

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad del proyecto de inversión para el proceso de compostaje en la municipalidad del cantón de San Isidro de Heredia, durante el segundo semestre del año 2020”

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

JHONNY CORDERO ESPINOZA

TUTOR: ING.FEDERICO SALAZAR JIMÉNEZ

HEREDIA, SEPTIEMBRE, 2020

ÍNDICE

ÍNDICE	2
Índice de Tablas	6
Índice de Figuras	7
ACRÓNIMOS Y SIGLAS	8
CARTA DEL TUTOR	9
CARTA DEL LECTOR	10
DECLARACIÓN JURADA	11
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA (CENIT)	12
DEDICATORIA	14
AGRADECIMIENTOS	15
RESUMEN	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	18
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	19
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN	22
1.2.1 Reseña Histórica	22
1.2.2 Servicios	22
1.2.3 Funciones según Artículo 4. Código Municipal	23
Misión	24
Visión	24
Valores	25
1.2.4 Organigrama	26
1.2.5 Mapa de Procesos	27
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	29
1.3.1 La idea del problema	29
1.3.2 Definición del problema	29
1.3.3 Justificación	30
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	31
1.4.1 Objetivo general	31

1.4.2	Objetivos específicos -----	31
1.5	ALCANCES Y LIMITACIONES -----	32
1.5.1	Alcances -----	32
1.5.2	Limitaciones -----	32
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO-----		33
2.1	MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA-----	34
2.1.1	Ingeniería Industrial -----	34
2.1.2	Proyectos Municipales -----	35
2.1.3	Proyecto de Inversión -----	36
2.1.4	Sistema de gestión -----	36
2.2	MARCO CONCEPTUAL ATENIENTE A LA GESTION DEL PROYECTO-----	38
2.2.1	Diagrama de Flujo -----	38
2.2.2	Diagrama de Ishikawa-----	39
2.2.4	Metodología Six Sigma DMAIC-----	41
2.2.5	Diagrama de Gantt -----	43
2.2.6	Gráficos de Control-----	44
2.2.7	Lluvia de Ideas -----	45
2.2.8	Análisis FODA -----	46
2.3	MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO-----	47
2.3.1	Estudio de Factibilidad -----	47
2.3.2	Análisis Costo Beneficio (B/C) -----	49
2.3.3	Impacto Ambiental-----	49
2.3.4	Impacto Social-----	50
2.3.5	Impacto Económico -----	50
2.4	ANTECEDENTES DE TEORIAS O PROYECTOS SEMEJANTES-----	51
2.4.1	Autores consultados: coincidencias o discrepancias -----	51
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO-----		53
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA-----	54
3.2	METODOLOGÍA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO-----	55

3.3	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.	55
3.4	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO-----	56
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE PROYECTO. -----	57
	CAPÍTULO IV: LINEA BASE Y ANALISIS DE CAUSAS -----	58
4.1	Situación actual en la Municipalidad de San Isidro-----	59
4.2	Diagrama de Ishikawa-----	61
4.2.1	Falta de educación ambiental en la población -----	62
4.2.2	Falta de soluciones para aumentar la participación en el cantón	63
4.2.3	Aumento de comercios que no participan en el compostaje -----	63
4.2.4	Limitado plan de recolección de basura orgánica en la comunidad	63
4.2.5	Falta de comunicación -----	64
4.2.6	Falta de políticas regulatorias -----	64
4.3	Distribución de Planta -----	65
4.4	Recursos utilizados en el proceso -----	66
4.5	Diagrama de Flujo del proceso actual-----	67
4.6	Análisis FODA -----	69
	CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN -----	71
5.1	Propuesta 1. Campaña de recolección de residuos orgánicos-----	72
5.1.1	Permisos en la Municipalidad de San Isidro de Heredia-----	72
5.1.2	Alianzas interinstitucionales -----	72
5.1.3	Divulgación de la información -----	73
5.1.4	Desarrollo del plan piloto del proceso de compostaje-----	75
5.2	Focus Group -----	75
5.3	Diagrama de flujo para el proceso a implementar -----	76
5.4	Análisis económico -----	78
5.5	Análisis social -----	85
5.6	Análisis ambiental -----	85
5.7	Manual de procedimientos -----	87
	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	97

6.1 Conclusiones -----	98
6.2 Recomendaciones -----	99
6.3 BIBLIOGRAFÍA -----	101
Referencias -----	101
Otras fuentes -----	103
Leyes -----	104
Páginas Web -----	105
Tesis -----	106
6.4 ANEXOS -----	107

Índice de Tablas

Tabla 1 Frecuencia y cantidad de residuos orgánicos recolectados para el proceso de compostaje.....	61
Tabla 2 Gastos totales por mes generados para el proyecto de compostaje.....	67
Tabla 3 Empresas consultadas en el cantón para la participación en el proceso de compostaje.....	72
Tabla 4 INVERSIÓN INICIAL	79
Tabla 5 GASTOS Y COSTOS DEL ESTUDIO LEGAL.....	79
Tabla 6 INVERSIÓN INICIAL MANO DE OBRA PLANTA DE COMPOSTAJE.....	79
Tabla 7 GASTOS POR ESTUDIO DE MERCADO.....	80
Tabla 8 COSTOS DE LOS PAQUETES PARA ALMACENAR EL ABONO	80
Tabla 9 PRECIO DE VENTA DE ABONO ORGÁNICO	80
Tabla 10 INGRESO ESTIMADO POR VENTA DEL ABONO POR MES	81
Tabla 11 COSTO DE COSEDORA PARA SACOS	81
Tabla 12 COSTO DE PRODUCTOS PARA PROCESO DE ABONOS ORGÁNICOS	82
Tabla 13 COSTOS FIJOS ANUALES	82
Tabla 14 COSTOS DEL PROYECTO	82
Tabla 15 FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN EL CANTON DE SAN ISIDRO DE HEREDIA.....	83
TABLA 16 APLICACIÓN DE INDICADORES FINANCIEROS DEL PROYECTO .	84

Índice de Figuras

Figura N° 1: Municipalidad de San Isidro de Heredia, Edificio Principal.....	24
Figura N° 2: Organigrama de la Municipalidad de San Isidro de Heredia	27
Figura N° 3: Mapa de procesos de la Municipalidad San Isidro de Heredia.....	28
Figura N° 4: Plan de Acción Municipal (PAM)	35
Figura N° 5: Sistema de Gestión	37
Figura N° 6: Ejemplo de Diagrama de Flujo	38
Figura N° 7: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa	40
Figura N° 8: Metodología DMAIC	42
Figura N° 9: Diagrama de Gantt	43
Figura N° 10: Partes de un Gráfico de Control	44
Figura N° 11: Partes de un Gráfico de Control	46
Figura N° 12: Tipología básica de proyectos.....	48
Figura N° 13: Diseño de Planta de compostaje actual	66
Figura N° 14: Diagrama de flujo del proceso actual	68
Figura N° 15: Diagrama de flujo del proceso a implementar	77

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

B/C: Relación Costo-Beneficio, índice neto de rentabilidad

EFE: Estudio de factibilidad económica

IEE: Instituto De Ingeniería Industrial

KPI: (Key Performance Indicator), Indicadores Clave De Desempeño

MSIH: Municipalidad de San Isidro de Heredia

PAM: Plan de Acción Municipal

PI: Plan de Inversión

PRI: Periodo de Recuperación de la Inversión

RSU: Residuos Sólidos Municipales

TEC: Instituto Tecnológico de Costa Rica

TIR: Tasa interna de retorno

UCR: Universidad de Costa Rica

UH: Universidad Hispanoamericana

UNA: Universidad Nacional de Costa Rica

UPC: Universidad Politécnica de Catalunya

UTGV: Unidad Técnica de Gestión Vial

VAC: Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales de un proyecto

VAI: Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos

VAN: Valor Actual Neto

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 20 de marzo de 2021

Señores

Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante JHONNY CORDERO ESPINOZA, cédula de identidad 4-0200-0908 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: "Estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad del proyecto de inversión para el proceso de compostaje en la municipalidad del cantón de San Isidro de Heredia, durante el segundo semestre del año 2020." el cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,

Firma.....

Nombre del profesor...Federico Salazar Jiménez.

Cédula...1-0914-0803

Carné del Colegio 1782.

CARTA DEL LECTOR

Heredia, 22 de Abril de 2021

Señores
Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Jhonny Cordero Espinoza, cédula de identidad 4-0200-0908, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: "Estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad del proyecto de inversión para el proceso de compostaje en la municipalidad del cantón de San Isidro de Heredia, durante el segundo semestre del año 2020", el cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, relativo a la coherencia en redacciones de algunos temas, explicación más detallada de herramientas como ishikawa y diseños de planta, así como presentación estándar del documento. He verificado que se cumple con una adecuada coherencia entre marco teórico y el análisis de datos, asimismo existe consistencia entre los datos recopilados y las conclusiones, demostrando originalidad y aplicabilidad de las recomendaciones.

He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas. Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



Ing. Agustín Mejía Solano
Cédula: 6-0345-0690
Carné del Colegio: II-28964

DECLARACIÓN JURADA

Yo Jhonny Cordero Espinoza, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 402000908 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad del proyecto de inversión para el proceso de compostaje en la municipalidad del cantón de San Isidro de Heredia, durante el segundo semestre del año 2020, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Heredia, a los veinte días del mes de marzo del año dos mil veinte.



Firma del estudiante

Cédula 402000908

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA (CENIT)

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

Heredia, 06/05/2021

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Jhonny Cordero Espinoza con número de identificación 402000908 autor (a) del trabajo de graduación titulado "Estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad del proyecto de inversión para el proceso de compostaje en la municipalidad del cantón de San Isidro de Heredia, durante el segundo semestre del año 2020" presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



Céd. 402000908

Firma y Documento de Identidad

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

DEDICATORIA

A Dios.

Por abrirme el camino del éxito y permitirme llegar hasta este punto, regalándome salud en todo momento, y así lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. Agradezco por sostenerme cada vez que me sentí sin fuerzas para continuar, dándome paciencia, tolerancia y fortaleza para continuar.

Por ser el referente en mi vida, a quien debo dónde estoy, lo que estoy logrando y los planes que tiene a futuro para mí.

A mis papás, Claudio Cordero Ramírez y Marjorie Espinoza Sanchez... Quienes siempre han sido fuente de inspiración, que con su apoyo y amor incondicional han sido mi fortaleza para lograr cada meta propuesta, y durante el proceso educativo me han sabido aconsejar de buena manera para así, lograr mis objetivos.

A mi hija, Catalina Cordero Quesada... Que, a pesar de su corta edad, siempre ha estado a mi lado dándome motivación extra, sirviéndome de motor para tomar fuerzas y apuntar por un mejor futuro para ambos.

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este proyecto, concluye también una etapa de mi vida, que me marcó mucho a nivel personal, pues fue una etapa de muchos años de dedicación, sacrificios, presiones a nivel laboral, académico, familiar y por supuesto personales.

Fueron años de aprendizaje, donde encontré privilegiadamente personas importantes en cada momento, ayudándome a crecer cada día más como persona y desde luego como profesional. Agradezco a tantos y tantos compañeros en las aulas, a través de teléfonos y computadoras, y otros medios de comunicación, ya que, sin su apoyo y ese trabajo en equipo, el llegar a estas instancias no sería posible. A todos los profesores de reconocida vocación, por su entrega y apoyo en momentos indispensables. Del mismo modo, agradezco a mis compañeros de trabajo, que me abrieron espacios para mis estudios, me cubrieron en momentos donde tuve que cambiar una oficina por un aula, esas personas que me ha dejado el paso por la vida, con quienes he compartido cada etapa de mis estudios universitarios.

A mi tutor Federico Salazar Jiménez por todo el apoyo, por el acompañamiento en este proceso de proyecto de tesis, siendo guía esencial para la realización del mismo, así como la cordialidad de revisar mis avances a tiempo, brindándome recomendaciones, y cumpliendo en cada una de las tutorías dadas. Finalmente, a mi familia, quienes son mi columna vertebral. Agradezco a cada uno de los miembros, los cuales son ejemplares para mi persona, a su vez motivación en todos los niveles educativos, así como mis consejeros de vida.

RESUMEN

Cordero Espinoza Jhonny, Universidad Hispanoamericana, marzo, 2021, Estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad del proyecto de inversión para el proceso de compostaje en la municipalidad del cantón de San Isidro de Heredia (Proyecto de graduación para optar por la licenciatura en Ingeniería Industrial)

En este proyecto se mencionan las propuestas realizadas como parte del estudio de factibilidad del proceso de compostaje, y así, determinar la viabilidad del proyecto de inversión para el mismo en la municipalidad del cantón de San Isidro de Heredia, donde a partir de bases y herramientas aprendidas en la carrera de Ingeniería Industrial se busca desarrollar esa propuesta de viabilidad, con la finalidad de brindar e implementar las mejores soluciones acordes a la necesidad del negocio para la municipalidad del cantón.

A partir de la promulgación de la Ley 8839, se busca cambiar el enfoque tradicional de la recolección de residuos sólidos en el cantón, por lo que se encuentra en desarrollo un plan piloto para la implementación de un proceso de compostaje con el fin de disminuir los costos operativos de la municipalidad, por lo que requieren saber si el proyecto es factible o no. Asimismo, con la implementación de un nuevo proceso de compostaje, se aprovecha para la creación de abono orgánico a través de los residuos procesados, generando importantes ingresos para la institución.

Para el proceso de compostaje se encontró con un plan piloto referido a 200 casas de habitación, las cuales se inscribieron en el mismo, además se observa un servicio de recolección de una vez por semana, donde el servicio que atiende a distintos distritos del cantón, esto es posible gracias a 4 colaboradores asignados para la labor, donde recolectan cerca de 600 kg de residuo orgánico relacionado a esas 200 viviendas anteriormente mencionadas, y luego las llevan a la planta de compostaje para la creación del abono orgánico.

Ante esto, se realiza una evaluación económica para confirmar la factibilidad del proyecto, donde tenemos resultados de un VAN positivo de ¢13,906,864.23, la tasa interna de retorno de un 31.64%, la cual resulta muy importante para el proyecto al superar el 10% que ofrecen los bancos. De la misma manera, tenemos un periodo de recuperación de la inversión 2.7 años.

En cuanto a los análisis realizados basados en los impactos ambiental y social, reafirman la factibilidad del proyecto al dar sostenibilidad ambiental al cantón y concientizar a la población para cumplir con la misma, lo cual es importante al ser representados en el estudio como factores no económicos que validan la propuesta, sin depender del tema financiero el cual también resultó positivo.

Por lo tanto, el proyecto cierra de manera satisfactoria dando viabilidad económica, ambiental y social para su realización.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La preocupación por el crecimiento acelerado de los residuos sólidos recolectados en el cantón de San Isidro de Heredia genera la opción de adaptar un proceso de compostaje, con el fin de evitar el envío de la gran cantidad de residuos orgánicos con destino final a rellenos sanitarios; esta clase de residuos representa aproximadamente el 51.31% del total de los recolectados en el cantón, lo cual implica a la municipalidad pagar un costo adicional por el depósito de los mismos. Ante esta necesidad es de suma importancia realizar un estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad del proceso de compostaje que se desea poner en operación.

El estudio de factibilidad económica es una herramienta que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa pre-operativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se desarrolla con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión; apoyándose en él se tomará la decisión final sobre las alternativas de proceder o no con su implementación.

Por lo tanto, el estudio complementa que la municipalidad del cantón de San Isidro pueda cumplir con lo indicado en la promulgación de la Ley 8839, que tiene como propósito regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación. Busca también involucrar a los ciudadanos para que asuman su responsabilidad y los costos asociados a una adecuada gestión de los recursos que generan.

Su enfoque se ha dado principalmente por la preocupación existente sobre la preservación de los recursos naturales, así como también la concientización del uso apropiado de estos, además de una gestión integral de residuos ejemplar.

El presente trabajo final de graduación tuvo como escenario a la Municipalidad de San Isidro de Heredia, entidad estatal que posee la autonomía política, administrativa y financiera que brinda soporte a las necesidades de la comunidad local y asegura un progreso económico, social y cultural del cantón. La investigación consta de 6 capítulos con información valiosa para llevar a cabo este proyecto que dará paso a la implementación.

En el capítulo I, se define toda la información relacionada con la Municipalidad de San Isidro de Heredia y se destacan diferentes temas relacionados a los puntos que explican y justifican la problemática actual. Además, se plantean los objetivos (general y específicos), que sustentan el trabajo, así mismo los alcances establecidos para esta investigación.

El capítulo II, se refiere al Marco Teórico, aquí se detallará la información técnica que sustenta el proyecto.

El capítulo III, se detalla el Marco Metodológico, este hace referencia a la definición del problema, en este caso basados en la metodología DMAIC, en la cual se establecen las herramientas necesarias para detectar el problema planteado.

El capítulo IV, hace referencia a lo que actualmente se encuentra en el sistema de recolección de residuos sólidos en el cantón de San Isidro de Heredia, por parte de la Municipalidad, cuál es su flujo del proceso, como se ha ido tratando el tema de los residuos orgánicos y la disposición final. Asimismo, denota la cantidad de recursos utilizados actualmente para llevar a cabo este proceso. Además, en este capítulo se muestra la situación actual en cuanto a la distribución de planta para el proceso de compostaje.

El capítulo V, se refiere al Diseño e Implementación de la Solución, empezando por la campaña para concientizar a la población en la afiliación al programa de recolección de residuos orgánicos brindado por la municipalidad, buscando alianzas interinstitucionales, y atención a los pobladores del cantón llegando hasta cada vivienda registrada. De igual manera se realiza un focus group con el personal municipal para tomar las mejores decisiones en cuanto al programa de recolección y la mejor manera de optimizar cada uno de los recursos utilizados.

Se genera un diagrama de flujo actualizado, tomando en cuenta el nuevo proceso de compostaje, y las acciones a realizar para cada acción transcurrida en el mismo.

También, se regenera el análisis económico del proyecto para establecer si el mismo es factible o no, y además, buscar las opciones sociales y ambientales que sumen positivamente a la propuesta actual para aprobar el mismo.

Del mismo modo, se trabaja en un manual de procedimientos para el proceso de compostaje, con el fin de establecer acciones inmediatas ante cada paso a realizar en el propio.

El capítulo VI, se puntualizan las conclusiones y recomendaciones generadas a lo largo el proyecto.

