



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

**UNIDAD ACADÉMICA ESCUELA
DE DESARROLLO EMPRESARIAL Y SOCIAL**

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS MENCION
EN INNOVACION**

**Propuesta para la transformación digital de la gestión
logística de residuos urbanos para ciudades sostenibles.
Caso: ciudad de Quito.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

**Máster en Administración de Empresas mención en
Innovación**

Autores: Montalván Samaniego, Santiago Javier

Rodas Basantes, Tania Tamara

Director: Vizcaino Jaramillo, Glenda Isabel

QUITO
2024



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2024

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Loja, 14 de julio de 2024

Magíster

María Esther González

Director de la maestría en Administración de Empresas mención en Innovación

Ciudad. -

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: Propuesta del manejo tecnológico para la gestión de residuos urbanos para ciudades sostenibles. Caso: Ciudad de Quito realizado por Tania Tamara Rodas Basantes y Santiago Javier Montalván Samaniego completos han sido orientados y revisados durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Glenda Isabel Vizcaino Jaramillo, MBA

C.I.: 1711016038

Correo electrónico: givizcaino@hotmail.com

Declaración de autoría y cesión de derechos

Nosotros, Santiago Javier Montalván Samaniego y Tania Tamara Rodas Basantes, declaramos y aceptamos en forma expresa lo siguiente: Ser autores del Trabajo de Titulación denominado: Propuesta del manejo tecnológico para la gestión de residuos urbanos para ciudades sostenibles. Caso: Ciudad de Quito, de la maestría en Administración de Empresas mención en Innovación, específicamente de los contenidos comprendidos en: Estado del arte, Identificación de la oportunidad, Producto Mínimo Viable, Modelo de Negocio y Estrategia de crecimiento e implantación siendo Glenda Isabel Vizcaino Jaramillo directora del presente trabajo; también declaramos que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratificamos que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad. Eximimos expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación con la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de nuestras actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad", en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autor: Tania Tamara Rodas Basantes

C.I.: 1713091898

Correo electrónico: ttrondas@utpl.edu.ec

.....

Autor: Santiago Javier Montalván Samaniego

C.I.: 1723083992

Correo electrónico: sjmontalvan@utpl.edu.ec

Dedicatoria

Este trabajo de titulación va dedicado a nuestras familias y nuestros hijos que son el eje fundamental de nuestra vida, motivándonos a ser mejores cada día, superando retos y planteándonos nuevos objetivos, su amor y apoyo son el motor que nos impulsa todos los días.

Agradecimiento

Queremos agradecer a quienes han sido parte de este camino de formación durante un año retador e intenso, a la Universidad Técnica Particular de Loja y todos los docentes que nos impartieron sus conocimientos y experiencias que nutrieron este proceso.

A nuestra tutora Glenda Vizcaino, que con sus directrices nos supo encaminar para poder cumplir este objetivo.

Gratitud infinita a nuestras familias que nos han enseñado a valorar la vida, a sacar la mejor versión de nosotros mismos.

A nuestros hijos que llegaron para cambiarnos por completo la vida, su presencia ha significado un camino lleno de amor y aprendizajes diarios.

Índice de contenido

Carátula	I
Aprobación del director del Trabajo de Titulación	II
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	III
Dedicatoria	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenido	VII
Resumen.....	1
Abstract	2
Introducción	3
Capítulo uno.....	5
Estado del arte	5
1.1 Literaturas y estudios existentes.....	5
1.2 Análisis de tendencias y desafíos	7
1.3 Análisis del Entorno externo y de mercado	11
Capítulo dos	17
Identificación de la oportunidad	17
2.1 Planteamiento del problema.....	17
2.2 Justificación del problema	19
2.3 Objetivos de la investigación	20
2.4 Validación del problema	20
Capítulo tres.....	23
Producto Mínimo Viable	23
3.1 Diseño y conceptualización de la propuesta de valor (teórica).....	23
3.2 Materialización o prototipado de la propuesta.....	24
3.3 Validación de la solución.....	30

3.3.1	<i>Metodologías de validación (Entrevistas/grupos focales/UX test)</i>	30
3.3.2	<i>Tarjeta de pruebas</i>	30
3.3.2.1	<i>Hipótesis</i>	30
3.3.2.2	<i>Prueba</i>	30
3.3.2.3	<i>Métrica</i>	30
3.3.2.4	<i>Criterios</i>	30
3.3.3	<i>Análisis de los resultados</i>	30
3.3.4	<i>Tarjeta de aprendizaje</i>	30
3.3.4.1	<i>Hipótesis</i>	30
3.3.4.2	<i>Observación</i>	30
3.3.4.3	<i>Aprendizaje y conclusiones</i>	31
3.3.4.4	<i>Decisiones y acciones</i>	31
3.4	<i>Iteraciones o pivotaje (aprendizaje validado)</i>	31
3.4.1	<i>Iteración 1</i>	31
3.4.2	<i>Pivotaje</i>	31
	Capítulo cuatro	32
	Modelo de Negocio	32
4.1	<i>Elementos del Modelo de Negocio</i>	32
4.1.1	<i>Canales</i>	33
4.1.2	<i>Relaciones con el usuario</i>	33
4.1.3	<i>Actividades clave</i>	33
4.1.4	<i>Recursos clave</i>	34
4.1.5	<i>Aliados estratégicos</i>	35
4.1.6	<i>Estructura de costos</i>	35
4.1.7	<i>Estructura de ingresos</i>	36
	Capítulo cinco	38
	Estrategia de crecimiento e implementación	38
5.1	<i>Componente tecnológico/innovador</i>	38

5.2	Cadena de valor	38
5.3.1	<i>Punto de equilibrio.....</i>	40
5.3.2	<i>Análisis de inversión</i>	42
5.4	Estrategia de crecimiento, marketing y ventas.....	44
5.4.1	<i>Estrategias de Crecimiento.....</i>	44
5.4.2	<i>Estrategias de marketing</i>	45
5.5	Estrategia de sostenibilidad (social, ambiental, económica).....	47
5.5.1	<i>Estrategia Social.....</i>	47
5.5.2	<i>Estrategia ambiental.....</i>	48
5.5.3	<i>Estrategia económica.....</i>	50
	Conclusiones	52
	Recomendaciones	53
	Referencias	54
	Apéndice.....	57
	Apéndice A. Tarjetas de prueba y aprendizaje Validación de problema.....	57
	Apéndice B. Validación de la solución.....	59

Índice de tablas

Tabla 1 Estructura de costos	35
Tabla 2 Costos fijos	40
Tabla 3 Costos variables	41
Tabla 4 Punto de Equilibrio	42
Tabla 5 Inversiones	42
Tabla 6 Cálculos Indicadores VAN, TIR, PRI	43

Índice de figuras

Figura 1 Proceso de Gestión Logística de RSU	24
Figura 2 Gestión Logístico de Residuos	24
Figura 3 Generadores	25
Figura 4 Contenedores disponibles	26
Figura 5 Incidencias	26
Figura 6 Recolectores	27
Figura 7 Contenedores llenos / Ruta	27
Figura 8 Estadísticas	28
Figura 9 Sistema de Gestión de Operaciones	28
Figura 10 Modelo de Negocio	32
Figura 11 Cadena de valor	39
Figura 12 Motor de crecimiento pegajoso	44
Figura 13 Marketing Mix	46
Figura 14 Matriz Estrategia de Ventas	47
Figura 15 Matriz de Sostenibilidad Social	48
Figura 16 Matriz de Sostenibilidad Ambiental	49
Figura 17 Estrategia de sostenibilidad económica	50

Resumen

El presente trabajo propone un modelo de transformación digital para la gestión logística de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Quito. Este modelo busca optimizar la recolección y transporte de residuos mediante la implementación de tecnologías avanzadas como sensores ultrasónicos, una aplicación móvil (EMASEO APP) y un software de Sistema de Gestión de Operaciones. A lo largo del proyecto se identificaron y superaron diversos desafíos operativos y financieros, destacando la necesidad de una mayor infraestructura tecnológica y el fomento de la cultura de reciclaje. La metodología utilizada incluyó la revisión de literatura existente, la identificación de oportunidades, y la validación de hipótesis a través de entrevistas con expertos. Los resultados muestran que la implementación del modelo propuesto puede mejorar significativamente la eficiencia y sostenibilidad del sistema de gestión de residuos en Quito, beneficiando tanto a la comunidad como al medio ambiente.

Palabras clave: Gestión de residuos sólidos, Transformación digital, Optimización logística.

Abstract

This project proposes a digital transformation model for the logistical management of urban solid waste in the city of Quito. The model aims to optimize waste collection and transportation through the implementation of advanced technologies such as ultrasonic sensors, a mobile application (EMASEO APP), and a Management Operations System software. Throughout the project, various operational and financial challenges were identified and addressed, highlighting the need for increased technological infrastructure and the promotion of recycling culture. The methodology included a review of existing literature, identification of opportunities, and hypothesis validation through expert interviews. The results indicate that the proposed model's implementation can significantly improve the efficiency and sustainability of Quito's waste management system, benefiting both the community and the environment.

Keywords: Solid waste management, Technological transformation, Logistical optimization.

Introducción

El modelo para la gestión tecnológica de los residuos sólidos urbanos (RSU) para la ciudad de Quito aborda la gestión actual y como mejorar la recolección y transporte de los residuos sólidos en Quito, lo que genera importantes desafíos económicos, ambientales y sociales. Se propone implementar y mejorar el modelo actual de recolección que incluye: optimizar las rutas de recolección de RSU, reducir el costo de mantenimientos preventivos y correctivos a la flota de camiones recolectores, minimizar el consumo de combustibles, obtención de datos de los contenedores y su estado mediante la instalación de sensores ultrasónicos, y con ellos mejorar en la aplicación móvil y el software Sistema de Gestión de Operaciones, con el objetivo de optimizar la gestión logística de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Quito.

El objetivo principal fue proponer un modelo de transformación digital para la gestión logística de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Quito, mismo que resulte un aporte significativo en la recolección y cobertura de los residuos tanto para los usuarios como los recolectores, con los avances en la implementación de tecnologías a su aplicación móvil EMASEO APP y el software Sistema de Gestión de Operaciones, se busca la valorización de residuos, ahorro significativo en los costos de mantenimiento en la flota vehicular y ahorro del consumo de combustible para así disminuir la huella de carbono.

En el desarrollo del presente trabajo se presentaron aspectos fundamentales que permitieron el avance del este, como conocer que actualmente EMASEO EP cuenta con el ingreso del Presupuesto Operativo Anual y el Plan Anual de Contratación, avances tecnológicos, como el Sistema de Gestión de Operaciones y la aplicación móvil EMASEO APP, colaboración con sectores privados y públicos, además de un sistema de autogestión para aumentar sus ingresos, a pesar de contar con expectativas altas se presentaron Inconvenientes o Limitantes de índole operativo en el cual se pudo identificar que la recolección y transporte de residuos en la ciudad de Quito requiere de mayor infraestructura tecnológica para cubrir las necesidades de sus usuarios, así mismo del financiamiento limitado y baja cultura de reciclaje entre la población que genera mayor cantidad de residuos.

La metodología utilizada, incluye el análisis de la composición, evaluación de infraestructura tecnológica disponible, revisión del marco legal y normativo, análisis de recursos financieros y capacidad institucional, y fomento de la participación ciudadana. Se emplean estudios de casos y referencias de informes internacionales y nacionales para fundamentar las estrategias y acciones propuestas.

A lo largo del presente proyecto se abordan los siguientes capítulos:

Estado del Arte: Se realiza una revisión de literaturas y estudios existentes sobre la gestión logística de residuos sólidos.

Identificación de la Oportunidad: Se amplía sobre por qué la gestión logística de residuos sólidos es un problema y cómo podría mejorar con el aporte tecnológico.

Producto Mínimo Viable: Se describen las nuevas funciones que se incluirán en la aplicación móvil y en el sistema de gestión de operaciones.

Modelo de Negocio: Se presenta mediante el Business Model Canvas.

Estrategia de Crecimiento e Implementación: Se identifica cómo el modelo propuesto mejorará la gestión logística y su aporte a la ciudadanía.

