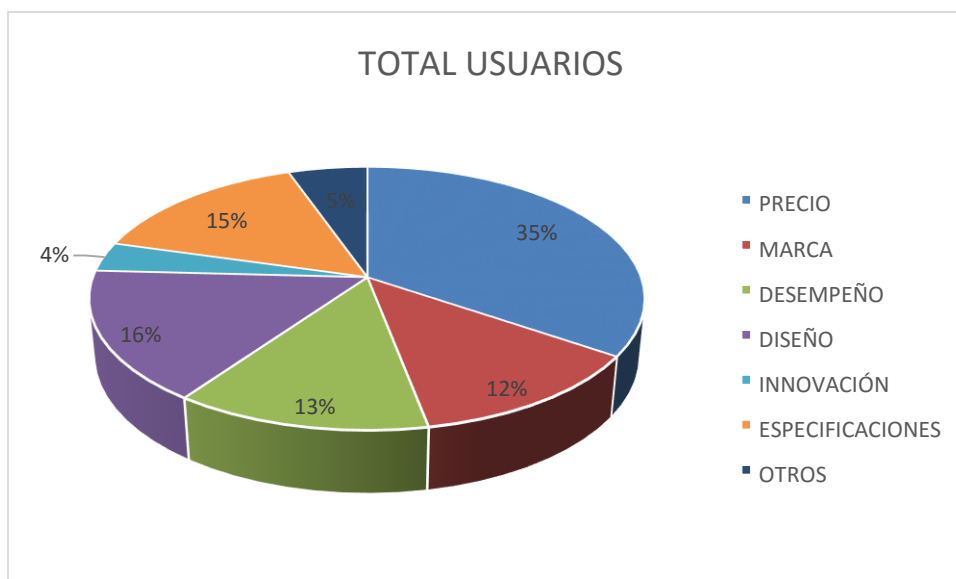
A continuación, se detallara los modelos propuestos y se aplicaran herramientas de eco-innovación que permitan determinar sus fortalezas y debilidades.

8.4. Remanufactura y ensamble de equipos

De acuerdo a la encuesta realizada en enero de 2016 el sector de los teléfonos inteligentes (SmartPhones) en el mercado Colombiano esta principalmente impulsado por los equipos de baja y media gama (Precios inferiores a \$700.000), los cuales constituyen cerca del 70% del total de la base instalada, y para los que el valor de compra es uno de los factores determinantes en la toma de la decisión de compra por parte del usuario final, superando en la mayoría de los casos a la marca, las especificaciones o diseño del teléfono, de acuerdo a la información obtenida de la encuesta.

La siguiente grafica muestra los resultados obtenidos de la consulta realizada a los consumidores con respecto al principal factor de decisión al momento de la compra de un Smartphone de baja o media gama:

Grafica 21 Factores de decisión para compra de Smartphone



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Es por ello que es importante considerar un modelo de negocio basado en la reutilización de partes y elementos recuperados de los procesos de logística inversa, aplicados a celulares en desuso, para el ensamble de nuevos equipos que serían distribuidos a bajo costo, con características

que cumplan las necesidades de los consumidores menos exigentes y ajustado a los estándares de calidad del sector.

En este modelo, se realizaría un desensamble cuidadoso de los diferentes componentes de los celulares recuperados (Pantalla, procesador, memoria RAM, etc.), garantizando su integridad y valía. De acuerdo a la información facilitada por Anovo, proveedor de reparación y reacondicionamiento de Celulares, decodificadores y Módems de Movistar, un equipo de 10 personas puede realizar el desensamble y clasificación de en promedio de 600 equipos celulares diarios.

Posteriormente, se realizaría una clasificación de acuerdo a las características, tecnología y estado físico de cada componente para poder proceder con la pruebas de calidad que determinen el estado funcional y posibilidades de uso específico, ya que la compatibilidad entre componentes de diferentes marcas y referencia no es universal.

Debido al flujo no estandarizado de partes que resultaría de los procesos anteriores, se requeriría desarrollar diferentes modelos de terminales que pudiesen ser ensamblado de acuerdo a las partes de que se disponga, clasificadas por tipo de tecnología (4g, 3g, pantallas lcd, OLED, etc.) ya que no es posible garantizar una cantidad específica para cada referencia debido a que se estará sujeto a la oferta de equipos en desuso que se genere por parte de los usuarios finales. De esta forma deben existir modelos de celulares base que pudiesen ser ensamblados con componentes de diferentes referencias, manteniendo ciertos estándares en las especificaciones y funcionalidad del equipo, pero que al mismo tiempo puedan ser adaptados para hacer uso de la materia prima disponible. Con este criterio se podría abarcar un amplio rango de nichos de mercado, tales como el sector de baja gama donde el precio es el principal factor de decisión, el mercado juvenil donde la experiencia multimedia y conectividad son vitales o incluso un mercado empresarial donde la seguridad y resistencia determinan la elección de un equipo.

Este es un proceso similar al que se emplea para el reacondicionamiento de equipos decodificadores de televisión satelital, en el cual una vez los equipos son entregados por parte del cliente, ya sea por una falla técnica o la terminación del servicio, estos son acopiados y se realiza el desensamble de los mismos para categorizar los componentes reutilizables. A partir de este insumo se procede con la reparación y remanufactura de equipos que cumplan con los estándares de calidad solicitados y puedan ser utilizados nuevamente en el mercado. Con el aprovechamiento

de decodificadores y partes recuperados del cliente se logra reducir el costo por cada instalación nueva de un servicio, pasando de un promedio de \$200.000 pesos de la compra de un equipo nuevo a cerca de \$75.000 que es el costo de la remanufactura con partes recuperadas. (Jordan, 2016)

Por otra parte, se podría realizar un modelo paralelo de producción bajo demanda, en la que los consumidores solicitaran un equipo con determinadas especificaciones, sobre las cuales se comenzaría el proceso de ensamble. Esta alternativa ya la ofrecen empresas como Motorola, la cual a través de su aplicación Moto Maker permite al usuario personalizar el tamaño de pantalla, capacidad de almacenamiento, el color de las cubiertas, los accesorios que se incluirán y grabados que se realizaran en la carcasa del equipo que se enviara al usuario, lo que permite que cada celular sea diferente y se ajuste a las necesidades y gustos específicos de cada individuo.

Con esta alternativa se obtendría una mayor satisfacción del cliente ya que recibiría un equipo con las características que desea, al tiempo que permitiría reducir los gastos de producción y almacenaje de producto en proceso que tendrá que esperar a que haya una compra efectiva. Por otra parte, este servicio permitiría realizar el cobro de un valor relativamente mayor por el equipo terminado dado su grado de personalización y exclusividad, algo que ya se observa en el caso de Moto Maker, donde el costo se incrementa hasta en un 22% con respecto a un equipo estándar, que es asumido por el consumidor con tal pueda sentir que tiene un equipo diferenciado y ajustado a sus requisitos.

Esta propuesta se ve reforzada por la encuesta realizada en la ciudad de Bogotá entre el 01 de Noviembre de 2015 y el 30 de enero de 2016 (Anexo 1) en la cual se consultaba a los consumidores su posición frente a los diferentes aspectos abarcados en este trabajo. Específicamente, varios de los interrogantes propuestos estaban relacionados con la disposición de los usuarios para adquirir equipos celulares de marca genérica, ensamblados a partir de partes recuperadas de otros celulares, vendidos a precios inferiores a los de referencias con características similares de otras marcas. De los datos recolectados se obtiene que más de un 60% de los encuestados estarían dispuestos a comprar equipos fabricados bajo el modelo propuesto, siempre y cuando se contara con un precio significativamente inferior al de la competencia, se otorgasen garantías al mismo nivel del sector (Años y cubrimiento) y se ofreciesen incentivos económicos a quienes entregasen sus celulares obsoletos. Como se demuestra con el proceso de recuperación de equipos de televisión satelital descrito en párrafos anteriores y en los procesos de venta de equipos

reacondicionados impulsados por empresas como Apple el precio suele ser en promedio entre un 25 y un 55% menor que un equipo totalmente nuevo (Precio de un iPad mini 2: 409 euros, precio del mismo equipo restaurado: 309 euros.)⁶

8.4.1. Requisitos del modelo

Para que el modelo propuesto fuera viable se requiere que se garanticen los siguientes puntos:

- Acuerdos legales con los fabricantes de equipos celulares (Samsung, LG, Motorola, Lenovo, Apple, entre otros) de tal forma que se establezcan los aspectos legales que regulen el uso de componentes protegidos bajo patentes vigentes. Este aspecto es el que ofrece mayor dificultad al desarrollo del modelo debido a la inversión que realizan las empresas en la investigación y desarrollo de productos, por lo que aseguran el retorno de dicha inversión a través del uso de patentes que imposibiliten que los competidores aprovechen los hallazgos obtenidos.
- Legislación por parte del gobierno nacional para la fabricación y venta de equipos celulares a base de componentes recuperados de teléfonos en desuso. Principalmente decretos que incentiven la entrega de los equipos en desuso y que garanticen retribución al usuario de parte de los beneficios obtenidos por el aprovechamiento de estos equipos.
- Disposición por parte de los consumidores para adquirir Smartphones fabricados bajo el modelo propuesto, impulsada por la entrega de bonos de compra para reposición del equipo entregado (Similar a las campañas realizadas para la compra de televisores, en las que por la entrega de un televisor en cualquier estado otorgan un bono para la compra de uno nuevo) y la venta de quipos remanufacturados a menor precio, todo apoyado por una campaña de marketing a gran escala que concientice a los consumidores acerca de los beneficios económicos, sociales y principalmente ambientales que ofrece el modelo propuesto. - Inversiones privadas que impulsen

⁶ El programa de equipos restaurados de Apple actualmente solo aplica para los mercados de Estado Unidos, España y Reino Unido.

el desarrollo de los requisitos técnicos y tecnológicos, al mismo tiempo que permitan asegurar el correcto establecimiento de una cadena de abastecimiento que sustente el modelo propuesto.