La línea de investigación del proyecto hace referencia a la Sostenibilidad Industrial, al ser un trabajo enfocado a la ingeniería inversa con miras a la recuperación, reciclaje y reutilización de productos o residuos; además de un proyecto cuya finalidad es reducir, neutralizar, eliminar o retribuir los efectos adversos y contaminantes de un proceso productivo o una industria. En este trabajo se busca establecer la viabilidad para la implementación de un proceso de compostaje y establecer los beneficios socio-económicos-ambientales.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

1.2.1 Reseña Histórica

De acuerdo a la **Ley N°40** del 13 de julio de 1905, San Isidro de Heredia se creó como cantón, éste segregado de la provincia de Heredia, asimismo estableciéndose con sus 4 distritos.

El cantón de San Isidro de Heredia es el cantón sexto de la provincia de Heredia; está dividido en cuatro distritos: San Isidro, Concepción, San José y San Francisco. Forma parte de la Gran Área Metropolitana. Su renglón fundamental es el cultivo del café. Su ubicación se encuentra entre últimas estribaciones de los cerros Zurquí y el Caricias. Sus límites territoriales son: Este: Moravia, Oeste: San Rafael de Heredia, Sur: Santo Domingo y San Pablo, Norte: Cordillera Volcánica Central. San Isidro de Heredia tiene una extensión de 26.96 Kilómetros cuadrados, donde cuenta con una población aproximada de 20.633 habitantes, de los cuales el 50% son hombres y el otro 50% son representados por mujeres; es importante destacar que este cantón Herediano, tiene alrededor de 6.163 viviendas, todos estos datos obtenidos del documento "Resultados generales Censo Nacional de Población y Vivienda 2011" elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

1.2.2 Servicios

La Municipalidad es un gobierno local autónomo, la cual brinda diferentes servicios al cantón de San Isidro de Heredia, como:

- Administración tributaria (cobro impuestos)
- Catastro (uso de suelos)
- Administración de estadios, gimnasios, bandas, parques
- Servicios comunales de sanidad (Alcantarillado sanitario, aseo de vías, cementerios, limpieza de lotes, recolección de basura)
- Control constructivo
- Gestión vial y gestión ambiental.

- Policía municipal
- Patentes y licencias
- Servicios de viabilidad (Mantenimiento de calles y caminos)

1.2.3 Funciones según Artículo 4. Código Municipal

La Municipalidad posee la autonomía política, administrativa y financiera que le confiere la Constitución Política. Dentro de sus atribuciones se incluyen las siguientes:

- Elaboración y ejecución de planes y proyectos de desarrollo del municipio.
- Dictar los reglamentos autónomos de organización y de servicio, así como cualquier otra disposición que autorice el ordenamiento jurídico.
- Acordar sus presupuestos y ejecutarlos.
- Administrar y prestar los servicios públicos municipales.
- Control y regulación del desarrollo urbano.
- Aprobar las tasas, los precios, y las contribuciones municipales, así como proponer los proyectos de tarifas de impuestos municipales.
- Percibir y administrar, en su carácter de administración tributaria, los tributos y demás ingresos municipales.
- Convocar al municipio a consultas populares, para los fines establecidos en el Código Municipal.
- Promover un desarrollo local participativo e inclusivo, que contemple la diversidad de las necesidades y los intereses de la población.

Asimismo, en el artículo 5 dice: “Las municipalidades fomentarán la participación activa, consciente y democrática del pueblo en las decisiones del gobierno local. Las instituciones públicas estarán obligadas a colaborar para que estas decisiones se cumplan debidamente.” (Código Municipal)

Figura N° 1: Municipalidad de San Isidro de Heredia, Edificio Principal



Fuente: Fotografía propia.

Misión

“Somos una Municipalidad que administra los intereses de la Comunidad, presta servicios cantonales y desarrolla proyectos de obra pública en beneficio de los habitantes del Cantón de San Isidro de Heredia; mediante la ejecución de procesos eficientes, eficaces y efectivos; utilizando herramientas tecnológicas adecuadas, con el apoyo del personal calificado con base en las competencias requeridas, con el propósito fundamental de garantizar una mejor calidad de vida y desarrollo social, con transparencia, participación ciudadana y rendición de cuentas”.

Visión

“Ser una Municipalidad modelo en la prestación de servicios y ejecución de obras públicas, que cumple con las expectativas del entorno mejorando la calidad de vida de los habitantes del Cantón, comprometida con un uso racional de los recursos naturales y con el medio ambiente”.

Valores

La organización de la Municipalidad de San Isidro, en el ejercicio de sus funciones y competencias considera como valores los siguientes:

1. **El bien común:** Las Autoridades y el personal de la Municipalidad, tienen como la más alta prioridad de sus acciones lograr el bienestar permanente de la población y de todos los actores del entorno del Cantón de San Isidro.
2. **La honestidad:** Las Autoridades y el personal de la Municipalidad realizarán sus acciones con honestidad y coherencia; generando legitimidad y confianza en relación con la población de la ciudad.
3. **La cooperación:** La Municipalidad sustenta su accionar en la valiosa individualidad de sus autoridades, funcionarios, servidores y trabajadores, valorando aún más el esfuerzo cooperativo para el logro de sus fines y objetivos.
4. **La responsabilidad:** Las Autoridades y el personal de la Municipalidad tienen la autoridad necesaria para realizar su trabajo y cumplir con sus funciones en beneficio de la comunidad, en respuesta a los componentes de la Misión Institucional, en concordancia con los valores, pero cada uno debe responder por sus actos y asumir la responsabilidad que corresponda de acuerdo con su competencia en la organización municipal.
5. **Transparencia:** Las Autoridades y el personal de la Municipalidad, realizan su acción utilizando las mejores prácticas con el uso de herramientas de planificación, administración, de gestión y control; a fin de lograr un uso racional y transparente de los recursos municipales, obligándose a dar cuenta a la población del resultado de su gestión utilizado para ello prioritariamente las redes sociales.
6. **La Excelencia en el Trabajo:** El personal de la Municipalidad desarrolla sus acciones con miras al logro de la excelencia en la calidad del servicio

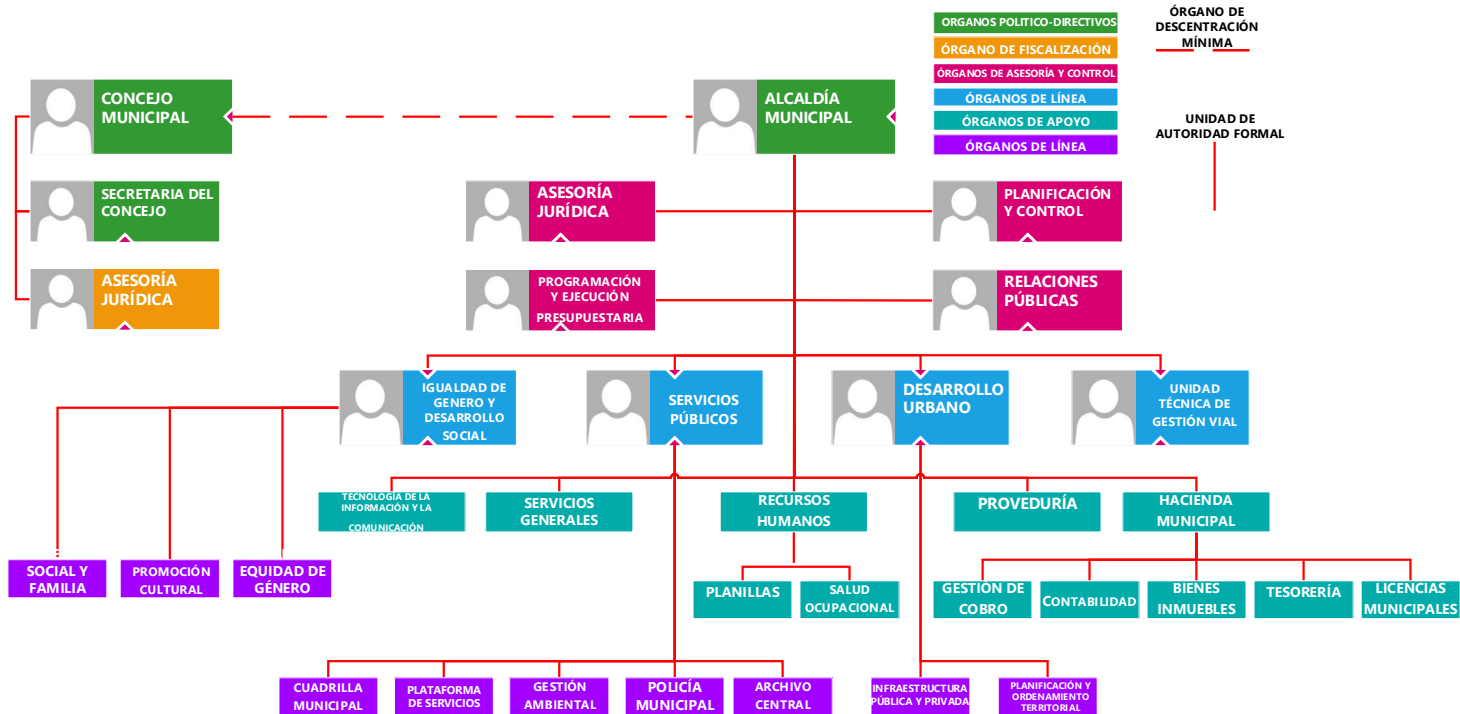
en la búsqueda de los más altos estándares de eficiencia, eficacia y efectividad, a los vecinos de la ciudad.

7. **Comunicación:** Es la capacidad de escuchar, hacer preguntas, expresar conceptos e ideas en forma efectiva, exponer aspectos positivos. La habilidad de saber cuándo y a quién preguntar para llevar adelante un propósito. Es la capacidad de escuchar al otro y comprenderlo.
8. **Flexibilidad:** Es la capacidad para adaptarse y trabajar en distintas y variadas situaciones y con personas o grupos diversos. Supone entender y valorar posturas distintas o puntos de vista encontrados, adaptando su propio enfoque a medida que la situación cambiante lo requiera.
9. **Iniciativa:** Es la predisposición a actuar proactivamente y a pensar no sólo en lo que hay que hacer en el futuro. Implica una preferencia a actuar de forma dinámica de acuerdo con sus funciones.
10. **Trabajo en equipo:** Implica la capacidad de colaborar y cooperar con los demás, de formar parte de un grupo y de trabajar juntos en pro de un objetivo común. Es la habilidad para participar activamente en la consecución de una meta común. Supone facilidad para la relación interpersonal y la capacidad de comprender la repercusión de las propias acciones sobre el éxito de las acciones de los demás.

1.2.4 Organigrama

En la Figura N° 2 se presenta el organigrama del nivel organizacional de la Municipalidad de San Isidro de Heredia. Actualmente laboran 90 funcionarios; la coordinadora de la Unidad Técnica de Gestión Ambiental(UTGA) será la encargada del desarrollo de este trabajo.

Figura N° 2: Organigrama de la Municipalidad de San Isidro de Heredia

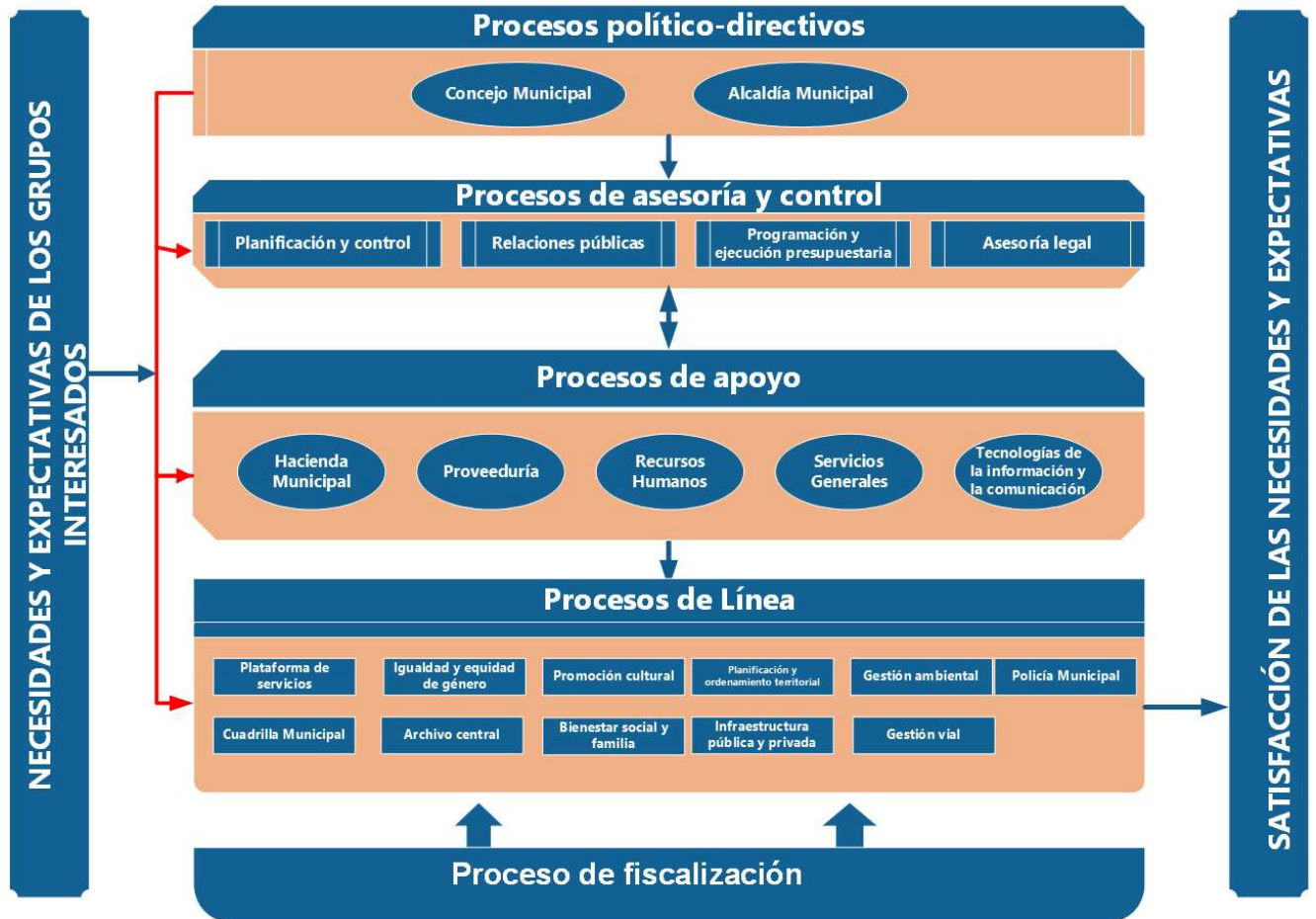


Fuente: Página Web Municipalidad de San Isidro de Heredia.

1.2.5 Mapa de Procesos

En la Figura N° 3 se presenta el mapa de procesos tanto político-directivos, como de asesoría y control de la Municipalidad de San Isidro de Heredia.

Figura N° 3: Mapa de procesos de la Municipalidad San Isidro de Heredia



Fuente: Página Web Municipalidad de San Isidro de Heredia.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 La idea del problema

El uso de rellenos sanitarios se ha convertido en la herramienta más sencilla para las municipalidades a la hora de deshacerse de los residuos sólidos recolectados en sus cantones, a pesar que este tenga un costo de utilización, sin embargo, su uso es necesario por no tener otras opciones de tratamiento para los residuos sólidos recolectados en los cantones del país.

A partir de esta situación la UTGA de la municipalidad de San Isidro de Heredia ha planteado la idea de invertir en un proceso de compostaje para disminuir el pago por uso de rellenos sanitarios y, además, generar ingresos por medio del abono orgánico, fruto del compostaje del residuo orgánico recolectado en el cantón.

Es importante tener presente todo lo relacionado a costos y beneficios que proporciona la implementación del proceso de compostaje, por lo que se debe depurar por medio de un estudio de factibilidad económica para validar la alternativa de llevar a cabo el proyecto o no.

Los problemas ambientales son aquellos que se pueden solucionar desde la perspectiva de un mejor uso de los recursos naturales o de una mejor convivencia con la naturaleza.

1.3.2 Definición del problema

La Unidad Técnica de Gestión Ambiental de la Municipalidad de San Isidro está en busca de un recurso para cumplir con La promulgación de la Ley 8839, y así cambiar el enfoque tradicional de la recolección de residuos sólidos en el cantón, por lo que se encuentra en desarrollo de un plan piloto para la implementación de un proceso de compostaje y así evitarse llevar al relleno sanitario cerca del 51.37% de los residuos recolectados, dato que representa la cantidad de residuos orgánicos; con el fin de disminuir los costos operativos de la

municipalidad, a lo que desconocen si llevar el proyecto a cabo es factible o no para la propia.

Asimismo, con la implementación de un nuevo proceso de compostaje, se aprovecha para la creación de abono orgánico a través de los residuos procesados, generando ingresos para la institución.

1.3.3 Justificación

La población residente junto con la que diariamente visita el cantón de San Isidro de Heredia produce una cantidad significativa de residuos sólidos, la cual actualmente está generando un problema ambiental producto de su inadecuado manejo y a su disposición final, por lo que se pretende crear un proceso de compostaje para darle tratamiento a los residuos orgánicos recolectados, los cuales representan alrededor del 51.37% de los residuos sólidos recolectados, buscando una mejor estabilidad del ecosistema para la comunidad, una reducción de costos en cuanto al pago por disposición de los residuos en el Relleno Sanitario y a su vez, como valor agregado, obtener ganancias a través de abono orgánico generado por el compostaje.

Por lo que se requiere un estudio y análisis económico para determinar la viabilidad del proyecto de inversión del nuevo proceso de compostaje planteado por la Unidad Técnica de Gestión Ambiental, beneficiando a cumplir con la promulgación de la Ley 8839, la cual, obliga a las municipalidades a cambiar el enfoque tradicional de recolección y disposición por enterramiento, por el de un manejo integral de los desechos, cuyo énfasis es la disminución de su producción, la recuperación, reutilización y revaloración de los desechos reciclables, donde todos son responsables y partes de la solución, definiendo en su artículo 8, las responsabilidades que tiene la Municipalidad, establecido por La Asamblea Legislativa De La República De Costa Rica.

