

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

Plan de Gestión para optar por el certificado de “Cero Residuos” en proyectos de
construcción.

TATIANA BERMÚDEZ TORRES

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Agosto, 2025

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
requisito parcial para optar al grado de Maestría en Administración de Proyectos

Fabio Muñoz

NOMBRE DEL TUTOR O TUTORA

Enrique Barreda

NOMBRE DEL PROFESOR(A) LECTOR(A) No.1

Eduardo Lima

NOMBRE DEL PROFESOR(A) LECTOR(A) No.2

Tatiana Bermúdez Torres

EVELYN TATIANA
BERMUDEZ TORRES
(FIRMA)

 Firmado digitalmente por EVELYN
TATIANA BERMUDEZ TORRES
(FIRMA)
Fecha: 2025.11.18 16:36:41 -06'00'

NOMBRE DE LA PERSONA SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A mi mamá Dora Torres y a mi hermano Erick Bermúdez soy afortunada de tenerlos.

A mis amados Chester y Candi, a Brownie y Lunita.

A mi prima y amiga Xiomara Torres y a mi amigo Lenin Arévalo.

ABSTRACT

El presente documento tiene como objetivo elaborar un plan de gestión para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de ser utilizado como guía para las empresas e instituciones que deseen o necesiten implementar estas acciones de sostenibilidad.

Costa Rica tiene la necesidad de avanzar en temas de sostenibilidad ambiental y se debe de incorporar en este propósito a la industria de la construcción, una de las más contaminantes.

Actualmente, a nivel nacional existen planes de acción, propuestas y leyes que fomentan acciones regenerativas y de sostenibilidad ambiental en proyectos constructivos, sin embargo, no son conocidos ni implementados por muchos, ya que involucran tiempo, educación e inversión económica, por lo que este proyecto pretende desarrollar una guía que brinde opciones de acciones sostenibles, las cuales se pueden implementar en proyectos con diferentes presupuestos.

Las metodologías de investigación utilizadas para la investigación de este proyecto son la cualitativa, apoyándose principalmente en entrevistas, reuniones, encuestas y juicio de expertos y cuantitativa, al poder contar con datos numéricos de investigaciones previas y datos numéricos actuales de proyectos de construcción, centros de acopio y botaderos.

Palabras clave: sostenibilidad, cero residuos, botaderos, vertederos, regenerativo, plan de gestión.

ABSTRACT

The purpose of this document is to develop a management plan to implement a "zero waste" process in construction projects in Costa Rica, in order to be used as a guide for companies and institutions that wish or need to implement these sustainability actions.

Costa Rica needs to make progress on environmental sustainability issues and the construction industry, one of the most polluting industries, must be incorporated into this purpose.

Currently, at the national level there are action plans, proposals and laws that promote regenerative actions and environmental sustainability in construction projects, however, they are not known or implemented by many, since they involve time, education and economic investment, so this project aims to develop a guide that provides options for sustainable actions, which can be implemented in projects with different budgets.

The research methodologies used for the investigation of this project are qualitative, relying mainly on interviews, meetings, surveys and expert judgment, and quantitative, by being able to rely on numerical data from previous research and current numerical data from construction projects, collection centers and dumping ground.

Key words: sustainability, zero waste, dumping ground, regenerative, management plan.

Contenido

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	10
RESUMEN EJECUTIVO	12
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes	15
1.2 Problemática	16
1.3 Justificación del proyecto.....	18
1.4 Objetivo general	21
1.5 Objetivos específicos.....	21
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Marco institucional.....	22
2.1.1 Antecedentes de la institución.....	22
2.1.2 Misión y visión	25
2.1.3 Estructura organizativa	27
2.1.4 Productos y servicios que ofrece	29
2.2 Teoría de Administración de Proyectos	31
2.2.1 Principios de la dirección de proyectos	31
2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto	35

2.2.3 Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos	39
2.2.4 Administración, dirección o gerencia de proyectos.....	40
2.5.5 Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos	42
2.2.6 Ciclos de vida de los proyectos	45
2.2.7 Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos	50
2.3 Estado de la cuestión y otra teoría propia del tema de interés	51
2.3.1 Situación actual del problema u oportunidad en estudio (estado de la cuestión)	52
2.3.2 Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio	56
2.4 Otra teoría relacionada con el tema en estudio	63
2.4.1 Economía Circular	63
2.4.2 Economía Regenerativa.....	64
2.4.3 Otras certificaciones en el ámbito ambiental	66
3. MARCO METODOLÓGICO	69
3.1 Fuentes de información	69
3.1.1 Fuentes primarias	70
3.1.2 Fuentes secundarias.....	71
3.2 Métodos de Investigación	74
3.2.1 Método analítico-sintético	75
3.2.2 Método inductivo.....	75
3.2.3 Método deductivo.....	75
3.3 Herramientas	78

3.4 Supuestos y restricciones.....	80
3.5 Entregables	83
4. DESARROLLO	85
4.1 Objetivo 1	87
4.1.1 Situación actual de la gestión de residuos de construcción en Costa Rica	87
4.1.2 Problemática generada por la gestión de residuos de construcción	90
4.1.3 Clasificación de residuos de construcción en Costa Rica	92
4.2 Objetivo 2	95
4.3. Objetivo 3	103
4.3.1 Certificación TRUE Zero Waste	103
4.3.2 Certificación Zero Waste	109
4.3.3 LEED v4/v4.1 – Créditos de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (CWM).....	113
4.3.4 ISO 14001 – Sistemas de Gestión Ambiental.....	114
4.3.5 BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method	114
4.3.6 Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE)	114
4.4.OBJETIVO 4.....	115
4.5 Objetivo 5	118
4.5.1 Gestión de interesados.....	119

4.5.2	Gestión de calidad.....	124
4.5.3	Gestión de riesgos	127
4.5.4	Gestión de presupuesto	132
4.5.5	Gestión del cronograma.....	135
5.	CONCLUSIONES	137
6	RECOMENDACIONES	140
7.	VALIDACIÓN DEL TRABAJO EN EL CAMPO DEL DESARROLLO REGENERATIVO Y/O SOSTENIBLE	143
7.2	Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5	147
7.3	Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo	164
	LISTA DE REFERENCIAS.....	165
	ANEXO 3: CRONOGRAMA DEL PFG.....	195
	ANEXO 4: INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA PRELIMINAR.....	197

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Organizativa	29
Figura 2. Áreas de conocimiento de la administración de proyectos.....	44
Figura 3. Ciclos de vida ágil	46
Figura 4. Ciclo de vida predictivo.....	47
Figura 5. Ciclo de vida Incremental	48
Figura 6. Características de las Cuatro Categorías de Ciclos de Vida	49
Figura 7. Contexto de la dirección de proyectos Leed	68
Figura 8. Porcentaje de residuos generados por sector económico (Costa Rica, 2021)	90
Figura 9. Capacidad de reciclaje de materiales de construcción	91
Figura 10. Registro TRUE	105
Figura 11. Puntos TRUE	107
Figura 12. Izaje de Bandera Azul-Proyecto Shell Edificio B.....	115
Figura 13. Beneficios TRUE	117
Figura 14. EDT del Proyecto Penumbra	119
Figura 15.Registro de involucrados	121
Figura 16. Matriz poder/interés.....	122
Figura 17. Puntaje Guía TRUE.....	126
Figura 18. Gráfico Impactos al planeta	162
Figura 19. Gráfico Impactos a la Prosperidadla Prosperidad	163
Figura 20. Gráfico Impactos a la Personas Impacto a la Prosperidad.....	163

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fuentes de información utilizada	72
Tabla 2. Métodos de Investigación Utilizados	76
Tabla 3. Herramientas Utilizadas	79
Tabla 4. Supuestos y restricciones	81
Tabla 5. Entregables	84
Tabla 6. Etapas del proyecto	94
Tabla 7. Cantidad de residuos proyecto Penumbra	97
Tabla 8. Destino final de los residuos	97
Tabla 9. Matriz de control de tareas	100
Tabla 10. Comparativo de certificaciones	116
Tabla 11. Lista de involucrados	120
Tabla 12. Matriz de requerimientos proyecto Penumbra	123
Tabla 13. Criterios de aceptación	125
Tabla 14. Escala de Probabilidad	122
Tabla 15. Escala de Impacto	128
Tabla 16. Impacto/Probabilidad Proyecto Penumbra	129
Tabla 17. Evaluación Impacto de un riesgo	130
Tabla 18. . Clasificación de riesgo del proyecto Penumbra	131
Tabla 19. Partidas presupuestarias	132
Tabla 20. Presupuesto subdivisión ambiental	133
Tabla 21. Presupuesto sin gestión de residuos	135
Tabla 22. Impacto a las Personas P5P5	148
Tabla 23. Impacto al Planeta P5	155
Tabla 24. Impacto a la Prosperidad P5P5	159

INDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

BIM: Building Information Modeling (Modelado de Información de Construcción)

CCC: Comisión de Crisis Climática

CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

ENEC: Estrategia Nacional de Economía Circular

ENEX: Energy and Sustainability Company

ITEC: Instituto Tecnológico Costarricense

LLI: Long Lead Items

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

PBAE: Programa Bandera Azul Ecológica

PM: Project Management

PMI: Project Management Institute

RCD: Residuos de la Construcción y Demolición

RESUMEN EJECUTIVO

Vanguardia Inmobiliaria es una empresa desarrolladora de proyectos, se fundó en el año 2009, con el firme propósito de impulsar el desarrollo sostenible en sus proyectos de construcción. Desde sus inicios, la empresa ha desarrollado una cartera diversificada de proyectos que abordan desafíos ambientales clave, como la reducción de emisiones de carbono, la gestión eficiente de recursos hídricos, la conservación de la biodiversidad y la promoción de energías renovables también destacó por su enfoque en la responsabilidad social, trabajando estrechamente con comunidades locales para fomentar el desarrollo económico sostenible y mejorar la calidad de vida de las personas.

En Costa Rica no se conoce cuál es la certificación más realista y acertada que permita de forma consciente acercar a los proyectos de construcción al desperdicio cero.

No existe algún procedimiento establecido que sirva como guía a las empresas constructoras y diferentes equipos de construcción para disminuir los residuos del proceso de construcción.

La problemática que impulsó el desarrollo de este proyecto fue la producción en exceso de desechos de construcción y la saturación de los botaderos y vertederos de basura que ya no dan abasto y que son parte del gran problema de contaminación ambiental.

El objetivo general del proyecto fue: elaborar un plan de gestión para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de ser utilizado como guía para las empresas e instituciones que deseen o necesiten implementar estas acciones de sostenibilidad. Los objetivos específicos del proyecto fueron: analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder

visualizar cuales serían los posibles planes de acción; determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental que genera esta industria; realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en dónde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de “Cero Residuos”; identificar cuál de las certificaciones de “Cero Residuos” existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos y elaborar un Plan de Gestión para las áreas de alcance, cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de verificar la viabilidad de la implementación de este plan.

La gestión de residuos de construcción en Costa Rica enfrenta importantes retos ambientales, normativos y operativos. El aumento de la actividad constructiva ha incrementado la generación de desechos, estimados en 1800 toneladas diarias, con un bajo nivel de valorización y reutilización (UICN, 2019). Aunque existen leyes y políticas como la Ley 8839 y la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos 2023–2033, la práctica demuestra que persiste la dependencia de vertederos y rellenos sanitarios, muchos en condiciones críticas (Estado de la Nación, 2019)

Ante este panorama, los procedimientos hacia el desperdicio cero incluyen: identificación de materiales por fase constructiva, cuantificación para establecer líneas base, protocolos de separación y almacenamiento, auditorías internas, alianzas con gestores autorizados, capacitación continua y trazabilidad documental. El caso del proyecto Penumbra ejemplifica la aplicación de estas medidas con incentivos a trabajadores, inspecciones periódicas y uso de plataformas digitales como Procore para control y seguimiento.

La investigación recomienda que los proyectos constructivos en Costa Rica adopten TRUE for Construction como certificación principal, integrada a los lineamientos nacionales de la Ley GIR 8839, la PNGIR 2023–2033 y la ENEC 2023. Asimismo, se enfatiza la necesidad de fortalecer la capacitación continua, la fiscalización institucional y las alianzas público–privadas que faciliten la inversión en infraestructura de valorización. Con ello, el sector construcción puede consolidarse como un agente clave en la transición hacia un modelo circular, regenerativo y sostenible, aportando valor ambiental, económico y social al país.

1. Introducción

En este capítulo se presentará la información necesaria para el desarrollo del proyecto, aquí se expone el contexto general en el que se sitúa la investigación, explicando el tema y su relevancia.

Se incluyen datos históricos, una revisión breve de la literatura existente para situar el problema de investigación en un marco más amplio.

Se identifica y describe el problema específico que la tesis aborda. Esto suele incluir una discusión sobre la importancia del problema y por qué merece ser estudiado.

Se explica por qué es importante realizar la investigación, destacando la relevancia académica, social o práctica del estudio. La justificación puede incluir las posibles contribuciones al campo de estudio o la solución de problemas específicos.

En este capítulo se exponen los objetivos en donde se explica el propósito general y las metas detalladas del proyecto, se explican los límites y que aspectos del problema serán cubiertos en la investigación.

Según las Normas APA (2024) la introducción tiene el siguiente propósito “brindar al lector una comprensión precisa y bien delineada de lo que está por descubrir en las páginas siguientes”, además debe ser concisa y directa, proporcionando la información necesaria

1.1 Antecedentes

Vanguardia Inmobiliaria fue fundada en el año 2009, con el firme propósito de impulsar un desarrollo sostenible y responsable con el medio ambiente. Desde sus inicios, la empresa ha centrado sus esfuerzos en la creación y ejecución de proyectos que no sólo generan beneficios económicos, sino que también contribuyen a la preservación del entorno natural y al bienestar de las comunidades.

Con una visión clara de ser líder en sostenibilidad, Vanguardia Inmobiliaria ha desarrollado una cartera diversificada de proyectos que abordan desafíos ambientales clave, como la reducción de emisiones de carbono, la gestión eficiente de recursos hídricos, la conservación de la biodiversidad y la promoción de energías renovables.

Estos proyectos se han implementado en colaboración con diversas entidades, tanto del sector público como privado, para maximizar su impacto positivo y asegurar un enfoque integral.

A lo largo de los años, la empresa ha demostrado un compromiso constante con la innovación y la mejora continua en sus procesos, adoptando tecnologías de punta y prácticas sostenibles que le han permitido reducir su huella ambiental y establecer estándares de referencia en la industria. Este compromiso se ve reflejado en la obtención de diversas certificaciones ambientales y reconocimientos por su contribución al desarrollo sostenible.

Vanguardia Inmobiliaria también se destaca por su enfoque en la responsabilidad social, trabajando estrechamente con comunidades locales para fomentar el desarrollo económico sostenible y mejorar la calidad de vida de las personas. La empresa ha implementado programas de educación ambiental y capacitación, que han permitido a las comunidades participar activamente en la conservación de su entorno y en la adopción de prácticas sostenibles.

Hoy en día, Vanguardia Inmobiliaria sigue ampliando su alcance y su impacto, liderando proyectos de sostenibilidad ambiental a nivel nacional. Su enfoque innovador y su dedicación a la protección del medio ambiente han consolidado su reputación como un actor clave en la transición hacia un futuro más verde y sostenible.