Esta investigación es crucial para la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO EP) y para la ciudad de Quito, ya que proporciona una base sólida para mejorar la gestión logística de residuos sólidos mediante la mejora del modelo actual tecnológico que cuentan, contribuyendo así a un ambiente más limpio, saludable y aprovechando el uso de los recursos. Para la sociedad en general, la implementación de un sistema eficiente de gestión logística de residuos tiene implicaciones positivas en la salud pública, la economía y la sostenibilidad ambiental.

Capítulo uno

Estado del arte

1.1 Literaturas y estudios existentes

En el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP,2020) se proporciona una visión completa de la gestión de residuos sólidos a nivel global, incluyendo tendencias, desafíos y soluciones tecnológicas, en este se menciona que al garantizar un saneamiento adecuado y una gestión de residuos sólidos va de la mano con el suministro de agua potable, alojamiento, los alimentos, la energía, el transporte y las comunicaciones son esenciales para la sociedad y la economía en su conjunto.

El Banco Mundial publicó en el 2018 el informe "What a Waste 2.0: A Global Update on Resource Efficiency", en este se identifican diversas oportunidades para la valorización de residuos sólidos a nivel global, se destacan: conversión de residuos en energía, producción de materiales, extracción de recursos, la prevención de emisiones de gases de efecto invernadero, creación de empleos y oportunidades económicas, lo que busca este informe es que la valorización de residuos sólidos no solo ofrece beneficios ambientales, sino también económicos y sociales. Al implementar estrategias de valorización de manera efectiva, se puede transformar un problema en una oportunidad para la creación de un futuro más sostenible y resiliente.

En el 2016 el Centro Regional de Información Ambiental (CRIA) realizó un estudio que analiza la composición de los residuos sólidos urbanos en 16 ciudades de América Latina: Argentina: Córdoba, Rosario, Bolivia: Santa Cruz de la Sierra, Brasil: Curitiba, Florianópolis, Porto Alegre, São Paulo, Colombia: Barranquilla, Bogotá, Medellín, Costa Rica: San José, Ecuador: Quito, México:, Ensenada, Morelia, Zinacantepec, Perú: Trujillo, proporcionando datos sobre la cantidad y tipo de materiales presentes en la basura generada.

Esta información permite identificar oportunidades de valorización, ya que proporciona información acerca de los materiales que pueden ser reciclados, reutilizados o convertidos en energía. También analiza las prácticas actuales de gestión de residuos en las ciudades estudiadas.

En Ecuador, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) emitió el "Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2020-2030" no se enfoca exclusivamente en la valorización y la tecnología, sí reconoce la importancia de estos aspectos para lograr un manejo sostenible de los residuos sólidos en Ecuador.

En este plan se destaca que la valorización de residuos sólidos, incluyendo el reciclaje, la reutilización y el compostaje, es fundamental para reducir la cantidad de residuos que se disponen en vertederos y para generar beneficios económicos y ambientales.

En este sentido, el Plan propone las siguientes estrategias para promover la valorización de residuos: fortalecer el marco legal e institucional para la valorización de residuos, fomentar la inversión en infraestructura y tecnología para la valorización de residuos, desarrollar mercados para productos valorizados a partir de residuos, capacitar a los actores involucrados en la valorización de residuos, promover la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para la valorización de residuos.

La innovación tecnológica se posiciona como un aliado fundamental para optimizar la eficiencia y la eficacia en el manejo de residuos sólidos. En este sentido, el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2020-2030 establece estrategias clave para adoptar la tecnología en este ámbito, tales como: identificar y difundir tecnologías limpias y eficientes para la gestión de residuos sólidos. Fomentar la transferencia de tecnología y el desarrollo de tecnologías nacionales para la gestión de residuos sólidos, capacitar al personal técnico y operativo del sector de residuos sólidos en el uso de nuevas tecnologías y promover la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para la gestión de residuos sólidos.

En el 2016 se presenta el "Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Quito 2017-2030" por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, en este plan se establecen los objetivos, estrategias y metas para la gestión de residuos sólidos en Quito durante la próxima década.

Dentro de los objetivos más destacados podemos mencionar los siguientes: incrementar la tasa de cobertura y recolección de residuos sólidos urbanos al 100%, mejorar la eficiencia y eficacia del sistema de gestión de residuos sólidos, promover la valorización

de residuos sólidos urbanos, incluyendo el reciclaje, la reutilización y el compostaje, minimizar la disposición final de residuos sólidos en vertederos.

Una de las estrategias planteadas para la consecución de los objetivos, se encuentra la valorización de los residuos mediante la implementación de tecnologías y procesos para valorizar los residuos sólidos, incluyendo el reciclaje, la reutilización y el compostaje, estableciendo que el 60% de los residuos sólidos urbanos generados hasta el año 2030 sean valorizados.

1.2 Análisis de tendencias y desafíos

Las actividades humanas, como las familiares y económicas, generan residuos sólidos de manera constante. La expansión urbana y el crecimiento económico son factores que intensifican la producción de estos residuos, lo que plantea un desafío ambiental de gran magnitud. En respuesta a esta problemática, la gestión integral de los residuos sólidos se ha convertido en un tema central a nivel global, buscando alternativas que permitan un manejo adecuado y aprovechable de estos materiales (Minam, 2012).

Ante el creciente desafío que representa la gestión de residuos sólidos a nivel global, las ciudades se encuentran en la búsqueda de estrategias integrales que permitan un manejo adecuado y aprovechable de estos materiales. En este contexto, la gestión integral de residuos sólidos se ha convertido en un enfoque crucial para abordar esta problemática de manera efectiva y sostenible (Cotte et al., 2020).

La producción de residuos sólidos urbanos (RSU) está estrechamente ligada a dos factores fundamentales: el bienestar social y el nivel de urbanización del país. Sin embargo, el ritmo de generación de estos residuos supera con creces el crecimiento del PIB y el nivel de desarrollo civilizatorio. Estos factores ejercen una influencia determinante en la complejidad y organización del sistema de gestión de RSU en un país, región o ciudad, CEPAL (2016).

Al evaluar el grado de avance y equilibrio del sistema, es crucial considerar los siguientes aspectos (Guerrero et al., 2013 en Lutek et al., 2019: 45):

Cantidad y composición de los RSU: Es fundamental conocer la cantidad y composición de los residuos generados, incluyendo su clasificación por tipo de material (orgánico, inorgánico, reciclable, peligroso, etc.). Esta información permite diseñar estrategias de gestión adecuadas y dimensionar correctamente la infraestructura necesaria.

Infraestructura y tecnología disponible: La disponibilidad de infraestructura y tecnología adecuada para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los RSU es esencial para un sistema de gestión eficiente. Esto incluye desde contenedores, camiones y centros de transferencia hasta plantas de tratamiento y vertederos.

Marco legal y normativo: Un marco legal y normativo sólido es fundamental para regular la gestión de RSU, estableciendo responsabilidades, obligaciones y estándares ambientales. Esto incluye leyes, reglamentos y normas técnicas que definan los criterios para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos.

Recursos financieros: La gestión de RSU requiere de recursos financieros suficientes para cubrir los costos operativos, de inversión y de mantenimiento del sistema. Estos recursos pueden provenir de diversas fuentes, como tarifas de recolección, impuestos específicos o fondos públicos.

Capacidad institucional: La capacidad institucional de las entidades responsables de la gestión de RSU es un factor clave para el éxito del sistema. Esto incluye contar con personal capacitado, procesos eficientes y mecanismos de coordinación entre las diferentes entidades involucradas.

Participación ciudadana: La participación de la ciudadanía es fundamental para promover la separación de residuos en la fuente, el reciclaje y la reducción del consumo. Esto puede lograrse a través de campañas de sensibilización, programas educativos y la implementación de incentivos.

Planificación y gestión integral: La gestión de RSU debe abordarse de manera integral, considerando todos los aspectos mencionados anteriormente. Esto implica la elaboración de planes estratégicos que definan objetivos, metas y acciones específicas para mejorar el sistema de gestión.

En tal sentido toda actividad desarrollada por los seres humanos, generan residuos los cuales se deben recoger, tratar y eliminar adecuadamente. Los patrones de consumo y el crecimiento poblacional son factores que inciden sobre la generación elevada de residuos, composición y concentración (Cepal, 2018).

Estos parámetros de consumismo provocan un aumento significativo de los RSU, tal es así que, el avance de la tecnología en el último siglo ha generado un costo ambiental muy alto para la sociedad y la naturaleza, porque esta última está llegando al límite de su capacidad de abastecimiento de los recursos renovables y de absorber los desechos resultantes del consumo de la sociedad (Soletto, 2013), de allí la necesidad de encontrar alternativas que garanticen un entorno sostenible.

Desde el Informe Brundtland se estableció que “el desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades presentes sin comprometer las futuras generaciones” (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987).

Así, “el término sostenible hace referencia a que el acceso a las oportunidades de las generaciones actuales no pueda sacrificar la disponibilidad de recursos a las generaciones Futuras” (López, et al., 2006, p. 81),

Para el 2050, se espera que el mundo genere 3.400 millones de toneladas de residuos al año, un aumento drástico respecto de los 2.010 millones de toneladas actuales (Banco Mundial, 2018), todas estas cifras representan un desafío para el manejo integral de los residuos sólidos.

En los países de ingresos bajos incluidos los de Latinoamérica, el 90% de los desechos no se gestionan bien. Esto hace aumentar las emisiones de efecto invernadero y riesgo de desastres, lo que afecta a los más pobres (Banco Mundial, 2018).

Muchas ciudades de Latinoamérica carecen de la infraestructura y la capacidad necesarias para gestionar adecuadamente los residuos, lo que resulta en la acumulación de residuos en las calles, la proliferación de vectores de enfermedades y la contaminación ambiental (Méndez et al., 2020), este tipo de gestión de residuos es característico de los países de la región, donde a pesar del incremento acelerado de productos desechables, los

marcos normativos limitados ligado a una ausencia de compromiso gubernamental y a la falta de compromiso de la colectividad; son factores que se configuran como retos de la Gestión de Residuos en Latinoamérica, en particular en Ecuador (Espinoza, 2023).

Ecuador enfrenta un importante desafío en el manejo de sus residuos sólidos. Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2023), en el país se generan alrededor de 3,6 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) al año, de los cuales el 75% se dispone en rellenos sanitarios y el 25% restante termina en botaderos a cielo abierto, ríos, quebradas y calles.

EL PROGRAMA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS NGIDS fue creado por Ministerio de Ambiente en el año 2010, con el objetivo de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos e impulsar la conservación de los ecosistemas; a través de estrategias, planes y actividades de capacitación, sensibilización y estímulo a los diferentes actores relacionados, las metas iniciales definidas por el Programa contemplaban el que un 70% de la población del Ecuador disponga sus desechos en un relleno sanitario técnicamente manejado hasta el año 2014.

La población del Ecuador según el Censo de Población y Vivienda del año 2010 era de 14.483.499 millones de habitantes, registrándose que un 77% de los hogares elimina la basura a través de carros recolectores y el restante 23% la elimina de diversas formas, así por ejemplo la arroja a terrenos baldíos o quebradas, la quema, la entierra, la deposita en ríos acequias o canales, etc. (MAATE, 2012).

Quito, la capital de Ecuador, no es ajena a la problemática, cada habitante de Quito genera en promedio 1,1 kg de residuos sólidos por día, lo que representa un total de 63.290 toneladas mensuales. La composición de estos residuos incluye tanto materiales orgánicos como inorgánicos, con un 53,2% correspondiente a residuos orgánicos solo en las estaciones de transferencia Norte y Sur (Emgirs, 2019).

Los RSU en Quito están compuestos principalmente por residuos orgánicos (47%), seguido de residuos inertes (27%), residuos plásticos (17%) y residuos reciclables (9%). (DMQ, 2019).

La recolección de los RSU en Quito está a cargo de la Empresa Metropolitana de Aseo EMASEO EP, que atiende aproximadamente a 3.000.000 de habitantes con 234 rutas de recolección a pie de vereda y contenerizada. (EMASEO, 2020).