En otras palabras, se plantea implementar un proceso de compostaje en el cantón de San Isidro de Heredia; donde el actual proyecto busca evitar el

desarrollo de un proceso que no sea factible para la municipalidad, o en su caso permitir que sea desarrollado si cumple con los alcances planteados.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo general

Analizar la propuesta de implementación de un proceso de compostaje mediante un estudio de factibilidad económica, con el fin de medir las posibilidades de éxito o fracaso de la inversión planteada a realizar, y así buscar disminuir los costos operativos de la Municipalidad del cantón.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar los elementos necesarios para la adecuada valorización de los residuos orgánicos provenientes de los diferentes espacios del cantón.
- Establecer la estrategia para el manejo de los residuos orgánicos en domicilios, centros educativos, comercios y ferias del agricultor.
- Realizar un plan para sensibilizar a la comunidad, recolectar los residuos orgánicos y el procesar a través de compostaje en el cantón.
- Realizar un estudio de factibilidad económica a la propuesta del proceso de compostaje de la Municipalidad de San Isidro de Heredia.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

- Con el proyecto actual se pretende realizar un estudio de factibilidad económica, el cuál va dirigido al área de la Unidad Técnica de Gestión Ambiental de la municipalidad de San Isidro de Heredia, con el que se pretende orientar y a su vez crear una alternativa definitiva en cuanto a la viabilidad de implementar un proceso de compostaje en el cantón, durante el III cuatrimestre del año 2020.

1.5.2 Limitaciones

Entre las diferentes limitaciones que se pueden presentar en el desarrollo del proyecto se encuentran:

- Dificultades de comunicación entre la encargada de la UTGA y el estudiante, ya que no se pudo asistir al edificio municipal constantemente debido a los protocolos establecidos por la pandemia del COVID-19, lo cual dificultó el acceso a la información, al tratarse todo de manera virtual.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

Este capítulo pretende describir el enfoque, tipo y modalidad de la investigación utilizada en el análisis del proyecto junto con las técnicas e instrumentos empleadas para la recolección de los principales datos de la investigación, así como también un análisis estratégico para abordar dicho proyecto.

2.1.1 Ingeniería Industrial

La Ingeniería Industrial es por definición el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, equipos, energía e información. Requiere conocimiento especializado y habilidades en matemáticas, física y ciencias sociales junto con los principios de análisis y diseño ingenieriles para especificar, predecir y evaluar los resultados de esos sistemas. Instituto De Ingeniería Industrial IEE (pág.16)

Además, podemos decir que la ingeniería de Organización Industrial es aquella área del conocimiento que forma competencias en gestión, organización y dirección de personas, proyectos, departamentos y empresas. Su plan de estudios fomenta la toma de decisiones efectivas en entornos de incertidumbre y permite adquirir los conocimientos y desarrollar las habilidades necesarias para diseñar y gestionar organizaciones complejas, incluida la dirección de personas, los aspectos financieros, la producción, logística, gestión de proyectos y asignación de recursos para la resolución eficaz de problemas organizativos. Universidad Politécnica de Catalunya – Barcelona Tech.

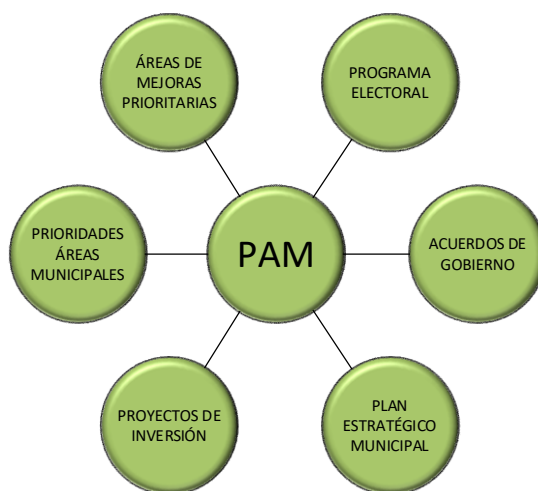
De acá surge el compromiso por elaborar un estudio de factibilidad

2.1.2 Proyectos Municipales

La prestación de los servicios públicos básicos a nivel municipal requiere de un conjunto de recursos humanos, materiales y financieros organizados adecuadamente. Entre esos recursos podemos hablar de edificios, instalaciones, maquinaria, equipos, mobiliario, entre otros, los cuales demandan inversiones considerables para poder cumplir con los objetivos de calidad y cantidad en la atención a los usuarios de las comunidades. Precisamente a un conjunto de recursos humanos, financieros y materiales organizados adecuadamente para la prestación de un servicio o la producción de bienes es a lo que genéricamente se le denomina proyecto.

En la obtención de los recursos financieros necesarios para llevar a cabo las inversiones en servicios públicos, así como en la preparación de los elementos técnicos que permitan construir las obras, se requiere previamente planear, programar y realizar una serie de actividades que ayudan en la toma de decisiones acerca de la asignación de los recursos necesarios para desarrollar el proyecto que permitirá prestar los servicios demandados. (Julián Salazar Medina, 1993)

Figura N° 4: Plan de Acción Municipal (PAM)



Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Proyecto de Inversión

Un proyecto de inversión puede ser visto desde diferentes puntos de vista. Desde un punto de vista más amplio en el contexto de la economía de una región o un país. Desde una visión particular, los proyectos de inversión son evaluados en función de los beneficios y costos que pueden generar para los individuos, familias o empresarios que los promueven, mientras que, desde un punto de vista general, “la evaluación debe contemplar los beneficios y costos que reporta un proyecto para la sociedad en su conjunto”. (Villagómez, 2001)

Un proyecto de inversión puede referirse prácticamente a cualquier ámbito de la actividad humana, pública o privada; además, contempla desde poner un negocio ambulante hasta llevar a cabo una innovación tecnológica. Por otra parte, un proyecto corresponde, desde el punto de vista económico, a proponer la producción de un bien o servicios mediante la utilización de técnicas que nos den como resultado un beneficio económico o social. Se dice que “un proyecto es toda unidad de actividad que permite materializar un plan de desarrollo” (Villagómez, 2001)

2.1.4 Sistema de gestión

Un sistema de gestión es una metodología la cual apoya a visualizar y administrar mi organización, área o procesos bajo mi cargo de una mejor manera, por lo tanto, a lograr resultados sobresalientes a través de acciones y toma de decisiones basadas en datos obtenidos previamente.

Los indicadores son de gran importancia en un sistema de medición, y un sistema de medición es parte fundamental de un sistema de gestión, este último comprende planeación, asignación, medición (indicadores), evaluación, comunicación y retroalimentación, y por lo tanto mejorar el desempeño en la organización; según se muestra en la siguiente figura:

Figura N° 5: Sistema de Gestión



Fuente: (Gutiérrez, 2017)

Según lo menciona (Gutiérrez, 2017), “Si ejecutamos paso a paso los puntos anteriores, nos daremos cuenta que estamos implementando en la empresa una cultura de mejora continua, dónde a través de un sistema (de gestión) tenemos que hacer que las cosas sucedan y cumplamos con nuestros compromisos establecidos, tomemos decisiones y acciones que nos ayuden en resolver un problema o a lograr un objetivo”.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATENIENTE A LA GESTION DEL PROYECTO

2.2.1 Diagrama de Flujo

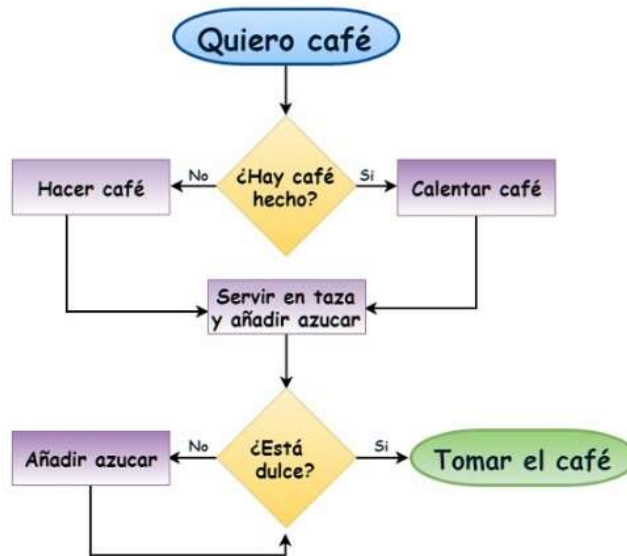
Un diagrama de flujo es una representación gráfica donde se muestra el funcionamiento de un proceso, en el cuál cada etapa proceso es representada por un símbolo que es acompañado por una breve descripción de las mismas. Estas etapas tienen como conectores flechas que indican la dirección del flujo que lleva el proceso.

Los diagramas de flujo benefician la visualización de las actividades que se realizan en los procesos, mostrando una relación entre cada etapa y facilitando a comprender de una manera más sencilla las actividades y su relación con las demás.

Son numerosos los beneficios que aporta el uso del diagrama de flujo:

- Facilita la obtención de una visión transparente del proceso.
- Permite definir los límites de un proceso.
- Facilita la identificación de los clientes.
- Estimula el pensamiento analítico.
- Proporciona un método de comunicación más eficaz.
- Referencia para establecer mecanismos de control.
- Mejora tiempos y costos
- Diagramación de Procesos

Figura N° 6: Ejemplo de Diagrama de Flujo



Fuente: <https://juegosrobotica.es/diagrama-de-flujo/>

2.2.2 Diagrama de Ishikawa

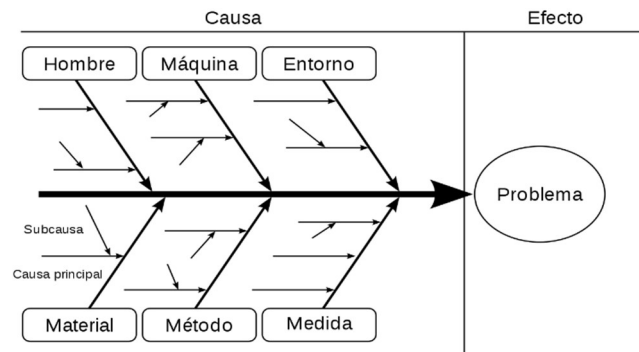
El diagrama de Ishikawa, es una técnica que tiene la finalidad de identificar un problema principal a partir de sus causas y efectos, para luego encontrar una solución a ese problema.

Se conoce como una herramienta práctica, muy utilizada para realizar análisis de las causas – raíces en evaluaciones de no conformidades. Se realiza trazando una línea horizontal apuntando hacia la derecha donde va a llegar al problema detectado al final de la misma; se identifica encerrado en un rectángulo. Luego, se realiza una tormenta de ideas para levantar las posibles causas que pueden estar generando este problema, las mismas se indican con flechas verticales hacia arriba y hacia debajo con respecto a la línea horizontal trazada en primera instancia; estas líneas verticales estarán categorizadas en máquina, mano de obra, materiales, medio ambiente, método y medidas (Las 6Ms).

Según se indica en el libro de (Ishikawa, 1994), “es muy importante definir qué se espera del procedimiento, definir claramente el objetivo. Si ese objetivo no se está cumpliendo correctamente, debemos identificar el o los problemas, sus causas y sus efectos. De esta manera es más fácil encontrar la solución. Ahora,

pasaremos a herramientas que permiten diseñar y establecer las acciones para eliminar las causas del problema y ejecutarlas. La primera herramienta y la base de esta materia, es el diagrama de flujo”.

Figura N° 7: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa



Fuente: Ingeniero (Ishikawa, 1994)

2.2.3 Distribución de Planta

Como dice (PERSO, 2020), estamos en un mundo cambiante, nuestra empresa cambia de lugar, cambiamos de recursos, tanto tecnológicos, como personales, cambiamos máquinas, procesos, siempre buscando la mejora y eficiencia de los mismos, para poder competir mejor y poder seguir vendiendo y ganando dinero, que por cierto de eso se trata.

Cualquiera de estos cambios, ejecutados en el proceso de la producción para conseguir mejorar la productividad es difícil de entender si no va acompañada del estudio, el diseño y la definición de la mejor distribución en planta, ya que esta resulta vital e imprescindible, para que exista un excelente flujo de materiales, entendiendo por flujo de materiales el movimiento de personas, materiales, documentación, etc, el cual ha de ser lógico, con una coherencia que les haga avanzar sin desvíos excesivos o aparcamientos de espera.

¿Por qué no damos la importancia que merece el estudio de nuestra distribución en planta? ¿Por qué casi todas las empresas tienen una similar ilógica distribución?

Por lo general, la mayoría de las distribuciones en planta, se diseñaron eficientemente para las condiciones de inicio o de arranque de la empresa; sin embargo, a medida que la organización ha ido creciendo y/o se ha tenido que adaptar a los cambios internos y externos, esta distribución inicial ha ido perdiendo eficacia, volviéndose menos adecuada, hasta llegar el momento en el que la redistribución se hace necesaria. El estudio de la distribución en planta buscará la ubicación óptima de todos los recursos productivos para trabajar con mayor eficacia. Cuando me refiero a todos, es todos, teniendo en cuenta las máquinas, las personas, los procesos, materiales.

2.2.4 Metodología Six Sigma DMAIC

El DMAIC es una metodología muy utilizada actualmente para la mejora de procesos dentro de las organizaciones.

El nombre DMAIC surge a raíz de letras que son un acrónimo de las 5 fases de la mejora de Six Sigma, por sus siglas en inglés. Define (definir), measure (medir), analyze (analizar), improve (mejorar) y por último control (controlar).

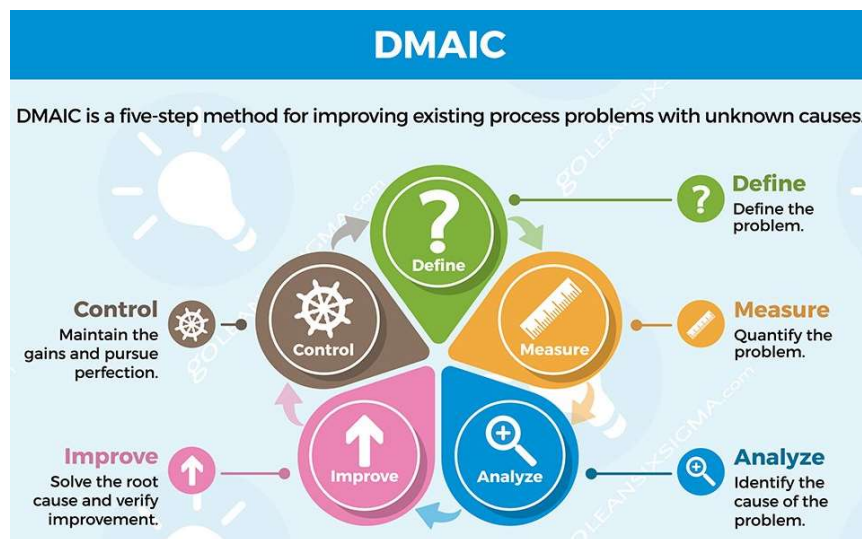
Las etapas anteriormente mencionadas cumplen un ciclo continuo en dirección a las manecillas del reloj, las cuales serán definidas a continuación:

- Definir: En esta etapa se identifica y se define el problema que queremos resolver; acá podemos definir correctamente cuáles son los KPI's que nos van a permitir tener más conocimiento sobre el problema.
- Medir: El problema identificado tiene que ser medible, por lo que se requiere realizar la medición de los KPI's y crear una ruta de seguimiento que nos va a permitir analizarlos en la siguiente fase.
- Analizar: Etapa en la que se analizan los datos recolectados en las fases previas, y así conocer las razones por las que se está fallando y qué acciones deben tomarse para poder corregir el problema y mejorar los indicadores que fueron establecidos.

- **Mejorar:** Al conocerse las razones de fallo, se deben poner en marcha las acciones para mejorar la situación actual; es en esta etapa donde se lleva a cabo la implementación de las soluciones propuestas, seleccionando y priorizando las mismas.
- **Controlar:** En esta fase podemos comenzar el seguimiento de las mediciones y gráficas de control, además, se documentan los procedimientos estándares de operación, se crean planes de control del proceso, y muy importante también, se documenta un histórico de las actividades implementadas y los obstáculos que se tuvieron durante la solución del problema.

¿Cómo podemos empezar a usar DMAIC? Indagando en la web encontré esta recopilación por parte de (Mejora Continua, 2018) “Pues, en primer lugar, debemos tener un buen sistema de medición que nos permita conocer todos los detalles de nuestras acciones. Para ello debemos tener un sistema estandarizado que nos ayude a detectar que nos desviamos del camino programado. De hecho, en la primera fase de esta metodología en la que definimos el problema. También deberíamos definir los indicadores que nos van a servir de guía y referencia para saber si estamos mejorando”.

Figura N° 8: Metodología DMAIC



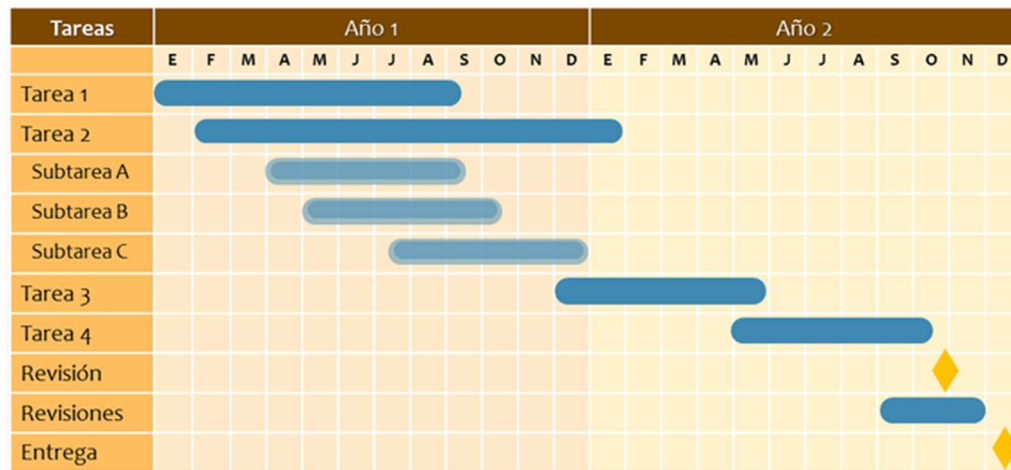
Fuente: GoLeanSixSigma.com

2.2.5 Diagrama de Gantt

Es una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado. Permite tener una sencilla y amigable visualización de las acciones previstas, además, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto, mostrando las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto.