Los proyectos que ha desarrollado Vanguardia Inmobiliaria se han logrado de la mano de grandes empresas constructoras del país, empresas reconocidas en el área de infraestructura civil y electromecánica y acabados de construcción.

En temas de sostenibilidad ambiental la empresa se ha preocupado por generar conciencia acerca del impacto que genera todo el proceso constructivo en las comunidades en dónde se desarrollan los proyectos y el entorno en general, entre todos los colaboradores y en toda su cadena de valor, compuesta por sus contratistas, vendedores de servicios y empresas de diseño.

Su estrategia de sostenibilidad está alineada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y con la Agenda 2030 de Naciones Unidas, y todas las etapas de sus desarrollos, desde el diseño, hasta la construcción y la puesta en marcha, están orientadas con criterios sostenibles que cumplen altos estándares en temas como integración social, eficiencia ambiental y movilidad sostenible.

1.2 Problemática

Vanguardia Inmobiliaria es una desarrolladora inmobiliaria comprometida con el desarrollo urbano sostenible. Sin embargo, a lo largo de su trayectoria, ha enfrentado una serie de desafíos significativos que ponen a prueba su capacidad para equilibrar el crecimiento inmobiliario con la preservación del medio ambiente.

Uno de los principales problemas radica en la necesidad de armonizar el desarrollo de proyectos inmobiliarios con la protección de áreas naturales y la conservación de la biodiversidad. En muchas ocasiones, los terrenos disponibles para

nuevas construcciones se encuentran en zonas de alta sensibilidad ambiental, donde la intervención humana puede tener impactos adversos en los ecosistemas locales. Esto genera un dilema sobre cómo avanzar en la urbanización sin comprometer el entorno natural.

Además, Vanguardia Inmobiliaria se enfrenta a la creciente demanda por parte de la sociedad y las autoridades regulatorias de implementar prácticas de construcción más sostenibles. Esto incluye el uso eficiente de recursos, la gestión de residuos de construcción, la incorporación de tecnologías limpias, y el diseño de edificaciones que minimicen su huella de carbono. Sin embargo, la adopción de estas prácticas a menudo conlleva un aumento en los costos de desarrollo, lo que complica la viabilidad económica de los proyectos, (lo que depende no solo de la empresa desarrolladora, sino del cliente y demás interesados), especialmente en mercados altamente competitivos.

También, es necesario adaptarse a las solicitudes y propuestas gubernamentales **relacionales** con las regulaciones ambientales, que pretenden proteger los recursos naturales de la zona, estas solicitudes muchas veces atrasan el proceso de preconstrucción, ya que incluyen muchos trámites burocráticos que toman mucho tiempo en recibir respuesta y aprobación.

En ocasiones y según la zona a intervenir se pueden tener problemas con las comunidades que se oponen al desarrollo inmobiliario por su interés de proteger las tierras y recursos de la zona, al igual de querer conservar los terrenos para inversión nacional, como es el caso de las zonas costeras y los desarrollos hoteleros.

Otro desafío crítico es la resistencia al cambio en la industria y entre los consumidores. A pesar de los beneficios a largo plazo de los proyectos inmobiliarios sostenibles, la falta de conciencia y educación sobre su importancia puede llevar a una baja demanda por este tipo de desarrollos. Esto obliga a la empresa a invertir en

campañas de sensibilización y en la promoción de los valores de la sostenibilidad, lo cual añade una capa adicional de complejidad y costos operativos.

Por último, Vanguardia Inmobiliaria debe lidiar con marcos regulatorios en constante cambio, que varían según la región y que a menudo son complejos y difíciles de navegar. Las normativas ambientales y de construcción pueden retrasar la aprobación de proyectos o requerir ajustes costosos y demorados, afectando la planificación y ejecución de los desarrollos inmobiliarios.

Estos desafíos subrayan la necesidad de Vanguardia Inmobiliaria de innovar continuamente y de buscar soluciones integradas que le permitan avanzar en su misión de desarrollar comunidades sostenibles, a la vez que mitiga los impactos negativos sobre el medio ambiente.

1.3 Justificación del proyecto

Según la UICN, en Costa Rica se producen unas 1.800 toneladas diarias de residuos y escombros de construcción, de los cuales un alto porcentaje es potencialmente reciclable. (UICN, 2011, p.9). Por lo general un gran porcentaje de estos residuos no se maneja de forma adecuada y termina en botaderos, en el mejor de los casos, en botaderos certificados y en otras ocasiones en botaderos clandestinos, esto no solo provoca contaminación a nivel ambiental, sino que representa un peligro para la salud humana.

Como bien se sabe, la construcción juega un papel determinante en la economía y la sociedad, ya que está asociada con el progreso y el crecimiento del país, por este motivo se debe de prestar especial atención en el desarrollo de los proyectos en materia ambiental. Durante muchos años se ha pasado por alto el tema de disposición de residuos, ya que sólo se piensa en el desarrollo de los proyectos a una velocidad acelerada, cumpliendo con el costo, alcance y calidad, lo que en la mayoría de los casos

imposibilita el desarrollo de temas ambientales, los cuales implican tiempo, dinero y recursos.

En los últimos años y con el crecimiento de la industria hotelera, farmacéutica y médica en el país, se han desarrollado en el país muchos de estos proyectos de inversión extranjera los cuales exigen el cumplimiento de normas ambientales internacionales, entre otras solicitudes. Esta condición ha hecho que las empresas constructoras y desarrolladoras inmobiliarias más competitivas del país se integren a los distintos procesos de gestión ambiental para lograr ser atractivos y competitivos dentro de la industria. Sin embargo, no se puede negar del todo la preocupación y el interés genuino por parte de estas organizaciones por la protección del medio ambiente y el conjunto de acciones sostenibles necesarias para contrarrestar los efectos de la industria de la construcción.

El propósito de este proyecto es crear conciencia del estado actual del país con respecto a la contaminación generada por los proyectos de construcción y generar conciencia dentro del sector acerca de la importancia de la gestión de residuos, sabiendo que se puede comenzar a ejecutar acciones pequeñas y sumando otras cada vez, de tal forma que la sostenibilidad ambiental sea parte de todos los procesos de construcción a mediano plazo.

La búsqueda de estándares para alinear las expectativas de la sostenibilidad ambiental en el país es importante, ya que brinda una guía de acción a los distintos grupos de interesados y a un mediano plazo podría significar una lista, al menos parcial de acciones a seguir, monitoreada por las autoridades pertinentes.

A continuación, se mencionan algunos de los motivos principales para el desarrollo de este proyecto:

En Costa Rica no se conoce cuál es la certificación más realista y acertada que permita de forma consciente acercar a los proyectos de construcción al desperdicio cero.

No existe algún procedimiento establecido que sirva como guía a las empresas constructoras y diferentes equipos de construcción para disminuir los residuos del proceso de construcción.

No se conoce a ciencia cierta cuál es el beneficio económico y ambiental a largo plazo al aplicar las distintas acciones de sostenibilidad ambiental.

- Conocer cuáles son las medidas y técnicas que se pueden emplear para evaluar el desempeño ambiental de los proyectos.

- Posibilidad de llevar a cabo un control ambiental ciudadano fundamentado con datos reales y con información adecuada.

- Aumentar la conciencia ambiental.

- Disponer de un documento de referencia y consulta, que sirva como guía para el desarrollo de proyectos sostenibles, enfocado en el logro de una certificación ambiental.

- Contar con recomendaciones para la prevención, mitigación o compensación del impacto ambiental producto de los procesos constructivos.

1.4 Objetivo general

Elaborar un Plan de Gestión para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de ser utilizado como guía para las empresas e instituciones que deseen o necesiten implementar estas acciones de sostenibilidad.

1.5 Objetivos específicos

1.5.1 Analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder visualizar cuales serían los posibles planes de acción.

1.5.2 Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental que genera esta industria.

1.5.3 Realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en dónde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de "Cero Residuos".

1.5.4 Identificar cuál de las certificaciones de "Cero Residuos" existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos.

1.5.5 Elaborar para las áreas de alcance, un plan para la gestión de cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de que las empresas tengan mejor manejo de residuos.

2. Marco teórico

El marco teórico contiene la teoría que sustenta el trabajo, debe ser coherente con los objetivos de la investigación, aquí se puede visualizar la estructura necesaria para abordar la investigación.

Este contiene al marco institucional, la relación de la investigación con la teoría de la administración de proyectos y demás teorías de interés.

2.1 Marco institucional

En el marco institucional se describe y se analiza el contexto de la institución a donde se va a desarrollar la investigación, incluye elementos como antecedentes, misión y visión, estructura organizativa y servicios y productos que ofrece la empresa.

Es importante conocer el contexto de la empresa a donde se desarrolla la investigación, de esta forma se puede conocer la metodología de trabajo, las limitantes y restricciones.

2.1.1 Antecedentes de la institución

La empresa Vanguardia Inmobiliaria (nombre ficticio utilizado para proteger la identidad de la organización real) de desarrollos inmobiliarios es un grupo costarricense con más de 15 años de experiencia en el desarrollo inmobiliario que se destaca en Costa Rica gracias a los servicios integrales que ofrece a sus clientes y por la versatilidad de sus emprendimientos según las necesidades del mercado. Vanguardia Inmobiliaria ha participado en el diseño, construcción, venta y promoción de proyectos inmobiliarios relacionados con la industria de zonas francas, parques industriales, centros comerciales, hotelería y condominios residenciales.

Los proyectos que ha desarrollado Vanguardia Inmobiliaria se han logrado de la mano de grandes empresas constructoras del país, empresas reconocidas en el área de infraestructura civil y electromecánica y acabados de construcción.

Vanguardia Inmobiliaria cuenta con empresas de diseño reconocidas por su gran trayectoria y amplia experiencia en el área de la construcción, con las cuales ha creado estrechas relaciones profesionales, las cuales conocen la variedad de proyectos que Vanguardia Inmobiliaria desarrolla, por lo tanto, están alineadas en cuanto a los estándares de calidad que la empresa les ofrece a sus clientes.

La empresa Vanguardia Inmobiliaria cuenta con una estructura empresarial que permite desarrollar los proyectos de forma integral y completa, en dónde los clientes son asesorados y guiados durante todo el proceso, involucrándose en áreas como el diseño, cronograma, control y negociación de costos y puestas en marcha de los edificios o industrias, todos estos servicios le dan a la empresa una gran ventaja competitiva.

Desde la creación de la empresa, Vanguardia Inmobiliaria adoptó un estilo y una visión corporativa que le ha permitido crecer continuamente y posicionarse como líder en el mercado costarricense, adaptándose a las necesidades del mercado e innovando en material de seguridad ocupacional, tecnología, atención al cliente y sostenibilidad ambiental, lo que brinda seguridad y confianza a los clientes nacionales e internacionales que estén interesados en invertir en el país.

En temas de sostenibilidad ambiental la empresa se ha preocupado por generar conciencia acerca del impacto que genera todo el proceso constructivo en las comunidades en dónde se desarrollan los proyectos y el entorno en general, entre todos los colaboradores y en toda su cadena de valor, compuesta por sus contratistas, vendedores de servicios y empresas de diseño

Su estrategia de sostenibilidad está alineada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y con la Agenda 2030 de Naciones Unidas, y todas las etapas de sus

desarrollos, desde el diseño, hasta la construcción y la puesta en marcha, están orientadas con criterios sostenibles que cumplen altos estándares en temas como integración social, eficiencia ambiental y movilidad sostenible.

Algunos ejemplos de prácticas de sostenibilidad que se pueden ver en los distintos proyectos desde la etapa de diseños es la especificación de sistemas de iluminación eficientes y espacios con ventilación natural, parte importante del consumo energético en energías renovables, haciendo uso de iluminación LED y de sistemas de aprovechamiento de agua y reducción de residuos a través del reciclaje y reutilización. Con respecto a las comunidades es el consumo de productos locales y servicios de la zona.

Con respecto a la estructura interna, Vanguardia Inmobiliaria ha sido galardonada con el certificado de “Great Place to Work”, este certificado es otorgado por una firma global de consultoría que lleva este mismo nombre, se entrega a las empresas que han sido calificadas por sus empleados de forma anónima como empresas con excelente ambiente laboral, calificando aspectos como respeto, equidad y compañerismo (Great place to Work, 2020), lo que evidencia los esfuerzos realizados por generar un ambiente de respeto, de capacitación, justo y de integración con todos los miembros del equipo.

2.1.2 Misión y visión

2.1.2.1 Visión

Transformar en cada proyecto espacios para el bienestar y uso eficiente de los usuarios de los distintos proyectos, impulsar cambios tangibles en materia de diseño, construcción y sostenibilidad y potenciar las comunidades en las cuales se desarrolla, en los proyectos presentes y futuros (Elaboración propia, 2024).

Para que sea posible cumplir con los objetivos de la visión de la empresa es necesario tener toda una cultura empresarial, en dónde todos los colaboradores se comprometan con estos objetivos, por eso, la empresa cuenta con una política de reclutamiento y selección de personal que garantiza un trato justo, enfocado en las competencias y habilidades de las personas, sin ningún tipo de discriminación, a la vez, que valora que sean afines a su cultura de trabajo y que ambas partes ganen, a través de una relación positiva.

Es fundamental asegurar el bienestar de los colaboradores y desarrollar un vínculo con ellos, para generar un equipo consolidado y estable que trabaje en pro de la visión de la organización y represente a la empresa en sus valores. Esto no solamente es un aspecto positivo en materia de recursos humanos, sino en aspectos de planificación de proyectos y capacitaciones, es decir, si se requiere que el equipo esté actualizado en tecnologías BIM es importante conservar a los miembros de la organización en los que se han invertido recursos económicos y de tiempo, los cuales hacen posible que los proyectos ofrezcan cierta calidad en sus servicios y productos finales.

Estar a la vanguardia de los diseños sostenibles en combinación con los equipos de consultores es necesario para con los objetivos de sostenibilidad y la atracción de clientes internacionales.

2.2.2.2 Misión

Desarrollar proyectos inmobiliarios de primer mundo, con la más alta calidad y eficiencia operativa, respetuosos con el medioambiente y el entorno y que contribuyan con la economía local (Elaboración propia, 2024).

Gracias a esta misión se puede decir que en los proyectos de Vanguardia Inmobiliaria se incluye aproximadamente el 80% de mano de obra, servicios, venta de productos y equipos de diseño nacional, lo que hace que las ganancias se queden en el país, esto permite mejorar la economía local y a su vez esto genera un espacio para que la empresa pueda participar en diversas actividades en las comunidades en dónde se localiza el desarrollo, por ejemplo, ayudas económicas y tecnológicas a las instituciones de enseñanza pública, reforestaciones y limpieza de zonas aledañas, mejora de la infraestructura local, etc.

La empresa cuenta con profesionales calificados que logran concretar negocios con empresas trasnacionales, a los potenciales clientes se les lleva de visita a las naves industriales existentes que cuenten con características similares a las deseadas y las cuales pertenezcan a la misma disciplina, sea industria médica, farmacia y electrónicos, todas construidas con excelentes materiales, equipos y acabados, además de un estricto control financiero.