8.4.2. Aplicación de la herramienta de Eco-innovación DOFA.

A continuación, con el fin de determinar la viabilidad del modelo propuesto, se aplicara la herramienta denominada DOFA; propuesta por la UNEP, y que busca identificar las fortalezas y debilidades internas del modelos, así como las amenazas y oportunidades que ofrece el entorno. De esta forma los factores determinantes se plantearan en la matriz DOFA permitiendo un fácil análisis y clasificación, identificando los más importantes y que concentraran los esfuerzos para lograr la sustentabilidad:

Tabla 10 Matriz DOFA Para El Modelo De Remanufactura De SmartPhones.

POSITIVO Para volverse mas sostenible		PEJUDICIAL Para volverse mas sostenible	
FORTALEZAS		DEBILIDADES	
INTERNAS	-Alta recuperación del valor de los equipos, cercana al 55% de acuerdo a los resultados de los modelos de remozamiento de decodificadores y modems de Movistar -Reducción de las emisiones de gases contaminantes al no requerir de la fundición ni desmaterialización de los equipos. - Transmisión de los beneficios económicos y sociales a las poblaciones que participan en el proceso - Integración de diversas industrias, al requerir transporte nacional, colaboración de los operadores celulares, el gobierno, empresas tecnológicas y distribuidores.	-Flujo no estandarizado de lo equipos en desuso, complicando el proceso de ensamble y fabricación -Necesidad de personal altamente capacitado y con experiencia en la industria celular (En Colombia actualmente no se fabrican celulares ni existe un personal capacitado para dicho fin) -Se requiere una inversión significativa en Marketing para poder posicionar las marca y los equipos reacondicionados en el mercado -Requiere el desarrollo de un servicio post-venta y Garantía -Pantes como placas base, carcasas y baterías no podran ser reutilizadas, por lo que no se recuperara su valor.	
OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
EXTERNAS	-Mercado de celulares en Colombia muestra un crecimiento anual cercano al 10% -Usuarios dispuestos a comprar equipos reacondicionados -Uso de componentes similares entre los equipos celulares (Procesadores, pantallas, memorias)	-Falta de cooperación por parte de los fabricantes de celulares para poder facilitar la reutilización de componentes patentados -Bajos niveles de recuperación de equipos en desuso (en promedio se recupera 1 de cada 10 equipos en desuso) -Productores Chinos que ofrecen equipos a precios significativamente mas Bajos que la competencia (Xiaomi, OnePlus, ZTE)	
Origen (Atributos de las compañia)			
Origen (atributos del entorno)			

FUENTE: Elaboración propia

De la aplicación de la herramienta se pueda concluir que el modelo ofrece una alta tasa de recuperación del valor de los equipos en desuso, cercana al 55%, al tiempo que transmite los beneficios económicos y sociales a la población nacional mediante la generación de empleos y la reducción de los desechos electrónicos. Así mismo, al involucrar a diversos sectores productivos promueve la transmisión de las mejores prácticas de producción y ambientales, logrando sinérgicas y eficiencias en el proceso. Así mismo, el modelo se beneficiaría de un crecimiento sostenido del mercado de celulares en Colombia de aproximadamente el 10% anual y de la similitud entre los componentes actualmente utilizados en los celulares.

No obstante, el modelo se ve afectado por la baja tasa actual de recuperación de equipos, aproximadamente del 10%, lo que dificulta la obtención de los componentes necesarios y funcionales para el ensamble de nuevos celulares. Aun así, el principal obstáculo para el modelo es la falta de cooperación por parte de los fabricantes de celulares y componentes, los cuales a través del uso de patentes limitan el uso que nuevas empresas puedan dar a sus desarrollos, impidiendo así la reutilización de partes que cubran las patentes. En este aspecto se requieren acuerdos internacionales enfocados a la eco-eficiencia, la cual tiene como principio la cooperación entre los agentes para lograr solucionar los problemas ambientales actuales.

Otro punto a tener en cuenta y que dificulta la implantación del modelo son las marcas chinas emergentes, las cuales ofrecen celulares con características técnicas sobresalientes a precios muy inferiores que la competencia. Por ejemplo, un celular Xiaomi MI5 se puede comprar en Colombia por \$1.349.000 a través de Mercadolibre, mientras que en la misma página un Galaxy S7 Edge se puede comprar por \$2.189.900, a pesar que ambos equipos tienen el mismo procesador, capacidad de almacenamiento, cámaras similares y pantallas equivalentes. De esta forma los equipos remanufacturados serían menos atractivos al poder obtenerse celulares nuevos con características similares con precios no mucho mayores.

Por último, una debilidad de este modelo es la necesidad de crear un servicio postventa y garantía para los equipos remanufacturados, para los cuales, según las estimaciones realizadas por Anovo, el 20% requerirá servicio técnico durante su ciclo de vida, lo que incrementara los costos y reducirá los beneficios que se puedan obtener del modelo.

8.5. Venta de componentes y partes

Un segundo modelo de negocio aplicable a los procesos de logística inversa en SmartPhones sería la reventa de los diferentes componentes recuperables de los equipos en desuso (Pantallas, baterías, accesorios, placas base, etc.) en el mercado de refacciones y repuestos. De acuerdo a consultas realizadas a diversos centros de mantenimiento y arreglo de Teléfonos Inteligentes (Anexo 2), se evidencia que cerca del 24% de los teléfonos que ingresan a servicio técnico requerirán del cambio de alguno de sus componentes. Es allí donde toma relevancia la alternativa de realizar el desensamble de los equipos recuperados e identificar los componentes en buenas condiciones o aquellos susceptibles de reparación que puedan ser comercializados en el mercado de acuerdo a sus especificaciones.

En base a las características del consumo del sector, en donde un equipo tiene entre 1 y 2 años de uso en promedio, se puede deducir que aun cuando cierta cantidad de equipos de un modelo en particular hayan caído en desuso, es muy probable que cerca del 30% de usuarios aun tengan modelos similares o incluso que aún se comercialicen dichos modelos, por lo cual en algún momento se requerirán de las refacciones de ciertos componentes para realizar mantenimientos, por lo que existiría un mercado constante para las partes recuperadas de los aparatos en desuso.

De esta forma se daría una segunda vida a muchos de los componentes de los equipos en desuso, ofreciéndolos a precios que benefician a los centros de servicio técnico y a los consumidores finales, al tiempo que se genera una recuperación del valor de aparatos que normalmente terminarían en rellenos sanitarios o en procesos de desmaterialización ilegales altamente contaminantes como la quema.

8.5.1. Requisitos del modelo

Para que el modelo propuesto sea viable en el mercado colombiano se requerirá de los siguientes aspectos:

- Acuerdos legales con los fabricantes de equipos celulares (Samsung, LG, Motorola, Lenovo, Apple, entre otros) de tal forma que se establezcan los aspectos legales que regulen el uso de componentes protegidos bajo patentes vigentes. Este aspecto es el que ofrece mayor dificultad al desarrollo del modelo debido a la inversión que realizan las empresas en la investigación y desarrollo de productos, por lo que aseguran el retorno de dicha inversión a través del uso de patentes que imposibiliten que los competidores aprovechen los hallazgos obtenidos.
- Legislación por parte del gobierno nacional para la fabricación y venta de equipos celulares a base de componentes recuperados de teléfonos en desuso. Principalmente decretos que incentiven la entrega de los equipos en desuso y que garanticen retribución al usuario de parte de los beneficios obtenidos por el aprovechamiento de estos equipos.
- Realización de un estricto seguimiento al historial de funcionamiento de los equipos en los que se haga uso de los componentes recuperados, con el fin de identificar fallos reincidentes y problemas de compatibilidad.
- Convenios de servicio con operadoras celulares y centros de servicio técnico autorizados para garantizar que haya un mercado de consumo para los componentes recuperados.