La referencia de (Hinojosa, 2003) sobre el diagrama de Gantt es la siguiente: “Los cronogramas de barras o gráficos de Gantt fueron concebidos por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt, uno de los precursores de la Ingeniería industrial contemporánea de Taylor. Gantt procuró resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución de un trabajo”. (pág. 2)

Figura N° 9: Diagrama de Gantt



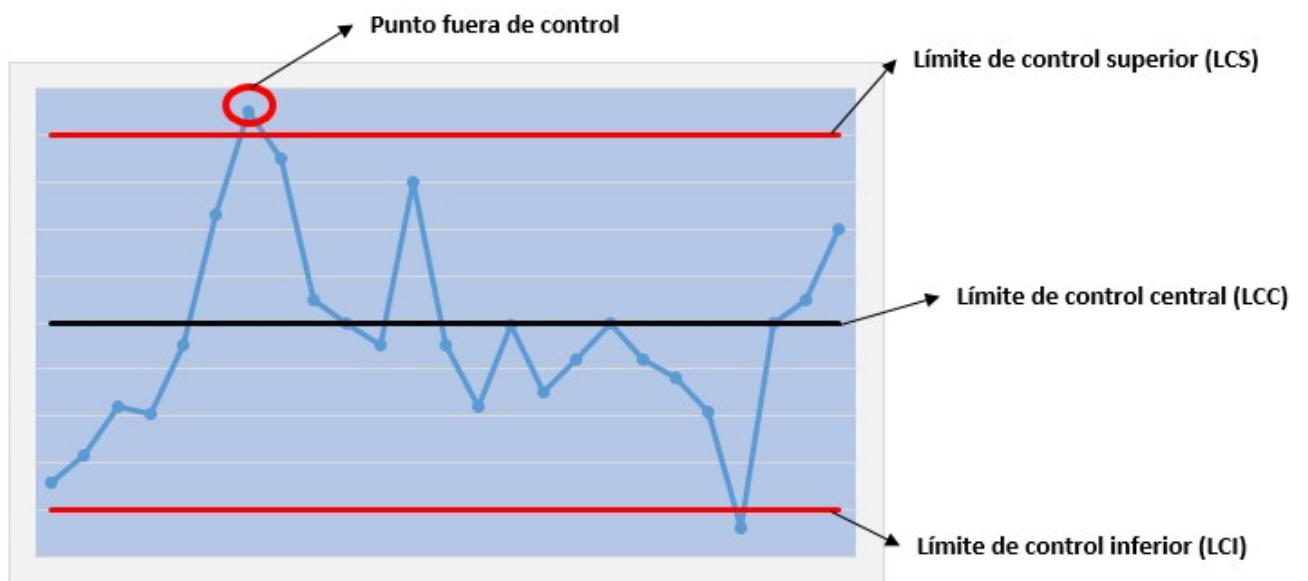
Fuente: Templates de Office

2.2.6 Gráficos de Control

Un gráfico de control es un tipo de diagrama que muestra los valores producto de la medición de una característica de calidad, ubicados en una serie cronológica. En él establecemos una línea central o valor nominal, que suele ser el objetivo del proceso o el promedio histórico, junto a uno o más límites de control, tanto superior como inferior, usados para determinar cuándo es necesario analizar una eventualidad.

Según (Betancourt, 2016), un gráfico de control “básicamente consiste en los datos de un proceso plasmados de forma cronológica en una gráfica con límites establecidos, lo que permite determinar cuándo una variación no es normal”.

Figura N° 10: Partes de un Gráfico de Control



Fuente: (Betancourt, 2016)

2.2.7 Lluvia de Ideas

(Gutiérrez Pulido, 2009) establece el concepto de lluvia de ideas como:

“Forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre un determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, debido a que permite la reflexión y el diálogo sobre un tema sobre una base de igualdad.

Continuando con el mismo autor, él recomienda los siguientes pasos para un proceso disciplinado de lluvia de ideas:

- Definir con claridad y precisión el tema o problema sobre el que se aportan ideas. Esto permitirá que el resto de la sesión sólo esté enfocada a este punto y no se dé pie a la divagación sobre otros temas.
- Se nombra a un moderador de la sesión, quien se encargará de coordinar la participación de los demás.
- Cada persona en la sesión hace una lista por escrito de ideas sobre el tema (una lista de posibles causas si se analiza un problema). La razón de que esta lista sea por escrito, y no de manera oral, es que así todos los integrantes del grupo participan y se logra concentrar más su atención en el objetivo. Incluso esta lista puede encargarse previo a la sesión.
- Una vez leídas todas las ideas, el moderador pregunta a cada persona, por turnos, si tiene puntos adicionales. Este proceso continúa hasta que se agoten las ideas. Ahora se tiene una lista básica de ideas sobre el problema o tema. Si el propósito era generar esta lluvia, aquí termina la sesión; pero si se trata de profundizar aún más la búsqueda y encontrar las ideas principales, entonces se deberá hacer un análisis de las mismas con las siguientes actividades.
- Agrupar las ideas o causas por su similitud y representarlas en un diagrama de Ishikawa, considerando que para cada grupo corresponde una rama principal del diagrama, a la cual se le asigna un título representativo del tipo de causas en tal grupo. Este proceso de agrupación permite clarificar y estratificar las ideas, así como tener una mejor visión de conjunto”. (p. 159).

2.2.8 Análisis FODA

Este análisis se utiliza para tomar decisiones y resolución de problemas a partir de las Fortalezas y Debilidades de la organización, así como las Oportunidades (aprovechadas y no aprovechadas) y Amenazas reveladas por la información obtenida del contenido externo.

(Martínez Villegas, 1999) indica lo siguiente. “El FODA como técnica de planeación, permitirá contar con información valiosa proveniente de personas involucradas con la administración del negocio y que con su know how pueden aportar ideas inestimables para el futuro organizacional. Es necesario señalar que la intuición y la creatividad de los involucrados es parte fundamental del proceso de análisis ya que para los que una determinada situación parece ser una oportunidad, para otros puede pasar desapercibida”.

Figura N° 11: Partes de un Gráfico de Control

MATRIZ DOFA

	Positivos	Negativos
Internos (factores de la empresa)	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Externos (factores del ambiente)	OPORTUNIDADES	AMENAZAS

Fuente: (Antognolli, 2006)

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

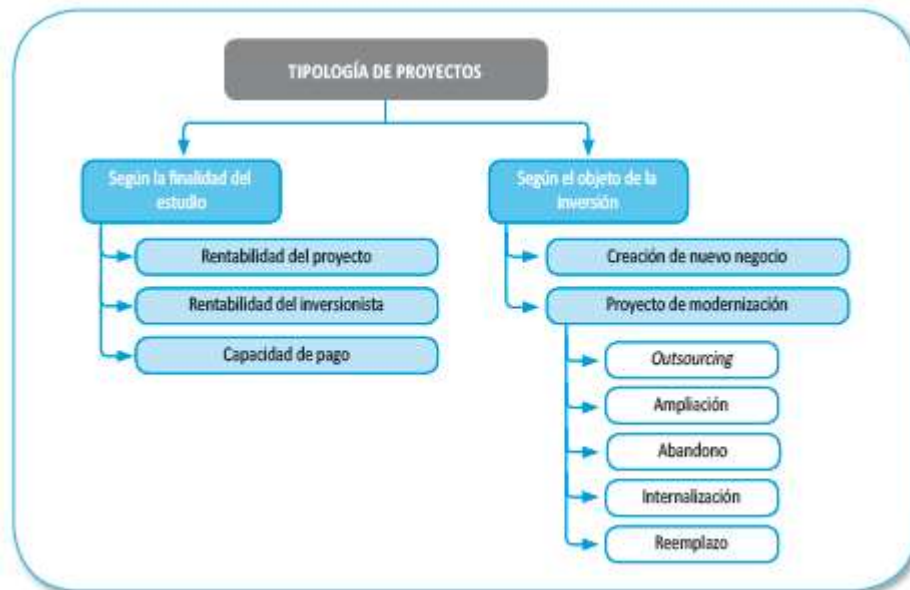
2.3.1 Estudio de Factibilidad

Tomar decisiones acertadas es una de las principales habilidades que debe desarrollar un profesional del área de la ingeniería, y en particular de la ingeniería Industrial. Pero esta toma de buenas decisiones, contrario a lo que muchos creen, en casi todos los casos, no obedece a una suerte de percepción con la que pueda contar el profesional; en cambio, tiene mucho que ver con la capacidad de análisis de alternativas usando evidencias, cálculos y herramientas que permitan tomar la elección, decidir. Una de las grandes decisiones que puede alguien afrontar alguna vez, es la de emprender un nuevo negocio, lanzar un nuevo producto o fortalecerlo.

“Para tomar esta decisión lo más adecuado es elaborar un estudio de factibilidad que sirva como base para saber si es conveniente y posible (factible) comenzar la empresa, y de ser conveniente, conocer las condiciones adecuadas y más convenientes en que hay que hacerlo”. (Luna, 1999)

El objetivo del estudio técnico que se hace dentro de la viabilidad económica de un proyecto, y al cual se refiere este capítulo, es netamente financiero. Es decir, calcula los costos, inversiones y beneficios derivados de los aspectos técnicos o de la ingeniería del proyecto. Para ello, en este estudio se busca determinar las características de la composición óptima de los recursos que harán que la producción de un bien o servicio se logre eficaz y eficientemente. Para esto, se deberán examinar detenidamente las opciones tecnológicas que es posible implementar, así como sus efectos sobre las futuras inversiones, costos y beneficios. El resultado de este estudio puede tener mayor incidencia que cualquier otro en la magnitud de los valores que se incluirán para la evaluación. Por tal motivo, cualquier error que se cometa podrá tener grandes consecuencias sobre la medición de la viabilidad económica. (Chain, 2011)

Figura N° 12: Tipología básica de proyectos



Fuente: (Chain, 2011)

La Factibilidad económica se vuelve importante en el momento que se debe demostrar que un proyecto es factible económicamente, lo que significa que la inversión que se está realizando es justificada por la ganancia que se generará. Para ello es necesario trabajar con un esquema que contemple los costos y las ventas.

Costos: Debe presentarse la estructura de los costos contemplando costos fijos y variables.

Ventas: En este punto el precio del producto o servicio es fundamental, ya que determina el volumen de ventas, por lo que debe explicarse brevemente cómo se ha definido éste. Debe mostrarse también estimaciones de ventas (unidades y en dinero) para un periodo de al menos 1 año, justificando cómo se han calculado, por ejemplo, a través de investigaciones de mercado, estadísticas anteriores, entre otros. Página web ClubPlaneta.

En resumen, se puede definir estudio de factibilidad como “el análisis de una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo, y en cuales condiciones se debe desarrollar para que sea exitoso.

2.3.2 Análisis Costo Beneficio (B/C)

Un análisis de costo beneficio es un estudio del retorno, no sólo financiero de nuestras inversiones, sino también de aspectos sociales y medioambientales de lo que el proyecto tiene alguna o toda influencia.

Vivimos en la era de la analítica, gran parte de nuestras decisiones están basadas según los resultados que obtenemos a diario. Cada vez disponemos de más razones y recursos con los que conseguir una efectiva cuantificación de consecuencias sociales y económicas de nuestro trabajo.

La relación costo-beneficio (B/C), conocida también como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto.

$$B/C = VAI / VAC$$

Según el análisis de costo-beneficio, un proyecto será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad.

Para (Aguilera Díaz, 2017), “un adecuado proceso de toma de decisiones, estas deben ser evaluadas atendiendo al costo-beneficio correspondiente a cada curso de acción. Ciertamente, este proceso constituye una de las mayores responsabilidades de las administraciones que se encuentran enmarcadas en los nuevos avances científicos y tecnológicos”.

2.3.3 Impacto Ambiental

Se refiere a cualquier cambio en el medio ambiente, sea beneficioso o no, consecuencia de los aspectos ambientales de la Municipalidad.

La gestión de residuos sólidos busca como objetivo, realizar el abordaje de los desechos generados por los funcionarios municipales, teniendo en cuenta que no se tiene un tratamiento adecuado que permita su utilización, sino por el contrario, son trasladados al relleno sanitario incrementando el daño ambiental.

Mediante un manejo adecuado; se pretende disminuir la contaminación del agua, aire y suelo y así evitar efectos adversos en la salud pública.

Con la implementación del método de compostaje Takakura, se permite la transformación de residuos sólidos, como hojas, cáscaras de frutas, agua, azúcar o yogurt en un potente abono orgánico. Entre los principales beneficios de este método está el hecho de que se puede producir a muy bajo costo, con ingredientes o residuos del hogar y en una simple caja de cartón. No emite olores ni lixiviados, y el fertilizante que produce mejora la calidad y cantidad de los suelos.

2.3.4 Impacto Social

Al realizar el proyecto e indicar una factibilidad positiva del mismo, se busca contratar mano de obra no calificada dentro del cantón de San Isidro de Heredia, estas contrataciones con el fin de disminuir el desempleo, la pobreza y mejorar la calidad de vida de las personas de escasos recursos en el cantón.

También, al implementar el proyecto, se busca concientizar a la población sobre el cuidado del medio ambiente, tratando que se logren nuevos hábitos en lo que a materia de residuos se refiere, minimizando su generación, clasificando en origen y sacando las bolsas de residuos a las horas establecidas y en los lugares adecuados.

Vivir en una comunidad donde el medio ambiente es protegido por la población de la misma, atrae turismo, lo cual aporta positivamente en el desarrollo de los negocios internos del cantón, generando mayores recursos a toda la comunidad.

2.3.5 Impacto Económico

Los dineros que cada municipalidad tiene a su disposición determinan el bienestar y éxito del ayuntamiento. El factor más significativo, sin duda alguna, son los dineros que las mismas tienen a su disposición. Es responsabilidad propia de cada municipalidad “acordar sus presupuestos y ejecutarlos”.

Los egresos o gastos municipales están contemplados dentro de su presupuesto, cuyo fin es cubrir las operaciones diarias de la municipalidad, por ejemplo, gastos administrativos, suministros, materiales, entre otros.

Con la implementación de un proceso de compostaje, se pretende que la municipalidad pueda reducir los costos operativos de manera significativa, al dejar de pagar por el uso de los rellenos sanitarios.

Este proyecto no consta de solamente inversiones. Se perciben ingresos con la venta del abono resultante por el compostaje, cuyo precio de venta por tonelada es alrededor de \$800. Se debe considerar que la productividad de las plantas no es del 100% desde el año cero, sino que se irá incrementando hasta estabilizarse entre los años 5 y 10.

Para la realización de este proyecto se supone que el 100% de los Residuos Orgánicos son reciclados y obtenidos de la propia comunidad.

2.4 ANTECEDENTES DE TEORIAS O PROYECTOS SEMEJANTES

La UTGA de la municipalidad de San Isidro de Heredia abre un espacio para la educación ambiental de la comunidad, principalmente desea fomentar la información y el cambio de hábitos en la población, para reducir el impacto que producimos como comunidad sobre el ambiente y se traducen en problemas de contaminación. Esta iniciativa parte a raíz del apoyo de una estudiante de la UNA, la cuál será la encargada de realizar videos e infografías sobre la temática ambiental a nivel comunal, razón por la cual se realiza la apertura para un proceso de participación comunal en donde pueden brindarnos información sobre los temas que consideran prioritarios, de acá la importancia para aportar todo el conocimiento para adaptarnos a un proceso de compostaje.

2.4.1 Autores consultados: coincidencias o discrepancias

Realizada una revisión bibliográfica sobre proyectos de investigación similares al tema en estudio, a nivel nacional se pueden precisar los siguientes:

En el 2010, la investigadora Daniela Villegas Hernández desarrolló su tesis para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Agropecuaria Administrativa con Énfasis en Agroindustria, el tema “Propuesta Socio-Ambiental para el compostaje de los Residuos Sólidos Orgánicos en la Comunidad de Tortuguero”. En el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), concluye:

- El proyecto de compostaje de residuos sólidos orgánicos generará impactos sociales y ambientales positivos para la comunidad de Tortuguero.
- El aspecto ambiental más importante relacionado con la implementación del compostaje para la producción de abono orgánico es la conciencia ambiental que el proyecto pueda generar a los colaboradores del centro de acopio, empresas de la región y en general a la comunidad de Tortuguero.
- El aspecto social más importante relacionado con la implementación del compostaje para la producción de abono orgánico es la generación de empleo para la comunidad de Tortuguero.
- El centro de acopio y área de compostaje deben de contar de forma permanente con un sistema de registros de sus actividades, ya que un instrumento de registro, permite tener un mayor control sobre la actividad, formando un historial de información que permita realizar comparaciones de datos mediante el análisis de comportamientos, además de ajustes o modificaciones en el proceso, la toma de decisiones y también permite facilitar datos reales a personas terceras, en caso de ser requerido por el centro de acopio.

Según lo informado por la encargada de la UTGA de la Municipalidad de San Isidro de Heredia, la Licda. Kendy Villalobos Rodriguez; no se han realizado acerca de la problemática en estudio.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El presente capítulo hace referencia a la definición del problema, en este caso basados en la metodología DMAIC, en la cual se establecen las herramientas necesarias para detectar el problema planteado.

Preliminarmente, se realizó una entrevista a la Alcaldesa de la municipalidad con el fin de conocer la problemática actual que se estaba presentando en el área de Gestión Ambiental del cantón; luego, se entrevistó a la encargada de la Unidad Técnica de Gestión Ambiental de la municipalidad, la cual, nos indicó el problema mostrado en la recolección de residuos sólidos orgánicos generados por la comunidad del cantón, además, de la necesidad de actualizar el enfoque tradicional de recolección y disposición por enterramiento, debido a la promulgación de la ley 8839, problema que se debe analizar y diagnosticar.

Para dicho análisis y diagnóstico, se debe de establecer un mapa de proceso que nos indique como están funcionando los sistemas de recolección de los residuos sólidos actualmente.

Una vez identificado el funcionamiento del proceso actual, se realiza una lluvia de ideas, en conjunto con la encargada de la Unidad Técnica de Gestión Ambiental, para generar diferentes opiniones y de ahí encontrar posibles mejoras al sistema utilizado actualmente por la municipalidad para la gestión de sus residuos, y los servicios ofrecidos a la comunidad.

En resumen, la definición del problema se realiza considerando entrevistas aplicadas, lluvia de ideas con la coordinadora de la UTGA, donde se establecieron las prioridades necesarias para el mejoramiento de las actividades y servicios ofrecidos.

3.2 METODOLOGÍA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO

En la segunda fase de la metodología DMAIC, se busca medir el desempeño del proceso del compostaje, tomando como base el plan piloto actual, el cual se realiza a 200 viviendas de la comunidad, además, para efectos del presente proyecto, se busca medir las diferentes variables identificadas para diseñar un proceso de compostaje que abarque todas las viviendas de la comunidad, sus costos, rutas de recolección, como el trabajo en la planta de compostaje, entre otros.