Estas características favorecen la imagen de la empresa, hacer negocios con la organización es atractivo para la inversión extranjera, ya que demuestran compromiso y calidad.

2.1.3 Estructura organizativa

La estructura organizativa está compuesta por un presidente en cabeza de la compañía, 5 grupos o departamentos, compuestos de la siguiente forma:

- Departamento de ingeniería

Director de Ingeniería: velará por el cumplimiento de los objetivos de tiempo y alcance, apoya al ingeniero de proyectos en los temas técnicos y de alcance cuando se necesite su intervención. También debe mantenerse informado del avance del cronograma y proceso de construcción con el fin de anticiparse y corregir problemas que pudieran surgir. Los ingenieros participan activamente en el proceso de diseño, dando aportes técnicos, conceptuales y legales, así como coordinando las diferentes disciplinas y los entregables de diseño.

Gerente de Ingeniería: será el responsable directo del proceso, tendrá a su cargo la coordinación entre consultores, el seguimiento a las reuniones de coordinación, las cuales programará de acuerdo con las necesidades del proyecto, el seguimiento al cumplimiento del plan de trabajo y la revisión y aprobación de planos constructivos finales para todas las disciplinas.

Ingeniero residente: se encargará de generar la minuta de la reunión de construcción y de diseño y compartirla después de cada reunión con todo el equipo, será el encargado de consolidar la información de diseño y contestar las consultas que salgan de los diseñadores sobre el proyecto a nivel macro.

- Departamento de Proyectos:

Los ingenieros de este departamento cumplen con la función de ser el representante del cliente, por lo que tienen comunicación directa con este y le transmiten al departamento de ingeniería las solicitudes y requerimientos, además de fiscalizar que los mismos se cumplan.

Gerente de proyectos: velará por el cumplimiento de las metas de tiempo y alcance, y dará apoyo aclarando dudas o especificando temas macro o globales del proyecto. Deberá asistir regularmente tanto a las reuniones de coordinación ordinarias como a las extraordinarias que convoque el Gerente de Construcción.

El Gerente de Proyectos tiene que estar al tanto de lo que sucede en la fase de diseño a fin de ser capaz de avalar o redireccionar cualquier decisión que se tome.

- Departamento Financiero:

Gerente financiero: será el encargado de velar los flujos de caja de los distintos proyectos, de aprobar los desembolsos para todos los pagos, siempre está presente en las negociaciones de los nuevos proyectos para coordinar en conjunto con las gerencias y el presidente de la compañía la forma en la que se va a manejar el monto asignado para el proyecto.

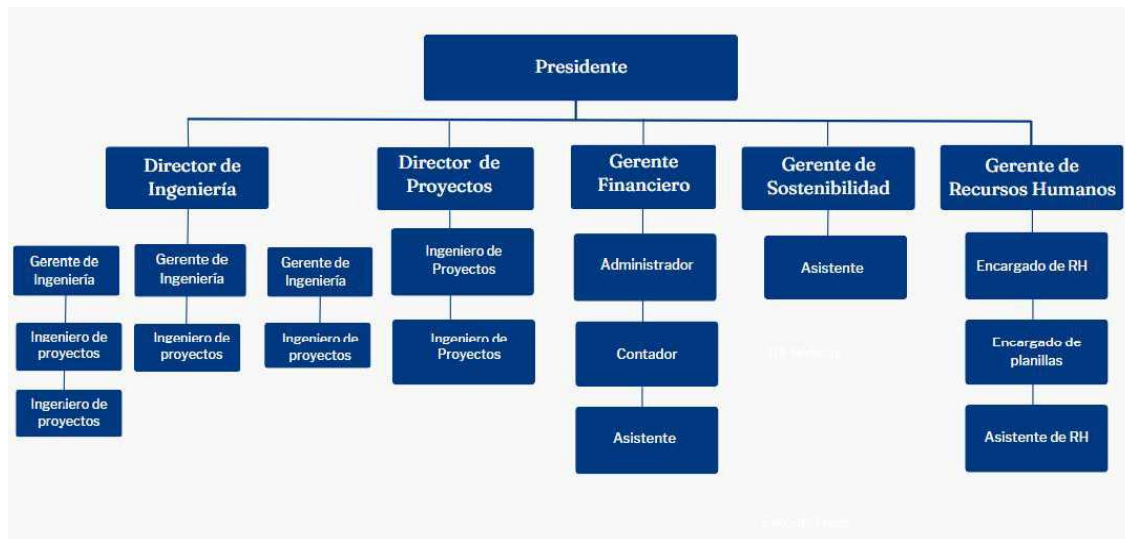
- Departamento de sostenibilidad:

Gerente de sostenibilidad: es la encargada de gestionar todas las acciones de sostenibilidad para los proyectos de la desarrolladora, además de coordinar los equipos del comité de sostenibilidad, coordina los programas de bandera azul y los programas de sostenibilidad de las comunidades que son intervenidas por los proyectos de construcción, tales como reforestación de corales, de árboles, pasos animales, etc.

- Departamento de Recursos Humanos:

Gerente de recursos: es el encargado de gestionar las contrataciones, velar por el respeto de la organización hacia los colaboradores y de todos los colaboradores entre sí.

También promueve políticas de cero acoso dentro y fuera de la empresa, las cuales se componen de lineamientos que pretenden prevenir, sancionar y ayudar ante cualquier forma de acoso laboral, sexual o de otra índole, con el objetivo de garantizar un ambiente laboral seguro. Además, gestiona temas de seguros de vida, realiza actividades de integración con temas relacionados a la salud y educación.

Figura 1.*Estructura Organizativa*

Nota: Elaboración propia

2.1.4 Productos y servicios que ofrece

Vanguardia Inmobiliaria es una empresa especializada en el sector inmobiliario que ofrece servicios integrales para el desarrollo de proyectos inmobiliarios.

Se preocupa por satisfacer las necesidades específicas de cada cliente, de las diferentes industrias, procurando ser altamente transparentes y comunicativos, manteniendo canales de comunicación abiertos y eficaces.

Algunos de los servicios fundamentales que ofrece esta empresa son:

- Gestor de la etapa de preconstrucción: en esta etapa se realizan los trámites necesarios para iniciar la fase de construcción, gestionando los permisos de construcción en las diferentes instituciones, coordinando a los equipos de diseños

de las diferentes disciplinas y solicitando los servicios públicos necesarios para el funcionamiento del proyecto.

- Asesoramiento técnico y profesional: Vanguardia Inmobiliaria se destaca por contar con un equipo de profesionales especializados en el sector inmobiliario que pueden brindar asesoramiento experto en diferentes aspectos del desarrollo de proyectos, como por ejemplo en el área de diseño, compra de equipos, servicios e insumos.
- Gestor de la construcción: brinda seguimiento diario, semanal y mensual de los diferentes temas que construcción entre la empresa constructora y los contratistas, así como los vendedores, seguimiento de los “Long Lead Items” (LLI), para asegurar la llegada a tiempo de todos los materiales y equipos.

Se realizan caminatas semanales en donde con todo el equipo de construcción, en donde el cliente o representante del cliente verifica que se cumpla con sus estándares y en ocasiones este solicita cambios o mejoras, los cuales la desarrolladora se encarga de gestionar.

- Gestión de presupuesto: la desarrolladora debe velar por respetar el presupuesto pactado con el cliente y de mejorar los precios y las negociaciones con la constructora en las compras y las ordenes de cambio solicitadas por el cliente y el presupuesto en general, proponiendo ingenierías de valor para proteger el presupuesto del cliente.

La empresa se encarga de aprobar los flujos de caja y los avances de obra para que el proyecto continúe su rumbo, procurando que el cobro corresponda al avance real en obra.

- Seguimiento: esta es una de las principales funciones, mantener un seguimiento cercano de los proyectos en todas las etapas de desarrollo; diseño, construcción y operación, esta es la forma de garantizar que se va a cumplir la fecha de todos

entregables y pendientes, esta es clave para garantizar que todo avance de acuerdo con los cronogramas y las expectativas del cliente.

- Integración de las empresas al entorno corporativo: la empresa desarrolla proyectos en distintas industrias, algunos de estos Zonas Francas, las cuales funcionan como condominios, Vanguardia Inmobiliaria se encarga de facilitar los servicios de telecomunicaciones y de gestionar las relaciones positivas entre los demás condóminos y las instituciones públicas y privadas que necesitan las empresas para generar. Además de impulsar a estas industrias a ser parte de la agenda de sostenibilidad ambiental.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

Para una mejor comprensión de este apartado cabe mencionar que los términos “administración de proyectos” y “gestión de proyectos” se utilizarán como sinónimos del término Project Management.

2.2.1 Principios de la administración de proyectos

A continuación, se mencionarán los 12 principios de la administración de proyectos, tal y como los nombra el Estándar para la dirección de proyectos (PMI, 2021), este apartado se desarrollará tomando desde el punto de vista de la empresa desarrolladora:

- Ser un administrador diligente, respetuoso y cuidadoso: el administrador de proyecto de la empresa desarrolladora se encarga de alinear al equipo de trabajo para lograr el cumplimiento de objetivos de forma pronta y certera y promueve la integración del equipo.
- Crea un entorno colaborativo del equipo del proyecto: los miembros del equipo se integran a la cultura empresarial, por medio de capacitaciones y

actividades relacionadas a equipos de sostenibilidad, en un ambiente de respeto e inclusión.

- **Involucrarse eficazmente con los interesados:** el administrador de proyecto en conjunto con el cliente establece una línea y medio oficial de comunicación, de tal forma que todos los involucrados cuenten con la información pertinente para el desarrollo del proyecto, se le asigna a cada miembro del equipo tareas específicas con las que debe cumplir y se indica la forma de compartir con el cliente, por medio de alguna plataforma digital, correo o carpeta compartida.
- **Enfocarse en el valor:** en los proyectos de construcción, el éxito se mide en dos principales resultados, la satisfacción del cliente y la ganancia prevista desde la elaboración del presupuesto, el equipo de construcción trabajará en la propuesta de ingenierías de valor que permitan al cliente ahorrar dinero cumpliendo con la calidad. El servicio al cliente, la resolución de problemas de forma temprana, junto con propuestas innovadoras en material ambiental son es fundamental para ser atractivos a ojos del cliente y para conservar su fidelidad.
- **Reconocer, evaluar y responder a las interacciones del sistema:** se refiere a la capacidad de los miembros de equipo de adaptarse a nuevos integrantes y formas de trabajo, los miembros nuevos del equipo se adaptarán poco a poco al sistema de la organización con la guía del project manager y los gerentes de cada proyecto, hasta llegar al punto de realizar sus aportes adaptados al sistema de la empresa.
- **Demostrar comportamiento de liderazgo:** en la empresa Vanguardia Inmobiliaria el liderazgo se debe considerar en dos sentidos, en primer lugar, demostrando la capacidad técnica de resolver los problemas, plantear las soluciones y dirigir al equipo y el liderazgo que pueda demostrar como persona,

con el respeto, la empatía, la capacidad de ser imparcial y de guiar al equipo para conseguir los resultados.

- Adaptar en función del contexto: es la capacidad de planificar con los miembros del equipo la forma de desarrollar el proyecto, según los requerimientos del cliente, en etapa de preconstrucción se plantean las fechas de entrega de los entregables de diseño (30%, 60%, 90% y 100%) y los permisos correspondientes ante el CFIA, municipalidad, Departamento de Bomberos y demás instituciones públicas, se realizan las adaptaciones de diseño solicitadas por el cliente, se coordina con la constructora para la entrega del cronograma y los presupuestos, se escoge al equipo de construcción y al de equipo del departamento de proyectos se coordinan las inspecciones y se dividen las responsabilidades, siempre adaptándose a las solicitudes del cliente.

- En etapa de construcción, se coordina con el cliente los días de reunión y las modificaciones del alcance. Se debe apoyar al cliente con los tiempos de entrega, en caso de que este necesite adelantarla, al igual que en temas de reducción de costos.

- Incorporar la calidad en los procesos de los entregables: en construcción y específicamente en la empresa Vanguardia Inmobiliaria, se cumplen con muchos criterios de calidad, empezando por los criterios de diseño, se debe de cumplir a cabalidad con los parámetros de diseño, de todas las disciplinas, arquitectura, estructural, infraestructura y electromecánica, para lo cual se practicarán pruebas de laboratorio, pruebas en campo, se solicitarán informes avalados por la inspección, se solicitará certificado de materiales y equipos cuando sea necesario. Se llevará un registro fotográfico del avance del proyecto y en especial de las actividades más importantes del proceso. Todos los proyectos que

se manejan se harán bajo la metodología BIM, garantizando la actualización continua de la información.

Además, se manejará una plataforma de gestión de proyectos, en dónde la información será compartida con el cliente y todos los integrantes del equipo.

Vanguardia Inmobiliaria maneja procesos de contratación rigurosos, en donde se selecciona el personal calificado capaz de llevar el proyecto con exactitud y eficacia.

- Navegar en la complejidad: el PMI (2021), menciona que la complejidad de un proyecto depende de muchos elementos, entre ellos riesgos, relaciones y eventos, los cuales se pueden desarrollar debido a factores internos y externos a la empresa (pag.50).

Por lo tanto, en el sector de la construcción se pueden considerar muchos factores que suman a la complejidad de un proyecto, entre ellos las relaciones humanas, la relación con los vendedores, subcontratistas, equipo de diseño, cultura empresarial, problemas o errores de diseño. Como factor externo se puede considerar las condiciones del mercado, atrasos en la entrega de materiales y equipos, problemas con las empresas subcontratadas, etc.

Para todo esto Vanguardia Inmobiliaria cuenta personal altamente calificado que, con la experiencia necesaria para sacar adelante los proyectos, proponer mejoras y llevar hacia adelante a los miembros del equipo con menos experiencia.

- Optimizar las respuestas a los riesgos: la empresa siempre está un paso adelante, se llevan reuniones semanales de seguimiento con el equipo de construcción, de diseño y con el cliente, con el fin de determinar o exponer a tiempo cualquier problema que se pueda presentar y así tener un tiempo de

reacción considerable, tratando en la medida de lo posible de mantener los tiempos de entrega y el presupuesto original.

- Adoptar la adaptabilidad y la resiliencia: como se mencionó anteriormente, el administrador de proyecto y su equipo deben de estar enfocados en los mismos objetivos, cada uno conociendo sus funciones y responsabilidades para estar en la capacidad de adaptarse a los posibles cambios o imprevistos del proyecto. En la desarrolladora, se trabaja en estar preparados para y minimizar la incertidumbre que puede causar los distintos procesos.
- Permitir el cambio para lograr el estado futuro previsto: la velocidad de respuestas ante el cambio o las distintas alternativas es de suma importancia en los procesos constructivos, Vanguardia Inmobiliaria maneja tiempos de respuesta para los diferentes escenarios.

Se mantiene una comunicación cercana con los principales interesados para estar preparados ante cualquier imprevisto. También se trabaja con todos los colaboradores en el aspecto humano, de tal forma que estos se sientan parte del sistema y adopten los proyectos como propios, de esta forma se obtiene el compromiso y la fidelidad del colaborador a la hora de enfrentarse a los distintos retos.