8.5.2. Aplicación de la herramienta de Eco-innovación DOFA.

A continuación, con el fin de determinar la viabilidad del modelo propuesto, se aplicará la herramienta denominada DOFA; propuesta por la UNEP, y que busca identificar las fortalezas y debilidades internas del modelo, así como las amenazas y oportunidades que ofrece el entorno. De esta forma los factores determinantes se plantearán en la matriz DOFA permitiendo un fácil análisis y clasificación, identificando los más importantes y que concentrarán los esfuerzos para lograr la sustentabilidad:

Tabla 11 Matriz DOFA Para El Modelo De Venta De Componentes Y Partes

POSITIVO Para volverse mas sostenible		PEJUDICIAL Para volverse mas sostenible	
FORTALEZAS		DEBILIDADES	
INTERNAS	Origen (Atributos de las compañías)	-Recuperación considerables del valor de los equipos, cercana al 35% de acuerdo a los resultados de los modelos de remozamiento de decodificadores y modems de Movistar -Inversión inicial inferior al no incurrir en procesos de I+D ni en líneas de ensamblaje y procesos de garantía al usuarios final -No tiene requisitos técnico excesivos al contemplar solo el desensamblaje y prueba de los componentes. -No requiere la concientización por parte de los usuarios para la compra de artículos remanufacturados	-Flujo de componentes que tienen un bajo índice de falla y que no se reutilizarán frecuentemente (RAM, placas base, sensores) -no se genera valor agregado al centrarse únicamente en la separación de componentes reutilizables y no involucrar transformación de los bienes -No hay retribución directa al usuario final por la entrega de los equipos en desuso -Bajo impacto social al no integrar industrias y requerir menor mano de obra comparado con el modelo de remanufactura
		AMENAZAS	
EXTERNAS	Origen (atributos del entorno)	-Mercado de celulares en Colombia muestra un crecimiento anual cercano al 10% -Porcentaje alto de equipos que necesitaran servicio técnico durante su ciclo de vida (20%) -Uso de componentes similares entre los equipos celulares (Procesadores, pantallas, memorias)	-Falta de cooperación por parte de los fabricantes de celulares para poder facilitar la reutilización de componentes patentados -Bajos niveles de recuperación de equipos en desuso (en promedio se recupera 1 de cada 10 equipos en desuso) -mercado clandestino de reparación y servicio técnico, que no esta debidamente regulado y que ofrece precios entre un 30 y 40% menores que los canales autorizados
		OPORTUNIDADES	

FUENTE: Elaboración propia

El análisis de la herramienta de Eco-innovación DOFA permite observar que al igual que en el caso del modelo anterior, la comercialización de refacciones recuperadas de los equipos en desuso se beneficiaría de oportunidades del entorno, principalmente el crecimiento constante del mercado de celulares en Colombia así como el uso de componentes similares entre las diferentes

marcas (Pantallas, procesadores, memorias, etc.), lo que sumado al hecho de que cerca del 20% de los celulares requerirán algún tipo de servicio técnico durante su ciclo de vida, asegura un mercado potencial para la comercialización de las partes recuperadas.

Pero al igual que se beneficia de las condiciones del entorno, este modelo también se ve afectado por las amenazas presentes, principalmente la falta de cooperación por parte de los fabricantes de celulares y componentes, los cuales a través del uso de patentes limitan el uso que nuevas empresas puedan dar a sus desarrollos, impidiendo así la reutilización de partes que cubran las patentes, limitando el valor recuperable de los equipos en aproximadamente un 70%. A esto se debe agregar los bajos niveles de recuperación de equipos en desuso y el mercado clandestino de reparación de celulares, el cual acapara cerca del 40% del mercado de acuerdo a la encuesta realizada a los consumidores acerca de cómo realizan el servicio técnico cuando se requiere.

En los aspectos positivos, se debe destacar que este modelo ofrece una recuperación de valor significativa del 35% y no requiere de desarrollos técnicos y de infraestructura tan complejos como en el modelo de remanufactura, lo que facilita su implantación. Igualmente, no se requiere de una disposición por parte de los usuarios para la compra de artículos reacondicionados ya que la venta de los componentes recuperados se realizaría directamente a los centros de servicio técnico autorizados.

En conclusión, se puede observar que el modelo de la venta de partes para refacciones se enfrenta a obstáculos del entorno bastante significativos, y por el contrario no tiene una generación de valor tan importante como el modelo de remanufactura, al tiempo que recupera un menor porcentaje de los componentes de los equipos en desuso mientras varios de los mismo no tienen una demanda real en el mercado de refacciones debido al bajo índice de falla de los mismo (Memorias RAM 1% de fallas, Placas base 0,2%, sensores de proximidad, 0,1%, giroscopios 0%) por lo que no se reutilizarían.

8.6. Desmaterialización y comercialización de commodities

El tercer y último modelo negocio propuesto para los procesos de logística inversa aplicados a teléfonos inteligentes es la desmaterialización mediante fundición para realizar la extracción de los diferentes elementos valiosos, principalmente metales (Oro, Platino, aluminio, etc.), que se encuentran en diferentes concentración en cada equipos celular. Este proceso es similar al que se está empleando actualmente en Colombia, donde una vez realizada la recolección y clasificación de los equipos celulares en desuso, son enviados a la planta de producción de Belmont en Estado Unidos, donde mediante la trituración y funciones de los componentes se extraen los elementos de alto valor como Oro, platino, plata o cobre. La propuesta radica en que el proceso de desmaterialización se realice a nivel local, lo que lograría que los ingresos y beneficios sociales se vieran reflejado dentro del país no únicamente en la nación hacia la que se exportan los equipos.

Esta es la metodología es la más común a la hora de recuperar el valor de los RAEE ya que no requiere un alto grado de tecnificación, mano de obra ni involucra procesos complejos adicionales de mercadeo, ventas o acuerdos con los fabricantes primarios de los productos.

Los equipos celulares se clasifican de acuerdo a las tecnologías que emplean: TDMA, CDMA o GSM.

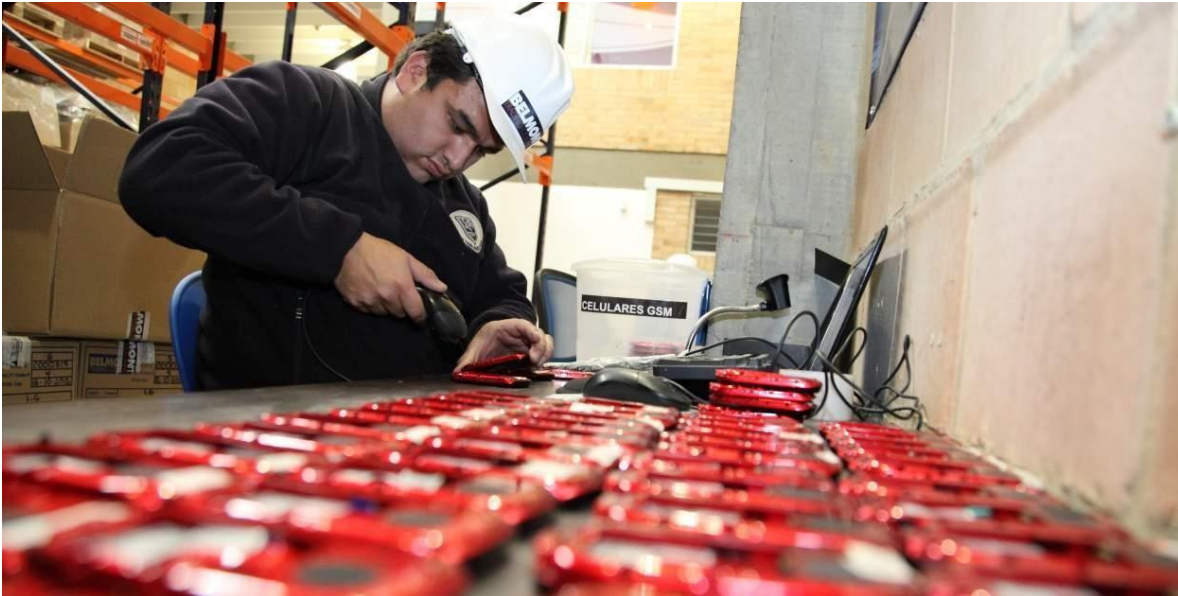
Imagen 1



Fuente: Editorial el Tiempo, Paso a paso del proceso de reciclaje de un celular, 2014

En los casos en los que los equipos aun presentan información del usuario en su memoria interna se procede al borrado de todos los datos.

Imagen 2



Fuente: Editorial el Tiempo, Paso a paso del proceso de reciclaje de un celular, 2014

Imagen 3



Fuente: Editorial el Tiempo, Paso a paso del proceso de reciclaje de un celular, 2014

Una vez en la plata, los equipos previamente clasificados se funden en hornos que alcanzan temperaturas de 1.200 C°. Posteriormente el material derretido atraviesa diferentes procesos químicos mediante los cuales se extraen distintos tipos de elementos de valor.

Imagen 4



Fuente: Editorial el Tiempo, Paso a paso del proceso de reciclaje de un celular, 2014

De este proceso se obtienen lingotes de material en bruto que son enviados a las diferentes industrias para la fabricación de nuevos bienes.