Asimismo, se determinarán las causas del problema y los objetivos para desarrollar el mismo, teniendo en cuenta las limitaciones y el alcance del estudio.

En esta etapa se busca establecer un mercado meta, una mejora en la distribución de la planta de compostaje, el impacto ambiental a raíz del proyecto, utilizando herramientas como planos, dibujos de AutoCAD, especificaciones del producto, especificaciones de los materiales, fichas técnicas, entre otros.

También, se aplicarán herramientas para definir los flujos de procesos, materiales, personas, máquinas, análisis de las relaciones entre las actividades y diagramas de relaciones de los mismos.

Con la información incluida en estos diagramas se está en disposición de construir un conjunto de distribuciones alternativas que den solución al problema.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.

La metodología del análisis consiste en evaluar todas aquellas características que se logran identificar en el proceso de medición, tanto cualitativas como cuantitativas, para poder diseñar las mejoras propuestas.

Dentro de las herramientas a utilizar para esta etapa se encuentran los diagramas de flujo para realizar un mapeo del proceso actual, basados en datos recolectados y así buscar la clasificación y estandarización de las actividades para el desarrollo del diseño de la mejora.

Con el diagrama de Causa – efecto se busca analizar los resultados obtenidos en la etapa de medición, utilizando las causas objetivamente para la identificación de la problemática a raíz de las mismas, y así, diseñar una propuesta eficiente para el proceso.

El estudio de costos tanto para equipos, programas, mano de obra, entre otros, serán realizados por medio de cálculos matemáticos, con respecto a las propuestas diseñadas para el proceso en implementación.

Se realizará un análisis de costo – beneficio y recuperación de la inversión para el proceso, utilizando herramientas como el TIR, VAN, PRI, en un periodo estimado, donde se pretende estudiar cada una de las propuestas.

Con el grafico de Gantt se definen los pasos a seguir durante la implementación del proceso, abarcando reuniones, diseños e implementaciones para realizar la propuesta.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

El objetivo principal de la investigación es realizar un estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad del proceso del compostaje, por lo cual, se definen los indicadores y se ponen en funcionamiento pruebas piloto, además, con la utilización del diagrama de Gantt se definen los pasos a seguir durante la implementación del proceso, abarcando reuniones, diseños y nuevas implementaciones para realizar la propuesta.

Por lo cual, y como se detalla en los alcances del proyecto, la implementación del mismo no se realizará en el periodo a estudio; la propuesta de la distribución, aplicación y ejecución del mismo es responsabilidad de la alcaldesa

municipal, por lo tanto, en la etapa de controlar, se realizará un plan de ejecución, el cual consta de las siguientes etapas: planear, proveer, preparar, trasladar, instalar, poner en marcha y limpiar, esto mediante las pruebas piloto anteriormente mencionadas.

Se presenta un nuevo diseño de planta para el proceso de compostaje, con el fin de simplificar las tareas del mismo.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE PROYECTO.

Con el seguimiento de los pasos de la teoría DMAIC, el presente proyecto cuenta con varias etapas, las cuales son verificadas por medio de un resumen que nos servirá como guía para realizar los puntos destacados de cada reunión. Este control es llevado por el grupo de trabajo, por lo que nos permitirá afirmar que se han cumplido los objetivos propuestos inicialmente.

Los resultados alcanzados consisten en que se encuentren alineados de acuerdo con el enfoque de la metodología, para asegurar un punto a seguir hacia la mejora continua y así cada vez más tener una mayor eficiencia de los recursos en el proceso.

En dicha fase se va a guiar con una serie de acciones, mediante gráficos de control del proceso del compostaje, y de las rutas de recolección del material orgánico, además, de hojas de trazabilidad para un criterio de calidad para el seguimiento de los documentos, hojas de cálculo para mantener un enlace digital en la plataforma de la municipalidad, un documento de verificado por parte de la encargada de la UTGA.

CAPÍTULO IV: LINEA BASE Y ANALISIS DE CAUSAS

4.1 Situación actual en la Municipalidad de San Isidro

Actualmente la Municipalidad de San Isidro vive una situación muy compleja en relación con el servicio de recolección de residuos sólidos orgánicos, donde durante los últimos periodos se ha venido trabajando en la implementación de un proceso de compostaje para el tratamiento de este tipo de residuos.

Durante años las personas de la comunidad del cantón han recibido uno de los mejores servicios que se ofrecen a lo largo y ancho del país, según lo evidencian los datos de la Contraloría General de la República en el Índice de Gestión Municipal del 2017, sin embargo, es necesario actualizar los sistemas de recolección según lo indica la Ley 8839, donde se busca también involucrar a los ciudadanos para que asuman su responsabilidad y los costos asociados a una adecuada gestión de los recursos que generan.

Esta situación plantea un reto importante para los funcionarios municipales, específicamente para la Unidad Técnica de Gestión Ambiental, quienes tienen la tarea de ejecutar este proceso de recolección y que, por política interna, se debe mejorar a través del tiempo, en este caso a través de un proceso de compostaje.

Para el proceso de compostaje se realiza el servicio de recolección una vez por semana, a continuación, se detalla una tabla de la frecuencia del servicio que atiende a distintos distritos del cantón, la cantidad de empleados que se involucran en el proceso de recolección, y la cantidad de residuo orgánico recolectado en el último periodo.

Fecha de ingreso	Cantidad (kg)	Personal requerido	Distritos atendidos
5 de marzo	178	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
12 de marzo	225	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
19 de marzo	306	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
26 de marzo	458	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.

Fecha de ingreso	Cantidad (kg)	Personal requerido	Distritos atendidos
02 de abril	720	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
08 de abril	0	0	
15 de abril	645	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
22 de abril	660	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
29 de abril	620	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
06 de mayo	720	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
14 de mayo	640	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
23 de mayo	650	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
27 de mayo	702	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
03 de junio	720	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
10 de junio	740	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
17 de junio	640	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
24 de junio	650	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
5 de julio	640	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
13 de julio	620	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.

Fecha de ingreso	Cantidad (kg)	Personal requerido	Distritos atendidos
20 de julio	510	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
26 de julio	600	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
Agosto	2650	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
Septiembre	2950	4	San Isidro, Concepción, San José y San Francisco.
Total en kg	17244		
Cantidad de semanas	29		
Promedio semanal	594.62	4	

Tabla 1 Frecuencia y cantidad de residuos orgánicos recolectados para el proceso de compostaje.

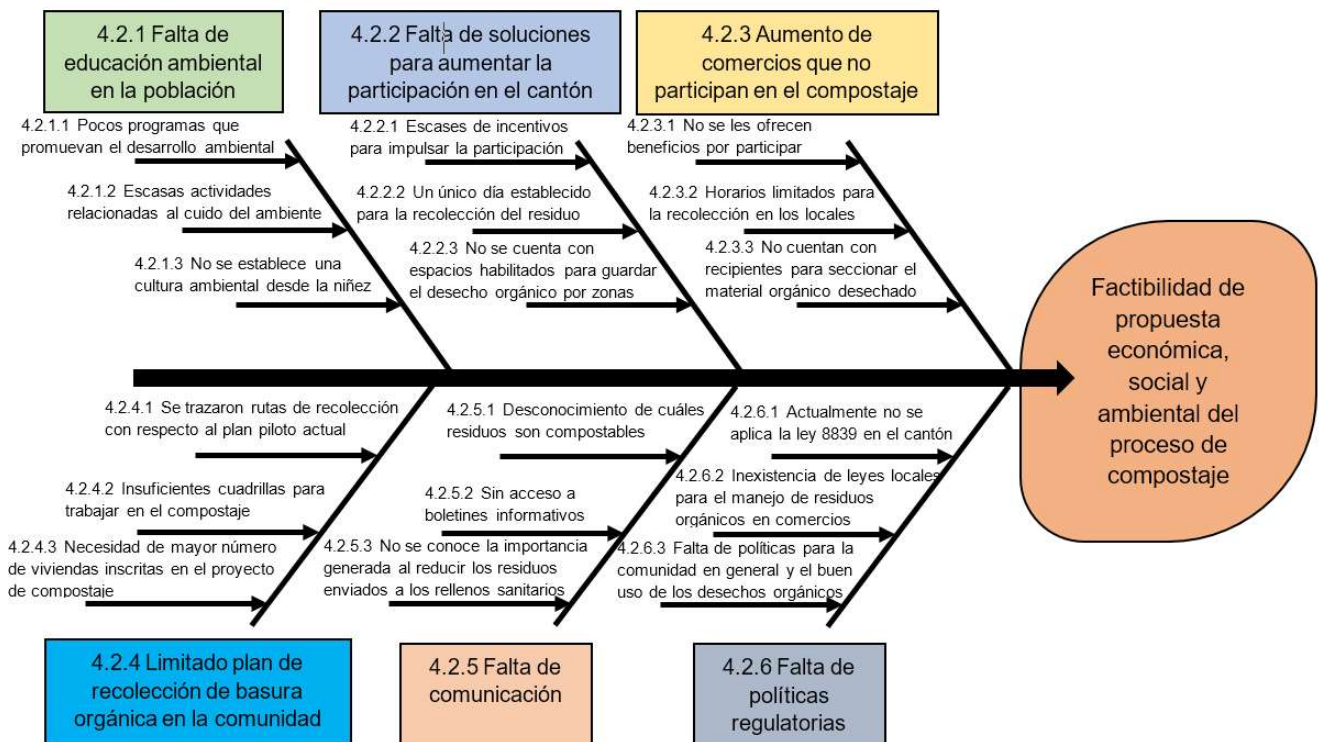
De acuerdo a la tabla anterior, se concluye que todos los distritos reciben el servicio de recolección de residuos orgánicos, lo hacen una vez por semana. En promedio, el servicio es atendido por cuatro trabajadores, donde uno es el chófer del camión y los otros tres se encargan de la recolección de los residuos hogar por hogar. Según los datos obtenidos por parte de la Municipalidad, cabe destacar, que las cantidades recolectadas corresponden a 200 hogares anotados en el plan piloto para el proceso de compostaje del cantón.

4.2 Diagrama de Ishikawa

El problema de investigación es el desconocimiento actual en cuanto a la factibilidad del proyecto para llevar a cabo el proceso de compostaje en el cantón, basados en las referencias económicas, sociales y ambientales del mismo, a través del residuo orgánico recolectado en la comunidad, lo cual genera un impacto debido a la cantidad de personas inscritas en el plan piloto para la recolección de residuos orgánicos en el cantón, lo que impide un mayor

crecimiento del proceso de compostaje en la planta del mismo, por lo tanto, la cantidad de orgánica generada es cerca del 3.5% en cuanto a la totalidad de viviendas en el cantón, consiguientemente, se utiliza un diagrama de Ishikawa para determinar las causas de este problema.

Seguidamente se muestra el análisis realizado conforme el diagrama de Ishikawa, donde se establecen causas y estas se pueden desagregar con grado mayor de detalle en subcausas:



A partir del diagrama de Ishikawa generado se observan causas y subcausas que afectan al proyecto, tales como:

4.2.1 Falta de educación ambiental en la población

La falta de educación ambiental en la población afecta visiblemente en la propuesta del proceso del compostaje, al no inscribirse en los nuevos planes para el mismo, además de la falta de soluciones para aumentar la participación en el plan piloto de compostaje del cantón es otro de los motivos que lo sobresaltan.

Los programas que promueven el desarrollo ambiental, son mínimos; hay escasas de actividades relacionadas al cuidado y preservación del medio ambiente. Y como punto importante, resalta que no hay establecido algún programa ambiental que inculque la cultura en pro del medio ambiente desde la niñez.

4.2.2 Falta de soluciones para aumentar la participación en el cantón

Se detecta que hay escasas en cuanto a incentivos que puedan servir como impulso a la participación de las personas dentro de la comunidad; de la misma manera es analizada la ausencia en cuanto a variedad de días para realizar la recolección de los residuos sólidos, lo cual afecta al usuario, ya que este tiene que establecer un horario fijo para que se dé la misma, por lo tanto, todos aquellos que no puedan participar dentro del horario establecido quedan excluidos del programa de compostaje automáticamente.

Otra opción de la cual carece este programa de compostaje, es el establecer un área en común para que los vecinos puedan dejar sus desechos orgánicos según la zona donde residen, permitiendo así una mejor flexibilidad a la hora de la recolección por parte de los colaboradores de la municipalidad.

4.2.3 Aumento de comercios que no participan en el compostaje

Actualmente a los comercios no se les ha realizado un ofrecimiento que muestre un beneficio para ellos, y así promover la participación de los mismos, de igual manera, el tema de la recolección les afecta, al realizarse en horarios donde para muchos de ellos, aún no se encuentran en oficio, por lo que no pueden ser parte del plan piloto de compostaje que se lleva a cabo. Otra observación a esta causa, va dirigida a que los comercios que quieran participar, no poseen un recipiente donde ir acumulando esos desechos orgánicos, para así poder entregarlos en su debido momento al camión recolector.

4.2.4 Limitado plan de recolección de basura orgánica en la comunidad

El plan piloto que se lleva a cabo hoy en día, cuenta con rutas de recolección establecidas según la cantidad vigente de viviendas inscritas en el

programa de compostaje, por lo que, al realizarse un crecimiento en la participación limitaría el proceso de recolección en la comunidad, de esta forma, deja al descubierto que la cuadrilla asignada para esta labor, se vuelve insuficiente para abarcar una mayor cantidad de viviendas dentro del proyecto de compostaje.

4.2.5 Falta de comunicación

Muchas de las personas no se inscriben en el programa de compostaje debido a la falta de comunicación sobre el mismo, por ejemplo, muchos desconocen cuales residuos aplican para ser compostados y cuáles no, esto al no tener acceso a boletines informativos donde se evacuan este tipo de dudas a los usuarios interesados. Un tema importante es el de dejar de llevar residuos sólidos a los rellenos sanitarios, lo cual cada vez contamina más nuestros suelos y destruye nuestro ecosistema, pero en la comunidad se sabe muy poco acerca de esto, al no tener este tipo de talleres informativos o simplemente al no observar algún tipo de publicación al respecto.

4.2.6 Falta de políticas regulatorias

Falta de políticas articuladas que regulen la disposición de desechos orgánicos al interior de empresas, y así motivarlos a la participación en el proceso de compostaje del cantón, así promover un aumento de comercios que ofrecen desechos orgánicos y regular la disposición de los residuos orgánicos al interior de estos negocios. La municipalidad no ha aplicado la ley 8839 que trata de reformar el sistema de recolección de residuos, por lo que busca por medio del compostaje establecer la misma.

4.3 Distribución de Planta

Actualmente la planta de compostaje cuenta con un área para el material compostado, un área para una tamizadora, un tanque de agua y una bodega donde se almacena la melaza utilizada en el proceso de compostaje. Todas estas áreas se encuentran distribuidas de una forma que no es la más óptima para un proceso lo suficientemente eficiente, esto debido a los grandes recorridos que debe realizar el colaborador de la planta de compostaje.

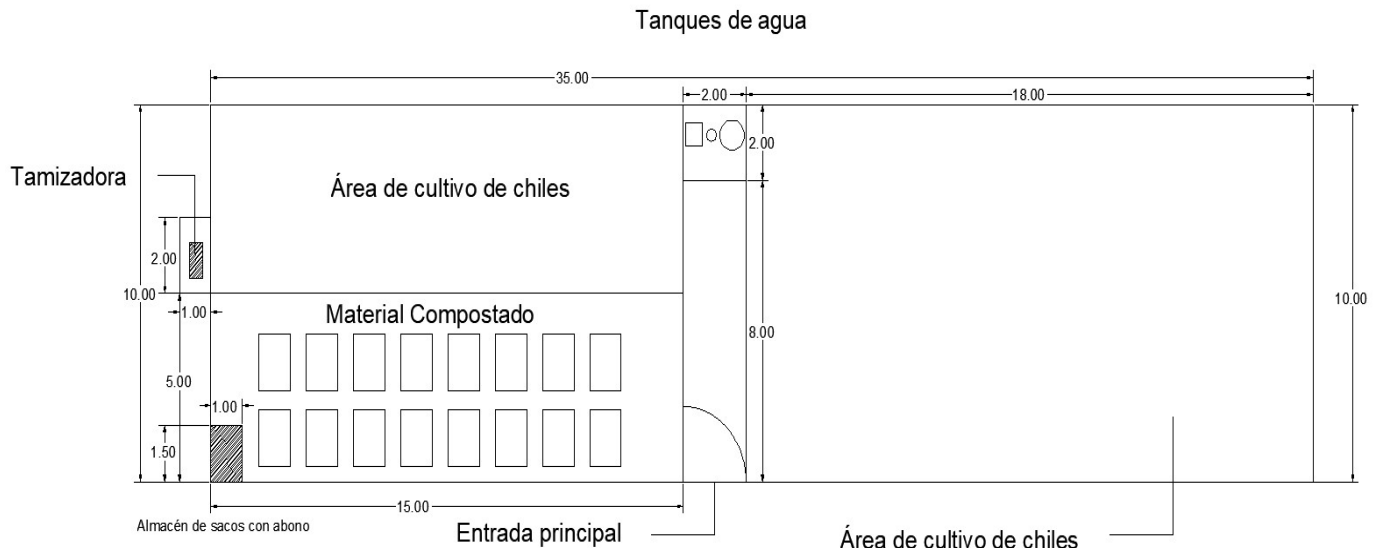
En cuanto a la melaza, que funciona como fuente energética en el proceso de compostaje, debe mantenerse en un espacio óptimo evitando el calor y la humedad, las cuales son sus principales amenazas, ambos pueden causar que las bacterias se conviertan en moho. Lo recomendado es mantenerla en un lugar bien cerrado, fresco, seco y oscuro.

En la planta de compostaje se reciben alrededor de 13 estañones con material orgánico, esto cada sábado que se realiza la recolección en el cantón, los mismos son dejados en la entrada de la planta de compostaje, donde el colaborador tiene que moverlos con una perra hacia la zona del material compostado, para empezar con la debida preparación del material.

Para el caso de la tamizadora, es utilizada a las 8 semanas de estar el material orgánico en preparación, esto con el fin de volver el mismo en partículas más pequeñas, y así ir preparando el material compostado en abono orgánico, el cual se empaca en sacos de 5 kg almacenados para luego ser vendidos a agricultores del cantón; cabe destacar que actualmente no se está vendiendo el abono y es utilizado en plantas de chile sembradas en el área no utilizada para compostaje.

En seguida se muestra un plano del sitio y su distribución.