2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto

Según el PMI (2021), los dominios de desempeño son actividades interrelacionadas durante todo el ciclo del proyecto y estas permiten que se logren los resultados deseados en la entrega del proyecto y estos tienen que ver con las características propias de cada proyecto, como lo son, los entregables, los interesados, el tipo de proyecto y demás factores (p.7).

También, según los describe el PMI, los dominios de desempeño se mencionan a continuación, haciendo referencia a su relevancia en el presente proyecto.

- Dominio de desempeño de interesados: en un proyecto de construcción los principales interesados son, el cliente, la oficina de PMO, las empresas de diseño, la empresa constructora, los vendedores de insumos y servicios, los trabajadores de campo, la comunidad a dónde se desarrolla el proyecto y las instituciones de las cuales se requieren permisos y servicios, como las municipalidades, CFIA, servicios eléctricos, de telecomunicaciones, empresas de logística de importaciones, etc. Como se puede ver, un proyecto de construcción puede tener cientos de interesados, dependiendo de su tamaño en metros cuadrados y de la cantidad de entregables, dada esta circunstancia la relación y la comunicación entre todos los involucrados debe ser clara, directa y puntual, por lo tanto, el administrador de proyecto debe buscar las estrategias más eficientes de comunicación, que incentiven a los involucrados a participar de forma activa en el desarrollo del proyecto.

En el caso de los proyectos de Vanguardia Inmobiliaria se utiliza como herramienta principal de administración de proyectos un software llamado “Procore” que integra módulos de planificación, finanzas, calidad y colaboración entre los distintos actores del proyecto (Procore, s.f), el cual se considera el medio oficial de manejo de información, se plantean reuniones semanales en donde están presentes las cabezas de cada equipo, los cuales son los responsables de distribuir la información a sus colaboradores, se utilizan herramientas tecnológicas colaborativas como el modelado BIM y por último se realiza el seguimiento del cronograma por medio del “Pull Planning”, metodología de planificación que utiliza la filosofía de Lean Construction, la cual se enfoca en la construcción eficiente priorizando el respeto y las relaciones y eliminando desperdicios durante todo el proceso.

(Lean Construction Institute, 2025). Siguiendo con el Pull Planning, según la definición de Procore(s.f), es una técnica donde el equipo de trabajo planifica desde la fecha final hacia atrás, identificando todas las actividades necesarias para cumplir los hitos del proyecto, en dónde cada interesado se compromete frente a los demás en el cumplimiento de sus tareas.

- Dominio de desempeño del equipo: el equipo de trabajo de Vanguardia Inmobiliaria tiene claros los objetivos, del proyecto, sus roles y responsabilidades, esto permite que cada uno se haga responsable de su área de trabajo, estas funciones en dirección de los distintos líderes del proyecto, quienes se preocupan por que sus colaboradores crezcan como persona o como profesional, potencia el pensamiento crítico, lo cual permite un mejor desempeño dentro de los proyectos.
- Dominio de desempeño del enfoque de desarrollo y ciclo de vida: en proyectos de construcción se pueden encontrar enfoques de desarrollo de todo tipo, predictivo, adaptativo e híbrido, esto depende de la naturaleza del proyecto y urgencia del cliente, de la empresa constructora y de desarrolladora principalmente. Dependiendo del enfoque del proyecto y de su ciclo de vida se desarrollará la planificación del proyecto, en la cuál en todos los casos se procurará disminuir el grado de incertidumbre.
- Dominio de desempeño de la planificación: la planificación para Vanguardia Inmobiliaria, como desarrolladora empieza desde el proceso de preconstrucción, elaborando cronogramas de diseño y de construcción, planificando los recursos físicos, la comunicación y la respuesta pronta a los posibles cambios, trabajando de forma conjunta con la empresa constructora en la elaboración de un presupuesto más acertado, liderando el proceso de licitación y a lo largo de todo el proyecto, trabajando de la mano con el contratista general, dando seguimiento al cronograma de trabajo y demás entregables .

- Dominio de desempeño del trabajo del proyecto: en este dominio interactúa mucho el administrador del proyecto, en su función de líder, ya que se requiere de un seguimiento macro de las tareas y funciones, mantener al equipo enfocado en la obtención de resultados y la implementación de metodologías para gestionar los recursos, el tiempo, las adquisiciones y comunicación.

En este dominio de desempeño, el líder o los líderes del proyecto consideran un acercamiento a sus equipos con el fin de calificar su participación en el proyecto, a su vez monitorear como se siente el colaborador dentro del equipo y hacer un recuento de lecciones aprendidas.

- Dominio de desempeño de la entrega: para este dominio, la desarrolladora se compromete a presentar los entregables finales en el tiempo acordado, cumpliendo con el alcance y con la calidad deseada por el cliente, agregando valor con sus metodologías de gestión de proyectos, lecciones aprendidas y programas de sostenibilidad ambiental.
- Dominio de desempeño de la medición: tal como lo indica el PMI (2021), en este dominio en dónde se pueden medir las métricas identificadas en el dominio de planificación, con respecto al cronograma, ganancia económica, impacto ambiental, calidad, utilizando las herramientas necesarias y en la mayoría de los casos con mediciones exactas y matemáticas, todo esto con el propósito de asegurar por medio de información real y certificada el cumplimiento del proyecto en todas sus áreas.
- Dominio de desempeño de incertidumbre: en este dominio se requiere la intervención de los colaboradores más experimentados de la inmobiliaria, los cuales por medio de sus experiencias y su juicio de expertos se puede prever una serie de riesgos en temas económicos, de cronograma, calidad, ambientales, etc.

2.2.3 Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos

Cada proyecto es único, por lo tanto, cada uno requiere un análisis diferente, todos tienen diferentes desafíos, lo que significa que su planificación y su gestión debe adaptarse en función de la naturaleza del proyecto, con el propósito asegurar la calidad y el cumplimiento de objetivos, se debe evitar de caer en el error de creer que se puede manejar los distintos proyectos como si fueran una copia del otro, ya que tanto la parte financiera, como el diseño y las relaciones con los involucrados y el cliente varían y deben ser abordadas de forma particular.

El enfoque predictivo, o en cascada está caracterizado por ser de naturaleza secuencial, comprende una serie de fases o etapas que se ejecutan en un orden específico. La principal ventaja de este enfoque es que cuenta con una etapa de planificación detallada. (Vila, 2019).

En esta etapa de planificación es en donde es posible establecer la mayor parte de los requerimientos del cliente, así como características fundamentales del proyecto y de esta forma disminuir la cantidad de ordenes de cambio y retrabajos que generen atrasos en cronograma y que puedan surgir en cualquier etapa del proyecto.

Según lo indica Javier Moya del PMI, las metodologías ágiles fueron creadas por varios gerentes de proyectos que tenían la necesidad de implementar una nueva metodología que se ajustara más a su tipo de proyecto, inicialmente la metodología ágil surgió para cubrir necesidades de proyectos de desarrollo de software (Moya 2024).

Moya, también indica que los proyectos adaptativos tienen la característica de tener requerimientos cambiantes, predispuestos al cambio, flexibles, cuyo desarrollo y mantenimiento se deban adaptar a las necesidades, es decir, estos proyectos se manejan por medio de iteraciones, las cuales permiten ganar rapidez en la entrega de un producto.

La filosofía Ágil permite la entrega parcial y regular del producto final a través de ciclos de desarrollo iterativos e incrementales, el cliente puede introducir cambios en el

proyecto incluso en etapas avanzadas. No existe una estructura jerárquica dentro de los equipos, sino que el desarrollo es ejecutado por un equipo multidisciplinar en el que todos los integrantes colaboran para obtener el mejor resultado posible de un proyecto (Álvarez Laura, 2019).

Por último, la metodología híbrida, es una mezcla entre un enfoque de cascada y un enfoque adaptativo, estas metodologías surgen debido a la necesidad de adaptarse a las características de cada proyecto.

Como lo indica PMI (2021), en su séptima edición, la metodología híbrida se aplica cuando existe cierto grado de incertidumbre, o bien, el proyecto está diseñado y planificado por varios equipos a la vez.

Este proyecto se considera predictivo, ya que es un proyecto de investigación, que para su desarrollo si sigue una rúbrica que permite visualizar la totalidad de los entregables, a su vez, los apartados del archivo de referencia proporcionan una visión clara de los pasos a seguir para el desarrollo del proyecto. También, este proyecto, cumple con una secuencia lógica, con etapas definidas y desde la etapa del planteamiento ya se conocen los objetivos y la viabilidad del proyecto.

2.2.4 Administración de proyectos

Dando especial énfasis en los proyectos de construcción, que es en el área en donde se centra este proyecto, el CFIA, en el Reglamento para la Contratación de Servicios de Consultoría en Ingeniería y Arquitectura, describe la administración de proyectos de construcción como un servicio profesional de consultoría, en el cual el profesional es el representante de los intereses del cliente. También describe una serie de responsabilidades que tiene el administrador de proyectos de construcción, como lo son el conocimiento de los planos y la inspección en obra de las especificaciones técnicas y reglamentos, el seguimiento del programa de programa trabajo en todas sus etapas,

además de la documentación de todos los procesos de obra, avance, compra de materiales, pagos, etc. (CFIA, 2024).

En otras palabras *“la **gerencia** de proyectos comprende la integración de los esfuerzos internos y externos para realizar la planificación, captación, dinamización y organización de recursos, de manera que se desarrolle el proyecto dentro del alcance, tiempo costo y estándares de calidad definidos”* (CFIA, 2024, p7).

Según el PMI (2021) La **gerencia** de proyectos es una disciplina que involucra las áreas de la gerencia general, la gerencia de operaciones y la gerencia técnica, todas estas disciplinas indican que la posición de gerente debe de tener las herramientas y técnicas necesarias que se usan para dirigir todos los recursos que permitan llevar al éxito a los proyectos.

La administración de proyectos tiene como base la planificación y dirección de recursos humanos y materiales, y de la ejecución y control de los planes para lograr los objetivos, por esto el conocimiento de los procesos de administración general es un fundamento necesario, aunque no suficiente, ya que siempre está en constante innovación.

Según las definiciones arriba mencionadas acerca de la gerencia de proyectos, independientemente de las distintas disciplinas todas coinciden en que el gerente de proyectos debe de contar con una serie de capacidades, que le permiten ser un profesional integral y multidisciplinario, el administrador o gerente de proyectos debe de involucrarse en todas las áreas del proyecto que requieran atención, sea diseño, inspección, cálculos presupuestarios, coordinación entre las distintas partes de interesados comprende la integración de los esfuerzos internos y externos para realizar la planificación, captación, dinamización y organización de recursos, de manera que se desarrolle el proyecto de forma exitosa.

Representar al cliente y velar por sus intereses también es de las funciones principales del gerente de proyectos, administrando los recursos financieros por medio de sistemas de contabilidad, buscando ahorros, descuentos y beneficios que sean atractivos y que sumen un valor agregado a la compra, e ingenierías de valor, las cuáles buscan analizar funciones y encontrar alternativas que permitan cumplir con los requerimientos del cliente al menor costo posible, sin afectar la calidad, seguridad o desempeño (SAVE International, 2021).

Otra tarea fundamental es el seguimiento de las tareas pendientes, así como el control de las minutas de reuniones de diseño, planificación y construcción, logrando obtener la información que se necesita por parte del cliente para el avance del diseño y la aprobación de los trabajos adicionales.

2.5.5 Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos

Según la guía del PMI (2021), las áreas de conocimiento de la administración de proyectos son las siguientes:

- **Gestión de la integración del proyecto:** en esta etapa es en dónde se coordina la forma en la que se integrarán todas las áreas del proyecto, se coordinan los procesos y actividades para la dirección del proyecto.
- **Gestión del Alcance del Proyecto:** es cuando se recopilan los requisitos, se identifican las necesidades del proyecto, se establece la forma en la que se va a desarrollar, controlar y monitorear el proyecto, se debe de recopilar la información necesaria para asegurar que el proyecto finalice con todo el trabajo requerido.
- **Gestión del Cronograma del Proyecto:** es a donde se establecen los procesos que se van a utilizar para controlar el avance del proyecto, se debe de asegurar que bajo los métodos escogidos se podrá llevar a cabo un control

efectivo que garantice que el proyecto se entregue a tiempo, según lo estipulado contractualmente.

- **Gestión de los Costos del Proyecto.** Son los procesos orientados a planificar, estimar, presupuestar, financiar, gestionar y controlar los costos para cerrar el proyecto.
- **Gestión de la Calidad del Proyecto:** son los procesos que establecen los parámetros de calidad de aceptación de todas las tareas constructivas, los mismos son indicados en planos y documentos oficiales o por medio de alguna plataforma de gestión de proyectos, desde la etapa de planificación, se debe de establecer el tipo de control que se debe de gestionar para hacer cumplir estos parámetros de aceptación.
- **Gestión de los Recursos del Proyecto:** el objetivo de estos procesos es identificar, adquirir y gestionar los distintos recursos, ya sean económicos de tiempo y humanos necesarios para conseguir el éxito del proyecto.
- **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** es la planeación de los canales oficiales de comunicación para crear un espacio comunicación efectiva, en donde se garantice que, la planificación, recopilación de información, control, monitoreo de calidad y entregables finales sean fidedignos, oportunos y transparentes para el cliente y demás involucrados.
- **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** esta gestión debe de involucrar a todos los miembros de la organización, ya que en todas las áreas se debe de establecer un plan de contingencia que permita planificar, identificar, analizar, e implementar las respuestas y soluciones ante los distintos escenarios.
- **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto.** Incluye los procesos para la compra tanto de productos como servicios o resultados externos al proyecto y que sean necesarios para el desarrollo óptimo del mismo.

- Gestión de los Interesados del Proyecto: son los procesos en donde se planifica la forma y los temas en los que se pretende involucrar al cliente y demás interesados, esto se debe de establecer desde la etapa de planificación.
- Gestión de la salud, la seguridad y el medio ambiente del proyecto: en el GPIAG (2024) se incluye este tipo de gestión, la cual es importante señalar debido a la naturaleza de este proyecto, actualmente las empresas que se pueden considerar responsables y serias cuentan con departamento de seguridad ocupacional, el cual está capacitado para prevenir accidentes laborales, lesiones y pérdidas materiales, mediante el normas de seguridad, uso de equipos de protección personal (EPP), capacitación continua y señalización adecuada, además de garantizar las condiciones adecuadas para prevenir enfermedades ocupacionales, este departamento también se encarga de gestionar la vigilancia médica, ergonomía, programas de bienestar y protocolos para atender emergencias de salud. Cabe mencionar que en la mayoría de los carteles de licitación y de las contrataciones exigen la gestión de la seguridad humana, la cual puede estar liderada por un ingeniero o un técnico, según las exigencias de cada proyecto, estos encargados deberán de mantener comunicación directa con el director o gerente del proyecto para generar un plan de trabajo y establecer los lineamientos requeridos y documentos de trabajo, así como para comunicar de forma inmediata cualquier evento negativo en relación a la seguridad y salud humana y diseñar medidas de mitigación para evitar caer nuevamente en riesgos de trabajo.

Figura 2.

Áreas de conocimiento de la administración de proyectos



Nota: Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition.