Imagen 5



Fuente: Editorial el Tiempo, Paso a paso del proceso de reciclaje de un celular, 2014

8.6.1. REQUISITOS DEL MODELO

Para que el modelo propuesto sea viable en el mercado colombiano se requerirá de los siguientes aspectos:

- No renovación del contrato actual con el que cuenta Belmont Trading, el cual le otorga exclusividad para la desmaterialización de equipos celulares provenientes de Colombia.
- Aumento del volumen de equipos recuperados, incentivando a los usuarios a realizar la entrega de los equipos en desuso mediante la entrega de bonos de recompra, descuentos o campañas de cross-selling en las cuales otorgue al usuario promociones para acceder a bienes no relacionados con la telefonía celular.
- Inversión público-privada para el diseño y construcción de la planta de desmaterialización y extracción de metales.

8.6.2. Aplicación de la herramienta de Eco-innovación DOFA.

A continuación, con el fin de determinar la viabilidad del modelo propuesto, se aplicara la herramienta denominada DOFA; propuesta por la UNEP, y que busca identificar las fortalezas y debilidades internas del modelos, así como las amenazas y oportunidades que ofrece el entorno. De esta forma los factores determinantes se plantearan en la matriz DOFA permitiendo un fácil análisis y clasificación, identificando los más importantes y que concentraran los esfuerzos para lograr la sustentabilidad:

Tabla 12 Matriz DOFA Para El Modelo De Desmaterialización.

POSITIVO para volverse mas sostenible		PERUJICIAL para volverse mas sostenible	
FORTALEZAS		DEBILIDADES	
INTERNAS Origen (Atributos internos de la compañía)	-Baja tecnificación, simplicando la implantación	-Emisiones de material particulado y toxina en el aire -Bajo valor agregado en el producto final -Bajo Impacto Social -No genera retribución directa al usuario	
	-Facilidad para la disposición correcta de los residuos generados		
	-Rapido flujo de productos desde el inicio del proceso hasta la entrega del material final		
	-Bajo costo operacional		
OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
EXTERNAS Origen (Atributos internos del entorno)	-Rapida comercialización del producto Final	-Volatilidad de los precios -Negativa social a la apertura de nuevas plantas de fundición -Endurecimiento de las regulaciones ambientales	
	-Demanda establece los materiales recuperados		
	-Precios con tendencia a la alta para los commodities		

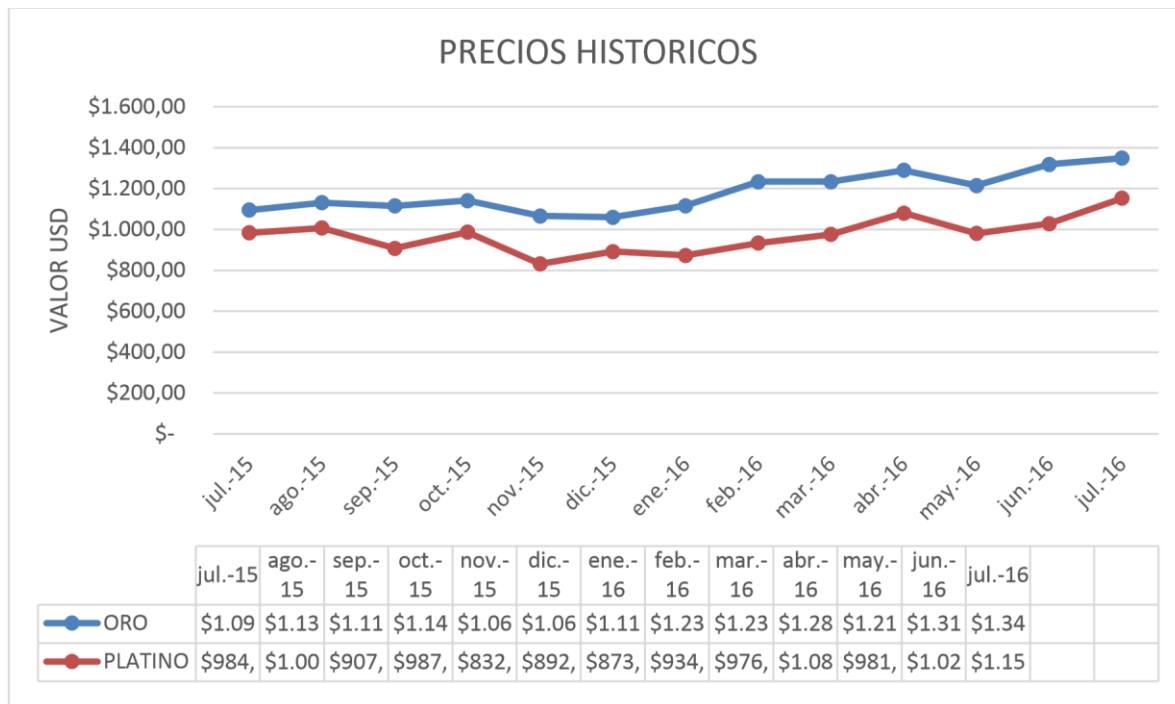
FUENTE: Elaboración propia

La aplicación y análisis de la herramienta de Eco-innovación DOFA permite identificar que el modelo propuesto basa sus fortalezas internas en su simplicidad ya que al no contemplar la fabricación ni ensamble de ningún bien, requiere una tecnificación menor que los modelos anteriores, lo que facilita la puesta en marcha. Así mismo, esta simplicidad del modelo de negocio reduce la necesidad de personal altamente calificado para las labores productivas, centrándose en operarios de maquinaria pesada y analistas de producción, lo que reduce significativamente los costos operacionales. Sin embargo este punto también representa una de las desventajas del modelo, ya que al emplear a un menor número de personas, genera menor impacto socio-económico en las comunidades donde se realice el proceso.

Por otra parte, el modelo ofrece también una fácil disposición de los materiales no reutilizables, ya que en las etapas iniciales del proceso de desmaterialización se realiza una clasificación de los elementos recuperados, por lo que se cuenta con una adecuada segregación de los residuos, a los cuales se podrá aplicar la disposición ambiental que corresponda de manera eficaz.

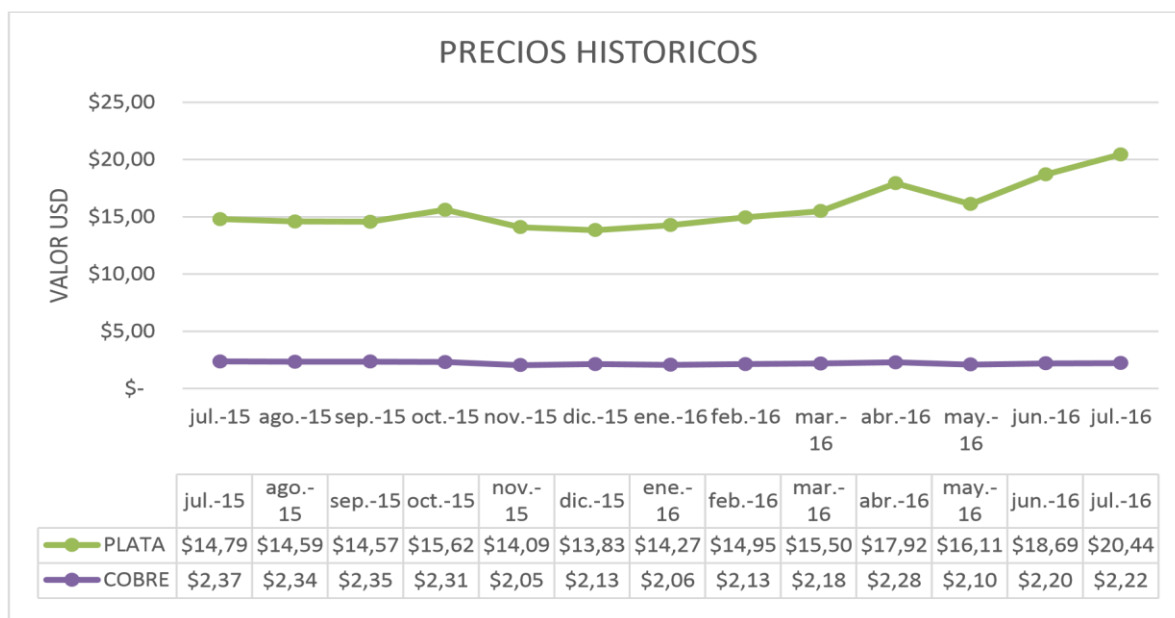
Las ventajas anteriormente mencionadas se ven potenciadas por la demanda constante de metales y materias primas que se recuperarían del proceso. De esta forma, metales como el Oro, la Plata o el Cobre son fundamentales en diversas industrias tales como la Joyería, artículos electrónicos, automotriz, entre otros, por lo que la necesidad de los mismos y su rápida comercialización está garantizada. Igualmente, detallando los precios históricos de los commodities se puede observar que han tenido una tendencia al alta, lo que permitiría mayores beneficios económicos con el modelo propuesto:

Grafica 22 Precios Históricos Oro y Platino



FUENTE: elaboración propia a partir de datos del Banco De La Republica

Grafica 23 Precios Históricos Plata y Cobre



FUENTE: elaboración propia a partir de datos del Banco De La Republica

Como se observa en las gráficas anteriores, la tendencia de los precios en los tiempos recientes ha sido positiva, a excepción del Cobre, que ha mantenido su precio relativamente estable. Sin embargo, los precios de los commodities son altamente sensibles y variables, por lo que el descubrimiento de un nuevo yacimiento o conflictos políticos pueden ocasionar cambios bruscos en la cotización, por lo que el modelo de negocio estaría a merced de dichos cambios, fluctuando los beneficios generados. Lo anterior se ejemplifica en las empresas y países productores de petróleo, los cuales se vieron negativamente afectados al cierre del año 2015 y lo corrido del 2016 debido a la caída del precio del crudo, impulsada por el incremento de la producción de petróleo en Norte America, la reducción de la demanda por parte de los países industrializados con vistas de reducir sus emisiones de CO₂ y el incremento de la concientización ambiental, en busca de nuevas fuentes renovables de energía (Fierro, 2015).