Figura N° 13: Diseño de Planta de compostaje actual



Fuente: Elaboración propia a través de información obtenida en visita a la planta. (Medidas en metros)

De acuerdo a la figura anterior, se concluye que el área utilizada para el compostaje permite que el proceso se realice normalmente, aunque queda evidenciado que las secciones de la misma no se encuentran bien distribuidas, por lo que se están realizando recorridos y esfuerzos innecesarios; teniendo todo el espacio para redistribuir la planta de compostaje, y así sacarle un mejor provecho a la misma.

4.4 Recursos utilizados en el proceso

Participan 4 colaboradores en 1 camión para realizar toda la ruta en un horario de 7 a.m. a 12 m.d., donde se atienden las 200 casas inscritas en el proceso de compostaje.

Cada operario tiene un salario de $\phi 264000$ por mes, lo que representa un monto total de $\phi 1056000$ mensuales por los 4 operarios trabajando en el proceso. Los camiones utilizados se recargan con combustible antes de cada operación, lo que significa alrededor de $\phi 120000$ al mes. Para las reparaciones o repuestos de

la maquinaria utilizada, se estiman cerca de los ¢360000 mensuales, ya sean cambios de aceite y/o algún imprevisto mecánico, también, se lleva una rutina de lavado de los vehículos después de cada operación, para un total mensual por lavados de ¢120000. Todo esto se representa en la siguiente tabla:

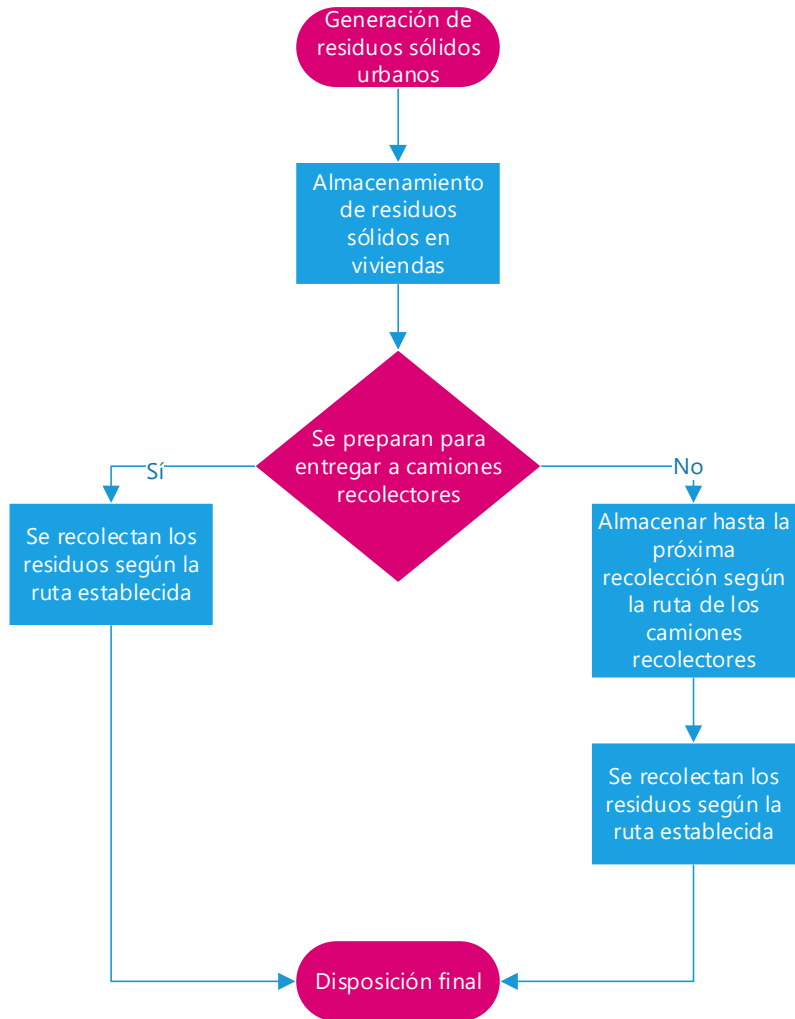
Recurso	Total Mensual
Operarios (4)	¢264000
Gasolina	¢120000
Repuestos/Reparaciones	¢360000
Lavado	¢120000
Total	¢864000

Tabla 2 Gastos totales por mes generados para el proyecto de compostaje.

4.5 Diagrama de Flujo del proceso actual

A continuación, se presenta el diagrama de flujo para el proceso diario de recolección de residuos sólidos urbanos de la Municipalidad de San Isidro de Heredia, donde se tienen rutas establecidas por ubicación, las cuales se establecen por las divisiones cantonales.

Figura N° 14: Diagrama de flujo del proceso actual



Fuente: Elaboración propia a través de información brindada por la Municipalidad de San Isidro de Heredia

4.6 Análisis FODA

Seguidamente, se presenta el análisis FODA para tomar decisiones y resolución del estudio de factibilidad económica, ambiental y social a partir de las fortalezas y debilidades de la Municipalidad, así como las oportunidades (aprovechadas y no aprovechadas) y amenazas encontradas en el entorno del cantón de San Isidro para llevar a cabo el proceso de compostaje.



Fuente: Elaboración propia a través de información brindada por la Municipalidad de San Isidro de Heredia

Por lo que se quiere potenciar el proyecto a través de fortalezas obtenidas, tales como, medio ambiente, leyes que respaldan al mismo, la infraestructura para elaborar las funciones necesarias, así como el equipo disponible por parte de la municipalidad del cantón. Mejorando en consecuencia de nuestras oportunidades

brindadas por las organizaciones comunitarias, la legislación que se cumple y con el gran apoyo que brinda el centro agrícola cantonal, en favor del proceso de compostaje, esto al brindar el espacio para realizar el abono orgánico.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Propuesta 1. Campaña de recolección de residuos orgánicos

Como parte de los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico, se promulgó la primera campaña de recolección de residuos orgánicos para dar inicio al proceso de compostaje en el cantón, con la finalidad de disminuir la cantidad de basura desechada en el cantón de San Isidro de Heredia. A continuación, se describe el proceso.

5.1.1 Permisos en la Municipalidad de San Isidro de Heredia

Se solicitó el permiso para la utilización de las redes sociales de la municipalidad de San Isidro de Heredia, además de promover en diferentes espacios del cantón el plan piloto del proceso de compostaje, donde se detallan los horarios de recolección del material orgánico y los pasos para inscribirse en el mismo.

5.1.2 Alianzas interinstitucionales

El problema de investigación señala que, la limitada recolección de reciclaje tiene como posible causa la falta de unión de asociaciones públicas o privadas, es decir, apoyo interinstitucional. Por lo tanto, se tomaron en cuenta varias empresas del cantón, tales como:

Comercio	Forma de contacto
Supermercado El Popular	Telefónica, 4001-9160
Pollos El Isidreño	Visita al local
Frituras La Teja	Visita al local
Vivero El Zamorano	Telefónica, 2268-8257
Verdulería El Pueblo	Visita al local

Tabla 3 Empresas consultadas en el cantón para la participación en el proceso de compostaje.

Las empresas mencionadas anteriormente fueron contactadas, para que a través de ellas se promueva el uso del compostaje en el cantón, a las mismas se les da

como incentivo la inclusión dentro del programa de compostaje, la cual incluye la entrega de estañones para el abastecimiento del material orgánico para ser recolectado dentro de los horarios establecidos. De la misma manera, se les ofrece el abono producido a través del proceso del compostaje de los residuos recolectados, en caso de ser necesario su uso.

5.1.3 Divulgación de la información

Se realiza un afiche donde se informa sobre que es el compostaje, los beneficios del mismo, como se realiza el proceso de recolección, el abono producido a través del mismo, cuales productos pueden ser compostados y cuáles no, además inscribirse para formar parte de este programa tan importante para el cantón.

Planta Piloto de Compostaje



¿Qué es compostaje?

Es un método para convertir residuos orgánicos en compost (abono)

51%
de los residuos del cantón se pueden aprovechar para hacer compost



¿Por qué compostaje?

- Contribuimos al ambiente, al reducir los residuos que se envían al relleno sanitario
- Es un proceso con costo económico bajo comparado con otras forma de tratamiento de residuos
- El compost es un fertilizante natural, por lo que mejora la estructura y fertilidad del suelo natural y se evita el uso de pesticidas y químicos

Con la colaboración de los residuos de tu casa
produciremos el compost, que será entregado a los
agricultores locales

Es importante dar a conocer de qué manera se colabora con el medio ambiente, en este caso informando positivamente sobre los beneficios de evitar enviar los residuos orgánicos a los rellenos sanitarios, además del bajo costo que implica tratar todos estos residuos recolectados para el proceso de compostaje, y el beneficio que aporta a los suelos el evitar enviar todos estos desechos a los mismos, además de generar a partir de ellos, abono orgánico para el beneficio de los agricultores del cantón.

¿Cómo puedo participar?

1. Coloca la cubeta para residuos orgánicos en un lugar donde no le pegue el sol directamente ni reciba agua de lluvia.
2. Escurre los residuos orgánicos y deposítelos en la cubeta cada vez que los produces.
3. Recuerda cerrar la tapa cada vez que echas los residuos.
4. No deposites residuos de comida descompuestos (como bananos o plátanos podridos).
5. No incluyas el estiércol, los restos de poda, corta de zacate, ni ramas en la cubeta, pícalas y apártalas en un saco o bolsa para que sea recolectado junto con los demás residuos orgánicos.
6. Ten en cuenta que la recolección se realizará todos los sábados, iniciando a las 7:00 am.
7. Brinda la cubeta al compañero de recolección, él la vaciará y te la devolverá.
8. Limpia la cubeta para empezar a depositar los residuos de la semana nuevamente.

Para evitar malos olores, cada vez que coloques materiales en la cubeta, drena el líquido que pudiese contener y añade una cucharadita de cal. Nunca le rocíes pesticidas.

¿Qué residuos deben ir en la cubeta?



Restos de granos, frutas y verduras cruda, cocinada, asada no frita
Arroz y pastas cocidas
Quesos
Cartón de huevos, nueces, maní
Cenizas y aserrín de madera natural
Huesos
Cenizas de carbón
Filtros de café y té
Cáscaras de huevo
Tapones de corcho
Pellejos de carne y pollo

Estiércol de cabras, vacas*

Césped, podas, ramas, hojas secas*

**Ten en cuenta que estos residuos deberán colocarse en bolsas o sacos cerrados, y no dentro de la cubeta*



Excretas de perros, gatos y cerdos
Arena de gato
Chicles
Pañales, toallitas húmedas, toallas sanitarias, servilletas de papel
Restos de aspiradora o de barrido
Algodón, tejidos en general
Filtros de cigarro
Aceites
Restos de madera laqueada o tratada
Medicamentos, pilas, detergentes
Yogurts
Pelo
Comida en general descompuesta

De contar con dudas o desear más información contáctenos al:



2268-8104 ext.128



8578-7348



utga@sanisidro.go.cr

5.1.4 Desarrollo del plan piloto del proceso de compostaje

Se realiza la recolección casa por casa los días sábados, esto para los que se encuentren inscritos en el programa de compostaje, la misma se realiza desde las 7 a.m. hasta las 12 m.d., y al terminar las rutas de recolección se lleva todo el material recolectado a la planta de tratamiento, donde será sometido al compostaje todo el material recibido, en la misma se realiza el proceso durante 8 semanas a partir desde que se recibió el material, quedando listo en abono para ser vendido.

5.2 Focus Group

Se reunió al personal involucrado en el proceso de recolección de residuos orgánicos para determinar la modalidad de recolección de los mismos, como parte de la solución para el proceso de la cantidad de basura clasificada para compostaje en el cantón. La reunión se efectuó en el plantel municipal mediante una sesión entre la coordinadora de la UTGA y las cuadrillas de recolección de desechos de la Municipalidad de San Isidro de Heredia, dando como sugerencia brindar una lluvia de ideas para el problema en cuestión.

De acuerdo a lo estipulado por los participantes de la sesión, se determinaron cinco propuestas de solución, de las cuales se destacan las más importantes con la finalidad de realizar una implementación inmediata de las mismas, a continuación, se citan.

Propuestas	Prioridad de implementación
Trazar las rutas de recolección en un ordenamiento de los poblados por distritos.	A mediano plazo
Que el camión de recolección de residuos orgánicos lleve una cantidad de barriles suficiente en el mismo, para ir almacenando el material orgánico durante el recorrido, esto con el fin de terminar la ruta y llevarlos a la planta del proceso de compostaje directamente.	Inmediata

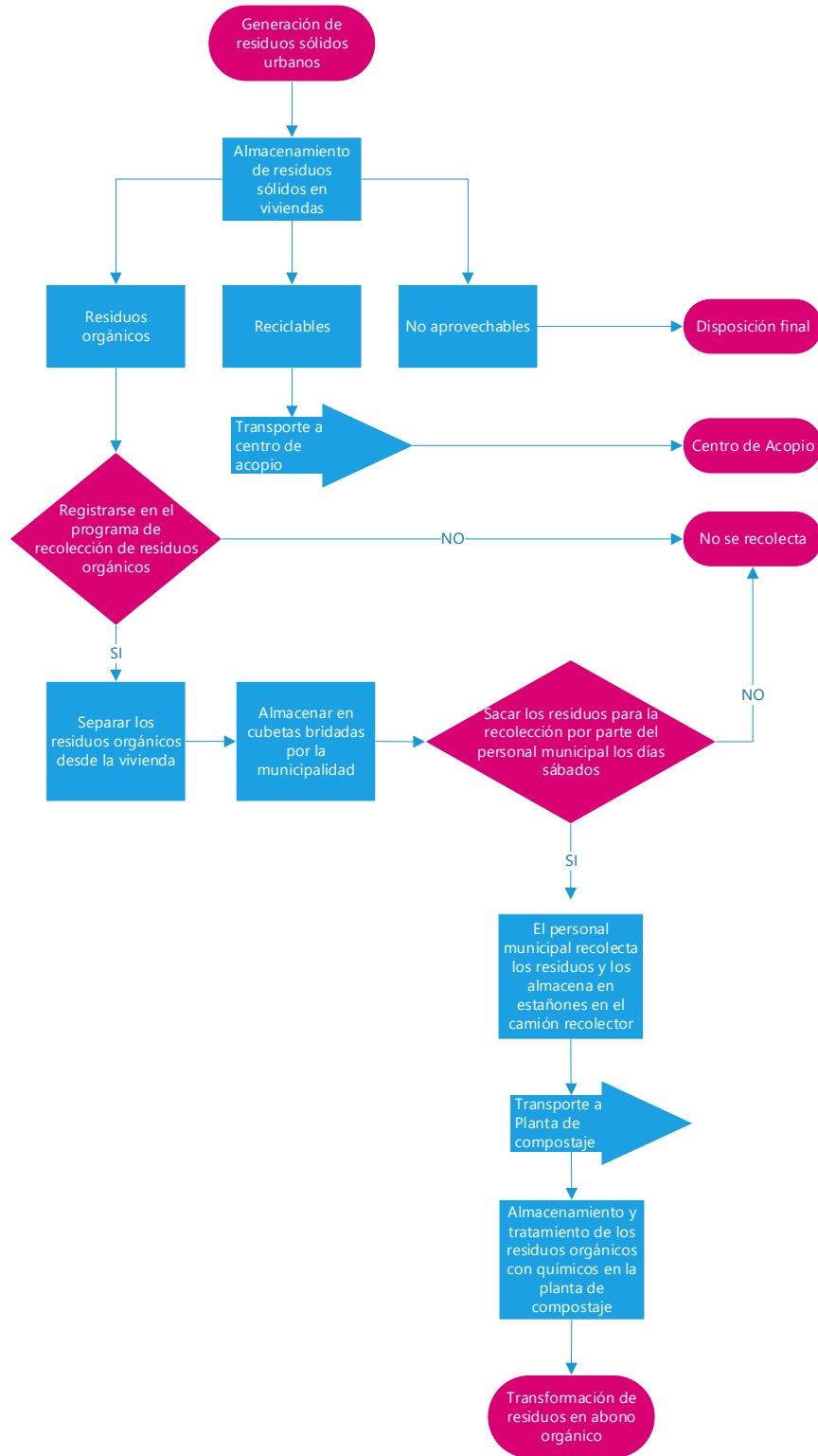
Propuestas	Prioridad de implementación
Campañas de sensibilización a la comunidad para dar a conocer el plan de compostaje en la comunidad con el fin disminuir la cantidad de basura orgánica que se lleva a los rellenos sanitarios y el impacto positivo al medio ambiente.	A corto plazo
Se llega al acuerdo de no recolectar el material orgánico de los hogares no registrados en el plan de compostaje de la municipalidad, a la vez se realiza el informe a la coordinadora de la UTGA para que se ponga en contacto con las mismas con el fin de invitarlos a realizar el registro.	Inmediata
Se acuerda llevar a cabo el proceso de recolección por medio de 4 colaboradores, 1 chofer y 3 para el manejo de los residuos.	Inmediata

Lo anterior se realiza con el fin de desarrollar la solución más acorde a la realidad del cantón, al presupuesto de la Municipalidad y al compromiso de quienes residen en San Isidro de Heredia.

5.3 Diagrama de flujo para el proceso a implementar

A continuación, se presenta el diagrama de flujo para el proceso planteado en el proyecto, donde se incluyen las recolecciones de los residuos orgánicos y otros reciclables, además, de los residuos no aprovechables que se envían directo a los rellenos sanitarios contratados por la Municipalidad; para esta recolección de residuos orgánicos se establecen los días sábados, donde de igual manera se tienen rutas establecidas por ubicación, y a su vez, se realiza únicamente a las personas registradas en el programa de recolección de residuos orgánicos del cantón, controlado por la Municipalidad de San Isidro de Heredia.

Figura N° 15: Diagrama de flujo del proceso a implementar



Fuente: Elaboración propia a través de información recolectada en el estudio y aportes brindados por la Municipalidad de San Isidro de Heredia

Según el diagrama desarrollado anteriormente, podemos destacar la importancia de subdividir los procesos, dándole un orden al desarrollo de los nuevos procesos, como en este caso, la recolección del residuo orgánico. El mismo, ya no se estará recolectando dentro de la ruta tradicional de los residuos sólidos, sino se plantea un nuevo programa los días sábados, donde el camión se presenta hogar por hogar y a estos se les realizará su debida recolección. Cabe destacar que para cumplir con la recolección se debe de inscribir en el programa de compostaje del cantón, además de realizar la separación de los residuos desde el hogar. Luego de recolectados los residuos orgánicos, son llevados a la planta de compostaje para su debido tratamiento y transformación en abono orgánico.