La ciudad enfrenta importantes desafíos en la gestión de sus residuos sólidos, incluyendo: infraestructura ineficiente para la recolección, transporte y tratamiento de residuos, deficiencias en la separación y clasificación de residuos, alta presencia de residuos no reciclables y peligrosos, financiamiento limitado para la implementación de estrategias sostenibles, baja cultura de reciclaje y reutilización entre la población (Emgirs, 2019).

1.3 Análisis del Entorno externo y de mercado

Dado que es una propuesta de proyecto se analizaron únicamente los factores externos utilizando el modelo PESTEL:

Análisis Político:

El actual alcalde Quito Pavel Muñoz dentro del periodo de su alcaldía, ha establecido realizar actividades claves en cuanto al manejo de RSU, tales como: el cierre ambiental del Relleno Sanitario El Inga, iniciar la construcción del complejo sanitario de Quito, y un cambio del modelo de gestión de las empresas relacionadas a la gestión de residuos. La visión de la Administración actual es implantar un modelo de gestión con la finalidad de mejorar la cobertura, calidad del servicio y la atención, en beneficio de la ciudadanía. Dando paso a la optimización de costos y gastos, mediante la mejora de los procedimientos de operación, tecnología y control. (EMASEO, 2024), generando oportunidades para proponer un sistema digital.

Análisis Económico.

El presupuesto que maneja EMASEO EP para el desarrollo de sus operaciones, en el año 2024 es de USD 89,64M; el 79% de los ingresos corresponden “Tasa de Gestión Integral de Residuos Sólidos”, incluido el retroactivo TGIRS, conforme lo establece la Ordenanza

Metropolitana No. 0175-2017; el 10% de financiamiento externo como es el caso de los aportes del Municipio del DMQ y BDE; y, el 11% restante corresponde a otros ingresos como corresponde a: eventos públicos, tasas, servicios técnicos especializados, renta de maquinaria y equipo, cuentas por cobrar y saldo caja bancos. (EMASEO, 2024), estas cifras se presentan como una oportunidad para implementar ideas innovadoras que mejoren el estado del actual de la gestión logística de residuos sólidos.

Este presupuesto destina recursos para robustecer los servicios de limpieza, recolección y transporte de residuos, así como la infraestructura tecnológica del Sistema de Gestión de Operaciones. El objetivo es incrementar la eficiencia del sistema municipal de aseo público mediante la mejora de la infraestructura y el equipamiento, y la promoción de alianzas estratégicas que optimicen procesos, recursos e innovación. (EMASEO, 2024).

Factores Sociales.

Según las proyecciones poblacionales del INEC, en 2022, el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) contó con un total de 2.872.351 habitantes, representando un crecimiento del 1,6 % con respecto al 2021.

El 73,2% de la población reside en zonas urbanas y el 26,8% residen en zonas rurales.

El 58,1% de la población son mujeres, frente al 48,1% de hombres.

El 77,2% de la población en Quito son bebés, niñas, niños, adolescentes y jóvenes adultos.

De acuerdo con el INEC, en el 2021 el 76,0 % de municipios gestionaron los residuos sólidos de manera directa, a diferencia del 5,4 % que lo gestionaron mediante empresa municipal interna, además se conoce que, a nivel nacional, el 33,9 % de municipios han iniciado o mantienen procesos de separación en la fuente.

En el año 2021, el país experimentó un alarmante panorama en cuanto a la generación de residuos sólidos. La cifra diaria de recolección ascendió a 13.652,5 toneladas, lo que representa un incremento en comparación con el año 2020. Este aumento pone de manifiesto una preocupante tendencia: a mayor población, mayor generación de residuos sólidos per cápita.

Ante este escenario, surge la urgente necesidad de implementar una transformación tecnológica que impulse la creación de ciudades más sostenibles, convirtiéndose así en una oportunidad y estrategia para encaminar a Quito a la adopción de prácticas sostenibles. Esta transformación debe enfocarse en metas y objetivos que reduzcan la generación de residuos, promuevan el reciclaje, la reutilización, y optimicen los procesos de recolección y tratamiento.

Factores Tecnológicos

Cifras del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) indican que el 2022 hubo 13,6 millones de personas con acceso a internet. La cifra supera en 0,2% al mismo período de 2021. Pese al incremento progresivo del acceso a Internet y redes wifi, las empresas evolucionan para generar más soluciones de conectividad. El 76% de la población de Ecuador cuenta con acceso a Internet, estos usuarios generan más de 16,3 millones de conexiones, mostrando acceso desde más de un dispositivo por usuario y el 55,6% de la población tiene un celular inteligente.

El aumento en la cobertura de internet, según las estadísticas del INEC, ha impulsado la conectividad y el acceso a la tecnología para las personas.

EMASEO EP ha desarrollado un proyecto desde agosto del 2020 denominado Sistema de Gestión de Operaciones, este Software beneficia a la operatividad de la empresa, puede controlar la flota mediante el Sistema de Información Geográfica para visualizar los vehículos de recolección, seguimiento y el personal que se encuentra a cargo del barrio y recolección a pie de vereda. Este sistema está Desarrollado completamente en software de código abierto libre de última tecnología.

En diciembre de 2021 se presentó a la ciudadanía del DMQ la aplicación móvil EMASEO APP, en esta aplicación móvil se puede conocer los horarios y días que pasa el recolector de basura, conocer su recorrido y hacer denuncias para que la empresa realice un servicio emergente, esta aplicación es gratuita para la ciudadanía y está disponible para Android e IOs.

Estos desarrollos tecnológicos representan una oportunidad para proponer mejoras que robustezcan a la data recolectada y la toma de decisiones basada en la información obtenida.

Factores ecológicos

A nivel nacional, el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica a través del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos busca construir políticas públicas que garanticen un enfoque sostenible, aportando significativamente en el cambio ambiental del país. Por este motivo los procesos de reciclaje e inclusión económica son un tema prioritario para esta Cartera de Estado que reconoce la labor del reciclador y promueve su inserción a través de emprendimientos sostenidos y solidarios (MAATE, 2023).

Además, se conoce que este sistema funciona a través de los centros de acopio, formando una cadena en el reciclaje entre recicladores, microempresarios, pequeña y mediana empresa y las industrias, estas últimas se benefician aún más porque se elaboran distintos productos como las Papeleras (Papeles absorbentes, papel higiénico, servilletas etc.), Industrias del plástico. (Tuberías de polietileno de baja y alta densidad, fundas para basura), Industrias de vidrio (Botellas de vidrio), Industrias Siderúrgicas, Industria Metalúrgica (MAATE, 2023).

EMASEO EP implemento desde el 2020, el programa de Recolección Diferenciada para recuperar materiales reciclables de los residuos generados en la ciudad. Para ello, promueve buenas prácticas ambientales entre los ciudadanos, involucra activamente a los recicladores de base Gestores ambientales de Menor Escala (GME) y cuenta con el apoyo del municipio, el sector público y privado. Gracias a este esfuerzo conjunto, se ha logrado así la participación del sector público y privado dentro de la cadena de valor del reciclaje de residuos sólidos en la ciudad. (EMASEO, 2020)

El programa ha implementado Puntos Limpios para la clasificación de residuos reciclables (papel, cartón, envases) y Puntos de Desechos Especiales para la recolección segura de residuos peligrosos domiciliarios. Además, se lleva a cabo Recolección Diferenciada Mixta en zonas pobladas, promoviendo la separación de residuos desde la

fuente. Estas iniciativas generan un cambio en la forma de gestionar los residuos, convirtiéndose así en una oportunidad, debido a que a través de estas prácticas se fomenta el reciclaje, vincula a los recicladores de base y cuenta con el apoyo técnico y operativo del Municipio del DMQ. (EMASEO, 2020)

Factores Legales.

Agenda 2030, de las Naciones Unidas.

Constitución de la Republica 2008, artículo 240.

Código Orgánico de Organización Territorial, (COOTAD)

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiental (TULSMA, 2015)

Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos.

Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva – (GRECI) emitida por el Ministerio de Agua, Ambiente y transición ecológica, que tiene como objetivo general implementar la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos, en el ámbito público y privado, con enfoque de economía circular y reciclaje inclusivo.

"Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Quito 2017-2030" emitido por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, pretende conseguir una adecuada gestión de los Residuos con la participación ciudadana, en cumplimiento de las políticas establecidas, los principios del marco de la Economía Circular y del marco del Desarrollo Sostenible.

Políticas ambientales: A lo largo del tiempo los gobiernos locales han venido promoviendo políticas ambientales, así como la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que busca promover la reducción, reutilización y reciclaje de residuos. Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva – (GRECI) emitida por el Ministerio de Agua, Ambiente y transición ecológica, que tiene como objetivo general implementar la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos, en el ámbito público y privado, con enfoque de economía circular y reciclaje inclusivo y el "Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Quito 2017-2030" emitido por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, pretende conseguir una adecuada gestión de los Residuos con la participación ciudadana, en

cumplimiento de las políticas establecidas, los principios del marco de la Economía Circular y del marco del Desarrollo Sostenible.

Ley Orgánica de Economía Circular.

Tras realizar el análisis PESTEL y revisar los datos disponibles, se puede observar que la implementación de una propuesta tecnológica para la gestión logística de recolección de residuos sólidos tendría un impacto positivo. Esto se debe a que actualmente, tanto a nivel global, nacional y local, la calidad de vida de las personas está intrínsecamente ligada al estado de su entorno.

Capítulo dos

Identificación de la oportunidad

2.1 Planteamiento del problema

En nuestro mundo en rápido proceso de urbanización, la crisis en la gestión de los residuos y la contaminación por plástico es un reflejo de nuestros estilos de vida insostenibles (ONU, 2020), el crecimiento poblacional urbano y el desarrollo económico han generado de manera progresiva la generación de residuos sólidos que impactan el entorno, de acuerdo con lo que menciona el Banco Mundial anualmente se generan unos 2.000 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, y se espera que esta cifra aumente a 3.500 millones de toneladas para 2050 en un escenario de continuidad, sumado a esto la calidad de vida del ser humano se ve afectada por el ineducado manejo de los residuos que ocasionan aglomeración de residuos no gestionados, provocando gases de efecto invernadero, contaminación de aguas y suelos por la infiltración de los lixiviados de los rellenos sanitarios y vectores (insectos, roedores). Por tal razón, el manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) es un desafío global que requiere soluciones innovadoras y tecnológicas.

En América Latina, la generación de RSU ha aumentado significativamente en las últimas décadas, debido al crecimiento poblacional, la urbanización y los cambios en los patrones de consumo (CEPAL, 2016).

En Ecuador se generan aproximadamente 3.6 millones de toneladas de residuos sólidos al año. De esos, el 56,6% es orgánico, el resto está compuesto por otros materiales distribuidos de la siguiente manera: el 11,1% por diversos plásticos, el 9,32% papel o cartón, el 3,5% metal, 2,88% vidrio, y el restante 16,62% es catalogado como "otros", entre los que están desechos sanitarios, madera, textiles, entre otros. (Quito como vamos, 2022)

Quito tiene dos empresas municipales para la gestión de residuos. La primera es la Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito, EMASEO EP que se encarga del barrido del espacio público, recolección de residuos sólidos domiciliarios e industriales no peligrosos y transporte de residuos que son trasladados a dos estaciones de transferencia y

escombreras tanto en el Norte como en Sur de la ciudad, aquí los residuos entran a un sistema de compactación para reducir el volumen y optimizar su transporte. (Escobar, 2020).

Actualmente la Empresa Pública Metropolitana de Aseo recoge diariamente 2.000 toneladas de residuos asimilables a domésticos y realiza 234 rutas de recolección de residuos en la zona urbana: 144 son diurnas y 90 son nocturnas. (Carrera, 2024).