2.2.6 Ciclos de vida de los proyectos

El PMI (2021), en su sexta edición indica que los ciclos de vida de los proyectos pueden ser de 4 tipos, predictivos, iterativos, incrementales y ágiles. La clasificación de los ciclos de vida de los proyectos depende de la cantidad de información inicial que pueda obtener en etapas tempranas del proyecto, con respecto a requisitos, calidad y en algunas ocasiones información con respecto a presupuesto disponible y cronograma.

Ciclos de vida ágiles: como se mencionaba en el apartado 2.2.3, permiten la entrega parcial y regular del producto final a través de ciclos de desarrollo iterativos e incrementales y el cliente puede introducir cambios en el proyecto incluso en etapas avanzadas.

Según la Guía de Ágil (2021), *“en un entorno ágil el equipo espera que los requisitos cambien, en los proyectos ágiles la entrega incremental revela requisitos ocultos o incomprensidos”*.

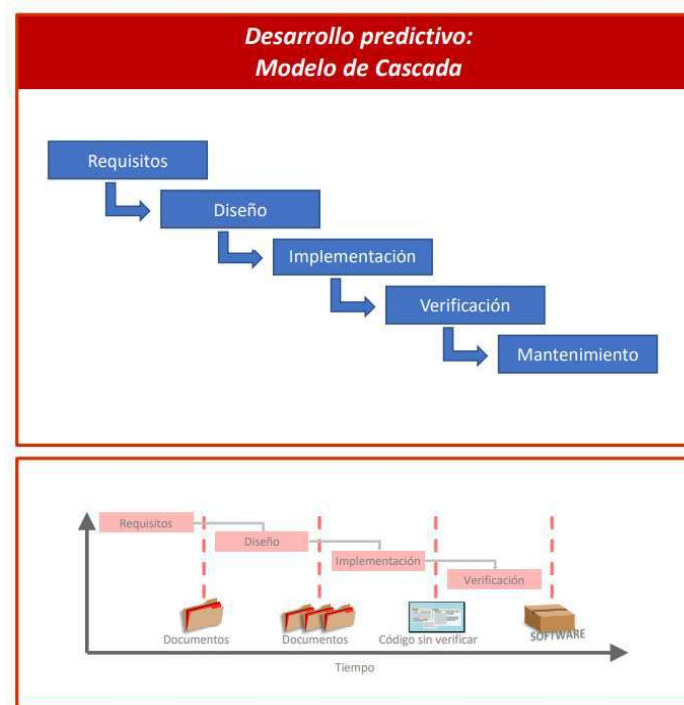
Figura 3.*Ciclos de vida ágil*

Nota: Universidad de Salamanca, Metodologías Ágiles, 2022,

<https://viewnext.usal.es/blog/metodolog%C3%ADas-%C3%A1giles>

Ciclos de vida predictivos: forman parte de los enfoques tradicionales de gestión de proyectos, estos ciclos son predecibles, incluso pueden llegar a considerarse rutinarios, se recomienda optar por enfoques predictivos cuando el producto se comprende bien, o cuando un producto debe ser entregado en su totalidad.

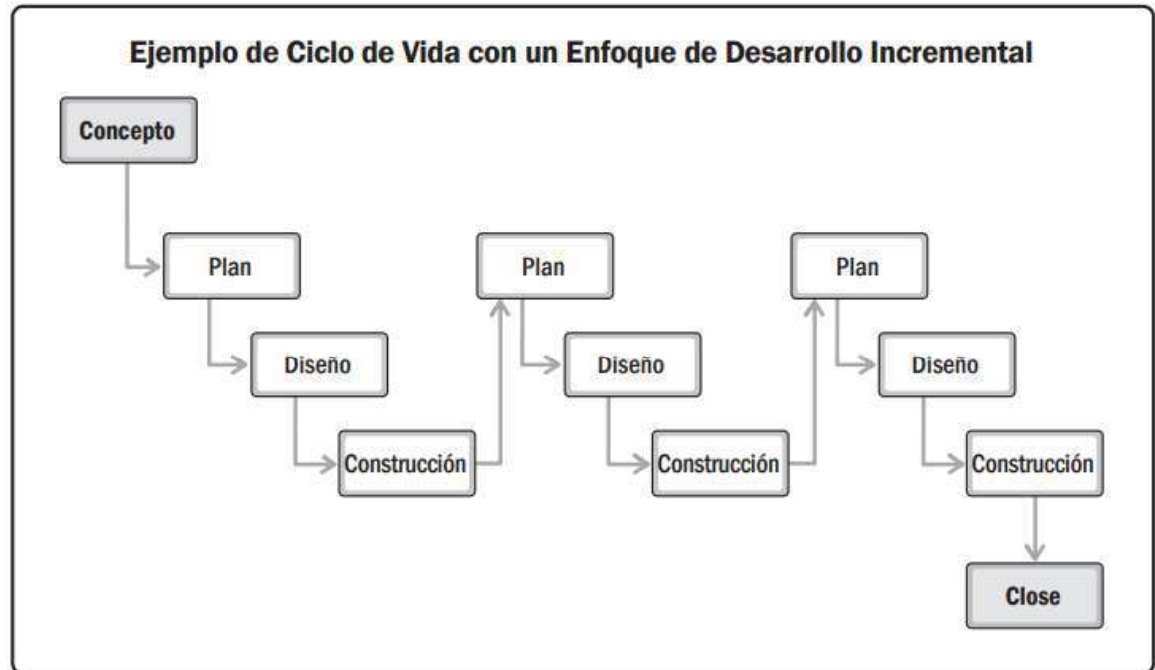
Según Kerzner (2022), los ciclos de vida predictivos son ideales cuando el alcance y los requisitos del proyecto pueden definirse claramente al inicio, y donde los cambios deben ser mínimos durante el desarrollo, es decir, se tiene conocimiento de información relevante como cronograma de obra, costos o presupuesto disponible

Figura 4.*Ciclo de vida predictivo*

Nota: Francisco Rodriguez, 2020, Ciclos de vida “Predictivos” en proyectos; y “Agilidad” en negocio, https://pmi-mad.org/images/Branch_Pais_Vasco/20-06_Webinar_Ciclo_de_Vida/M%C3%A9todos_tradicionales_y_%C3%A1giles.pdf.

- Ciclos de vida incremental: estos ciclos de vida se presentan cuando no se tiene toda la información requerida para el desarrollo de un proyecto, sin embargo, los desarrolladores del proyecto no pueden esperar a tener toda la información para avanzar, lo cual es bastante común en los proyectos de construcción.

Estos proyectos optimizan el trabajo a fin de entregar valor a los clientes más a menudo (PMI, 2021).

Figura 5.*Ciclo de vida Incremental**Nota:* PMI, 2021

- Ciclos de vida iterativos: estos ciclos de vida tienen que ver con la elaboración de prototipos, el PMI (2021), indica que estos ciclos mejoran por medio de prototipos sucesivos.

A continuación, se resumen las características de los ciclos de vida de un proyecto iterativo, según La Guía Ágil: “El ciclo de vida iterativo desarrolla el producto a través de una serie repetitiva de ciclos o incrementos, lo cual permite la retroalimentación basada en versiones parciales del producto para mejorar y refinar los entregables en cada ciclo.” (Agile Practice Guide, 2021, p. 18).

Reduce el riesgo del proyecto al permitir la corrección temprana de errores, ya que el producto se desarrolla de manera progresiva y se mejora con base en la retroalimentación obtenida en cada ciclo.

Alta adaptabilidad: los resultados de cada iteración influyen directamente en la planificación de las siguientes, lo que genera un proceso de mejora continua

Promueve la mejora continua, el aprendizaje progresivo y la integración de la retroalimentación, lo cual es parte fundamental del ciclo para la entrega de productos al cliente o usuario final.

Figura 6.

Características de las Cuatro Categorías de Ciclos de Vida

Características				
Enfoque	Requisitos	Actividades	Entrega	Meta
Predictivo	Fijos	Realizados una vez para todo el proyecto	Entrega única	Gestionar costos
Iterativo	Dinámicos	Repetidos hasta que esté correcto	Entrega única	Corrección de la solución
Incremental	Dinámicos	Realizados una vez para un incremento dado	Entregas frecuentes más pequeñas	Velocidad
Ágil	Dinámicos	Repetidos hasta que esté correcto	Entregas pequeñas frecuentes	Valor para el cliente mediante entregas frecuentes y retroalimentación

Nota: Agile Alliance, 2017, Guía Práctica de Ágil, https://www.agilealliance.org/w p-content/uploads/2018/07/AgilePG_SPA.pdf

Este proyecto se desarrolla bajo un enfoque predictivo, ya que, como se indicó anteriormente, se conocen los objetivos y los requerimientos necesarios para abordar el tema y obtener los resultados deseados y las actividades se pueden desarrollar de forma secuencia, en cascada, paso a paso.

2.2.7 Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos

En esta sección se explicará el significado de los distintos conceptos relacionados con la organización y planificación dentro de una empresa con respecto a los proyectos, conceptos que se relacionan entre sí y tienen nivel jerárquico según su gestión:

- Proyecto: según la Guía del PMI 2021, un “proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final para el trabajo del proyecto o una fase del trabajo del proyecto. Los proyectos pueden ser independientes o formar parte de un programa o portafolio” (p. 4).

Además de obtener ese producto o resultado, el administrador o gerente de proyectos debe de tener consciencia y responsabilidades más allá de la gestión del tiempo, costo y alcance, para desarrollar proyectos que no comprometan al planeta ni a sus recursos que cada vez son más limitados, es así es como la gerencia de proyectos debe hacer mayores esfuerzos para hacer énfasis en los impactos sociales y ambientales de cada proyecto.

- Portafolio: es la compilación o colección de proyectos, el éxito de un portafolio se mide por el desempeño de la inversión, los proyectos administrados por portafolios facilitan la gestión del administrador, ya que se pueden caracterizar según sus muchas características, a conveniencia del gerente.

Pabló Lledó(2021), en su libro del ABC de la Dirección de Proyectos afirma que un programa es un conjunto de proyectos relacionados que se gestionan en conjunto. “Infraestructura”, “Capacitación” y “Financiamiento” (p.14).

Estrategia empresarial: es la planificación de una organización en donde se determina cuáles son sus objetivos, tienen que ver con el enfoque de la empresa y como quiere ser reconocido en el mercado, de qué forma quiere diferenciarse de

los demás, utilizando los recursos disponibles, pueden ser estrategias ambientales, de servicio al cliente, servicios posventa etc.

- Programas: es donde se agrupan los proyectos similares en la búsqueda de un objetivo común y coordinando entre sí.

Julia Martins (2024), explica que, *“un programa es un grupo de proyectos con los que se logran objetivos comerciales estratégicos”*.

Entendiendo la descripción de los conceptos anteriores, se puede clasificar el presente proyecto como un programa, ya que, por ejemplo, en una empresa constructora en donde se desarrollan proyectos hoteleros, proyectos industriales y habitacionales (portafolios), es posible aplicar diferentes programas enfocados en conseguir un objetivo en común, que implique la gestión y planificación de proyectos sostenibles, como lo es en este caso la obtención de la certificación de “Cero Residuos”.

2.3 Estado de la cuestión y otra teoría propia del tema de interés

Este apartado es importante dentro del proyecto ya que sirve para contextualizar el tema en una realidad nacional e internacional, tomando en cuenta estudios existentes y relacionándolos con el presente proyecto.

También, sirve para hacer una revisión de literatura más profunda que la realizada en la investigación bibliográfica preliminar, lo que permite visualizar hallazgos importantes, metodologías de investigación utilizadas y sobre todo justificar que existe información suficiente para llevar a cabo la investigación, a la vez permite identificar vacíos faltantes de información, temas que no se han abarcado lo suficiente y tratar de solventar ese vacío.

2.3.1 Situación actual del problema u oportunidad en estudio (estado de la cuestión)

En esta sección se amplía la problemática y justificación de este proyecto, también se mencionará algunos estudios realizados, referentes al tema de gestión de residuos en construcción.

De acuerdo con la *Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839*, , con año de publicación 2010 y modificada por la ley 9825 publicada en 2021, un residuo corresponde a: “un material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados”. (*Ley para la Gestión Integral de Residuos N.° 8839*, Costa Rica, 2010, art. 2).

La cantidad de residuos de construcción varía según el tipo de construcción, por ejemplo, en construcciones de vivienda oscila entre 24 kg/m² a 700 kg/m², según Méndez Carpio (2021).

La empresa 360 Soluciones Verdes quienes se dedican a la gestión de residuos orgánicos, indican textualmente que “*para el año 2019 en Costa Rica contábamos con 16 vertederos y 7 rellenos sanitarios, mientras que la gran mayoría de cantones urbanos depositan sus residuos en rellenos sanitarios, aún existen 22 municipalidades en zonas predominantemente rurales que mantienen el uso de vertederos*” (360 Soluciones Verdes, s.f, párr. 1). También indican que para el 2016, 6 rellenos sanitarios y 10 vertederos se encontraban en estado de cierre técnico, esto significa que llegaron a la capacidad máxima para la cual fueron diseñados. Esta situación obliga a las distintas instituciones gubernamentales implicadas, así como a las empresas privadas a buscar soluciones y nuevas opciones para gestionar los residuos.

El cierre de estos vertederos y rellenos genera inconvenientes en los procesos constructivos, principalmente por la dificultad de transportar los residuos a los vertederos existentes, que cada vez son más escasos y en ocasiones lejanos a los proyectos, lo que implica una mayor inversión económica y de tiempo en transporte. A la vez provoca que empresas sin conciencia ambiental depositen sus residuos en el primer lote baldío que les permita deshacerse de sus residuos, esto en Costa Rica es tipificado como infracción grave según el artículo 48 de Ley para la Gestión Integral de Residuos, N.º 8839 con año de publicación 2010 y modificada por la ley 9825 publicada en 2021.

La llegada de los residuos a los vertederos genera gases que contaminan el ambiente y líquidos tóxicos formados por la infiltración de agua en la basura acumulada que contaminan los suelos y las aguas, ya que en estos se depositan los desechos de forma descontrolada y como se indicó anteriormente, la situación de los rellenos sanitarios es insostenible, aun que están diseñados con el propósito de depositar residuos de forma que no se contamine los suelos y los mantos acuíferos, los rellenos existentes ya no son suficientes y tampoco son la solución al problema ambiental generado por los residuos de construcción.

Por estos motivos se considera importante proponer una guía para la gestión de los residuos de construcción, que implique una economía circular que disminuya considerablemente la llegada de residuos a los vertederos y rellenos. Esta guía a la vez generará un valor agregado a las empresas que la gestionen, en cuestión de inversión extranjera y nacional, se considera además que a partir de que la primera empresa desarrolladora o constructora logre obtener la certificación de Cero Residuos, provocará en efecto multiplicador en el que otras empresas se involucren y quieran formar parte del cambio, esta certificación es un sistema de reconocimiento otorgado a organizaciones que logran desviar un porcentaje de sus residuos (generalmente un mínimo del **90%**) de los vertederos, incineración y el ambiente, mediante prácticas de reducción, reutilización,

reciclaje, compostaje y economía circular., esto según Green Business Certification Inc. (2021).