Otras desventajas del modelo que se identifican a partir de la aplicación de la herramienta son que no se genera un valor agregado en el proceso productivo, al centrarse el modelo únicamente en la desmaterialización y venta de materias primas (Oro, Plata, Platino, etc.), lo que implica menores ingresos generados y menor impacto positivo en las poblaciones involucradas. Adicionalmente, no se genera una retribución directa al usuario de los teléfonos móviles, ya que el producto del modelo no es entregado a este, como si ocurre en los modelos anteriores (Celulares remanufacturados o refacciones), por lo que no se percibe fácilmente los beneficios por parte de los usuarios. Sumado al endurecimiento de las regulaciones ambientales correspondientes a la emisión de material particulado y contaminantes al ambiente, que de acuerdo a la Resolución 909 de 2008, en su artículo 4 define los siguientes niveles máximos de emisión:

Tabla 13 Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para actividades industriales a condiciones de referencia (25 °C y 760 mm Hg) con oxígeno de referencia del 11%

Contaminante	Flujo del contaminante (kg/h)	Estándares de emisión admisibles de contaminantes (mg/m³)	
		Actividades industriales existentes	Actividades industriales nuevas
Material Particulado (MP)	≤ 0,5	250	150
	> 0,5	150	50
Dióxido de Azufre (SO ₂)	TODOS	550	500
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	TODOS	550	500
Compuestos de Fluor Inorgánico (HF)	TODOS	8	
Compuestos de Cloro Inorgánico (HCl)	TODOS	40	
Hidrocarburos Totales (HC _T)	TODOS	50	
Dioxinas y Furanos	TODOS	0,5*	
Neblina Ácida o Trióxido de Azufre expresados como H ₂ SO ₄	TODOS	150	
Plomo (Pb)	TODOS	1	
Cadmio (Cd) y sus compuestos	TODOS	1	
Cobre (Cu) y sus compuestos	TODOS	8	

FUENTE: Ministerio de Medio Ambiente

De esta forma, la producción de lingotes de materias primas estaría estrictamente controlada y limitada por las disposiciones ambientales lo que impactaría en los beneficios potenciales del modelo.

9. RESULTADOS

Como resultado de la aplicación de las herramientas de eco-innovación de la UNEP (DOFA; PESTEL, Lienzo del Negocio) es posible determinar que el modelo de negocio de REMANUFACTURA Y ENSAMBLE DE EQUIPOS ofrece un mayor nivel de recuperación del valor de los equipos recuperados (aproximadamente el 55% comparado al 35% estimado para los 2 modelos restantes), al tiempo que da a los usuarios finales una compensación directa por la entrega de los celulares en desuso (Venta de equipos a menor costos, bonos de descuento), por lo que habría una motivación mayor para la entrega.

Igualmente, el modelo de Remanufactura conlleva el involucramiento de diversas industrias (Canales de Ventas, Operadores de telecomunicaciones, proveedores de accesorios y repuestos, etc.) por lo que los beneficios económicos y sociales se reparten entre un mayor número de poblaciones en comparación con los Modelos de Desmaterialización o Venta de Partes.

Debido a lo anterior, se aplicara al modelo de Remanufactura el modelo de Análisis financiero (Anexo 2), postulado por el profesor Hernan Quintanilla de la Universidad del Rosario, el cual se busca mediante la definición de las variables iniciales del negocio (Compras, gastos variables, gastos fijos, créditos, precios de venta, inflación, etc.) Analizar la viabilidad económica del mismo. De esta forma, se definieron las siguientes variables de acuerdo a los datos obtenidos a partir de la encuesta de la población de muestra y costos estimados en base al proceso de remozamiento de decodificadores empleado por Movistar:

Tabla 14 Variables Iniciales De Proyección (5.000 unidades)

INVERSIONES		VU	Valor de salvamento
Puntos de recolección	\$60.000.000	XX	
Muebles y Enseres	\$45.000.000	XX	
Herramientas y equipo	\$1.500.000.000	10	0%
TOTAL	\$1.605.000.000		

COSTOS UNITARIOS	Valor Año 1	Incremento Anual	Disminución después del 5to año
Costo insumos (Por unidad)	\$295.000	6,00%	0,00%
Costos administrativos	\$42.000.000	2.750.000,00	
Costos de transporte (Por Unidad)	\$4.500	6,49%	-%
Costo de ensamble (Por Unidad)	\$75.000	6,00%	
Costo de despiece (Por Unidad)	\$30.000	6,00%	
Servicios contratados – Operarios (135)	\$378.000.000	6,00%	
Servicios contratados – Marketing e I+D	\$185.000.000	6,00%	
Arriendo	\$380.000.000	6,11%	

CONDICIONES FINANCIERAS		Tipo de interés
Interés esperado	30,00%	E.A.
Interés mercado financiero	3,47%	E.A.
Interés inflación	6,00%	E.A.
Impuesto de renta	25,00%	E.A.
Capital de trabajo	50%	Costos Totales

PRODUCCIÓN	VALORES	Incremento Anual
Número de Unidades	5000	7%
Precio de venta por unidad	\$ 600.000,00	6,10%

PRESTAMOS	VALOR	INTERÉS	PLAZO
Crédito	\$1.605.000.000	17,46%	5 años

FUENTE: Elaboración propia

Una vez definidas las variables iniciales para el modelo, la formulación predefinida permite observar el comportamiento financiero proyectado dando como resultado los siguientes indicadores económicos:

Tabla 15 Indicadores De Rentabilidad (5.000 unidades)

VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS	\$ 24.104.903,31	
VALOR PRESENTE INVERSIÓN	\$ (2.544.745.102,39)	
VALOR PRESENTE NETO	(\$ 2.520.640.199,08)	
RELACION B/C	0,0094724235004	
RENTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD "TIR"	4,1287000734379%	E.A.
RENTABILIDAD REAL DE LA ACTIVIDAD "TVR"	3,5439258068881%	E.A.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Proyección Financiera Del Modelo De Remanufactura (15 AÑOS, 5.000 unidades)

FLUJO EFECTIVO	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	AÑO15
INGRESO VENTAS	\$ 3.000.000.000,00	\$ 3.405.810.000,00	\$ 3.849.965.820,00	\$ 4.335.635.631,03	\$ 4.866.231.436,19	\$ 13.608.235.599,07
COSTOS DE OPERACIÓN	\$ 3.007.500.000,00	\$ 3.338.785.467,50	\$ 3.698.836.827,86	\$ 4.089.924.430,70	\$ 4.514.487.588,84	\$ 11.285.719.843,66
DEPRECIACIONES	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	-
COSTO FINANCIERO	\$ 280.233.000,00	\$ 240.643.090,11	\$ 194.140.781,96	\$ 139.519.170,80	\$ 75.360.626,33	\$ -
UTILIDAD GRABABLE	\$ (437.733.000,00)	\$ (323.618.557,61)	\$ (193.011.789,81)	\$ (43.807.970,47)	\$ 126.383.221,02	\$ 2.322.515.755,41
IMPUESTOS	\$ (109.433.250,00)	\$ (80.904.639,40)	\$ (48.252.947,45)	\$ (10.951.992,62)	\$ 31.595.805,25	\$ 580.628.938,85
UTILIDAD NETA	\$ (328.299.750,00)	\$ (242.713.918,21)	\$ (144.758.842,36)	\$ (32.855.977,85)	\$ 94.787.415,76	\$ 1.741.886.816,56
DEPRECIACION	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	-
ABONO CAPITAL	\$ 226.746.333,84	\$ 266.336.243,73	\$ 312.838.551,88	\$ 367.460.163,04	\$ 431.618.707,51	\$ -
FLUJO OPERACIONAL	\$ (403.046.083,84)	\$ (359.050.161,94)	\$ (307.597.394,24)	\$ (250.316.140,89)	\$ (186.831.291,75)	\$ 1.741.886.816,56
FLUJO DE INVERSIÓN	AÑO1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO15
INVERSION FIJA						
INVERSION EN CAPITAL DE						
TRABAJO	\$ 145.847.778,81	\$ 156.774.526,10	\$ 168.232.995,84	\$ 180.202.306,84	\$ 192.649.235,35	\$ 508.055.814,60
PRESTAMO						
INVERSION NETA	\$ 145.847.778,81	\$ 156.774.526,10	\$ 168.232.995,84	\$ 180.202.306,84	\$ 192.649.235,35	\$ 508.055.814,60
FLUJO TOTAL	AÑO1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 15
FLUJO NETO DE EFECTIVO TOTAL	\$ (550.893.862,65)	\$ (515.824.688,04)	\$ (475.830.390,08)	\$ (430.518.447,73)	\$ (379.480.527,10)	\$ 1.233.831.001,96
PERIODO DE RECUPERACIÓN DE						
LA INVERSION	(\$ 2.067.631.009,73)	(\$ 2.372.852.718,63)	(\$ 2.589.434.598,50)	(\$ 2.740.171.074,02)	(\$ 2.842.376.213,11)	(\$ 2.520.640.199,08)