Dentro de los servicios que preste EMASEO están: la recolección a pie de vereda de residuos sólidos almacenados en fundas plásticas ubicados frente de los domicilios de los ciudadanos; recolección contenerizada de superficie que consiste en la recolección de residuos sólidos depositados en contenedores de varias capacidades (3.200 y 2.400 litros); la recolección contenerizada soterrada que consiste en la recolección de residuos sólidos depositados en contenedores soterrados, instalados exclusivamente en el casco colonial del Centro Histórico del DMQ; la recolección a mayores productores que recolecta los residuos sólidos asimilables a domésticos provenientes de usuarios que generan grandes volúmenes de residuos, como condominios, multifamiliares, empresas, centros comerciales, mercados e instituciones educativas; la recolección de residuos industriales no peligrosas que consiste en la recolección de residuos sólidos industriales no peligrosos producto de los procesos productivos de las industrias más grandes; la recolección diferenciada a pie de vereda en algunos barrios del DMQ, en donde a través de un proceso de educación y comunicación se solicita a los ciudadanos separen los residuos reciclables en diferentes bolsas y las ubiquen a pie de vereda de acuerdo al horario y frecuencia determinada; recolección de cadáveres de fauna urbana en el espacio Público y finalmente la recolección de residuos voluminosos como: neumáticos usados, muebles viejos, colchones, aparatos electrónicos en desuso, escombros. (Carrera, 2024).

En Quito, se encuentran ubicados 5.324 contenedores, distribuidos en las 49 rutas (16 al sur y 33 al norte) con el servicio de recolección contenerizada; del número total de contenedores, 2.100 están en mal estado o cumplieron su vida útil, esta cifra representa el 37,5%, mientras que 1.800 contenedores está en estado regular (32,1%) y los 1.700 contenedores restantes se encuentran en buen estado (30,3%). En cuanto a la flota vehicular

encargada de la recolección de RSU, el 88% de sus 194 vehículos ya cumplió su vida útil, mientras que el 32% están inoperativos. (Machado, 2024).

El ciclo de recolección de RSU contenerizada y a pie de vereda comienza con los 163 vehículos de la empresa municipal EMASEO recorriendo la ciudad las 24 horas del día, distribuidos en 242 rutas que cubren el Distrito Metropolitano de Quito y tan solo 49 de estas rutas cuentan con sistema de contenerización. (Machado, 2020).

Una vez que los camiones han cubierto sus rutas trasladan la basura hasta las Estaciones de Transferencia Norte y Sur, ubicadas en el ex botadero de Zámbriza (norte de la ciudad) y en la avenida Simón Bolívar, a la altura del barrio El Troje (sur). En estos dos puntos termina el trabajo de EMASEO para dar paso al de la Empresa Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Machado, 2024).

A partir de la información proporcionada, se identifica un problema central de gestión logística en la recolección de residuos sólidos en Quito, el cual se manifiesta en los siguientes aspectos:

Contenedores: el 37,5% de los contenedores están en mal estado o han cumplido su vida útil, lo que limita la capacidad de almacenamiento y aumenta el riesgo de derrames y contaminación.

Flota vehicular: el 88% de los vehículos recolectores ha cumplido su vida útil y el 32% se encuentran fuera de operación, lo que afecta la frecuencia y cobertura de las rutas de recolección.

Conforme a las cifras mencionadas anteriormente, se evidencia que no existe control sobre el sistema de contenerización, si bien EMASEO actualmente cuenta con sistema tecnológico, sus funciones actuales se centran en conocer la ubicación GPS de su flota vehicular, misma que no permite contar un proceso de recolección eficiente, lo que ha generado que su flota vehicular esté inoperativa en un alto porcentaje

2.2 Justificación del problema

El Distrito Metropolitano de Quito cuenta con planes y programas que son establecidos por sus Empresas Metropolitanas que se encargan de la recolección y gestión de los RSU

que se producen, sin embargo, aún no se han implementado soluciones innovadoras y tecnológicas, que representen automatización de procesos con capacidad de llevar un control en su operación para garantizar una adecuada gestión logística de los RSU.

La propuesta para la transformación digital de la gestión logística de residuos urbanos para ciudades sostenibles generara beneficios en la optimización de las rutas de recolección, mediante la utilización de sensores ultrasónicos que midan el nivel de llenado del contenedor, georreferenciar su posicionamiento y alertar sobre las posibles incidencias en tiempo real, estos datos permitirán planificar rutas más eficientes, reducir tiempos de recolección, minimizar el costo de mantenimiento de la flota vehicular, el consumo de combustible y aportar a la disminución de la huella de carbono, la información obtenida se visualizará en la aplicación móvil y el sistema de gestión de Operaciones que cuenta EMASEO, mejorando los aplicativos en sus funciones.

2.3 Objetivos de la investigación

2.3.1 *Objetivo General*

Proponer un modelo de transformación tecnológica para la gestión logística de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Quito.

2.3.2 *Objetivos específicos*

Analizar las tendencias de la gestión de los residuos sólidos.

Diseñar un modelo de transformación tecnológica para la gestión logística de los residuos sólidos.

Desarrollar la propuesta de modelo de negocio con todos sus componentes

Desarrollar una estrategia de crecimiento de la propuesta

2.4 Identificación del grupo objetivo

El grupo objetivo de este proyecto lo constituyen las empresas públicas y privadas que se dedican a la recolección y transporte de los Residuos Sólidos Urbanos.

2.5 Validación del problema

2.5.1 *Tarjeta de pruebas*

2.5.1.1 **Hipótesis** La implementación del modelo de transformación digital para la gestión logística de residuos sólidos en Quito mejorará significativamente la eficiencia y eficacia del sistema actual, reduciendo el tiempo y costo de recolección, aumentando la cobertura y disminuyendo el impacto ambiental.

2.5.1.2 **Prueba Entrevistas** para conocer la opinión de expertos técnicos sobre la implementación de un modelo para la gestión logística de los residuos sólidos urbanos en Quito.

2.5.1.3 **Métrica.** La cantidad de afirmaciones positivas sobre la hipótesis planteada.

2.5.1.4 **Criterios.** De tres expertos técnicos entrevistados la aceptación corresponderá a dos opiniones que aseveren la hipótesis planteada.

2.5.2 **Tarjeta de aprendizaje**

2.5.2.1 **Hipótesis.** Creíamos que la implementación del modelo de transformación digital para la gestión logística de residuos sólidos en Quito mejorará significativamente la eficiencia y eficacia del sistema actual, reduciendo el tiempo y costo de recolección, aumentando la cobertura y disminuyendo el impacto ambiental.

2.5.2.2 **Observación.** De los tres expertos técnicos, dos afirmaron que la gestión logística actual de residuos sólidos en la ciudad de Quito debería ser mejorada y el aporte tecnológico brindara mayor cobertura del servicio que actualmente se brinda, permitiendo así mejorar los problemas ambientales, sociales y económicos acerca de la gestión logística. Uno de los expertos entrevistados menciona que en la actualidad las empresas públicas se manejan con la coyuntura política de turno sin dar realce a ideas y/o proyectos innovadores.

2.5.2.3 **Aprendizaje y conclusiones.** De la retroalimentación recibida se identificó que el modelo digital para la gestión logística de residuos sólidos en la ciudad de Quito mejorara la gestión actual, considerando que la aplicación y su sistema de gestión de procesos actual no permite obtener información que permita analizarla y se logre optimizar los recursos mediante la toma de decisiones.

2.5.2.4 **Por lo tanto, haremos.** Realizaremos un modelo digital para la gestión logística de los residuos urbanos para la ciudad de Quito, basada en tres aspectos: instalación de sensores, aplicación móvil, gestión y análisis de datos.

Capítulo tres

Producto Mínimo Viable

3.1 Diseño y conceptualización de la propuesta de valor (teórica)

La propuesta de valor es un modelo de transformación digital para la gestión logística de los residuos sólidos urbanos en el DMQ, que busca apoyar a las empresas públicas y/o privadas en la disminución, optimización y mejora del proceso de recolección de los RSU.

El modelo de transformación digital que, a través de la utilización de sensores ultrasónicos, la aplicación móvil de EMASEO y la plataforma Sistema de Gestión de Operaciones, permitirá optimizar el proceso de recolección, optimización de rutas, estado de los contenedores y obtención de data.

La aplicación móvil de EMASEO ha sido una herramienta valiosa para acercar la empresa a la ciudadanía, brindando información sobre servicios, horarios de recolección y permitiendo realizar denuncias. Sin embargo, existe la oportunidad de mejorar aún más la aplicación y optimizar la gestión logística de residuos sólidos en Quito a través de la integración de tecnología innovadora.

La instalación de sensores en cada contenedor permitirá recopilar datos en tiempo real sobre su nivel de llenado. Esta información se integrará a la aplicación móvil de EMASEO, ofreciendo a los usuarios:

Los sensores inteligentes que están diseñados para el monitoreo del nivel de llenado en contenedores de RSU con tecnología ultrasónica, transfieren datos a través de todas las redes IOT disponibles y monitorean la cantidad de residuos en los contenedores de acuerdo con su capacidad, incluyendo su posición GPS, alarma de incendios y reconocimiento de inclinación.

Los mapas interactivos de la aplicación se actualizarán en tiempo real para mostrar la ubicación de los contenedores y su nivel de llenado, facilitando a los usuarios la búsqueda del contenedor más adecuado para depositar sus residuos y al mismo tiempo al personal de recolección visualizar contenedores llenos.

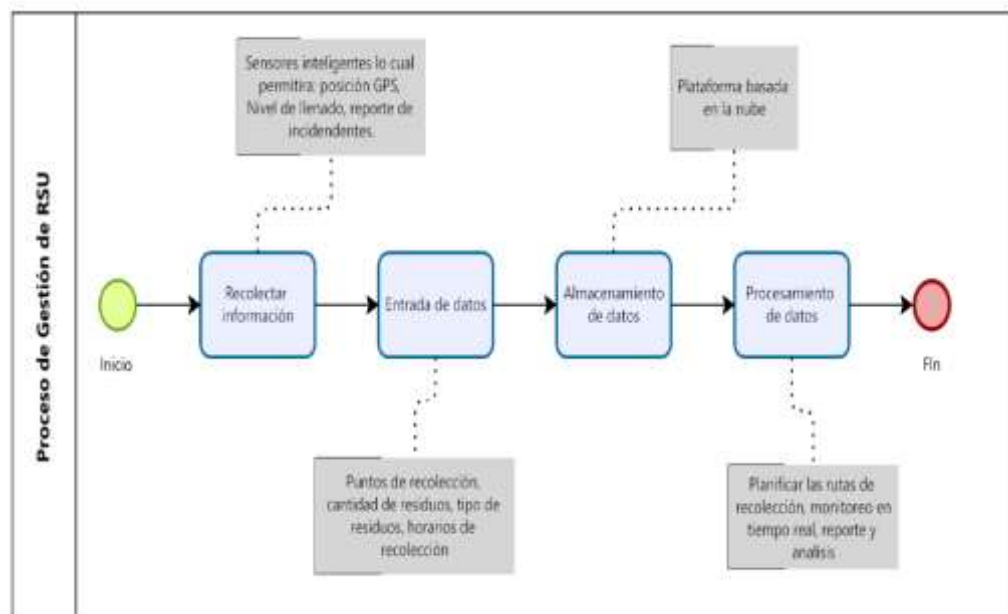
Para el análisis de datos se anclará al sistema propuesto a la plataforma de las empresas, en este caso al SGO "Sistema de Gestión de Operaciones" de EMASEO, que permite actualmente visualizar los vehículos designados para la recolección, supervisar y gestionar la gestión diaria de residuos. Con el modelo tecnológico además de obtener datos en vivo del monitoreo de desechos, mantendrá una base de datos de contenedores existentes de acuerdo con su nivel de llenado, estado actual, para planificar y optimizar rutas de recolección, predecir los ciclos de llenado y gestionar las tendencias para la toma de decisiones.

3.2 Materialización o prototipado de la propuesta

En la figura 1 se encuentra la materialización del proceso de flujo para el Modelo Tecnológico de la Gestión Logística de Residuos Sólidos para la ciudad de Quito.

Figura 1

Proceso de Gestión Logística de RSU



Como se muestra en la figura 1, el proceso incluye la recolección de información, la entrega de datos, el almacenamiento y el procesamiento de estos.

En las figuras 2, 3, 4,5, 6, 7, 8 y 9 se presentan como el modelo tecnológico incluirá información a la aplicación móvil de EMASEO EP.

Figura 2

Gestión Logística de Residuos



En la aplicación móvil, es importante conocer y diferenciar los roles de los dos usuarios principales: los generadores y recolectores.

Los generadores de residuos sólidos son la ciudadanía, quienes a través de sus actividades diarias producen residuos domésticos.