Con respecto al resultado de la implementación de los estudios desarrollados alrededor del tema de gestión de residuos, cabe señalar que, el tema propuesto en este proyecto, relacionado con la obtención del certificado de “Cero Residuos” en proyectos de construcción, es un tema que no se ha desarrollado ampliamente a nivel nacional por lo que no existe un documento que sirva como guía de los pasos a seguir, ni un análisis de las certificaciones existentes, para poder escoger alguna que se adapte a las condiciones del proyecto en ejecución y de esta forma desarrollar las acciones necesarias para la obtención de un certificado, todo esto según la investigación bibliográfica preliminar y reuniones con grupos de interesados como inspectores ambientales, inspectores de seguridad ocupacional y comités de sostenibilidad.

- A nivel nacional existen distintas normativas y manuales para la gestión de residuos en distintos ámbitos, no solamente en el sector de la construcción, por ejemplo existe el informe de “Estado de la Nación”, el cuál según el Programa Estado de la Nación (2023), es una herramienta de rendición de cuentas y de análisis del desarrollo humano sostenible en Costa Rica, el cual se enfoca en el manejo de residuos para evitar riesgos en la salud humana, y Política Nacional para la Gestión de Residuos” la cual forma parte de la agenda 2030, también existen otros documentos de gestión de residuos en el sector de la construcción, como lo son, la Ley 8839, con año de publicación 2010 y modificada por la ley 9825 publicada en 2021, La guía de manejo de residuos de la construcción del MINAE, Guía Ambiental para la Construcción y los documentos como tesis del Instituto Tecnológico Nacional (ITEC), en dónde se presenta el tema de gestión de residuos y la valoración del estado actual, como lo es la tesis

de Méndez, N. (2021), de título *“Barreras y medidas para la valorización de algunos Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) en Costa Rica”*, más adelante se hace referencia a esta y se menciona debidamente en la bibliografía.

Con respecto a la implementación o al aporte de estos estudios y normativas se sabe que, para los proyectos desarrollados con fondos públicos, se requiere de toda una investigación preliminar de impacto ambiental, la cual es avalada por el SETENA, por ende debe de cumplir con una serie de requisitos y soluciones indicadas por esta misma entidad para que se autoricen los proyectos enviados a aprobación, de no cumplir con estos requisitos el proyecto es rechazado y no contará con fondos públicos para su desarrollo. Después de esto, el proyecto será inspeccionado periódicamente por el inspector ambiental, el cuál certificará el cumplimiento de las pautas estipuladas.

Con respecto a las tesis y manuales de gestión de residuos tanto en empresa pública como en empresa privada, estos, son tomados en cuenta de forma parcial y depende de los intereses de las empresas, esto se debe a que no todos los proyectos cuentan con los mismos recursos económicos ni de tiempo para implementar estas acciones ambientales, sin embargo, en los últimos años el interés genuino de muchas empresas por gestionar los residuos de forma consciente y buscar una economía circular ha aumentado. Se puede ver en su mayoría, en las grandes empresas constructoras y desarrolladoras del país comités de sostenibilidad y contrataciones de inspectores ambientales y gerentes de Seguridad Ocupacional y Ambiente, esto quiere decir que las empresas están dentro de un marco de sostenibilidad, el cuál gestionan según sus posibilidades y reglamentos internos y dentro de la reglamentación básica existente en el país, la cual es verificada por los gobiernos locales, el CFIA y las instituciones como el MINAE y el SETENA.

Por lo tanto, se considera que los documentos y estudios realizados a nivel nacional son de utilidad para las empresas que deseen involucrarse en temas de sostenibilidad ambiental y en específico gestión de residuos de construcción.

2.3.2 Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio

A continuación, se resumirán las principales referencias mencionadas en la investigación bibliográfica preliminar.

- Baltodano U. (2014). Acuerdo de la Comisión Plenaria Guía Ambiental para la Construcción Setena.

Este documento muestra es un instrumento de guía ambiental que se debe de seguir durante el proceso de evaluación de impacto ambiental, este paso es fundamental para en la etapa de preconstrucción, se debe de analizar e integrar a este proyecto.

- Castro Jordy. (2020). Cuantificación y caracterización de residuos sólidos de construcción para viviendas unifamiliares de gran tamaño del Gran Área Metropolitana. [Tesis de Licenciatura UCR]. Repositorio SIBDI-UCR.

Esta tesis contiene información útil acerca de distintos puntos del GAM en dónde se pueden procesar o tratar los residuos de construcción.

- Córdoba S. (2019). Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2019. Programa Estado de la Nación.

Este informe abarca temas que se deben abordar en este proyecto, tales como, el estado actual del país con respecto al impacto ambiental producto de la industria de la construcción, normativas nacionales e información de disposición de residuo final, como por ejemplo, cantidad de vertederos y gestores de residuos.

- Correa J, Zuluaga J, Quirama A, Paternina A, Marín M, Lopera M, Sanchez P, Toro A, Castrillón J, Ocampo L, Rodriguez M, Arboleda J, Arbelaez J,

Muñoz C, Avendaño C. (2023). Guía regional con los procesos técnicos y jurídicos para el manejo integral de Residuos de Construcción y Demolición. Omega Ingeniería.

Este documento presenta información de procesos técnicos y jurídicos para el proceso de gestión de residuos, información que se considera de valor para realizar propuestas acerca de la integración de instituciones públicas a nivel nacional.

- Mestre R, Lábaque F, Gastaldi O, Roca J, Troya M, Fulla M. (2020). Manual ambiental de obra, buenas prácticas ambientales en la construcción. Municipalidad de Córdoba.

La lectura y análisis de este informe se considera de valor ya que presenta iniciativas y lineamientos ambientales en las distintas etapas del proceso constructivo, información que podría servir para realizar propuestas a nivel nacional.

- Ossio F, Behar N, Salinas C, Yáñez P, Maluenda P. (2020). Plan de Gestión de Residuos en Obra Paso a Paso. Corporación de Desarrollo Tecnológico.

Este estudio contiene información acerca del tratamiento de los residuos de distintos residuos de construcción, como escombros, pallets, yeso, hormigón etc.

- Programa Bandera Azul Ecológica, Categoría Cambio Climático. (2018).IV Categoría Cambio Climático, Bandera Azul Ecológica. Informe Final de las Oficinas Centrales del Servicio Fitosanitario del Estado, Año 2018.

Este informe se considera importante, ya que el programa de Bandera Azul representa una de las acciones más importantes a nivel país que se implementan en la actualidad y que colaboran con el camino hacia la sostenibilidad ambiental.

- Stigel, W. (2019). Economía Circular para todos: Conceptos básicos para ciudadanos, empresas y gobiernos. Ecoavantis. Primer Edición. <https://www.amazon.com/Econom%C3%ADa-Circular-para-todos-ciudadanos/dp/1094658510>.

En este libro contiene los conceptos básicos de economía circular y su aplicación a nivel industrial y economía de alto rendimiento, es decir incluye a los procesos industriales dentro de un marco de sostenibilidad, lo que permite relacionar el tema de este proyecto con su contenido.

- Trujillo Karen, Quintero Paola. (2021). Análisis de residuos de construcción y demolición (RCD) para su reutilización en obras de ingeniería civil. [Tesis de Licenciatura Universidad de la Salle]. Repositorio SIBDI-UCR. Repositorio Institucional USTA.

Esta tesis contiene información acerca de cómo implementar las prácticas adecuadas para la manipulación, gestión y tratamiento de los residuos en la ciudad de Bogotá, lo cual se considera de gran valor ya que esta ciudad es de alta densidad poblacional, por lo cual se considera información de provecho para poder completar los objetivos de este proyecto.

- Vega M, Vindas D, Ortega G, Olivera M, Sánchez L, Cerdas G, Elizondo R. (2023). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023-2033 y Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023-2033. Ministerio de Salud de Costa Rica.

Este documento es importante porque presenta la realidad nacional y presenta propuestas realistas a cerca de la disposición de residuos, la gestión con las instituciones públicas etc.

Como un adicional a la investigación bibliográfica preliminar, se puede citar a la investigación desarrollada por ENEX, quienes son una empresa nacional de consultoría

ambiental, los cuales tienen como propósito de reducir los costos operativos de los edificios realizando propuestas de diseño que permitan desarrollar un entorno laboral sostenible, lo que permite añadir a los proyectos un valor agregado de conciencia ambiental. La información suministrada por parte de ENEX hasta el momento se ha obtenido por medio de reuniones virtuales, no por medio de documentos escritos, sin embargo, esta información será de suma importancia para los futuros apartados de este proyecto, principalmente en el desarrollo de objetivos, ya que en las próximas semanas se realizarán más reuniones en dónde se podrán conocer las características de las distintas certificaciones y se trabajará en conjunto esta firma, con el fin de adaptar los requerimiento para la obtención de las certificaciones a la realidad nacional.

También como fuentes bibliográficas adicionales se mencionan los siguientes reglamentos y normativas aplicados a los proyectos de construcción

- Méndez. N (2021). Barreras y medidas para la valorización de algunos Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) en Costa Rica. TEC.
- Esta tesis tiene como fin determinar las oportunidades para la valorización de residuos ordinarios provenientes de la construcción y demolición en Costa Rica.
- Vindas. E (2007). Metodologías para la gestión y el manejo de residuos en obras de infraestructura en la empresa EDICA Ltda. TEC
- Secretaría Técnica Nacional Ambiental (2008). Guía Ambiental para la Construcción. Sistema Costarricense de Información Jurídica.
[.https://pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=63710&nValor3=73457&strTipL](https://pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=63710&nValor3=73457&strTipL)

2.3.2.1 Metodologías de investigación que se han usado para otras investigaciones

En los estudios e investigaciones mencionados en el apartado 2.3.2 se aplicó la investigación cualitativa y cuantitativa.

Como parte de la investigación cualitativa se realizaron entrevistas entre distintos equipos de construcción (personal de campo, gestores ambientales, personal de seguridad ocupaciones, ingenieros y directores de proyectos), reuniones con grupos gestores ambientales, encuestas y cuestionarios a los equipos de construcción antes mencionados y personal de botaderos y vertederos, visitas de campo en donde se realizaron inspecciones visuales, revisión de bitácoras ambientales, se tomaron en cuenta leyes nacionales, estudios gubernamentales, juicio de expertos y estudio de documentos de investigación como tesis, manuales etc.

Como parte de la investigación cuantitativa se solicitaron datos a los botaderos y vertederos, así como la revisión de cartas de centros de acopio, análisis de recibos de servicios públicos antes y después de la implementación de los procesos sostenibles, revisión de costos para la gestión de residuos, etc.

Para esta investigación, se considera que se pueden utilizar todas las metodologías mencionadas anteriormente.

2.3.2.2 Conclusiones y recomendaciones obtenidas

Las principales conclusiones de las investigaciones que se mencionaron en las referencias preliminares y las nuevas descritas en la sección 2.3.2, según la importancia que se le quiere dar en este trabajo son:

“El aspecto ambiental en un proyecto de construcción se extiende más allá del tratamiento de residuos y protección de los recursos naturales, pues también involucra

factores sociales, culturales, rescate del patrimonio científico, arquitectónico y arqueológico e incluso la misma seguridad ocupacional". (Vindas. E, 2007, pág. 13).

El cambio de perspectiva o la capacidad de tomar el tiempo y destinar recursos para adaptarse al cambio, para incluir dentro de la cultura empresarial el manejo de residuos de forma responsable, no solo por obligación sino bajo una conciencia ambiental, es un tema fundamental por tratar, a partir de esta concientización se podrá desarrollar la gestión de construcción de manera efectiva, acercándose al desperdicio cero.

Cuanto mayor sea la potencialidad del impacto ambiental, mayor será la cantidad de requisitos e instrumentos de evaluación ambiental con que deberá contar un proyecto de construcción dentro de su proceso de tramitología y desarrollo. (Vindas. E, 2007, pág. 13).

Según el tipo de proyecto a desarrollar se deberá contar con la intervención de distintas instituciones y se deberá de desarrollar un plan de ataque que se adapte a las posibilidades y requerimientos del cada proyecto en específico, por esto es importante conocer las opciones existentes con las cuales se pueda guiar cada proyecto.

"Las categorías más importantes de residuos generados son: madera limpia y mezclada, metal proveniente de tuberías, pedazos de hierro galvanizado para techos, cables eléctricos, escombros, materiales de empaque, papel, cartón, concreto, acero estructural, cemento, piezas de block, restos de pinturas y piezas de ladrillo". (Abarca L. Leandro, A, 2016, pag.119).

Es necesario conocer el estado actual de los residuos, las cantidades que se generan según su categoría para poder ejecutar un plan de acción para su gestión.

"Las causas reportadas de la generación de los residuos han sido agrupadas según lo siguiente: diseño, gestión de los procesos, gestión de los materiales, operación y otros. No todas ellas tienen el mismo peso, algunas se presentan más con más

frecuencia, mientras que otras ocurren raramente”. (Abarca L. Leandro, A, 2016, pag.119).

Se debe de conocer la raíz del problema de la gestión de residuos y abarcar este proceso desde la etapa de preconstrucción, en donde se puede planificar de forma anticipada los planes de acción.

2.4 Otra teoría relacionada con el tema en estudio

2.4.1 Economía Circular

La economía circular es un tema muy recurrente es la maestría de Gestión de Proyectos, pero no se puede dejar de mencionar, ya que es uno de los principios fundamentales para darle contenido a este proyecto.

Iniciando por la descripción que ofrece la UCI en el curso de Planeamiento y Análisis Estratégico de la Empresa (2023), la economía circular pretende que, los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento, es un ciclo continuo en donde se optimizan los recursos, ya sea convirtiéndolos en energías renovables o reciclándolos, dándoles de esta forma una segunda vida.

La economía se trata de controlar las existencias finitas, rotando los materiales y los productos dándoles una máxima utilidad, la economía circular pretende eliminar residuos y contaminación mantener productos y materiales en uso, y regenerar sistemas naturales.

La ONU indica que cambiando la forma en que producimos y utilizamos el acero, el cemento, el aluminio y el plástico, materiales fundamentales en los procesos de construcción, se podrían reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de estas industrias hasta en un 40% para 2050 (ONU 2021).

Además de los materiales mencionados anteriormente se puede reciclar el yeso, el vidrio, la fibra de vidrio, la madera y el concreto. Para lograr el reciclaje de estos materiales o bien, lograr reutilizarlos se requiere tener especial cuidado en el

proceso de separación del sobrante. Por ejemplo, el acero o la madera pueden separarse del resto de materiales fácilmente y se pueden tratar de manera que puedan volver a ser utilizados. Esto evita producirlos desde cero con todos los recursos energéticos y emisiones de carbono que ello implica.

El acero puede volver a utilizarse sin pérdida de propiedades, además se puede llevar a los centros de acopio, a donde comprarán este material y después de esto, cada empresa determinará el destino de estas ganancias, ya sea para que este regrese al proyecto en forma de ahorro y bien se utilice para obras de caridad.

Para que un proceso como este sea posible es necesario involucrar a los distintos grupos de interesados desde el momento de la conceptualización del proyecto, es decir, en las etapas tempranas de diseño y planificación se debe de considerar los temas de disposición de residuos, el uso de energías renovables, la posibilidad de valorar sistemas modulares, como paneles de concreto o láminas compuestas, así como la posibilidad de utilizar materiales de reutilizados.