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la aplicación de la herramienta de análisis financiero para este primer escenario es posible observar que el modelo de negocio tendría una utilidad neta (**utilidad** resultante después de restar y sumar de la **utilidad** operacional, los gastos e Ingresos no operacionales respectivamente, los impuestos y la Reserva legal) negativa durante los primeros 4 años de operación, ya en el 5to año produciría una ganancia neta de \$ 94.787.415,76. Sin embargo, el flujo operacional (cantidad de dinero en efectivo que genera una empresa a través de sus operaciones y el ejercicio de su actividad) no sería positivo hasta el 6to año de operación, momento en el cual se hay cancelado la totalidad del crédito solicitado al inicio del proyecto.

Adicionalmente, la proyección muestra que se requerirá una inversión inicial aproximada de \$ 3.248.866.500,00, incluyendo los puntos de recolección de equipos, muebles/enseres, Herramientas, equipos, y el capital de Trabajo para el primer año, de los cuales \$ 1.605.000.000,00 se financiarían mediante un préstamo a un plazo de 5 años. A partir del primer año de operación se requeriría una inversión para capital de trabajo de \$ 145.847.778,81 con un incremento anual de cerca del 6,1%.

Con esta información se puede llegar a la conclusión que la inversión total realizada (Inversión inicial + inversión anual) no sería recuperada en los 15 años que abarca la proyección, esto debido a que durante los 5 primeros años se tiene un flujo negativo de efectivo, lo que aumenta el valor invertido sin iniciar a recuperarlo hasta el 6to año.

Finalmente al observar los indicadores de rentabilidad (Tabla 13) estos indican que el valor presente de los ingresos (La suma de los ingresos ajustados por el interés esperado de la operación, de tal forma que se representa su valor si fueron percibidos en la actualidad) es únicamente de \$ 24.104.903,31, mientras que el valor presente de la inversión es de \$ (2.544.745.102,39) lo que da como resultado un valor presente neto (VP Ingresos + VP inversión) de (\$ 2.520.640.199,08), un valor con signo negativo que indica que no se ha rentabilizado o recuperado la inversión, lo que se sustenta igualmente con las Taza Interna de rentabilidad (media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad) (Garcia, 2000) es únicamente 4,1% Efectivo Anual y la TVR (rentabilidad promedio no sólo del capital del proyecto, sino también del total de ingresos generados por concepto de utilidades) 3.5% efectivo anual.

En base a estos resultados, se puede concluir que el proyecto no sería atractivo financieramente con las cantidades de producción definidas para la proyección. Así, mediante la función “Buscar Objetivo” de Excel se determinó las cantidades de producción requeridas para que el valor presente de la inversión fuese cero, es decir que se haya recuperado su valor en el transcurso de 15 años, lo cual se logra con una producción de 11.020 unidades en el primer año con un incremento anual del 7%.

Con esta única modificación la proyección arroja los siguientes resultados:

Tabla 17 Indicadores De Rentabilidad (11.020 Unidades)

VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS	\$ 93.934.968,40	
VALOR PRESENTE INVERSIÓN	\$ (93.934.968,40)	
VALOR PRESENTE NETO	\$ 0,00	
RELACION B/C	1,0000000000000000	
RENTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD "TIR"	30,000000000000000%	E.A.
RENTABILIDAD REAL DE LA ACTIVIDAD "TVR"	18,5914245246075%	E.A.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Proyección Financiera Del Modelo De Remanufactura (15 Años) Con
Producción De 11.020 Unidades

FLUJO EFECTIVO	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	AÑO15
INGRESO VENTAS	\$ 6.611.819,906,26	\$ 7.506.200.784,98	\$ 8.485.093.549,03	\$ 9.555.480.657,18	\$ 10.724.881.959,42	\$ 29.991.734.341,01
COSTOS DE OPERACIÓN	\$ 5.442.468.586,80	\$ 6.100.668.864,44	\$ 6.818.119.364,48	\$ 7.599.573.037,75	\$ 8.450.140.059,25	\$ 22.194.163.574,54
DEPRECIACIONES	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	-
COSTO FINANCIERO	\$ 280.233.000,00	\$ 240.643.090,11	\$ 194.140.781,96	\$ 139.519.170,80	\$ 75.360.626,33	\$ -
UTILIDAD GRABABLE	\$ 739.118.319,46	\$ 1.014.888.830,43	\$ 1.322.833.402,60	\$ 1.666.388.448,63	\$ 2.049.381.273,84	\$ 7.797.570.766,47
IMPUESTOS	\$ 184.779.579,86	\$ 253.722.207,61	\$ 330.708.350,65	\$ 416.597.112,16	\$ 512.345.318,46	\$ 1.949.392.691,62
UTILIDAD NETA	\$ 554.338.739,59	\$ 761.166.622,82	\$ 992.125.051,95	\$ 1.249.791.336,47	\$ 1.537.035.955,38	\$ 5.848.178.074,85
DEPRECIACION	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	150.000.000,00	-
ABONO CAPITAL	\$ 226.746.333,84	\$ 266.336.243,73	\$ 312.838.551,88	\$ 367.460.163,04	\$ 431.618.707,51	\$ -
FLUJO OPERACIONAL	\$ 477.592.405,75	\$ 644.830.379,09	\$ 829.286.500,07	\$ 1.032.331.173,43	\$ 1.255.417.247,87	\$ 5.848.178.074,85
FLUJO DE INVERSIÓN	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	AÑO15
INVERSION FIJA						
INVERSION EN CAPITAL DE						
TRABAJO	\$ 309.305.183,87	\$ 335.474.095,94	\$ 363.416.031,06	\$ 393.204.238,52	\$ 424.906.455,12	\$ 1.040.032.832,22
PRESTAMO						
INVERSION NETA	\$ 309.305.183,87	\$ 335.474.095,94	\$ 363.416.031,06	\$ 393.204.238,52	\$ 424.906.455,12	\$ 1.040.032.832,22
FLUJO TOTAL	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	AÑO15
FLUJO NETO DE EFECTIVO TOTAL	\$ 168.287.221,88	\$ 309.356.283,15	\$ 465.870.469,01	\$ 639.126.934,91	\$ 830.510.792,75	\$ 4.808.145.242,63
PERIODO DE RECUPERACIÓN DE						
LA INVERSION	(\$ 2.731.899.084,26)	(\$ 2.548.848.029,14)	(\$ 2.336.799.568,06)	(\$ 2.113.023.462,56)	(\$ 1.889.342.759,51)	\$ 0,00

Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados, se observa que la rentabilidad del proyecto aumento en casi un 100%, pasando de una TIR de 4.1% E.A y una TVR solo 3.5% E.A a valores de 30% E.A y 18.5% E.A respectivamente, siendo una inversión atractiva desde el punto de vista financiero, que además genera utilidades Netas y flujo Operacional desde el primer año de operación.

Bajo este escenario, en el 15to año de operación se generaría una utilidad neta de \$ 5.848.178.074,85 correspondientes a la venta de 21.820 equipos remanufacturados, que implicaría una recolección de al menos 39.673 celulares inteligentes o SmartPhones en desuso pero que cuenten con tecnología reciente. Así mismo, se requeriría de una inversión inicial de \$ 4.466.350.793,40, de los cuales el 50% se financiaría mediante un crédito a un plazo de 5 años.

Con estos nuevo resultados, el modelo de proyección financiera muestra que el modelo de negocio de Remanufactura sería viable y atractivo financieramente con las variables definidas y que su rendimiento mejoraría a medida que se incremente la producción al aprovechar los beneficios de las economías de escala, que permiten amortizar los costos fijos entre un mayor número de unidades, conllevando al aumento de los márgenes de utilidad por unidad y por consiguiente una mayor utilidad neta.

La formulación utilizada así como las proyecciones completas para los 15 años en ambos escenarios pueden ser consultadas en el Anexo 2, Modelo de Proyección Financiera.