Los recolectores, por otro lado, está conformado por el personal operativo, quienes se encargan de la recolección física de los residuos desde los puntos de generación hasta las estaciones de transferencia ubicada en el Norte y Sur de Quito.

Figura 3

Generadores



Los generadores tendrán acceso a interactuar con tres opciones: contenedores disponibles, reporte de incidencias y ruta de recolección.

Figura 4

Contenedores Disponibles



A través de un mapa interactivo los generadores podrán encontrar contenedores disponibles según el nivel de llenado o contenedores que cuenten con recolección diferenciada o mixta para disponer los desechos generados.

Figura 5

Incidencias



A través del icono de incidencias tanto los recolectores como generadores pueden reportar en tiempo real el estado de los contenedores como: volcamiento, incendios y posibles daños del sensor que no permita conocer su nivel de llenado o inclinación.

Figura 6

Recolectores



Figura 7

Contenedores llenos / Ruta



En las figuras 6 y 7 los recolectores podrán visualizar los contenedores llenos permitiendo así diseñar la ruta más óptima para completar el recorrido.

Figura 8

Estadísticas



Con la información obtenida se generará datos estadísticos para los usuarios que utilicen la aplicación, acerca de la gestión logística de residuos.

Figura 9

Sistema de Gestión de Operaciones0



Finalmente, la data obtenida será gestionada mediante el software de Gestión de Operaciones que busca la optimización de la operación logística.

3.3 Validación de la solución

3.3.1 *Metodologías de validación (Entrevistas/grupos focales/UX test)*

3.3.2 *Tarjeta de pruebas*

3.3.2.1 **Hipótesis.** Creemos que el modelo tecnológico mejorará la gestión logística de los RSU en la ciudad de Quito, con la instalación de sensores en contenedores para conocer el nivel de llenado, reporte de incidencias, mediante la inclusión e intervención de estas funciones a la aplicación móvil EMASEO.

3.3.2.2 **Prueba.** Entrevistas a expertos técnicos para validar la hipótesis planteada

3.3.2.3 **Métrica.** La cantidad de afirmaciones positivas sobre la hipótesis planteada

3.3.2.4 **Criterios.** De tres expertos técnicos entrevistados la aceptación corresponderá a dos opiniones que aseveren la hipótesis planteada

3.3.3 **Análisis de los resultados**

3.3.4 *Tarjeta de aprendizaje*

3.3.4.1 **Hipótesis.** Creíamos que el modelo tecnológico mejorará la gestión logística de los RSU en la ciudad de Quito, con la instalación de sensores en contenedores para conocer el nivel de llenado, reporte de incidencias, mediante la inclusión e intervención de estas funciones a la aplicación móvil EMASEO.

3.3.4.2 **Observación.** De los tres expertos técnicos entrevistados, mencionaron que el proyecto aborda un problema crítico que afecta tanto al medio ambiente como a la salud pública. Se han identificado correctamente la oportunidad de innovación en la mejora de la eficiencia de la recolección y el transporte de los residuos, y se proponen soluciones tecnológicas viables que podrían tener un buen impacto, finalmente sería útil ver cómo los comentarios de los usuarios que permitirán refinar la aplicación móvil y los sistemas de seguimiento y control que se proponen.

3.3.4.3 Aprendizaje y conclusiones. La validación por parte de los expertos técnicos confirma que el modelo está orientado hacia un problema de alta relevancia que impacta tanto el medio ambiente, la salud pública y problemas socioeconómicos a través de la innovación tecnológica en la gestión logística de los residuos, esto nos permite concluir que las entrevistas con los expertos técnicos afirman la importancia del problema abordado, la viabilidad y el potencial de la utilización de sensores ultrasónicos, aplicación móvil y plataforma digital, y la necesidad de un enfoque iterativo que incorpore la retroalimentación de los usuarios para refinar y mejorar continuamente el sistema de gestión de residuos.

3.3.4.4 Decisiones y acciones. Por lo tanto, se continúa con el prototipo inicial, sin embargo, por la retroalimentación de los expertos se incluirá la opinión de los usuarios.

3.4 Iteraciones o pivotaje (aprendizaje validado)

3.4.1 Iteración 1

Integrar funciones de feedback de los usuarios a través de la aplicación móvil de EMASEO.

3.4.2 Pivotaje

Modificar la interfaz de usuario o agregar nuevas funcionalidades en respuesta a las sugerencias y quejas de los usuarios.

Capítulo cuatro

Modelo de Negocio

4.1 Elementos del Modelo de Negocio

La gestión logística de residuos sólidos es un desafío complejo que enfrentan las ciudades y comunidades de todo el mundo. La creciente generación de residuos, la necesidad de un manejo eficiente y sostenible, y la búsqueda de soluciones innovadoras para optimizar los procesos son algunos de los principales retos en este sector.

En este contexto, un modelo para la transformación tecnológica emerge como una herramienta para optimizar la gestión logística de residuos sólidos. Al aprovechar las tecnologías digitales, como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT), el Big Data y la analítica de datos, es posible mejorar la eficiencia, la transparencia y la sostenibilidad de los procesos de recolección y transporte para una adecuada disposición final de residuos.

En la figura 10 se presenta el modelo de negocio para un sistema tecnológico de la gestión logística de RSU.

Figura 10

Modelo de negocio

SOCIOS CLAVES	ACTIVIDADES CLAVES	PROPUESTA DE VALOR	RELACIONES CON LOS CLIENTES	SEGMENTO DE CLIENTES
*Proveedores de tecnología *Proveedores de mantenimiento *Municipio de DMQ *EMASEO *SERCOP Servicio de Contratación Pública *BDE Banco del Estado *Las universidades e instituciones de investigación	*Instalación de sensores *Actualización de la información de la aplicación *Recolección y análisis de los datos obtenidos *Seguimiento del desempeño del sistema	*Optimizar las rutas de recolección de RSU *Reducir el costo de mantenimientos a la flota de camiones recolectores *Minimizar el consumo de combustibles *Obtención de datos de los contenedores y su estado mediante la instalación de sensores ultrasónicos *Mejoras en la aplicación móvil y el software	*Atención de quejas y sugerencias a través de la app móvil *Gestión de solicitudes de servicio de los usuarios	*Empresas públicas y privadas de gestión logística de RSU
	RECURSOS CLAVE		CANALES	
	*POA Presupuesto Operativo Anual *PAC Plan Anual de contratación *Partidas presupuestarias *Consultoría *Alianzas con sectores encargados del transporte de residuos		*Página web *Aplicación móvil *Mail institucional *línea telefónica institucional	
ESTRUCTURA DE COSTOS			FLUJO DE INGRESOS	
*Telecomunicaciones, internet, enlace de datos *Adquisición de licencias, equipos e infraestructura tecnológica *Adquisición de Sensores de ultrasonido * Campañas de Marketing			*Eventos públicos *Instalación de sensores *Desarrollo y Mantenimiento de plataforma *Almacenamiento de datos en la nube *Consultoría *Análisis de datos	

4.1.1 **Canales**

En el modelo de negocio actual, hemos identificado y establecido diversos canales de comunicación y distribución para garantizar una interacción eficaz con nuestros clientes y usuarios finales. Estos canales son esenciales para la promoción de nuestros servicios, la atención al cliente y la distribución eficiente de nuestro servicio, tales como:

Página web para acceder a la información detallada sobre nuestros servicios, leer artículos y noticias relevantes, y ponerse en contacto con nuestro equipo de soporte. Aplicación Móvil intuitiva y fácil de usar que permite a los usuarios acceder a nuestros servicios desde cualquier lugar. La aplicación ofrece funcionalidades avanzadas como la monitorización en tiempo real de los niveles de llenado de los contenedores, notificaciones personalizadas y la posibilidad de reportar incidencias directamente desde sus dispositivos móviles.

El correo electrónico institucional como un canal clave para la comunicación directa con nuestros clientes y usuarios. Este canal nos permite enviar infografías, actualizaciones de servicios, y responder a consultas de manera personalizada y rápida.

Línea Telefónica Institucional brinda atención personalizada a nuestros clientes que requieran soporte técnico, atención al cliente y resolución de problemas de manera inmediata.

4.1.2 **Relaciones con el usuario**

Para facilitar la comunicación y resolver los problemas de manera eficiente a los usuarios del modelo del sistema tecnológico, se proponen las siguientes acciones: Atención de quejas y sugerencias a través de la aplicación móvil, Gestión de solicitudes de servicio de los usuarios. Además, se creará una comunidad en línea que les permita a los beneficiarios compartir ideas y conocer sobre mejores prácticas acerca de la gestión logística de los RSU.

4.1.3 **Actividades clave**

En el modelo de negocio, se ha identificado varias actividades esenciales que son fundamentales para cumplir con la propuesta de valor. Estas actividades aseguran la eficiencia operativa y la satisfacción de los clientes, además de permitir una mejora continua en nuestros servicios. A continuación, se detallan las actividades clave:

Instalación de Sensores en los Contenedores: estos sensores permiten la monitorización en tiempo real del nivel de llenado de los contenedores, se obtiene información precisa sobre el estado de cada contenedor, lo que facilita una gestión eficiente de los residuos y la planificación de rutas de recolección.

Actualización de la Información en la Aplicación: la información obtenida de los sensores se actualiza constantemente en la aplicación móvil y plataforma en la nube, esto permite a los usuarios y administradores acceder a datos en tiempo real sobre el nivel de llenado de los contenedores, recibir alertas y tomar decisiones informadas sobre la gestión de residuos.

Recolección y Análisis de los Datos Obtenidos: estos datos se almacenan y analizan utilizando herramientas de análisis de datos, lo que permite identificar patrones y tendencias en la generación de residuos, optimizar las rutas de recolección y predecir futuros ciclos de llenado. Además, proporciona información valiosa para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos.

4.1.4 ***Recursos clave***

Para que la propuesta digital de gestión logística de residuos sólidos urbanos inicie y opere con éxito, es fundamental contar con recursos clave que aseguren su viabilidad y crecimiento. Entre estos recursos, el poder brindar servicios de consultoría especializada y las alianzas estratégicas con empresas tecnológicas para el suministro de hardware y software avanzado, así como para la colaboración en proyectos de innovación y desarrollo.

Para la implementación y operación efectiva del modelo digital para la gestión logística de residuos sólidos en las empresas públicas encargadas del transporte y logística de los residuos, es fundamental que cuenten con diversos recursos y colaboraciones estratégicas tales como el POA Presupuesto Operativo Anual, PAC Plan Anual de contratación, Partidas presupuestarias.

4.1.5 **Aliados estratégicos**

Al ser los gobiernos locales los responsables de establecer políticas que promuevan la gestión tecnológica de residuos se convierten en el principal aliado de este modelo, a esto se suman los proveedores de tecnología, proveedores de mantenimiento de flota vehicular, Municipio de DMQ, SERCOP Servicio de Contratación Pública, BDE Banco del Estado

Las universidades e instituciones de investigación por la divulgación del conocimiento sobre la gestión logística de los residuos sólidos a través de publicaciones, conferencias y eventos. Finalmente, las organizaciones del sector privado que realicen gestión de residuos las cuales a través de sus recursos desarrollen nuevos materiales reciclables, tecnologías de tratamiento de residuos más eficientes.

4.1.6 **Estructura de costos**

Se considera todos los costos asociados con el desarrollo, implementación, operación y mantenimiento del sistema. A continuación, se presenta la estructura de costos detallada:

Operación y Mantenimiento de Sensores. Costos asociados con la adquisición, mantenimiento preventivo y correctivo de los sensores.

Servicios de soporte técnico para la aplicación móvil EMASEO APP y plataforma digital Sistema de Gestión de Operaciones y costos asociados con las actualizaciones regulares y mejoras del software.

Costos de campañas de marketing para promover la aplicación móvil y costos de producción de material promocional (folletos, anuncios en medios, etc.).

Costos asociados con la obtención de licencias y permisos necesarios para operar, así como los costos de asesoría legal para asegurar el cumplimiento de regulaciones.