5.4 Análisis económico

Para este análisis contamos tanto con los costos de recolección, como las labores realizadas en la planta de compostaje, donde además se busca un ingreso a través del abono orgánico producido.

Para el proceso se aprovecha la disposición de equipos y maquinarias desocupadas, así como 4 funcionarios disponibles para realizar las actividades del mismo, por lo que no se requiere de una inversión inicial tal como nuevos salarios por contratación de más personal o la compra de vehículos para el proceso del compostaje.

Una vez concluidos los capítulos anteriores en los que se estiman los costos y gastos de operación del proyecto, así como los aspectos técnicos pertinentes para la realización del mismo se procede a presentar el estudio financiero en el cual se logran observar los ingresos del proyecto, los costos de operación, las inversiones requeridas para la realización del mismo, así como, los flujos de efectivo proyectados que permiten determinar su rentabilidad del proyecto a través de indicadores como el valor actual neto y la tasa interna de retorno.

A continuación, se realizan tablas desglosadas con el fin de resumir lo indicado anteriormente, las mismas según información brindada por la municipalidad de San Isidro de Heredia:

INVERSIÓN INICIAL	MONTO
TECNOLOGÍA	₡ 18,550,237.35
PUBLICIDAD	₡ 5,090,000.00
PLANTA DE COMPOSTAJE	₡ -
RUBROS LEGALES	₡ 370,400.00
CAPITAL DE TRABAJO	₡ 6,446,932.61
TOTAL	₡ 30,457,569.96

Tabla 4 INVERSIÓN INICIAL

Es importante desarrollar el proyecto desde la perspectiva legal, por lo que también se toman los costos respectivos a lo mencionado:

COSTO/ GASTO	CANTIDAD	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL ANUAL
PÓLIZA DE SEGURO DE RIESGOS AL TRABAJADOR	1	₡ 26,517.39	₡ 318,208.68
PAPELERÍA LEGAL	1	₡ 1,666.67	₡ 20,000.04
PÓLIZA DE SEGURO AL VEHÍCULO	1	₡ 23,057.25	₡ 276,687.00
SERVICIOS DE CONTABILIDAD	1	₡ 36,250.00	₡ 435,000.00
OPERARIO (TIEMPO COMPLETO)	4	₡ 264,000.00	₡ 6,336,000.00
OPERARIO (MEDIO TIEMPO)	0.5	₡ 66,000.00	₡ 396,000.00
VACACIONES DE OPERARIOS	3	₡ 123,200.00	₡ 369,600.00
OBLIGACIONES PATRONALES	1	₡ 179,002.80	₡ 2,148,033.60
AGUINALDO	3	₡ -	₡ 792,000.00
PERMISO SANITARIO DE FUNCIONAMIENTO	1	₡ 833.33	₡ 9,999.96
TOTAL		₡ 784,527.44	₡ 11,101,529.28

Tabla 5 GASTOS Y COSTOS DEL ESTUDIO LEGAL

La planta de compostaje requiere de un colaborador encargado del proceso de compostaje, por lo que en el recuadro siguiente se detalla los montos de mano de obra por requerir al mismo:

COSTO/ GASTO	CANTIDAD	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL ANUAL
MANO DE OBRA	1	₡ 320,000.00	₡ 3,840,000.00
TOTAL		₡ 320,000.00	₡ 3,840,000.00

Tabla 6 INVERSIÓN INICIAL MANO DE OBRA PLANTA DE COMPOSTAJE

Se realizan estudios de mercado, y a su vez se considera necesaria la oportunidad de comunicar a la comunidad sobre el proyecto, por lo que se realizan gastos pertinentes al mercadeo del mismo, como se detalla a continuación:

COSTO/ GASTO	CANTIDAD	COSTO MENSUAL	COSTO TOTAL ANUAL
GASTOS DE MERCADEO	1	₡ 50,000.00	₡ 600,000.00
TOTAL		₡ 50,000.00	₡ 600,000.00

Tabla 7 GASTOS POR ESTUDIO DE MERCADO

Durante el proceso de compostaje es importante ir al próximo nivel, el cual sería empacar el abono a partir de los residuos orgánicos recolectados, por lo que se realiza el estudio de costos unitarios de los paquetes para almacenar el mismo, el costo que implica al mes y al año.

PRESENTACIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO	UNIDADES ESTIMADAS A VENDER MES	COSTO DEL PAQUETE MES	COSTO DEL PAQUETE AÑO
PAQUETE 1 KILOGRAMO	Bolsa	₡ 14.50	800.00	₡ 11,600.00	₡ 139,200.00
	Impresa				
PAQUETE 2 KILOGRAMOS	Bolsa	₡ 27.12	400.00	₡ 10,848.00	₡ 130,176.00
	Impresa				
PAQUETE 5 KILOGRAMOS	Bolsa	₡ 41.72	250.00	₡ 10,430.00	₡ 125,160.00
	Impresa				
PAQUETE 10 KILOGRAMOS	Bolsa	₡ 90.40	500.00	₡ 45,200.00	₡ 542,400.00
	Impresa				
PAQUETE 25 KILOGRAMOS	Bolsa	₡ 135.60	120.00	₡ 16,272.00	₡ 195,264.00
	Impresa				
PAQUETE 40 KILOGRAMOS	Bolsa	₡ 265.00	200.00	₡ 53,000.00	₡ 636,000.00
	Impresa				
TOTAL				₡ 147,350.00	₡ 1,768,200.00

Tabla 8 COSTOS DE LOS PAQUETES PARA ALMACENAR EL ABONO

Se determinan los montos para la venta del abono orgánico producido en la planta de compostaje, por lo que se establecen según el peso en kilogramos, se acuerda poner en venta diferentes tipos de presentaciones según la necesidad del consumidor, como se muestra en la siguiente tabla.

PRESENTACIÓN	PRECIO DE VENTA	PRECIO POR KG
PAQUETE 1 KILOGRAMO	₡ 300.00	₡ 300.00
PAQUETE 2 KILOGRAMOS	₡ 700.00	₡ 350.00
PAQUETE 5 KILOGRAMOS	₡ 1,700.00	₡ 340.00
PAQUETE 10 KILOGRAMOS	₡ 3,300.00	₡ 330.00
PAQUETE 25 KILOGRAMOS	₡ 8,000.00	₡ 320.00
PAQUETE 40 KILOGRAMOS	₡ 12,000.00	₡ 300.00

Tabla 9 PRECIO DE VENTA DE ABONO ORGÁNICO

Luego de determinar el precio de venta del abono por kilogramo, se realiza un estimado de ventas al mes, según su presentación de venta, a partir del mismo se realiza el estimado anual.

PRESENTACIÓN VENDIDA	UNIDADES ESTIMADAS A VENDER	PRECIO DE PRESENTACIÓN	INGRESO ESTIMADO	INGRESO ESTIMADO ANUAL
PAQUETE 1 KILOGRAMO	500.00	₺ 700.00	₺350,000.00	₺4,200,000.00
PAQUETE 2 KILOGRAMOS	150.00	₺ 700.00	₺105,000.00	₺1,260,000.00
PAQUETE 5 KILOGRAMOS	150.00	₺ 1,700.00	₺255,000.00	₺3,060,000.00
PAQUETE 10 KILOGRAMOS	300.00	₺ 3,300.00	₺990,000.00	₺11,880,000.00
PAQUETE 25 KILOGRAMOS	60.00	₺ 8,000.00	₺480,000.00	₺5,760,000.00
PAQUETE 40 KILOGRAMOS	100.00	₺12,000.00	₺1,200,000.00	₺14,400,000.00
TOTAL			₺3,380,000.00	₺40,560,000.00

Tabla 10 INGRESO ESTIMADO POR VENTA DEL ABONO POR MES

A la postre, se detalla el costo con respecto a las selladoras para sacos, la cual viene a ser una implementación de gran utilidad en el proceso, esto al realizar el llenado del saco y su necesidad de sellarse para la futura venta. El costo indicado incluye el I.V.A correspondiente al mismo. Este costo se estima en la inversión inicial.

INSUMO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
COSEDORA DE SACOS	1	₺ 300,000	₺ 300,000
TOTAL			₺ 300,000

Tabla 11 COSTO DE COSEDORA PARA SACOS

Seguidamente, se muestra el costo de producción anual de la planta de compostaje a la totalidad de la capacidad para producir abono orgánico, para los mismos se calculan sobre la capacidad total de producción siendo estas 20 toneladas de abono orgánico.

INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
SEMOLINA	5950	Kilogramos	₺ 190.43	₺ 1,133,058.50
GRANZA	1050	Kilogramos	₺ 71.43	₺ 75,001.50
GALLINAZA	9800	Kilogramos	₺ 33.33	₺ 326,634.00
TIERRA	23450	Kilogramos	₺ 21.74	₺ 509,803.00
CARBÓN EN POLVO	4550	Kilogramos	₺ 357.50	₺ 1,626,625.00
AGUA	2450	Litros	₺ 0.70	₺ 1,715.00
MELAZA	21	Litros	₺ 241.33	₺ 5,067.93
TOTAL				₺ 3,677,904.93

Tabla 12 COSTO DE PRODUCTOS PARA PROCESO DE ABONOS ORGÁNICOS

Se fijan los costos anuales correspondientes a servicios públicos, insumos de limpieza y mantenimiento de los vehículos utilizados para el proceso de compostaje.

PRESENTACIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO MENSUAL	COSTO ANUAL
SERVICIOS PÚBLICOS	1.00	₺ 30,000.00	₺ 360,000.00
INSUMOS DE LIMPIEZA	1.00	₺ 20,000.00	₺ 240,000.00
MANTENIMIENTO DEL VEHÍCULO	1.00	₺ 50,000.00	₺ 600,000.00
TOTAL			₺ 1,200,000.00

Tabla 13 COSTOS FIJOS ANUALES

A partir de los costos mencionados anteriormente, se desglosan los costos del proyecto, como se muestra seguidamente:

COSTOS	MONTOS
GASTOS FIJOS	₺ 1,200,000.00
COSTOS VARIABLES	₺ 8,117,904.93
COSTOS Y GASTOS LEGALES Y ORGANIZACIONALES	₺ 11,101,529.28
TOTAL	₺ 20,419,434.21

Tabla 14 COSTOS DEL PROYECTO

Asimismo, partiendo de la inversión inicial, los ingresos estimados, los costos del proyecto, y otros gastos, se realiza el siguiente flujo de efectivo proyectado para el

proceso de compostaje en el cantón de San Isidro de Heredia, con la finalidad de calcular las utilidades del mismo y el flujo operativo que vamos a tener.

FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN EL CANTON DE SAN ISIDRO DE HEREDIA

RUBRO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INVERSIÓN INICIAL	€30,457,569.96					
INGRESOS		€40,560,000.00	€42,588,000.00	€44,717,400.00	€46,953,270.00	€49,300,933.50
COSTO DE EMPAQUE		€1,768,200.00	€1,945,020.00	€2,139,522.00	€2,353,474.20	€2,588,821.62
MATERIALES DIRECTOS		€3,677,904.93	€3,935,358.28	€4,210,833.35	€4,505,591.69	€4,820,983.11
MANO DE OBRA DIRECTA		€3,840,000.00	€4,108,800.00	€4,396,416.00	€4,704,165.12	€5,033,456.68
COSTO DE PRODUCCIÓN		€9,286,104.93	€9,936,132.28	€10,631,661.53	€11,375,877.84	€12,172,189.29
INGRESOS NETOS		€31,273,895.07	€32,651,867.72	€34,085,738.47	€35,577,392.16	€37,128,744.21
GASTO EN MERCADEO		€600,000.00	€600,000.00	€600,000.00	€600,000.00	€600,000.00
PLANILLA		€6,732,000.00	€6,732,000.00	€6,732,000.00	€6,732,000.00	€6,732,000.00
SERVICIOS PÚBLICOS		€360,000.00	€360,000.00	€360,000.00	€360,000.00	€360,000.00
INSUMOS DE LIMPIEZA		€240,000.00	€240,000.00	€240,000.00	€240,000.00	€240,000.00
GASTOS LEGALES		€11,101,529.28	€11,101,529.28	€11,101,529.28	€11,101,529.28	€11,101,529.28
TOTAL DE GASTOS		€19,033,529.28	€19,033,529.28	€19,033,529.28	€19,033,529.28	€19,033,529.28
UTILIDAD ANTES DEL IMPUESTO		€12,240,365.79	€13,618,338.44	€15,052,209.19	€16,543,862.88	€18,095,214.93
IMPUESTO DE RENTA (10%)		€1,224,036.58	€1,361,833.84	€1,505,220.92	€1,654,386.29	€1,809,521.49
UTILIDAD NETA		€11,016,329.21	€12,256,504.60	€13,546,988.27	€14,889,476.59	€16,285,693.44
FLUJO OPERATIVO	-€30,457,569.96	€11,016,329.21	€12,256,504.60	€13,546,988.27	€14,889,476.59	€16,285,693.44

Tabla 15 FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN EL CANTON DE SAN ISIDRO DE HEREDIA

Para la realización de estos flujos se consideró un 5% de crecimiento en ingresos para contrarrestar el efecto inflacionario, a su vez, los gastos y costos ajenos a la mano de obra se aumentaron en un 10%, esto previendo un 5% de inflación y un 5% de escudo para efectos fiscales.

Para los escenarios realista y pesimista se consideró un aumento en los ingresos de un 5% adicional, considerando un aumento en las ventas, sin embargo, en el escenario optimista no se consideró ya que en él se está produciendo la totalidad de la capacidad productora, es decir ya no se puede producir más abono orgánico para la venta al público.

Para los gastos y costos provenientes de mano de obra se consideró un aumento del 7% previendo los aumentos obligatorios que se realizan cada semestre en Costa Rica por disposición del Ministerio de Trabajo; además, se consideró un impuesto sobre la renta del 10%, ya que se cuenta con una utilidad menor a los 45 millones como lo indica la ley tributaria de Costa Rica.

Se realiza la aplicación del Valor Actual Neto (VAN) como indicador financiero para tener noción del impacto económico al erario público. A continuación, se desarrolla:

INDICADOR	VALOR
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	₡13,906,864.23
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	31.64%
PERIODO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN (PRI)	2.7 años

TABLA 16 APLICACIÓN DE INDICADORES FINANCIEROS DEL PROYECTO

De los datos conseguidos en la tabla anterior, podemos definir el proyecto viable a nivel financiero, con una VAN de ₡13,906,864.23, una tasa interna de retorno del 31.64% y una recuperación de la inversión en un periodo de 2.7 años.

Se comprueba que el proyecto es viable financieramente como se tenía contemplado, de igual manera se esperan los análisis social y ambiental en busca de justificar en estos aspectos la puesta en marcha del proyecto, teniendo el aval por medio de alguno de los análisis anteriormente mencionados.

5.5 Análisis social

De acuerdo a los resultados mostrados en los ítems anteriores, puedo considerar que el impacto social del proyecto “Estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad del proyecto de inversión para el proceso de compostaje en la Municipalidad del cantón de San Isidro de Heredia” ha sido considerable. Por lo tanto, se puede concluir lo siguiente:

En cuanto a la creación de una cultura de selección de residuos para aislar los orgánicos del resto, en los hogares y comercios del cantón, se realizaron campañas de concientizar a la población sobre el cuidado del medio ambiente, tratando que se logren nuevos hábitos en lo que a materia de residuos se refiere, minimizando su generación, clasificando en origen y sacando las bolsas de residuos a las horas establecidas y en los lugares adecuados. Asimismo, a partir del plan de compostaje desarrollado, las personas han realizado actividades indagatorias sobre el tema, por lo que se considera que el objetivo fue cumplido a medias, esto porque a pesar de conocer sobre el tema del compostaje, sus beneficios al medio ambiente y que es la fuente principal para generar abono orgánico, aún hace falta sumar a esta población para que se inscriban al plan propuesto por la municipalidad con una mayor participación de los mismos.

Con este análisis de los objetivos alcanzados se reitera que el proyecto ha alcanzado un impacto social bastante considerable y que con algunas pequeñas mejoras y sobretodo continuando con él, se acabarían de cumplir los objetivos planteado, y por lo tanto se conseguiría mayor impacto social.

5.6 Análisis ambiental

Se ha dado una notable disminución en la contaminación del agua, aire y suelo y así evitar efectos adversos en la salud pública.


Con la implementación del método de compostaje Takakura, se permite la transformación de residuos sólidos, como hojas, cáscaras de frutas, agua, azúcar o yogurt en un potente abono orgánico. Entre los principales beneficios de este

método está el hecho de que se puede producir a muy bajo costo, con ingredientes o residuos del hogar y en una simple caja de cartón. No emite olores ni lixiviados, y el fertilizante que produce mejora la calidad y cantidad de los suelos.

La fabricación de abono orgánico no posee legislación específica salvo la general, en tanto que no contamine aguas, sin embargo, en los requisitos legales descritos con anterioridad, el cumplir estas formalidades conllevará al cumplimiento de las leyes ambientales generales. Además, es importante acotar que el desarrollo de este tipo de productos orgánicos contribuye a la disminución del impacto, en tanto que supone la sustitución de abonos sintéticos por abonos orgánicos que conllevará a la disminución de contaminación de ríos y suelos. Para tal efecto la ley en lugar de entorpecer los procesos productivos colabora con los productores a través de asesoría profesional gratuita a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Esto se pudo constatar en el desarrollo de la presente investigación, pues se contó con el apoyo de una ingeniera agrónoma para el desarrollo de la misma.


Por lo tanto, como factor no económico se debe contemplar este análisis, el cual se basa en argumentos sólidos y de peso para la validación de la viabilidad de un proyecto en aras de desarrollo, para la sostenibilidad ambiental del cantón de San Isidro de Heredia.

5.7 Manual de procedimientos

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			PMP
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Kendy Villalobos Rodríguez	Aprobado por: Lic. Kendy Villalobos Rodríguez Encargada UTGA	Página 1 de 9
				Versión 01


MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MANEJO DE UNIDADES PARA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL CANTÓN DE SAN ISIDRO DE HEREDIA

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO PMP
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Kendy Villalobos Rodriguez	Aprobado por: Lic. Kendy Villalobos Rodriguez Encargada UTGA	Página 2 de 9
			Versión 01	

ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Objetivo.....	3
3. Propósito.....	4
4. Alcance.....	4
5. Obligatoriedad del plan.....	4
6. Definiciones.....	5
7. Procedimiento del plan de mantenimiento preventivo.....	6
8. Cronograma del plan de mantenimiento preventivo.....	7
9. Bitácora de control y seguimiento de los mantenimientos.....	8

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO PMP
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Página 3 de 9
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Kenny Villalobos Rodríguez	Aprobado por: Lic. Kenny Villalobos Rodríguez Encargada UTGA	Versión 01

1.Introducción

Es importante el cuidado especial de las unidades de recolección de residuos orgánicos, con el fin de no retrasar el proceso por alguna falla que se pudo haber evitado con anterioridad y, además, para alargar la vida útil de las mismas, por lo que se propone el siguiente manual en aras de asegurar el correcto proceder por parte de quien corresponda operar las unidades y en los diferentes casos fortuitos, mantener la correcta instrucción.