La implementación de políticas gubernamentales para impulsar la economía circular, siendo fiscalizadas por instituciones capacitadas, representaría la obligatoriedad de asumir una economía sostenible en los proyectos de construcción, sin embargo se debe de tomar en cuenta que no todas las empresas cuentan con los recursos y el conocimiento para llevar a cabo estas acciones, por lo que se debe de reconocer que el camino hacia el desperdicio cero y el desarrollo de una economía circular es un largo proceso, en el cual considerar en primera instancia una concientización y educación del tema.

2.4.2 Economía Regenerativa

La economía regenerativa y la economía circular son enfoques complementarios, la economía circular se enfoca en cerrar el ciclo de vida de los productos, minimizando la generación de residuos, cambiando el actual paradigma lineal de consumir y desechar, por consumir, reciclar, reutilizar, revalorizar, etc. En cambio, la economía regenerativa tiene un objetivo más amplio que implica restaurar y mejorar los sistemas naturales y sociales de la economía circular (Olivari 2020).

El desarrollo regenerativo se enfoca en restaurar la salud y la vitalidad de los ecosistemas y en no utilizar recursos que no pueda regenerarse, busca restaurar los ecosistemas y las comunidades, se preocupa por crear sistemas que imiten la naturaleza y promuevan la regeneración activa de los recursos y ecosistemas, aspira a tener un impacto positivo, mejorando y revitalizando los sistemas naturales y sociales.

La mayoría del tiempo las empresas y sus colaboradores no se involucran en temas ambientales, porque como se mencionó anteriormente no existe una conciencia en temas de sostenibilidad, por lo tanto, se considera valioso, según la revista Greentology (2023), brindarles incentivos los motiven a realizar sus funciones de manera responsable y estos comportamientos a su vez, se trasladarán a su vida personal, algunos de estos incentivos podrían ser participación en grupos de sostenibilidad que a la vez faciliten la convivencia del grupo.

Establecer prácticas empresariales sostenibles, tales como incorporar en los diseños de firmas sostenibles que promuevan el consumo de energías renovables son un primer paso muy sencillo de dar, así como buscar opciones de proyectos que permitan implementar procesos productivos al consumo final, y que promuevan la economía social y solidaria.

Una de las formas de aplicar el desarrollo regenerativo, según Olivari (2022) es obtener certificados que cumplan con altos estándares de sostenibilidad y responsabilidad social. Buscan un impacto positivo en lugar de solo maximizar sus ganancias.

Se puede decir también que la economía regenerativa es capaz de generar fuentes de empleo, ya que se presentan oportunidades de negocio en torno a tecnologías y prácticas más sostenibles.

A nivel nacional existe la concientización de la necesidad de introducir el manejo regenerativo de los recursos de los cinco principales sectores productivos del país (construcción, agropecuario, manufactura, turismo y servicios), por lo tanto, el gobierno ha

planteado propuestas que impulsarían este cambio de paradigma, las cuales según el Ministerio de ambiente y energía en su informe de ENEC (Estrategia Nacional de Economía Circular) (2023) se enfocan en:

Identificar patentes disponibles y gratuitas, especialmente aquellas relacionadas con el almacenamiento energético, asegurar, aumentar y diversificar las cadenas de suministro de tecnologías de energías renovables, nivelar el marco de acción para el desarrollo de las energías renovables, implementar políticas dedicadas a incentivar las inversiones y eliminar las trabas burocráticas, trasladar los subsidios de los combustibles fósiles hacia las energías renovables (p26).

2.4.3 Otras certificaciones en el ámbito ambiental

En Costa Rica, en el sector de la construcción, en los últimos años se ha impulsado el interés de distintos grupos por ejecutar acciones sostenibles y obtener certificaciones que respalden los logros alcanzados. Estos programas además de certificar las acciones ejecutadas y cuantificar los beneficios ambientales funcionan como una estrategia empresarial, en donde le da un valor agregado a las empresas que resulta atractivo para la inversión extranjera.

Estas certificaciones, según Green Building Council, evalúan aspectos como transporte, manejo de sitio sostenible, eficiencia en el consumo de agua, energía y atmósfera, materiales y recursos y la calidad del ambiente interior.

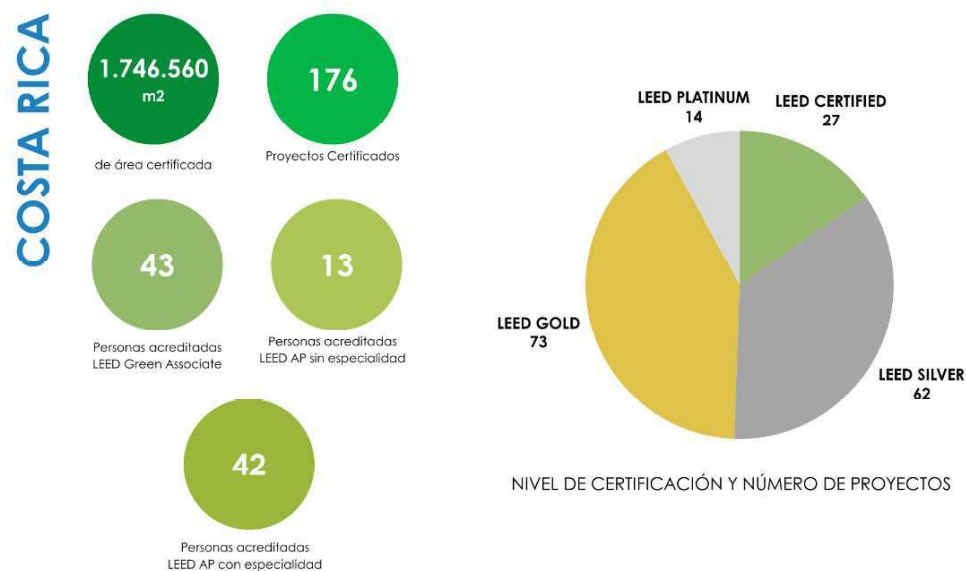
Por ejemplo, una certificación Leed otorga grandes beneficios económicos, entre ellos se puede mencionar que permite un mayor ahorro de consumo de energía; *“al cumplir con los estándares se obtiene una reducción de residuos de hasta un 90% y de entre 30 a 50% en uso de agua, y un mayor porcentaje en ahorro de consumo energético”* (Green Group, 2021).

Según Green Building Council (2023), Leed es el sistema de construcción sostenible más utilizado a nivel mundial, proporciona un marco integral para edificios verdes que plantea las referencias para diseñar, construir, operar y mantener edificios y comunidades de manera sostenible, además evalúa aspectos como eficiencia energética, uso racional del agua, reducción de emisiones de CO₂, uso de materiales sostenibles e innovación.

Aplicar el sistema Leed para la construcción de una edificación pretende un

La empresa de asesoría en temas de sostenibilidad ambiental Sphera, indica los siguientes beneficios al poner en práctica las pautas de la certificación Leed ahorro aproximado del 40% de energía comparado a un edificio convencional, se produce 50% menos residuos en su construcción y una reducción del 50% en los residuos de operación, se reduce el impacto ambiental con un menor consumo energético (20% -25% menos) y las emisiones de CO₂ bajan en un 33% y uso de agua baja un 40% o 50%.

La información anterior demuestra que es posible por medio de prácticas ambientales sostenibles ser más amigables con el ambiente, disminuir la contaminación y aprovechar de mejor manera los recursos, por lo que poner en práctica una certificación de Cero Residuos, sin duda generará importantes beneficios ambientales.

Figura 7.*Contexto de la dirección de proyectos*

Nota: Green Building Council. Proceso de certificación Leed. <https://gbccr.org/leedtext=LEED%C2%AE%20eval%C3%BAa%20los%20proyector%20cada%20categor%C3%ADa%2C%20denominados%20prerrequisitos>.

En la imagen anterior se puede ver la cantidad de certificaciones obtenidas en abril del 2024 en Costa Rica, los porcentajes de ahorros energéticos y disminución de la contaminación podrían incrementar si se aplicaran pasos adicionales provenientes de certificaciones Cero Residuos.

3. Marco metodológico

Según las Norma APA (2022), el marco metodológico es la parte del escrito donde se argumentan los métodos, procedimientos, limitaciones para la recopilación de datos con relación a un tema o problema en específico.

En el marco metodológico, se debe incluir el tipo de investigación, participantes, variables y muestras, los instrumentos o métodos utilizados, diseño, tipo de investigación (cualitativa, cuantitativa o mixta) y los métodos usados para la recopilación de datos

Se especifican los métodos, técnicas y procedimientos utilizados para la recopilación de datos, se incluyen las limitaciones y los métodos para respaldar o complementar los argumentos.

El marco metodológico es la sección en la investigación en donde se exponen los métodos teóricos y prácticos utilizados para analizar el problema planteado o el tema que estamos indagando.

En el marco metodológico deben definirse los términos relevantes, se colocan las citas según las normas APA de la séptima edición y debe indicarse cuáles fueron las fuentes, métodos de investigación y herramientas utilizadas en el proyecto.

El marco metodológico es importante porque expone la ruta a seguir para llevar a cabo la investigación, aquí se presentan de forma clara los procedimientos y la forma en la que se van a responder las preguntas y a desarrollar los objetivos de la investigación.

3.1 Fuentes de información

Es posible llamar fuentes de información a todos aquellos recursos que sirven para satisfacer las necesidades informativas de cualquier persona, aunque no se hayan creado con este fin (Meza M, 2023).

En las fuentes se puede encontrar información y datos importantes acumulados a lo largo de la historia pertinentes para una investigación (Avello, 2018, parr. 1).

Esto quiere decir que, los resultados de esta investigación también formarán parte de una fuente y podrán ser consultados por terceros para futuras investigaciones.

Las fuentes de información pueden ser primarias, secundarias y terciarias, estas fuentes deben de cumplir con características importantes, tales como, confiabilidad, relevancia y actualidad (según los requerimientos solicitados).

Por medio de las fuentes de información se pueden conocer distintos antecedentes y resultados existentes obtenidos a partir de investigaciones similares a las del proyecto en desarrollo.

3.1.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias son las que otorgan un testimonio o evidencia directa sobre un tema de investigación, estas fuentes son escritas durante el tiempo que se está estudiando o por el investigador de forma directa.

“Las fuentes primarias constituyen el testimonio directo del objeto de estudio, sin mediaciones interpretativas. Su valor radica en la originalidad y autenticidad de la información, lo cual permite al investigador realizar análisis propios, generar nuevas conclusiones o validar teorías existentes. Estas fuentes son insustituibles cuando se desea realizar investigación empírica o descriptiva de primera mano”. (Zambrano & Hernández, 2020, p. 53).

Algunas fuentes representan información original recopilada del investigador, como: entrevistas, apuntes de investigación, noticias, discursos, minutas, documentos originales, trabajos creativos, arte visual, cartas, etc.

Una fuente primaria es cualquier cosa que proporcione evidencia directa sobre las personas, eventos o fenómenos que estás investigando. Se origina en el momento de un evento, un testigo del evento que describe el evento en sus propias palabras (LFP, 2023).

Las fuentes primarias serán los principales objetos del análisis.

Para este proyecto se acudió a entrevistas, seminarios, reuniones con los principales gestores ambientales país e inspectores de seguridad ocupacional, así como expertos en construcción.

3.1.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias constituyen análisis o interpretaciones sobre información ya publicada por otros autores” (Zambrano & Hernández, 2020, p. 53).

Una fuente secundaria es aquella que fue creada más tarde por alguien que no tuvo experiencia de primera mano o participó en los eventos, es decir las fuentes secundarias serán interpretaciones (LFP, 2023).

Para este proyecto se utilizan libros digitales, tesis, artículos de revistas, de páginas web, manuales, leyes, etc.

El resumen de las fuentes de información que se utilizaron en este proyecto se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1.

Fuentes de información utilizada

Objetivos	Fuentes	
	Primarias	Secundarias
1. Analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder visualizar cuales serían los posibles planes de acción.	Reuniones con inspectores ambientales y gerentes de ingeniería en proyectos de construcción	Informes de insituciones gubernamentales Tesis de ingeniería ambiental
2. Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental que genera esta industria.	Conferencias del CFIA Reunión con ingenieros de SpheraReuniones con gestores ambientales como ENEX y Zero Waste	Tesis de ingeniería ambiental Procedimientos de empresas de sostenibilidad ambiental Leyes y proyectos nacionales
3. Realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en dónde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de “Cero Residuos”.	Reuniones ron gestores ambientales como ENEX y Zero Waste	Manuales de gestión de residuos de instituciones nacionales

Objetivos	Fuentes	
	Primarias	Secundarias
4. Identificar cuál de las certificaciones de “Cero Residuos” existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos.	Reuniones con gestores ambientales como ENEX y Zero Waste	
	Reuniones con equipos de ingeniería y departamentos de sostenibilidad.	Manuales de otros procedimientos sostenibles
	Reunión con Sphera	
5. Elaborar un Plan de Gestión para las áreas de alcance, cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de verificar la viabilidad de la implementación de este plan.		
	Reuniones con departamento de ingeniería y seguridad ocupacional.	PMI, 2021.

Nota: La Tabla 1 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias.

3.2 Métodos de Investigación

Los métodos de investigación son un conjunto de procedimientos lógicos a través de los cuales se plantean problemas científicos y se ponen a prueba hipótesis e instrumentos de trabajo investigados.

Existen dos grandes clases de métodos de investigación principales, que son, los métodos lógicos y los métodos empíricos.

Según Ramos (2018), los métodos lógicos, son todos aquellos que se basan en la utilización del pensamiento en sus funciones de deducción, análisis y síntesis, mientras que los métodos empíricos, se aproximan al conocimiento del objeto mediante su conocimiento directo y el uso de la experiencia, entre ellos encontramos la observación y la experimentación. Dentro de los métodos lógicos están el método deductivo, inductivo, hipotético, entre otros.

Los métodos de investigación empírica conllevan toda una serie de procedimientos prácticos con el objeto y los medios de investigación que permiten revelar las características fundamentales y relaciones esenciales del objeto; que son accesibles a la contemplación sensorial.

“Los métodos de investigación empírica, representan un nivel en el proceso de investigación cuyo contenido procede fundamentalmente de la experiencia, el cual es sometido a cierta elaboración racional y expresado en un lenguaje determinado” (Ramos E, 2018). Entre los métodos empíricos se encuentran, la observación científica y método experimental.

3.2.1 Método analítico-sintético

Este método se refiere a dos procesos intelectuales inversos que operan en unidad: el análisis y la síntesis. El análisis es un procedimiento lógico que posibilita descomponer mentalmente un sus partes y cualidades, en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes. Permite estudiar el comportamiento de cada parte.

La síntesis es la operación inversa, que establece mentalmente la unión o combinación de las partes previamente analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generales entre los elementos de la realidad. Funciona sobre la base de la generalización de algunas características definidas a partir del análisis. Síntesis como bien lo indica, debe de tener lo necesario para tener la información.

3.2.2 Método inductivo

Es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones. La inducción puede ser completa o incompleta.

3.2.3 Método deductivo

Según lo explica Ramos (2019). Mediante el método deductivo se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios. El papel de la deducción en la investigación es doble, primero consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos, por ejemplo, una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya y el segundo, es que también sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos.