Tabla 1

Estructura de costos

Categoría	Descripción
Desarrollo e Implementación	Desarrollo de software, compra de hardware,

	infraestructura tecnológica
Operativos y de Mantenimiento	Mantenimiento de sensores, soporte técnico, salarios de personal
Marketing y Publicidad	Campañas publicitarias, materiales de marketing
Legales y Regulatorios	Licencias, permisos y asesoría legal

4.1.7 **Estructura de ingresos**

La estructura de ingresos de la propuesta digital se basa en una combinación de fuentes diversificadas que garantizan la sostenibilidad y el crecimiento del negocio. Los ingresos provendrán de la participación en eventos públicos, donde se promocionarán nuestros servicios y se captarán clientes interesados en soluciones avanzadas de gestión de residuos. Además, se generarán ingresos por la instalación de sensores en los contenedores, un componente esencial de nuestra oferta tecnológica. La suscripción y el mantenimiento de la plataforma digital serán otra fuente clave, proporcionando a los clientes acceso continuo a herramientas de monitorización y análisis. Asimismo, el almacenamiento de datos en la nube será un servicio recurrente, crucial para la gestión eficiente de los datos recolectados. Los servicios de consultoría especializada enfocada a optimizar operaciones y adoptar las mejores prácticas. Finalmente, los ingresos derivados del análisis de datos permitirán a los clientes obtener información detallada y accesible para mejorar la eficiencia y efectividad de su gestión de residuos. Esta estructura de ingresos asegura una oferta integral y de alto valor añadido, alineada con las necesidades del mercado y la sostenibilidad a largo plazo.

Con lo descrito anteriormente y de acuerdo con lo establecido en los artículos 566 y 568 del COOTAD, los gobiernos autónomos descentralizados municipales y distritales tienen la facultad de determinar tasas por la prestación de servicios públicos, entre los que se

encuentran los de recolección de basura y aseo público; es de esta manera que, los ingresos que percibe EMASEO EP por el servicio de recolección y transporte de basura hacia las estaciones de transferencia están determinados por la “tasa de recolección de basura”, además cuenta con los Aportes del Municipio del DMQ, Prestamos con Bando del Estado, Eventos públicos, Renta de maquinaria y equipos. Dado que EMASEO tiene diversas fuentes de ingresos, como la TGIRS, los aportes del Municipio del DMQ, los préstamos del BDE, entre otros, podría financiar la compra de esta solución innovadora, asegurando la viabilidad económica de la propuesta digital y generando ingresos para la puesta en marcha de la propuesta.

Capítulo cinco

Estrategia de crecimiento e implementación

5.1 Componente tecnológico/innovador

Para la propuesta del sistema tecnológico de gestión logística de residuos sólidos, en el componente tecnológico e innovador considera tecnologías avanzadas, tales como sensores de ultrasonido instalados en los contenedores de residuos para medir el nivel de llenado, ubicación, reporte de incidencias en tiempo real, la información recolectada por los sensores se envía a una plataforma en la nube donde se almacenan, procesan y analizan. La plataforma permite la integración con otros dispositivos móviles para una gestión más integral de los recursos.

La aplicación móvil permite a los usuarios y recolectores recibir alertas en tiempo real sobre el estado de los contenedores (llenos, vacíos, ubicación, incidencias). Esto facilita la creación de rutas de recolección optimizadas basadas en el nivel de llenado y la localización de los contenedores, reduciendo el consumo de combustible y minimizando las emisiones de CO₂. La interfaz de usuario está diseñada para ser fácil de usar y accesible para todos.

En la plataforma web se centraliza el monitoreo de todos los contenedores, la planificación de la recolección, la optimización de rutas, facilitando la generación de datos en tiempo real, lo que permite disponer de toda la información para la toma de decisiones estratégicas y eficientes basada en la implementación y optimización de los procesos.

5.2 Cadena de valor

En la figura 11 se ilustra como la innovación traduce en ventajas competitivas la propuesta tecnológica.

La infraestructura empresarial se divide en diferentes unidades funcionales que gestionan cada etapa del proceso de las cuales se encuentran enfocadas en una unidad de innovación y desarrollo tecnológico, unidad de gestión de datos y análisis, unidad de soporte y servicio al cliente y una unidad de marketing y comunicación.

Con relación a la gestión de recursos se requiere el apoyo de alta dirección, dirección de innovación y desarrollo, administradores de base de datos y especialistas en marketing.

Al ser un proyecto tecnológico se requiere una unidad desarrollo tecnológico, misma que se encargara de la gestión de los sensores ultrasónicos, plataforma en la nube, automatización de procesos y dashboard personalizados, esto facilitara a que el área de gestión de compras canalice una adecuada identificación de las necesidades, selección de proveedores, evaluación de propuestas y formalización de acuerdos.

Finalmente, las actividades principales dentro de la cadena de valor son: logística de entrada, producción y operación, logística de salida, marketing y servicio postventa.

Logística de entada: proceso de recepción y almacenamiento temporal de sensores, adquisición de herramientas y acceso a plataformas digitales, identificación de proveedores y evaluación continua.

Producción y operación: Instalación de sensores en los contenedores, monitoreo y mantenimiento de sensores, configuración de la plataforma en la nube, y recolección, almacenamiento, análisis y optimización de datos.

Logística de salida: Transmisión de datos en tiempo real, monitoreo continuo, alertas y notificaciones, aplicación móvil y dashboard web y programas de capacitación y mantenimiento de capacitaciones.

Marketing: Análisis competitivo, estrategia de marketing, publicidad y promoción y atención al cliente.

Servicio postventa: Atención de quejas y reclamos, fidelización del cliente, capacitación continua al cliente, soporte y logística.

Figura 11

Cadena de valor

Cadena de valor						
Actividades de apoyo	Infraestructura empresarial	Unidad de innovación y desarrollo tecnológico	Unidad de Gestión de Datos y Análisis	Unidad de Soporte y Servicio al cliente		
	Gestión de recursos humanos	Alta Dirección	Director de Innovación y Desarrollo	Administradores de bases de datos		
	Desarrollo tecnológico	Sensores ultrasónicos	Plataforma Sistema Gestión de Operaciones	Automatización de procesos	Dashboards especializados	
	Gestión de compras	Identificación de necesidades	Selección de proveedores	Evaluación de Propuestas	Formalización de acuerdos	
Actividades principales	Logística entrada		Producción y operación		Logística de salida	
	Proceso de recepción y almacenamiento temporal de sensores	Adquisición de licencias y acceso para aplicación móvil y plataforma digital	Instalación de sensores en los contenedores	Monitoreo y mantenimiento de sensores	Transmisión de datos en tiempo real	Monitoreo continuo y alertas de incidencias
	Acreditación de proveedores y evaluación continua	Control de calidad	Configuración del software con las nuevas funciones	Recolección, almacenamiento, análisis y optimización de datos	Aplicación Móvil y Plataforma digital con nuevas funciones	Programas de capacitación
	Marketing			Servicio postventa		
	Análisis competitivo	Estrategia de marketing y ventas		Atención de quejas y reclamos		Soporte y asistencia
	Publicidad y promoción	Atención al usuario		Solución de problemas (cliente interno externo)		Fidelización del usuario

5.3 Indicadores/métricas y proyecciones

5.3.1 Punto de equilibrio

Para obtener el punto de equilibrio, se utilizó el criterio establecido por Paul Graham, un famoso inversor de capital de riesgo de Inglaterra y fundador de la empresa de capital semilla y Combinator que menciona en su aceleradora que la tasa de crecimiento ideal para una startup va entre un 5% a 7% a la semana (Columna Alumni, s.f), para lo cual la obtención de los costos fijos y variables considerando un plan piloto inicial que consta de la instalación de sensores, acceso a la plataforma digital y aplicación móvil con un total de 146 dispositivos y un margen de ganancia del 24% mensual, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 2

Costos fijos

Costos Fijos	Mensuales
Desarrollo y	
Mantenimiento de la	
plataforma en la	\$541.66
nube	
Salarios del personal	
técnico	\$1600.00

Salarios de personal de consultoría	\$2400.00
Salarios personal de ventas	\$460.00
Alquiler de oficina y bodega	\$1200.00
Servicios básicos (internet, luz, agua)	\$100.00
Costos Operativos	\$200.00
Promoción y Publicidad	\$150.00
Costo total fijo	\$6.651,66

Nota. Datos obtenidos a partir del cálculo.

Tabla 3

Costos variables

Costos Variables Inicial	Mensuales
Costo del sensor ultrasónico	\$19126.00
Costo logístico (instalación sensor)	\$2920.00
Mantenimiento del sensor (mensual)	\$2920.00
Costo total	\$24.966,00

Nota. Datos obtenidos a partir del cálculo.

Posterior a la elaboración de los valores de los costos fijos y variables se obtuvo el valor unitario por sensor incluido: instalación, mantenimiento del sensor y acceso a la plataforma y aplicación móvil que es de \$268.53, finalmente se calculó el punto de equilibrio como se observa en la tabla 4, mismo que se obtiene a partir del costo total y el precio unitario por sensor dando como resultado, que para cubrir todos los costos fijos y variables, se necesita instalar y mantener al menos 118 unidades mensuales, asegurando que la empresa no incurra en pérdidas.

Tabla 4*Punto de equilibrio*

Punto de equilibrio	118 unidades
Costo total	\$31,617.66
Precio de venta (incluye instalación y mantenimiento)	\$248.72

Nota. Datos obtenidos a partir del cálculo.

5.3.2 **Análisis de inversión**

Una vez completados los cálculos del punto de equilibrio, se llevó a cabo un análisis de inversión. Este análisis incluyó la determinación de los gastos administrativos, los gastos de producción y el capital de trabajo. En la tabla 5 se detallan los parámetros considerados.

Tabla 5*Inversiones*

Detalle	Valor
Inversiones Tangibles	
Sensores	229.512,00
Total inversiones tangibles - producción	229.512,00
Inversiones tangibles - administrativos	
Muebles y Enseres de oficina y bodega	10.000,00
Equipos de computación	3.000,00
Equipos de comunicaciones	1.500,00
Total inversiones tangibles - administrativas	14.500,00
Total inversiones tangibles	244.012,00
Inversiones Intangibles	

Desarrollo de la plataforma en la nube	2.500,00
Desarrollo de la aplicación móvil	1.000,00
Instalaciones Oficina	1.000,00
Total inversiones intangibles	4.500,00
Capital de trabajo	
Salarios del personal técnico	19.200,00
Salarios de personal de consultoría	28.800,00
Salario personal de Ventas	5.520,00
Costos Operativos	25.000,00
Total capital de trabajo	78.520,00
Total Inversiones	\$327.032,00

Nota. Datos obtenidos a partir del cálculo.

Finalmente, se realizó un análisis de inversión mediante un flujo de caja, determinando las variables VAN (Valor Actual Neto), PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión) y TIR (Tasa Interna de Retorno) del modelo digital propuesto. Este análisis se basó en el cálculo de los flujos de efectivo estimados para un período de 5 años, utilizando una tasa de descuento del 10%. Los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 6

Cálculos Indicadores VAN, TIR, PRI

VAN	\$179.892,48
PRI	4 años 7 meses
TIR	26%

Nota. Datos obtenidos a partir del cálculo.

El modelo propuesto genera un valor presente neto de \$179.892,48 lo que indica que la inversión es rentable dado que el VAN es positivo y considerablemente alto, con relación

al PRI la inversión inicial se recupera en aproximadamente 4 años 7 meses y el TIR del 26 % sugiere un retorno atractivo en comparación con la tasa de descuento del 10%.

5.4 Estrategia de crecimiento, marketing y ventas

5.4.1 Estrategias de Crecimiento

Un motor de crecimiento según Eric Ries es la estrategia que debemos adoptar en un modelo de negocio, el que permite potenciar un crecimiento sostenible y continuado de clientes a la vez que realimenta el modelo y provoca efectos en la red, para destacar la propuesta de valor de esta solución digital, la estrategia de crecimiento se basara en el motor de crecimiento pegajoso, mismo que se centra en la retención del cliente y la frecuencia de uso para impulsar el crecimiento a largo plazo.

Motores de Crecimiento | Cómo y Porqué Crecen las Empresas, s. f, menciona que la velocidad de crecimiento se determina por la tasa de capitalización, que resulta de restar la tasa de deserción a la tasa de crecimiento natural, por lo tanto si la tasa de capitalización es elevada el crecimiento es directamente proporcional a la tasa de capitalización.