10. CONCLUSIONES

Como resultado de la información recolectada del mercado colombiano y la aplicación de herramientas de Eco-innovación y análisis Financiero si puede concluir que Colombia cuenta con un gran potencial para la implantación de modelos de logística inversa que logren recuperar parte del valor de los SmartPhones que caen en desuso cada año. Esto se basa principalmente en el número de usuarios activos de telefonía celular, que para finales de 2014 alcanzaban los 44 millones, con un crecimiento interanual superior al 10%, lo que garantiza un volumen suficiente de equipos que anualmente caerán en desuso debido a la Obsolescencia programada, percibida o fallos técnicos.

Sin embargo, también se evidencia que los esfuerzos que se han adelantado para recuperar y dar una disposición ambiental a estos equipos no han dado los resultados esperados, logrando aplicar procesos de logística inversa únicamente a cerca del 10% del total de celulares en desuso, lo que provoca que el 90% restante termine su ciclo de vida siendo almacenado indefinidamente por los usuarios o arrojados junto con los demás desechos ordinarios generados en los hogares, impidiendo que se haga una disposición correcta ya que datos publicados por la **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios** en 2009 el 89.55% de los residuos termina en rellenos sanitarios, en los cuales los celulares pueden generar focos de contaminación de fuentes hídricas dado los componentes tóxicos que contienen (Plomo, cadmio, mercurio, etc.)

En este mismo aspecto, es evidente que la fabricación de teléfonos inteligentes depende de elementos naturales escasos y costosos como el Litio empleado en las baterías, el oro o platino que se utilizan como conductores en los circuitos o el aluminio con el que se fabrican los chasis, y que para ninguno de los metales empleados actualmente existe un sustituto ideal que cumpla con las especificaciones requeridas y no aumente significativamente el costo, como lo demostró el estudio realizado por la Universidad de Yale en octubre de 2013, titulado “***On the materials basis of modern society***”, en el que se analizaba la facilidad con la que se podían sustituir 62 metales (Entre ellos el oro, la plata, platino, cobre, etc.) para sus principales usos. Por lo anterior es necesario encontrar alternativas para poder recuperar dichos elementos de los teléfonos inteligentes que caen en desuso y evitar que terminen en vertederos.

De acuerdo a los datos extraídos de la población de muestra, se puede concluir que los usuarios estarían dispuestos a apoyar procesos de logística inversa siempre y cuando hubiese una compensación por la entrega de los celulares en desuso, ya sea mediante un pago por el equipo o descuentos para la compra de un nuevo terminal. Es por esto que en base a los hallazgos del presente trabajo se recomienda la implementación del modelo de Remanufactura y Ensamble de SmartPhones a partir de las partes recuperadas de equipos en desuso, ya que bajo este modelo se puede ofrecer al usuario que entregue un teléfono en desuso un bono de recompra para que se adquiera un terminal remanufacturado, al tiempo que se lograría recuperar hasta el 55% del valor de los componentes de los equipos en desuso y el porcentaje restante podría ser fácilmente reciclado o dispuesto ya que como parte del proceso de remanufactura se realiza una clasificación minuciosa por componentes, tecnología y composición.

Sin embargo, y de acuerdo a los hallazgos con respecto a la caracterización del mercado Colombiano y las falencias de los modelos de logística inversa actualmente empleados, se puede concluir que la hipótesis de poder poner en marcha un modelo totalmente desarrollado a nivel nacional en un plazo de 5 años no es viable, debido principalmente a que se requiere una alta cooperación entre los sectores público y privado que lleve al desarrollo de normativas y un marco legislativo que responsabilice a los diferentes actores a una participación activa que tenga como finalidad la recuperación de un volumen consecuente de equipos en relación con la cantidad de los mismos que caen en desuso cada año. Esta reforma legal tendría que ser el resultado de un consenso entre la opinión pública, el sector privado y gubernamental para garantizar que todos los involucrados den su apoyo al proceso una vez este en marcha, por lo que su ratificación podría extenderse varios años.

De esta forma, se requiere que los usuarios tomen consciencia acerca de la importancia de dar una adecuada disposición ambiental a los RAEE, no únicamente celulares, y participen mediante la entrega de los terminales en desuso a los operadores de telecomunicaciones quienes, a su vez, deberán hacer más énfasis en campañas publicitarias y de recompensa para que los usuarios finales tengan incentivos para entregar los móviles. Igualmente, como lo demuestra el modelo de proyección financiero, se requerirá una fuerte inversión inicial para garantizar la infraestructura que soporte el modelo de negocio, por lo que una alianza público privada, similar a la que se realiza actualmente en empresas como Movistar o ETB, será necesaria para dar el

impulso inicial al proyecto y logra superar así los años iniciales en los cuales es de esperarse dificultades y utilidades netas negativas.

Por último, se sugiere realizar estudios más detallados a nivel técnico con respecto a la compatibilidad de los componentes electrónicos entre modelos de diferentes marcas y poder determinar el volumen real de insumos con el que se podría contar de acuerdo a las características encontradas del mercado colombiano. Así mismo, es importante que se profundice en los aspectos legales y de patentes que pueden entorpecer o bloquear definitivamente la reutilización de componentes o elementos de celulares de marcas posicionadas tales como Samsung, Apple, LG o Nokia, los cuales en los últimos años han demostrado abiertamente mediante demandas en diferentes países que no están dispuestos a permitir que otros competidores utilicen sus desarrollos en sus propios equipos.

11. BIBLIOGRAFÍA

Greening the supply chain: a new initiative in South East Asia. (2002). *International Journal of Operations and Production Management*, 632-655.

(OCDE), O. p. (2001). *Extended Producer Responsibility: A Guidance Manual for Governments*. Paris: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Abreu, J. L. (2007). Análisis del concepto de responsabilidad social empresarial. *International Journal of Good Conscience*, 54-70.

AGUILERA, R. V. (2007). PUTTING THE S BACK IN CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY: A MULTILEVEL THEORY OF SOCIAL CHANGE IN ORGANIZATIONS. *Academy of Management Review*, 836–863.

Alliance, O. H. (05 de 11 de 2007). *Industry Leaders Announce Open Platform for Mobile Devices*. Recuperado el 03 de 01 de 2015, de Open Handset :
http://www.openhandsetalliance.com/press_110507.html

Altay, N. (2006). OR/MS research in disaster operations management. En W. G. III, *European Journal of Operational Research* (págs. 475-493). ScienceDirect.

Alvarado, L. (2002). La Ecoeficiencia se induce, no se impone. *Gerente*, 32-35.

Álvarez, C. (28 de 04 de 2015). *¿Qué se hace con los metales más valiosos de un móvil?* Recuperado el 20 de 12 de 2015, de EDICIONES EL PAIS, S.L:
<http://blogs.elpais.com/ecolab/2012/03/que-se-hace-con-los-metales-mas-valiosos-de-un-movil.html>

Bartolomeo, M. (2003). Eco-efficient producer services - what are they, how do they benefit customers and the environment and how likely are they to develop and be extensively utilised? *Journal of Cleaner Production*, 829– 837.

- Blumberg, D. F. (2004). *Introduction to Management of Reverse Logistics and Closed Loop Supply Chain Processes*. Londres: CRC Press.
- Brito, M. d. (2004). *Reverse logistics: Quantitative Models for Closed*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Campos, E. (2013). *Reciclaje del Aluminio*. Recuperado el 20 de 12 de 2014, de Amigos de la Tierra :
http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/educacio_i_sostenibilitat/educacio_per_a_la_sostenibilitat/suport_educatiu/recursos_educatius/residus/reciclatge_de_l_alumini.pdf
- Colombiano, E. (2007). *Campaña de reciclaje de celulares en desuso*. Recuperado el 03 de 01 de 2015, de El Colombiano: http://www.elcolombiano.com/historico/olac_a_reciclar_celulares_viejos_lcg_06122007-EVEC_AO_4529794
- Comunicaciones, C. d. (09 de 2015). *REPORTE DE INDUSTRIA DEL SECTOR TIC*. Recuperado el 02 de 10 de 2015, de Comisión de Regulación de Comunicaciones:
https://www.crcom.gov.co/recursos_user/Documentos_CRC_2015/Informes/Reporte_de_industria_2015.pdf
- Daugherty, P. J. (1987). Emerging Patterns of Logistical Organization. *Journal of Business Logistics*, 41–60.
- Díaz, E. N. (28 de 04 de 2009). *Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia*. Recuperado el 03 de 10 de 2015, de Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios:
https://www.globalmethane.org/documents/events_land_20090428_landfills-28apr09disposicion_final_de_residuos_en_colombia_erika_nieves.pdf
- Elgin, B. (2005). *Google Buys Android for Its Mobile Arsenal*. Recuperado el 10 de 12 de 2014, de Bloomberg: <http://www.bloomberg.com/bw/stories/2005-08-16/googlebuys-android-for-its-mobile-arsenal>

Emol. (10 de 05 de 2008). *CELULARES VIEJOS PUEDEN PRODUCIR METALES PRECIOSOS*.