Asimismo, este plan va a suministrar un control de las gestiones y quehaceres de mantenimiento en las unidades a utilizar.

Este plan de mantenimiento preventivo va a atenuar las siguientes causas identificadas en las unidades:

- 1.1 Mantenimiento inadecuado de las unidades
- 1.2 Fallas e imprevistos en las unidades

2.Objetivo

Implementar un plan de mantenimiento preventivo por medio de un listado de acciones para cada actividad a realizarse, con el fin de mejorar la productividad de la recolección de residuos orgánicos para el proceso de compostaje por medio de la Municipalidad de San Isidro de Heredia.

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO PMP
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Página 4 de 9
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Sady Villalobos Rodríguez	Aprobado por: Lic. Sady Villalobos Rodríguez Encargada UTGA	Versión 01

3. Propósito

El propósito de este plan de mantenimiento preventivo es velar por el cumplimiento de las directrices establecidas para el buen desarrollo de las actividades relacionadas al plan de compostaje en el cantón, tanto la recolección como el transporte del material hacia la planta de compostaje. Además, de cuidar y mantener el buen funcionamiento de las unidades encargadas de hacer posible lo mencionado anteriormente. Todo esto para que el proceso de compostaje pueda realizarse según lo determinado en un principio, sin ninguna demora.


Asimismo, concientizar al personal encargado del proceso, al buen uso de la maquinaria otorgada para cumplir con sus funciones, y así puedan realizar el mantenimiento acorde a las deseado por sus superiores en este escrito.

4. Alcance

Se aplicará únicamente a las unidades asignadas para realizar el proceso de compostaje del cantón.

5. Obligatoriedad del plan

La realización del mantenimiento preventivo a cada unidad de recolección será de carácter obligatorio para los operarios involucrados en el proceso de compostaje, mientras que la encargada de la UTGA deberá llevar un control a través de una bitácora de los mantenimientos realizados por parte de los operarios.

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO PMP
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Página 5 de 9
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Kendy Villalobos Rodríguez	Aprobado por: Lic. Kendy Villalobos Rodríguez Encargada UTGA	Versión 01

6. Definiciones

Casos fortuitos: Cuando el suceso que impide el cumplimiento de la obligación, no era previsible usando de una diligencia normal, pero, de haberse podido evitar, se habría evitado.

Imprevisto: Situación que no pudo ser vista, detectada o conocida con anticipación, resultando sorpresiva.

Mantenimiento preventivo: Registros de acciones establecidas para la ejecución de tareas programadas a las unidades con el fin de detectar desperfectos o condiciones que resulten inadecuados para la realización de las funciones en el proceso de recolección de residuos, y puedan generar retrasos debido a daños graves de las mismas.


Plan de mantenimiento preventivo: Listado de tareas asignadas para el mantenimiento de maquinaria en periodos de tiempo específicos.

Operarios: Funcionarios contratados por la Municipalidad de San Isidro de Heredia para cumplir con las funciones de recolección de residuos en el cantón.

Unidad de recolección: Vehículo tipo camión establecido para realizar los recorridos durante la recolección de residuos en el cantón.

UTGA: Unidad Técnica de Gestión Ambiental.

Responsable del mantenimiento preventivo: Operarios que laboran estrictamente en el proceso de recolección de residuos para el proceso de compostaje en el cantón.

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO PMP
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Kedy Villalobos Rodríguez	Aprobado por: Lic. Kedy Villalobos Rodríguez Encargada UTGA	Página 6 de 9

Vida útil: Durabilidad a través de los años que tendrán las unidades en operación para el proceso de compostaje.

7. Procedimiento del plan de mantenimiento preventivo

En seguida se muestran los procedimientos según lo establecido:

1. Consideraciones previas

1.1 El encargado de conducir cada unidad revisará el correcto funcionamiento de las luces, aceites, batería y agua y procede al arranque de la unidad.

1.2 Se recomienda, tanto a los choferes como recolectores, ingresar a las instalaciones con un tiempo no menor a cinco minutos antes de la hora oficial para poder cambiarse y estar preparados para iniciar labores.

1.3 En caso de que existiese alguna imposibilidad con la maquinaria para operar las unidades, comunicarlo de inmediato al superior.

1.4 El chofer conducirá la unidad desde el plantel junto a los tres recolectores. El jefe inmediato deberá contemplar un sustituto o suplente en caso de ausencia o incapacidad de algún integrante habitual de la cuadrilla.

2. Inicio de operación

2.1 Posterior al pre arranque y una vez integrada la cuadrilla, cada chofer revisará la programación según el día que corresponda y comunicará la dirección a la cuadrilla e iniciará la ruta de recolección.

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO PMP
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Sedy Villalobos Rodríguez	Aprobado por: Lic. Sedy Villalobos Rodríguez Encargada UTGA	Página 7 de 9
			Versión 01	

3. Durante la ruta

3.1 Cada chofer será el responsable de la cuadrilla, así mismo para cada caso fortuito será este quien deba comunicarse con su superior inmediato.

3.2 Durante cada ruta es el chofer o líder de cuadrilla quien velará por que cada comercio o casa de habitación reciba el servicio de recolección de residuos orgánicos. Si al presentarse a cada punto de recolección, no hay respuesta por parte del usuario en la vivienda o comercio en los próximos 5 minutos, no se realizará la recolección del mismo y se continua con la ruta estipulada.

3.3 Los recolectores verificarán en ruta que la maquinaria opere en óptimas condiciones, la capacidad disponible en los almacenes de residuos orgánicos recolectados, caso contrario se comunicará al chofer o líder.

4. Casos fortuitos


4.1 En caso de avería, colisión o algún otro imprevisto, será el líder quien anote la incidencia en la bitácora y dará parte a su superior inmediato, este a su vez, dará parte a la autoridad correspondiente, aseguradora, mecánico según corresponda.

4.2 En caso de no poder completarse la ruta, el líder se comunicará con el superior para programar con otro vehículo, o en su defecto, comunicar a los munícipes la causa.

4.3 Queda terminantemente prohibido la conducción de las unidades por otra persona que no sea el líder o chofer, igualmente, se prohíbe que terceras personas manipulen las unidades de recolección.

5. Planta de compostaje

5.1 Una vez completada la ruta asignada, el líder deberá comunicarse a la jefatura del plantel para poder dirigirse a la entrega del material orgánico recolectado. Procédase de la misma manera en caso de que el camión llegue al máximo de su capacidad durante la ruta.

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO PMP
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Kendy Villalobos Rodríguez	Aprobado por: Lic. Kendy Villalobos Rodríguez Encargada UTGA	Página 8 de 9
			Versión 01	

5.2 En caso de no poder concluir la ruta por falta de espacio en el camión o por evento de fuerza mayor, el líder comunicará la situación al superior quien a su vez asignará una nueva unidad.

5.3 Con el fin de llevar un registro de entregas, el líder de cada cuadrilla deberá entregar a su jefe inmediato la boleta de entrega suministrada por parte de la planta de compostaje.

6. Limpieza de las unidades


6.1 El chofer o líder velará por que su unidad sea lavada posterior a la recepción del material orgánico recolectado.

6.2 El último día de cada semana, antes de finalizar cada jornada, cada cuadrilla hará una limpieza profunda a su unidad respectiva previo a la revisión mecánica general.

7. Mantenimiento preventivo

7.1 El chofer o líder de cuadrilla, deberá coordinar con la jefatura del plantel para que la unidad de trabajo reciba el respectivo mantenimiento preventivo.

7.2 Queda terminantemente prohibido la intervención mecánica por parte de personas no autorizadas en la jefatura del plantel.

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO PMP
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Kenny Villalobos Rodríguez	Aprobado por: Lic. Kenny Villalobos Rodríguez Encargada UTGA	Página 9 de 9

8. Revisión de unidades dentro del plan de mantenimiento preventivo

La siguiente tabla se establece como control de los mantenimientos preventivos hacia las unidades de recolección.

Plan de mantenimiento preventivo de las unidades de recolección				
DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	Tiempo requerido	Se realizó (Si o no)	Responsable
Luces	Revisión	1 minuto		
Aceite	Revisión	2 minutos		
Batería	Revisión	2 minutos		
Agua	Revisión	2 minutos		
Arranque	Revisión	1 minuto		
Llantas	Revisión	3 minutos		
Combustible	Revisión	1 minuto		
Funcionamiento general	Revisión	5 minutos		
Limpieza exterior	Limpiar	10 minutos		
Limpieza Interior	Limpiar	5 minutos		

Fuente: Elaboración Propia

	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO DE HEREDIA			CÓDIGO PMP
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Página 10 de 9
	Elaborado por: Jhonny Cordero Espinoza	Revisado por: Lic. Kendy Villalobos Rodríguez	Aprobado por: Lic. Kendy Villalobos Rodríguez Encargada UTGA	Versión 01

9. Bitácora de control y seguimiento de los mantenimientos

Para mantener un control y seguimiento de los mantenimientos preventivos realizados por los operarios, mientras que la encargada de la UTGA deberá velar que dichas actividades se realicen en la fecha establecida en el plan, con la finalidad de evitar fallas y atrasos en las rutas de recolección de residuos.

A continuación, se presenta la bitácora de control que se deberá de cumplir por parte de los operarios y para la revisión por parte de la encargada de la UTGA, después de finalizado el mantenimiento.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En el presente trabajo de investigación, se evidencia el interés de la Municipalidad de San Isidro de Heredia por prestar a su población un servicio responsable en la recolección de sus residuos orgánicos. De este esfuerzo se desprende la necesidad de dar un servicio para la recolección de desechos orgánicos, que si bien es cierto se puso en marcha mediante un plan piloto, donde se venía haciendo a 200 casas desde algunos meses atrás, el mismo ha sido insuficiente debido al crecimiento de la población y las nuevas tendencias en el manejo de los residuos que aumentaron de manera significativa la cantidad de residuos que el municipio debe recolectar cada mes.

Se proyecta la atención del 90% de las viviendas del cantón, lo cual representa un aproximado de 20 toneladas mensuales, por lo tanto, podemos observar que con los datos conseguidos contamos con un proyecto viable a nivel económico, resultando una VAN de ₡13,906,864.23, una tasa interna de retorno del 31.64% y una recuperación de la inversión en un periodo de 2.7 años, beneficiando la municipalidad del cantón en cuanto a sus finanzas. También, se muestra que el proyecto resulta factible a nivel ambiental, ya que evitar la contaminación en suelos y ríos, genera un valor agregado al mismo, y genera sostenibilidad ambiental en el cantón.

Se subdividen los procesos de recolección de residuos sólidos en el cantón, donde, la recolección de residuos orgánicos se establece para los días sábados, donde se realiza hogar por hogar siempre y cuando estén inscritos en el plan desarrollado; estos realizan la separación de los residuos desde el hogar para que los mismos sean llevados a la planta de compostaje para su debido tratamiento y transformación en abono orgánico.

Se contactan empresas en el cantón, para que a través de ellas se promueva el uso del compostaje, dando como incentivo la inclusión dentro del programa establecido, la cual incluye la entrega de estaciones para el

abastecimiento del material orgánico y así poder ser recolectado dentro de los horarios establecidos. De la misma manera, se les ofrece el abono producido a través del proceso del compostaje de los residuos recolectados, en caso de ser necesario su uso.

Se sensibiliza a la población del cantón en cuanto al proceso desarrollado para el compostaje, realizando un afiche donde se informa a los mismos sobre este proceso, los beneficios que nos trae como comunidad, y la ventaja de poder realizar el abono a través de los residuos orgánicos, además, dejar claro cuales productos pueden ser compostados y cuáles no. También, se da a conocer de qué manera se colabora con el medio ambiente, en este caso informando positivamente sobre los beneficios de evitar enviar los residuos orgánicos a los rellenos sanitarios, además del bajo costo que implica tratar todos estos residuos recolectados para el proceso de compostaje, y el beneficio que aporta a los suelos el evadir enviar todos estos desechos a los mismos, y la importancia de generar a partir de ellos, abono orgánico para el beneficio de los agricultores del cantón.

6.2 Recomendaciones

- Promover más campañas o jornadas de recolección en los diferentes distritos del cantón, para fortalecer sus alcances con todos los insumos municipales a disposición.
- Concientizar la población del cantón para la utilización del abono orgánico dentro del mismo, y así ayudar a proteger el medio ambiente, y a su vez llevar un mayor desarrollo en la generación del mismo.
- Implementar campañas para promover la venta y el consumo de abono orgánico en el comercio local.
- Por medio del control de toneladas, medir periódicamente la proporción recolectada en cada ruta, para determinar si se deben hacer ajustes en la programación de las rutas.

- Realizar un programa de incentivos para las personas en la comunidad y así invitarlos a participar del proyecto.
- Desarrollar mejoras en la comunicación entre la municipalidad con la comunidad, aprovechando la tecnología.

6.3 BIBLIOGRAFÍA

Referencias

- Aguilera Díaz, A. (2017). *El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas*. Habana, Cuba: Universidad de la Habana, Cuba.
- Antognolli, S. E. (28 de Agosto de 2006). *Primer paso imprescindible F.O.D.A.* Obtenido de degerencia.com:
https://degerencia.com/articulo/empresa_familiar_primer_paso_imprescindible_foda/
- Betancourt. (04 de Octubre de 2016). *Cómo hacer un gráfico de control: Ejemplo resuelto en calidad*. D.F., México: Recuperado el 04 de octubre de 2020, de Ingenio Empresa. Obtenido de IngenioEmpresa.com:
<https://ingenioempresa.com/grafico-de-control/>
- Chain, N. S. (2011). *Proyectos de Inversión, Formulación y Evaluación. 2da Edición*. Chile: Pearson Educación.
- Gutiérrez Pulido, H. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México, D. F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Gutiérrez, I. (5 de Junio de 2017). *¿Qué es un sistema de gestión y para qué sirve?* Obtenido de Caltic Consultores:
<https://calticconsultores.com/articulos/sistema-gestion-sirve.html>
- Hinojosa, M. A. (11 de Marzo de 2003). *Recuperado de www.gestiopolis.com*. Obtenido de Diagrama de Gantt. Producción, procesos y operaciones.:
<https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-gantt/>
- Ishikawa, K. (1994). *¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa*. Colombia: Norma.

Julián Salazar Medina, L. I. (1993). *Selección, preparación y evaluación de Proyectos de Inversión para el Desarrollo Local* pp. 14-15, 109-111. México: Instituto de Administración Pública del Estado de México.

Luna, R. (1999). *Manual para determinar la factibilidad de proyectos*. Puerto Cabezas, Nicaragua.: Programa Ambiental Regional para Centroamérica PROARCA.

Martínez Villegas, F. (1999). *Planeación Estratégica Creativa*. México: PAC.

Mejora Continua, B. (09 de Mayo de 2018). *Club Responsables de Gestión de Calidad*. Obtenido de <https://clubresponsablesdecalidad.com/>:
<https://clubresponsablesdecalidad.com/en-que-consiste-la-metodologia-dmaic/>

Villagómez, H. B. (2001). *Elementos para la evaluación de proyectos de inversión*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.

Otras fuentes

Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME).

Código Municipal, República de Costa Rica.

Guía para la elaboración de diagramas de flujo, Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, República de Costa Rica.

Plan de Desarrollo Municipal de San Isidro de Heredia, 2020-2024.

Manual de organización y funciones, Municipalidad San Isidro de Heredia, 2017.

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Municipalidad de San Isidro de Heredia.

Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos, 2016-2020. República de Costa Rica.

Leyes

Ley N° 8839. Ley para la Gestión Integral de Residuos, Asamblea Legislativa, Año 2010.

Ley N° 5395. Ley General de Salud, República de Costa Rica.

Ley N° 7152. Ley Orgánica del Ministerio de Ambiente y Energía, República de Costa Rica.

Páginas Web

Municipalidad de San Isidro de Heredia

<https://www.munisanisidro.go.cr/>

Procuraduría General de la República

<https://www.pgrweb.go.cr/>

Universidad Politécnica de Catalunya

<https://www.upc.edu/es>

Club Planeta

<https://www.clubplaneta.com.mx/>

JuegosRobotica.es

<https://juegosrobotica.es/diagrama-de-flujo/>

GoLeanSixSigma

<https://goleansixsigma.com/dmaic/>

Tesis

Hernández Alvarado, M. (2019). PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL INSTITUCIONAL (PGAI) EN LA MUNICIPALIDAD DE PURISCAL, SEGÚN LO ESTABLECIDO EN EL DECRETO EJECUTIVO N°.36499-S-MINAET, Durante el I semestre del 2019. Tesis de Bachillerato. Universidad Hispanoamericana, Costa Rica.

Anderson Chaves, D. (2016). Diseño y Mejoramiento del Sistema de recolección y transporte de residuos sólidos ordinarios de la Municipalidad de Alajuelita. Durante el III cuatrimestre del 2016. Tesis de Licenciatura. Universidad Hispanoamericana, Costa Rica.

Villegas Hernández, D. (2010). Propuesta Socio-Ambiental para el compostaje de los Residuos Sólidos Orgánicos en la Comunidad de Tortuguero. Durante el año 2010. Tesis de Bachillerato en Bachillerato en Ingeniería Agropecuaria Administrativa con Énfasis en Agroindustria. Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).

6.4 ANEXOS

Anexo 1. Planta de compostaje

Entrada a la planta de compostaje



Entrada a la planta de compostaje 2



Almacenamiento de estañones para transportar el material orgánico



Ubicación de tanques de agua en la planta de compostaje



Cosecha de chiles dentro de la planta.



Cosecha de chiles dentro de la planta 2.



Tratamiento de material orgánico para transformación en abono orgánico.



Tratamiento de material orgánico para transformación en abono orgánico 2.



Material orgánico, 2 días de tratamiento.



Material orgánico, 8 días de tratamiento.



Máquina tamizadora para separación de material orgánico del abono resultante.



Máquina tamizadora para separación de material orgánico del abono resultante 2.



Anexo 3. Cosedora de sacos cotizada, marca YAO HAN MODELO F300A, de fabricación en Taiwán.