En la figura 12 detallar las estrategias, acciones, indicadores y metas para potenciar un crecimiento adecuado del motor de crecimiento pegajoso.

Figura 12

Motor de crecimiento pegajoso

Motor de crecimiento Pegajoso			
	Acción	Indicadores	Metas
Identificación del valor añadido	Incorporar sensores ultrasónicos en los contenedores para medir el nivel de llenado y georreferenciarlos	Porcentaje de contenedores equipados con sensores ultrasónicos	Cubrir 1700 contenedores en 1 años
		Tiempo promedio de instalación de sensores	Realizar la instalación de 7 sensores ultrasónicos al día
Optimización y Eficiencia Operativa	Utilizar la información obtenida para planificar rutas de recolección más eficientes	Número de rutas optimizadas	25% de las rutas optimizadas en el primer año
		Porcentaje de vehículos operativos	Incrementar en un 10% en el primer año
Mejora en la Satisfacción del Cliente	Mejorar las funciones de la aplicación móvil para que los usuarios puedan ver el estado de los contenedores y reportar incidencias.	Índice de satisfacción del usuario	Obtener un índice superior al 80%
		Tasa de retención de usuarios de la aplicación	Meta del 90% de retención anual
Sostenibilidad y Reducción de Costos	Optimizar las rutas para reducir el consumo de combustible y las emisiones de carbono	Reducción del consumo de combustible	Meta del 15% en el primer año
		Costos de mantenimiento de flota vehicular	Reducción del 20% en el primer año
Monitoreo y Evaluación Continua	Establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las acciones implementadas	Frecuencia de informes de monitoreo	Informes mensuales de progreso
		Tasa de resolución de incidencias reportadas	Resolución del 80% de incidencias en menos de 24 horas

5.4.2 Estrategias de marketing

Para dar a conocer el sistema digital de gestión logística de residuos al sector público, se implementará la estrategia de marketing Mix, misma que se encuentra fundamentada en la teoría de los autores originarios como son Philip Kotler y Gary Armstrong, autores del libro "Fundamentos de Marketing", donde se describe el concepto de marketing como una filosofía de la dirección de marketing por la cual se logra alcanzar las metas de la organización y esto depende de la determinación de las necesidades y deseos de los mercados y de la satisfacción de los deseos de forma más eficaz y eficiente que los competidores. Por lo tanto, el Marketing Mix o mezcla de la mercadotecnia, consiste en el conjunto de actividades

destinadas a la promoción y comercialización de la marca o el producto en el mercado. Siempre teniendo en cuenta las 4P's y con un objetivo claro: atraer y fidelizar al cliente gracias a la satisfacción de sus necesidades, con base a lo mencionado en la figura 13 se presentan las acciones, indicadores y metas para potenciar un crecimiento adecuado en marketing.

Figura 13

Marketing Mix

Matriz de Marketing Mix			
	Características	Indicadores	Metas
Producto	Monitoreo en tiempo real del llenado de los sensores	Número de contenedores equipados con sensores	Cubrir los 1700 contenedores en 1 año
	Reporte de las incidencias de los contenedores		
	Optimización de rutas de recolección y disminución de flota inoperativa	Número de usuarios usando la aplicación	Llegar al 70% de la población de Quito en un año
	Análisis de datos	Numero de incidencias reportadas y gestionadas	Gestionar el 90% de las incidencias reportadas
	Aplicación móvil con información del estado de contenedores y rutas de recolección, atención de quejas y solicitudes, creación de comunidad para propuestas verdes	% de rutas optimizadas al año	Optimizar el 20% de rutas al año
Precio	El costo está en función de:	Margen de beneficio bruto	Mantener el margen de beneficio bruto del 15%
	Número de sensores instalados en los contenedores		
	Cantidad de data procesada		
	Data histórica, tiempo de almacenamiento en la nube	Tasa de aumento de capacidad de almacenamiento de datos	Incrementar el alcance del servicio un 10% anual
Plaza	Participación en subastas inversas con Gobiernos Autónomos Descentralizados de gestión de residuos	Numero de subastas presentadas	Una subasta ganada al año
	Alianzas con ONGs con iniciativas sostenibles		
	Alianzas con empresas de tecnología	Numero de alianzas realizadas	2 alianzas al año
Promoción	Participación en eventos o ferias ambientales	Numero de participaciones en ferias o ventos	4 eventos al año
	Campañas de sensibilización ambiental en RRSS		
	Página web		
	Participación en podcast de emprendimiento e innovación tecnológica		
	Vinculación con la academia con charlas para estudiantes	Tasa de viralidad en RRSS	Llegar a 1000 visualizaciones mensuales

5.4.3 Estrategia de ventas

La propuesta de transformación digital de la gestión logística de residuos urbanos se enfocada en ciudades sostenibles, se plantea una estrategia de ventas detallada en tres ejes: Conocer a tu Cliente Ideal, Seguimiento Postventa y Establecer Objetivos de Ventas Claros, tomando cuenta a los actores involucrados, los beneficios tecnológicos y las metas específicas de sostenibilidad, en la figura 14 se muestra la matriz de ventas con las acciones, indicadores y metas para potenciar un crecimiento en ventas.

Figura 14

Matriz Estrategia de Ventas

Matriz Estrategia de Ventas			
	Plan Acción	Indicadores	Metas
Conocer a tu Cliente Ideal	Identificar y segmentar a los gobiernos municipales y empresas públicas encargadas de la gestión de residuos que podrían beneficiarse de la transformación digital	Número de Perfiles de Cliente Creado	Crear al menos 3 perfiles detallados de municipios o empresas publicas encargadas de la gestión logística en el primer trimestre
		Calidad de la Información del Cliente	Medida por la cantidad de datos específicos y relevantes recopilados (por ejemplo, necesidades tecnológicas, problemas actuales en la gestión logística de residuos).
Seguimiento Postventa	Utilizar herramientas de CRM para realizar un seguimiento exhaustivo de los clientes después de la implementación del sistema digital para la gestión logística para residuos solidos	Índice que mide la disposición de los clientes a recomendar el sistema a otros municipios o empresas	Alcanzar un NPS superior a 70
		Tasa de Resolución de Problemas	Reducir el tiempo de resolución de problemas a menos de 48 horas
Establecer Objetivos de Ventas Claros	Revisar y ajustar los objetivos de ventas periódicamente para asegurar su alineación con las metas empresariales	Volumen de Ventas	Alcanzar un incremento del 25% en el volumen de ventas a partir de la primera implementación
		Ingresos Generados	Incrementar los ingresos por cada implementación realizada

5.5 Estrategia de sostenibilidad (social, ambiental, económica)

5.5.1 Estrategia Social

Tanto los crecimientos de emprendimiento responsables como la sociedad se vuelven cada vez más conscientes de la importancia de la sostenibilidad, la productividad y la demanda de productos y servicios sostenibles (De Docusign, 2023), por tal razón la propuesta

a nivel social busca una Gestión Responsable con Proveedores y la Participación de los Usuarios, en la figura 15 se presenta la matriz de estrategia basada con la vinculación social.

Figura 15

Matriz de Sostenibilidad Social

Parámetro	Objetivo	Indicadores	Metas	Acciones
Gestión Responsable con Proveedores	Establecer relaciones comerciales justas y éticas con los proveedores	*Índice de proveedores evaluados *Índice de cumplimiento de los estándares éticos por proveedores	*Evaluar al 100% de los proveedores anualmente *Asegurar que el cuenten con los estándares éticos	*Establecer un código de conducta para proveedores *Realizar auditorías periódicas a proveedores
Participación de los Usuarios	Involucrar a los usuarios en iniciativas de sostenibilidad y gestión de residuos	*Índice de participación de usuarios *Nivel de satisfacción de los usuarios	*Aumentar la participación de los usuarios en un 50% anual *Lograr una satisfacción de usuarios superior al 85%	*Crear campañas de sensibilización y educación para usuarios mediante el uso de la aplicación móvil *Facilitar canales de comunicación y retroalimentación con usuarios

5.5.2 **Estrategia ambiental**

En Ecuador y el Distrito Metropolitano de Quito la prestación del servicio de manejo de desechos sólidos y actividades de saneamiento ambiental en todas sus fases las ejecutan los gobiernos autónomos descentralizados municipales como Autoridad Ambiental de Aplicación en el área de su jurisdicción, estableciendo procedimientos adecuados para barrido, recolección, transporte, almacenamiento temporal, acopio, transferencia, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos (*Consejo Nacional de Competencias, 2019*).

Con lo expuesto anteriormente y con la finalidad de aportar para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible es fundamental llevar a cabo alianzas entre los diferentes actores del planeta; gobiernos, sector privado y sociedad civil y situar la nueva Agenda en el centro de las políticas y actuaciones de todos ellos (*Pacto Mundial, 2023*), por tanto muchos actores

están buscando poder aportar con ideas innovadoras y sostenibles para que los Objetivos de Desarrollo Sostenible se pueda cumplir a partir de sus contribuciones, por ello, los modelos de negocio actuales buscar ser sostenibles, con ideas verdes llevadas a la acción y suelen tener como características la innovación y el uso de tecnología para lograrlo (De Docusign, 2023).

Por tal razón, esta propuesta digital pretende aportar de manera significativa a la empresa pública encargada de la gestión integral de residuos, promoviendo acciones en la recolección y transporte para iniciar el camino hacia una ciudad más sostenible y resiliente, al incorporar tecnologías digitales, no solo mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos, sino que también promoviendo la optimización de las rutas de recolección de residuos puesto que se minimiza el tiempo de viaje y la distancia recorrida por los vehículos recolectores. Esto reduce las emisiones de CO₂ mejorando la calidad del aire.

Las rutas más eficientes contribuyen a un menor uso de combustible, permiten planificar un mantenimiento más eficiente y menos reactivo generando menos residuos, como aceites usados y piezas desgastadas, que disminuyen costos y mejoran la eficiencia del mantenimiento, en la figura 16 se presentan los ODS que se vinculan con la propuesta digital.

Figura 16

Matriz de Sostenibilidad Ambiental

Parámetro	Objetivo 11.6	Indicadores	Metas	Acciones
Contribución al ODS 11.6: Impacto Ambiental	Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, mejorando la gestión de desechos municipales y la calidad del aire	*Nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por la flota vehicular	*Reducir las emisiones de GEI de la flota vehicular en un 20% anual	*Implementar sensores ultrasónicos para monitorear el llenado de contenedores *Optimizar las rutas de recolección para reducir el consumo de combustible
Contribución al ODS 9.4: Infraestructura Sostenible	Mejorar la infraestructura y adoptar tecnologías sostenibles en la gestión de residuos	*Porcentaje de flota vehicular modernizada *Eficiencia operativa mejorada (costos/beneficios)	*Modernizar al menos el 50% de la flota vehicular en 5 años *Implementar un sistema tecnológico de gestión logística en el 100% de las operaciones	*Establecer colaboraciones con entidades tecnológicas para innovar en la gestión logística de residuos

Permiten un enfoque integral en la sostenibilidad, que no solo busca mejorar la gestión logística de residuos, sino también fomentar el uso de tecnologías innovadoras y sostenibles en la infraestructura. Esto contribuye a la reducción del impacto ambiental y promueve un desarrollo urbano más responsable y eficiente

5.5.3 **Estrategia económica**

Lograr la viabilidad en la sostenibilidad económica de la propuesta digital ofrece un marco claro que asegura que la transformación digital en la gestión logística de residuos urbanos no solo sea financieramente viable, sino que también produzca un impacto positivo, en la figura 17 se presentan las acciones que ayudaran a llevar a cabo la estrategia propuesta.