Recuperado el 20 de 12 de 2014, de Emol Ciencia y Tecnología:

<http://www.emol.com/noticias/tecnologia/2008/05/10/30378>

[9/celulares-viejos-pueden-producir-metalespreciosos.html](http://www.emol.com/noticias/tecnologia/2008/05/10/30378/9/celulares-viejos-pueden-producir-metalespreciosos.html)

Farago, P. (18 de 02 de 2013). *China Knocks Off U.S. to Become World's Top Smart Device Market*. Recuperado el 20 de 12 de 2014, de Flurry:

[http://www.flurry.com/bid/94352/China-Knocks-Off-U-S-toBecome-World-s-Top-](http://www.flurry.com/bid/94352/China-Knocks-Off-U-S-toBecome-World-s-Top-Smart-Device-Market#.VPoimXyG_Yi)

[Smart-Device-Market#.VPoimXyG_Yi](http://www.flurry.com/bid/94352/China-Knocks-Off-U-S-toBecome-World-s-Top-Smart-Device-Market#.VPoimXyG_Yi)

Fierro, R. C. (24 de SEPTIEMBRE de 2015). *BI-NATIONAL ENERGY COMMITTEE*. Obtenido de Razones de la caída de los precios del petróleo: <http://www.aem-energy.org/razones-de-lacaída-de-los-precios-del-petroleo/>

GALLEGOS, N. (03 de 31 de 2010). *ESTUDIO Y ANALISIS SOBRE LA GESTIÓN DE DESECHOS E IMPACTO AMBIENTAL DE LAS TIC's APLICADOS A LA ULEAM, TELEFÓNICA MOVISTAR Y EMPRESAS RDH ASESORÍA Y SISTEMAS S.A. DE LA CIUDAD DE MANTA*. Recuperado el 03 de 01 de 2015, de UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI: <http://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/26000/356/1/TULEAM-08-0043.pdf>

Garcia, J. (2000). *Matemáticas Financieras, con ecuaciones de diferencia finita*. Pearson.

Gómez, C. A. (06 de 2010). *Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Recuperado el 05 de 01 de 2015, de Ministerio de Ambiente,

Vivienda y Desarrollo Territorial:

[http://www.residuoselectronicos.net/wp-](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf)

[content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf)

Gómez., C. A. (07 de 2010). *Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Recuperado el 01 de 03 de 2015, de Ministerio de Ambiente,

Vivienda y Desarrollo Territorial:

[http://www.residuoselectronicos.net/wp-](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf)

[content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf)

- Gordón, A. (30 de Junio de 2014). *El Comercio*. Recuperado el 20 de 10 de 2015, de Elcomercio.com: <http://www.elcomercio.com/tendencias/componentescelular-toxicos-salud-dispositivos-moviles-peligrostecnologia.html>
- Graedel, T. E. (2013). *On the materials basis of modern society*. Recuperado el 12 de 05 de 2015, de Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America PNAS: <http://www.pnas.org/content/early/2013/11/27/1312752110.abstract?tab=author-info>
- Guide, D. (2002). The reverse supply chain. *Harvard Business Review*, 25-26.
- Hawks, K. (Octubre de 2006). *Reverse Logistics Magazine* .
Obtenido de What is Reverse Logistics?: <http://www.rlmagazine.com/edition01p12.php>
- Jordan, J. (05 de Enero de 2016). Proceso de Remozamiento de Equipos de Televisión. (J. C. Ruiz, Entrevistador)
- Kulp, S. C. (2004). Manufacturer Benefits from Information Integration with Retail Customers. En M. Science, *Management Science* (págs. 431-444). informs.
- Lindhqvist, T. &. (1990). Modeller för förlängt producentansvar [Models for Extended Producer Responsibility]. En T. &. Lindhqvist, *odeller för förlängt producentansvar [Models for Extended Producer Responsibility]* (págs. 7-44). Berlin: In Ministry of the Environment, Från vaggan till graven - sex studier av varors miljöpåverkan [From the Cradle to the Grave - six studies of the environmental impact of products]. Obtenido de In Ministry of the Environment, Från vaggan till graven - sex studier av varors miljöpåverkan [From the Cradle to the Grave - six studies of the environmental impact of products].
- LÓPEZ, L. P. (2011). *EL TRATAMIENTO DE VEHICULOS FUERA DE USO EN ESPAÑA Y SU EVOLUCIÓN*. Recuperado el 01 de 08 de 2015, de FUNDACIÓN MAPFRE: http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1067168

MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (5 de Junio de 2008). *MinAmbiente*. Obtenido de
 RESOLUCIÓN NÚMERO 909 de 2008:
<http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/f0-Resoluci%C3%B3n%20909%20de%202008%20%20-%20Normas%20y%20estandares%20de%20emisi%C3%B3n%20Fuentes%20fijas.pdf>

Movistar. (2014). *RECICLAJE DE CELULARES*. Recuperado el 09 de 01 de 2015, de Colombia Telecomunicaciones:
<http://www.movistar.co/atencion-cliente/proteccion-alusuario/reciclaje-de-celulares>

Nava, C. C. (Septiembre de 2012). http://www.cmic.org/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Varios/Dra_Cristina_Cortinas/Aspectos%20coyunturales%20sobre%20las%203R%20y%20otras%20Rs.pdf. Obtenido de CMIC:
http://www.cmic.org/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Varios/Dra_Cristina_Cortinas/Aspectos%20coyunturales%20sobre%20las%203R%20y%20otras%20Rs.pdf

O'Hare, J. (2014). *Eco-Innovation Manual*. Paris: UNEP.

ONU. (18 de Julio de 2014). *Secretariat of the Basel Convention*. Obtenido de
<http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-s.pdf>: <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-s.pdf>

Ortíz, A. B. (2003). *EL RECICLAJE, UNA HERRAMIENTA NO UN CONCEPTO*. BOGOTÁ: Universidad Externado de Colombia.

Ott, D. (31 de 03 de 2008). *Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares*. Recuperado el 12 de 12 de 2014, de Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe:
http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/080331_EMPA-CNPMLTA_Diagnostico%20e-waste%20Colombia.pdf

- Porter, M. (1995). Green and competitive. *Harvard Business Review*, 120-134.
- RADIO, R. L. (2015). *Basura electrónica en Colombia: falta de cultura y de centros de reciclaje*. Recuperado el 02 de 01 de 2015, de RADIO CADENA NACIONAL S.A. RCN RADIO - RCN LA RADIO: <http://www.rcnradio.com/noticias/basuraelectronica-en-colombia-falta-de-cultura-y-de-centrosde-reciclaje-19859>
- Ramírez, A. M. (2007). *Nuevos beneficios de la logística inversa para empresas europeas y colombianas*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- ROMAN, I. (02 de 2015). GSMA. Obtenido de eWaste en Colombia: <http://www.gsma.com/latinamerica/wpcontent/uploads/2015/02/ewaste-colombia.pdf>
- ROMÁN, I. (02 de 2015). GSMA. Recuperado el 11 de 09 de 2015, de El aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica - Estudio de caso: <http://www.gsma.com/latinamerica/wpcontent/uploads/2015/02/ewaste-colombia.pdf>
- ROMERO, F. (2013). *OBSOLESCENCIA PROGRAMADA UN NUEVO DESAFIO EN EL COMERCIO INTERNACIONAL*. BOGOTA: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANDA.
- Rupnow, P. (2008). *Reverse Logistics Software Systems Framework and Benefits*. Alpharetta: Reverse.
- Sagoff, M. (2008). *The Economy of the Earth. Philosophy, Law, and the Environment*. Cambridge University Press: Cambridge .
- Sampieri, R. (1997). *Metodología de la Investigación*. Bogotá : MCGRAW-HILL.
- Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 397-409.
- Schmidheiny, S. (1992). *Changing Course*. Cambridge: MIT Press .
- SOCIAL, H. (14 de 12 de 2012). *Se puede reciclar un celular?* Recuperado el 06 de 01 de 2015, de Casa Editorial El Tiempo: http://www.eltiempo.com/Multimedia/especiales/turismoresponsable/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_MULTIMEDIA-

12451477.html

T, L. (2000). *Extended Producer Responsibility in Cleaner Production: Policy Principles to Promote Environmental Improvements of Product Systems*. Recuperado el 10 de 12 de 2014, de Lund, IIIIEE Dissertation Lund University: <http://www.step-initiative.org/our-principles.html>

Tiempo, E. (03 de 11 de 2014). *Paso a paso del proceso de reciclaje de un celular*. Recuperado el 15 de 01 de 2015, de Casa Editorial El Tiemp: http://www.eltiempo.com/Multimedia/galeria_fotos/huellas_social/GALERIAFOTOS-WEB-PLANTILLA_GALERIA_FOTOS-12451995.html

YOSHIKAWA, M. (2008). *Urban miners look for precious metals in cell phones*. Recuperado el 12 de 01 de 2015, de REUTERS: <http://www.reuters.com/article/2008/04/27/us-japanmetals-recycling-idUST13528020080427>