Figura 17

Estrategia de sostenibilidad económica

Parámetro	Objetivo	Indicadores	Metas	Acciones
Responsabilidad Social	Incorporar prácticas de responsabilidad social que generen valor a la comunidad y a la empresa	*Proyectos comunitarios apoyados *Satisfacción de la comunidad	*Incentivar al menos 3 proyectos comunitarios anuales que optimicen la gestión logística	*Colaborar con organizaciones locales
Inversión en Innovación	Promover la innovación para mejorar la eficiencia y sostenibilidad operativa	*Cantidad de nuevas tecnologías implementadas *Ahorros generados por innovación	*Generar ahorros del 10% a través de la innovación	*Fomentar un ambiente de innovación entre empleados
Control de Costos	Minimizar costos operativos mediante la eficiencia en procesos	Costos de mantenimiento de flota	Disminuir costos de mantenimiento en un 20%	Implementar un sistema de gestión de costos eficiente

Conclusiones

Al iniciar la investigación sobre el proceso de gestión logística de la recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), descubrimos que la empresa pública encargada de esta tarea ya contaba con una plataforma de gestión de datos y una aplicación móvil. Por ello, nuestro modelo se planteó desde una perspectiva de mejora, aprovechando la infraestructura tecnológica existente.

El proyecto muestra un punto de equilibrio alcanzado al instalar y mantener al menos 118 unidades mensuales, asegurando que los ingresos superen los costos fijos y variables. Con un VAN positivo de \$179.892.48, PRI de 4 años.7 meses y TIR del 25%, por lo que se confirma su viabilidad financiera a mediano y largo plazo.

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en Quito enfrenta importantes desafíos logísticos que afectan tanto la eficiencia de la recolección como la sostenibilidad ambiental. Actualmente, el 37,5% de los contenedores se encuentran en mal estado o han cumplido su vida útil, y el 88% de la flota vehicular está obsoleta, con el 32% de los vehículos inoperativos. Aunque EMASEO cuenta con un sistema tecnológico para el seguimiento de la flota vehicular, este se limita a la ubicación GPS, sin proporcionar datos suficientes para optimizar la recolección. Estos problemas resultan en rutas de recolección ineficientes, altos costos de mantenimiento y consumo de combustible, así como una mayor huella de carbono. La implementación de un modelo tecnológico de gestión logística, que incluya sensores ultrasónicos para monitorear el llenado de contenedores y georreferenciar su ubicación, permitirá planificar rutas más eficientes, reducir los tiempos de recolección y mejorar la sostenibilidad del proceso.

Con base al análisis financiero realizado, se demuestra que el análisis financiero basado en el VAN, TIR y PRI sugiere que el proyecto es rentable y genera valor para los inversionistas.

Recomendaciones

Para que este modelo pueda ser replicado en otras empresas públicas o privadas de la gestión logística de residuos es importante realizar una evaluación previa de los servicios tecnológicos que dispongan, iniciativas que se tengan sobre el manejo sostenible de RSU y las políticas públicas implementadas que permitirán establecer el punto de partida de la propuesta y definir si es una mejora al modelo actual como se menciona en este trabajo de titulación o se requiere diseñar un nuevo modelo de negocio.

Se sugiere revisar los costos constantemente, para planificar la escalabilidad del proyecto de manera estratégica, así implementando un sólido plan de gestión de riesgos del modelo para fortalecer las estrategias de marketing para aumentar la adopción del servicio y mantener un enfoque en la innovación tecnológica continua para mantener la competitividad en el mercado.

Se debe considerar el horizonte de recuperación de la inversión y evaluar si este período es aceptable para los stakeholders. En conjunto, el proyecto parece ser una buena oportunidad de inversión, especialmente si la organización está preparada para un retorno a medio o largo plazo

Para abordar los problemas identificados y mejorar la gestión logística de la recolección de RSU en Quito, se recomienda la implementación de un modelo tecnológico avanzado. Este modelo debe incluir: Sensores Ultrasónicos, Optimización de Rutas, Gestión de operaciones que permita optimizar las rutas, reducir los tiempos de recolección y minimizar el consumo de combustible.

ECUADOR CRECIÓ EN 2.5 MILLONES DE PERSONAS ENTRE 2010 y 2022 – Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s. f.). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/ecuador-crecio-en-2-5-millones-de-personas-entre-2010-y-2022/>

De la gestión de residuos sólidos urbanos de una ciudad a través del Indicador ODS, G. P. a. P. P. E. el D. (s/f). HERRAMIENTA “WASTE WISE CITIES”. Unhabitat.org. Recuperado el 31 de diciembre de 2023, de <https://unhabitat.org/sites/default/files/202203/Waste%20wise%20cities%20tool%20-%20ES.pdf>

G, S. I. C. (2023, 8 mayo). Hub de residuos sólidos y economía circular para América Latina y el Caribe: aliado para la transformación sectorial. Volvamos a la fuente. <https://blogs.iadb.org/agua/es/hub-de-residuos-solidos-y-economia-circular-para-america-latina-y-el-caribe-aliado-para-la-transformacion-sectorial/>

Holguín, E. V., & Rodríguez, A. I. (2014). Capital, sujeto y ciudad. Lecturas de la ciudad y la crisis humanista. El caso Medellín. El Ágora USB, 14(1), 87. <https://doi.org/10.21500/16578031.122>

La gestión de residuos en las ciudades inteligentes | Gestión de Residuos Valencia. (s. f.). <https://www.leonardo-gr.com/es/blog/la-gesti-n-de-residuos-en-las-ciudades-inteligentes>

Hernández Mar, R., Morales Calderón, J. R., & Rózga Luter, R. E. (2021). Gestión y recolección de residuos sólidos urbanos (RSU) desde la perspectiva de la Ciudad Inteligente (CI): el caso de recolección de basura en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México.

MAATE conmemora el Día del Reciclador – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (s. f.). <https://www.ambiente.gob.ec/mae-conmemora-el-dia-del-reciclador-2/>

- Machado. (2023, 30 agosto). Quito tiene un año para resolver los problemas del tratamiento de basura. Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/relleno-sanitario-quito-problemas-basura/>
- Morán, M. (2023, 15 septiembre). Ciudades - Desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles | Pacto Mundial ONU. (2023, 20 abril). Pacto Mundial. <https://www.pactomundial.org/ods/11-ciudades-y-comunidades-sostenibles/#:~:text=El%20ODS%2011%20pretende%20conseguir,ciudades%20la%20reducci%C3%B3n%20del%20impacto>
- ODS 17 Alianzas para lograr los objetivos | Pacto Mundial ONU. (2023, 21 agosto). Pacto Mundial. <https://www.pactomundial.org/ods/17-alianzas-para-lograr-los-objetivos/>
- Weeks, J. R., Getis, A., Hill, A. G., Agyei-Mensah, S., & Rain, D. (2010). Neighborhoods and fertility in Accra, Ghana: An AMOEBA-Based approach. *Annals of The Association of American Geographers*, 100(3), 558-578. <https://doi.org/10.1080/00045601003791391>

Apéndice

Apéndice A. Tarjetas de prueba y aprendizaje Validación de problema

Tarjeta de pruebas



Validación del problema

23 de junio de 2024

Especialistas en Residuos Sólidos

1 hora

PASO 1: HIPÓTESIS

Creemos que

La implementación del modelo de transformación digital para la gestión logística de residuos sólidos en Quito mejorará significativamente la eficiencia y eficacia del sistema actual, reduciendo el tiempo y costo de recolección, aumentando la cobertura y disminuyendo el impacto ambiental..

Decisiva: 

PASO 2: PROBAR

Para verificarlo, haremos

Entrevistas, para conocer la opinión de expertos técnicos sobre la implementación de un modelo para la gestión logística de los residuos sólidos urbanos en Quito.

Coste de la prueba: 

Fiabilidad: 

PASO 3: MÉTRICA

Y mediremos

La cantidad de afirmaciones positivas sobre la hipótesis planteada.

Tiempo necesario: 

PASO 4: CRITERIOS

Tenemos razón si

De tres expertos técnicos entrevistados la aceptación corresponderá a dos opiniones que aseveren la hipótesis planteada.

Copyright Business Model Foundry AG
Los creadores de Generación de modelos de negocio y Strategyzer

Tarjeta de aprendizaje Strategyzer

Validación del problema *sión*

#23 de junio de 2024 *izaje*

Tania Rodas, Santiago Montalván

PASO 1: HIPÓTESIS

Creíamos que

Creíamos que la implementación del modelo de transformación digital para la gestión logística de residuos sólidos en Quito mejorará significativamente

la eficiencia y eficacia del sistema actual, reduciendo el tiempo y costo de recolección, aumentando la cobertura y disminuyendo el impacto ambiental.

PASO 2: OBSERVACIÓN

Observamos

De los tres expertos técnicos, dos afirmaron que la gestión logística actual de residuos sólidos en la ciudad de Quito debería ser mejorada y el aporte tecnológico brindara mayor cobertura del servicio que actualmente se brinda

permitiendo así mejorar los problemas ambientales, sociales y económicos acerca de la gestión logística. Un de los expertos entrevistados menciona que en la actualidad las empresas públicas se manejan con la coyuntura política de turno sin dar realce a ideas y/o proyectos innovadores.

PASO 3: APRENDIZAJE Y CONCLUSIONES

A partir de ahí aprendimos que

De la retroalimentación recibida se identificó que el modelo

digital para la gestión logística de residuos sólidos en la ciudad de Quito mejorara la gestión actual, considerando que la aplicación y su sistema de gestión de procesos actual no permite obtener información que permita analizarla y se logre optimizar los recursos mediante la toma de decisiones.



PASO 4: DECISIONES Y ACCIONES

Por lo tanto, haremos

realizaremos un modelo digital para la gestión logística de los residuos urbanos para la ciudad de Quito, basada en tres aspectos: instalación de sensores, aplicación móvil, gestión y análisis de datos.

Apéndice B. Validación de solución

Tarjeta de pruebas

Validación de la solución	23 de junio de 2024
Especialistas en Residuos Sólidos	1 hora

PASO 1: HIPÓTESIS

Creemos que

Creemos que el modelo tecnológico mejorará la gestión logística de los RSU en la ciudad de Quito, con la instalación de sensores en contenedores para conocer el nivel de llenado, reporte de incidencias, mediante la inclusión e intervención de estas funciones a la aplicación móvil EMASEO.

PASO 2: PROBAR

Para verificarlo, haremos

Entrevistas a expertos técnicos para validar la hipótesis planteada

Coste de la prueba:

Fiabilidad:

PASO 3: MÉTRICA

Y mediremos

La cantidad de afirmaciones positivas sobre la hipótesis planteada

Tiempo necesario:

PASO 4: CRITERIOS

Tenemos razón si

De tres expertos técnicos entrevistados la aceptación corresponderá a dos opiniones que aseveren la hipótesis planteada

Copyright Business Model Foundry AG Los creadores de Generación de modelos de negocio y Strategyzer

Tarjeta de aprendizaje Strategyzer

Validación de la solución

23 de junio de 2024

Tania Rodas, Santiago Montalván

PASO 1: HIPÓTESIS

Creíamos que

Creíamos que el modelo tecnológico mejorará la gestión logística de los RSU en la ciudad de Quito,

con la instalación de sensores en contenedores para conocer el nivel de llenado, reporte de incidencias, mediante la inclusión e intervención de estas funciones a la aplicación móvil EMASEO.

PASO 2: OBSERVACIÓN

Observamos

De los tres expertos técnicos entrevistados, mencionaron que el proyecto aborda un problema crítico que afecta tanto al medio ambiente como a la salud pública.

Se han identificado correctamente la oportunidad de innovación en la mejora de la eficiencia de la recolección y el transporte de los residuos, y se proponen soluciones tecnológicas viables que podrían tener un buen impacto, finalmente sería útil ver como los comentarios de los usuarios que permitirán refinar la aplicación móvil y los sistemas de seguimiento y control que se proponen.

PASO 3: APRENDIZAJE Y CONCLUSIONES

A partir de ahí aprendimos que

La validación por expertos avala la relevancia del proyecto, enfocado en un problema que afecta al medio ambiente, la salud pública y la economía. Los expertos confirman la importancia del problema, la viabilidad de la solución propuesta (sensores ultrasónicos, app móvil y plataforma digital) y la necesidad de un enfoque iterativo que incorpore feedback de usuarios para mejorar el sistema de gestión de residuos.

PASO 4: DECISIONES Y ACCIONES

Por lo tanto, haremos

se continua con el prototipo inicial, sin embargo, por la retroalimentación de los expertos se incluirá la opinión de los usuarios.