En la Tabla 2, se pueden apreciar los métodos de investigación utilizados para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Tabla 2.

Métodos de Investigación Utilizados

Objetivos	Métodos de Investigación	
	Método analítico-sintético	Método inductivo
1. Analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder visualizar cuales serían los posibles planes de acción.	En el análisis de información recopilada de diferentes documentos e informes gubernamentales y la recopilación de datos fundamentales para la elaboración de propuestas, así como información proveniente de juicio de expertos.	
2. Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental	Se recopila la información obtenida de fuentes primarias y se realiza la síntesis o compilado de información.	Se estudia la información obtenida de juicio de expertos con respecto a otros programas de sostenibilidad para realizar las propuestas correspondientes
3. Realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en donde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de “Cero Residuos” .	Se recopila la información obtenida de fuentes primarias y se realiza la síntesis o compilado de información.	Se analiza la información existente a nivel internacional y los proyectos de éxito para realizar propuestas a nivel nacional

Objetivos	Métodos de Investigación	
	Método analítico-sintético	Método inductivo
4. Identificar cuál de las certificaciones de "Cero Residuos" existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos.	Se recopila la información obtenida de fuentes primarias y se realiza la síntesis o compilado de información.	Se estudia la información obtenida de juicio de expertos con respecto a otros programas de sostenibilidad para realizar las propuestas correspondientes
5. Elaborar un Plan de Gestión para las áreas de alcance, cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de verificar la viabilidad de la implementación de este plan.	Se recopila la información obtenida de fuentes primarias y se realiza la síntesis o compilado de información.	

Nota: La Tabla 2 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Creación propia

3.3 Herramientas

Las herramientas de gestión de proyectos sirven para coordinar equipos, delegar tareas y colaborar con otros trabajadores en diferentes proyectos, son todas las opciones con las que se pueda contar para obtener la información necesaria para desarrollar un proyecto, así como para realizar su análisis, hacer pruebas y obtener resultados que permitan llegar a la respuesta de la hipótesis.

El PMI (2021), menciona para los distintos procesos de un proyecto las mismas herramientas de trabajo, estas son juicio de expertos, recopilación de datos (tormenta de ideas, entrevistas, cuestionarios, comparativos), reuniones, análisis de datos (análisis de alternativas, de costo-beneficio, de valor ganado, de variación), siendo estas las que se podrían aplicar al presente proyecto. A continuación, se explicará brevemente en qué consiste cada una de ellas:

Juicio de expertos: es la información obtenida de entrevistas, cuestionarios y reuniones con personas expertas en un tema en específico, con frecuencia se usa cuando no existe suficiente información acerca del tema en investigación, o bien, cuando se considere importante el aporte de estos.

Recopilación de datos: es la recopilación de información, principalmente de datos históricos, los cuales permiten realizar comparaciones y comprender tendencias, también se pueden utilizar mapas mentales, entrevistas y cuestionarios.

Reuniones: son herramientas claves que sirven para comunicar, tomar decisiones y resolver problemas de forma directa, los equipos se alinean en cuanto a objetivos, requerimientos y expectativas.

Análisis de datos: se analiza la documentación obtenida, se pueden desarrollar cuadros comparativos, para tener un criterio de la información recopilada, por medio del

análisis de datos bien documentado, se tiene una justificación de las decisiones tomadas y con las cuales se gestiona el proyecto.

En la Tabla 3, se definen las herramientas utilizadas para cada objetivo propuesto.

Tabla 3.

Herramientas Utilizadas

Objetivos	Herramientas
1. Analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder visualizar cuales serían los posibles planes de acción.	Recopilación de datos de tesis, informes gubernamentales análisis de datos, entrevistas a entidades con comités de sostenibilidad
2. Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental	Reuniones y entrevistas con gestores ambientales y recopilación de datos, por medio de históricos.
3. Realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en dónde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de "Cero Residuos".	Reuniones y entrevistas con gestores ambientales, recopilación de datos y análisis de datos (elaboración de comparativos)
4. Identificar cuál de las certificaciones de "Cero Residuos" existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos.	Recopilación de datos por medio de históricos, tesis, manuales, guías, análisis de datos y juicio de expertos, por medio de reuniones con posibles grupos de interesados
5. Elaborar un Plan de Gestión para las áreas de alcance, cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de verificar la viabilidad de la implementación de este plan.	Análisis de datos y juicio de expertos, reuniones con departamento de seguridad ocupacional y de ingeniería para coordinar un plan de acción realista.

Nota: La Tabla 3 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo. Elaboración propia.

3.4 Supuestos y restricciones

Son los elementos que influyen en la planificación y ejecución de un proyecto, un supuesto es un factor que se considera verdadero, real o cierto, sin prueba ni demostración y una restricción es un factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, programa, portafolio o proceso. Esta forma de análisis asegura que los supuestos y las restricciones sean integradas en los planes y documentos del proyecto, y que haya coherencia entre ellos. (Guía del PMI, 2021, p. 174). Se asumen los supuestos descritos seguidamente como las mejores opciones para el cumplimiento de los objetivos, tomando en cuenta el conocimiento y la investigación realizada para el desarrollo del proyecto.

En resumen, los supuestos son aspectos que se consideran válidos, aunque aún no estén verificados, para poder llevar la investigación a cabo y las restricciones son aspectos que limitan el estudio y la investigación, las restricciones pueden ser económicas, de cronograma, de diseño, etc. Los supuestos y restricciones, y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación, se ilustran en la Tabla 4, a continuación

Tabla 4.

Supuestos y restricciones

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1. Analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder visualizar cuales serían los posibles planes de acción. 2. Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental	Será posible obtener toda la información más relevante acerca de la situación actual del país por medio de informes actualizados de distintas instituciones públicas Será posible lograr entrevistas con las instituciones y profesionales pertinentes para poder obtener la información requerida para la investigación.	La información de normativas y planes de acción a nivel nacional no son del año en curso Existe una restricción en lo que respecta a la recopilación de información, por medio de entrevistas, no se podrá entrevistar a los grandes impulsores del programa Cero Residuos.

Objetivos	Supuestos	Restricciones
Realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en dónde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de “Cero Residuos”.	Las certificaciones existentes funcionarían como guía para aplicar acciones en el plan de “Cero residuos”	El recurso tecnológico para la medición de los beneficios de los programas ambientales es escaso en mayoría la información que se obtendría sería proveniente de juicio de expertos y datos históricos.
3. Identificar cuál de las certificaciones de “Cero Residuos” existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos.	Se podrá obtener las entrevistas y reuniones necesarias con los principales gestores ambientales para obtener la información requerida	El acceso a datos cuantitativos es limitado, en la mayoría de los casos, la información se restringe a estimaciones subjetivas, incluso se debe de confiar en la buena fe de quienes presentan la justificación de los resultados.
4. Elaborar un Plan de Gestión para las áreas de alcance, cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de “cero residuos” en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de verificar la viabilidad de la implementación de este plan.	Los resultados obtenidos servirán como guía para la obtención del certificado de Cero Residuos, las organizaciones interesadas puedan poner en práctica las acciones necesarias y requeridas para el programa.	No se podrá demostrar el beneficio de la implementación del proyecto a corto plazo

Nota: La Tabla 4 muestra supuestos y restricciones utilizadas en correspondencia con cada objetivo. Creación propia.

3.5 Entregables

Los entregables son cualquier resultado, producto o servicio solicitado por el cliente o requerido por el proyecto, la entrega y cumplimiento de los entregables determinan el éxito del proyecto, por lo cual deben de cumplir en costo, tiempo, alcance y calidad.

A continuación, se expone la definición de entregables según dos autores:

Los productos entregables del proyecto realizado según la Guía del PMI (2021), contienen atributos asociados con cada uno de esos productos entregables, es decir; contaron con la fuente de información primaria y secundaria más precisa para el cumplimiento de cada objetivo específico con el que hizo correspondencia, el método de investigación con el que mejor se vinculó, y una especial atención con el producto o entregable. la identificación de los supuestos más precisos y las restricciones visualización estratégica de las restricciones y por último la selección de las herramientas que permitieron obtener esos productos entregables (p. 142).

Según Julia Martins, “los entregables de los proyectos son el resultado que esperas tener al finalizar tu proyecto. Un proyecto puede tener uno o varios entregables, pero identificar con claridad para qué trabajamos puede ser útil para que tu equipo se alinee y para priorizar las tareas a fin de concretar los trabajos más importantes” (Martins J,2024).

En la Tabla 5, se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

Tabla 5.*Entregables del proyecto*

Objetivos	Entregables
1. Analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder visualizar cuales serían los posibles planes de acción.	Una síntesis de la situación actual de la problemática del país con respecto al manejo de residuos, una lista de los residuos más comunes de construcción y centros de acopio utilizados
2. Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental	Una síntesis de los procedimientos necesarios para la creación de un manual de cero desperdicios.
3. Realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en dónde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de “Cero Residuos”.	Un comparativo con las distintas opciones de certificación para poder elegir la que más se adapte a la realidad nacional.
4. Identificar cuál de las certificaciones de “Cero Residuos” existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos.	Un análisis de los procedimientos existentes para poder adaptarlos a la certificación de cero residuos.
5. Elaborar un Plan de Gestión para las áreas de alcance, cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica.	Cronograma, análisis de costo-beneficio, análisis de riesgos, análisis de interesados.

Nota: La tabla muestra los entregables esperados según los objetivos propuestos

4. Desarrollo

En este capítulo se desarrollarán los objetivos planteados al inicio de este proyecto, los cuales ayudarán a comprender la importancia del tema es cuestión, realizando un análisis que va desde la situación actual de Costa Rica en la gestión de residuos, hasta analizar las distintas certificaciones disponibles para alcanzar el desperdicio cero y por último, poder escoger la certificación más adecuada para el país, tomando en cuenta el alcance y los beneficios ambientales y a partir de esto, poder determinar cuáles son las acciones necesarias a poner en práctica.

El diseño de un Plan de Gestión Cero Residuos requiere integrar dimensiones de alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos e interesados. Este plan debe considerar desde la etapa de diseño estrategias de deconstrucción, compras sostenibles, métricas de reciclaje y reducción, y mecanismos de control mediante auditorías y matrices de cumplimiento. El proyecto Penumbra ilustra la viabilidad de incluir partidas presupuestarias específicas, cronogramas paralelos y sistemas de incentivos, demostrando que, aunque implica mayores costos iniciales, la implementación de un modelo de desperdicio cero fortalece la competitividad del sector y posiciona a Costa Rica en la ruta hacia la economía circular.

Antes de empezar con el desarrollo de los objetivos es importante comentar a detalle las características del proyecto Penumbra, este proyecto que pertenece a la industria farmacéutica es de inversión extranjera y consta de 90.000,00m² de construcción, los cuales están distribuidos entre cuartos limpios, cielos caminables, oficinas, cocina, áreas comunes, mezanines de equipos, cuartos de entrenamiento, laboratorios, bodegas y cuartos electromecánicos, estas instalaciones estarán destinadas a la producción y gestión de insumos médicos para importación y consumo nacional.

Penumbra es desarrollado en una zona franca industrial, por lo que su construcción y posterior operación deben de seguir los lineamientos ambientales, del país,

de la zona franca y los solicitados por el cliente, en este caso el cliente cuenta con un gran compromiso ambiental, por lo que no sólo solicitó que el proyecto cumpla con los lineamientos Leed sino que solicitó reducir el desperdicio y los residuos al máximo, comprometido también con la imagen de “país verde” que se vende en Costa Rica.

Para este proyecto se dispone de los recursos económicos suficientes para la etapa constructiva, tal que, el cliente solicitó no escatimar en los mejores acabados, contratación de personal y recursos necesarios para cumplir con los más altos estándares de calidad.

Con respecto al cronograma de trabajo, este proyecto tiene una duración total de 4 años en los cuales se desarrollará la primer etapa que consta de movimiento de tierras, cerramientos, galpón y cubierta de techo y una segunda etapa que incluye las mejoras internas o acabados de construcción, lo que corresponde al desarrollo del proyecto ambiental como tal, es decir, el conjunto de trabajos para la obtención de la certificación de Cero Residuos los cuales se desarrollarán de forma paralela a las actividades constructivas y de principio a fin del cronograma.

Habiendo hecho esta descripción del proyecto, se procede a al desarrollo de los objetivos:

4.1 Objetivo 1

Analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder visualizar cuales serían los posibles planes de acción.

4.1.1 Situación actual de la gestión de residuos de construcción en Costa Rica

A través de los años la cantidad de obras constructivas ha venido en aumento, lo que genera un incremento en la cantidad de residuos, sin embargo, la mayoría de las empresas constructoras grandes, pequeñas y medianas no cuentan con estrategias ni protocolos de gestión y separación de residuos.

La Cámara de la Construcción en su Informe Económico de 2024, indica que se tramitaron ante el CFIA cerca de 5.6 millones de metros cuadrados para la construcción de edificaciones, incrementando en un 17% la cantidad de las edificaciones del año 2023 y 18% las del 2022, siendo Alajuela y San José las provincias con más metros cuadrados de construcción.

En Costa Rica, la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) se enfrenta a retos estructurales y operativos que impactan tanto al medio ambiente como a la eficiencia del sector constructivo. De acuerdo con estimaciones de la UICN (2019), diariamente se genera un aproximado de 1800 toneladas de RCD, de las cuales un porcentaje considerable posee potencial de reutilización o reciclaje, aunque su tratamiento adecuado sigue siendo limitado.

La práctica ha demostrado que la situación actual de Costa Rica necesita movilizarse de un modelo lineal y reactivo de gestión de residuos hacia uno preventivo, regenerativo y basado en la circularidad de materiales. Este cambio requiere involucrar de forma efectiva a gobiernos locales, sector privado y ciudadanía, acompañada de inversión

en infraestructura, campañas de concientización y educación y un lineamiento coherente, realista y actualizado. A nivel de proyectos constructivos, poco a poco se vuelve imprescindible implementar metodologías estandarizadas, y así como fomentar políticas de educación ambiental y monitoreo continuo de la gestión de residuos, a fin de alcanzar los objetivos de sostenibilidad propuestos por el país. Por ejemplo, el sector privado ha asumido un rol más proactivo en la valorización de residuos, iniciativas como E colones , la cual se trata de una moneda virtual utilizada en el ámbito ambiental, la cual fue creada en Costa Rica, como incentivo para el reciclaje y canje de residuos valorizables (Ministerio de Salud de Costa Rica, 2018, párr. 2), estas han permitido recuperar millones de unidades de materiales valorizables mediante alianzas público-privadas y sistemas de incentivos. Sin embargo, estas prácticas no están aún generalizadas ni estandarizadas en el sector constructivo.

También se debe de considerar que, actualmente las empresas que forman parte del sector construcción de forma directa e indirecta, se vuelven más competitivas al adoptar dentro de sus políticas buenas prácticas y lineamientos ambientales, ya que en los últimos años los requisitos de las desarrolladoras y empresas extranjeras que invierten en el país incluyen compromisos ambientales y certificaciones afines.

En términos normativos, el país cuenta con instrumentos legales como la Ley N.º 8839, con año de publicación 2010 y modificada por la ley 9825 publicada en 2021, para la Gestión Integral de Residuos (2010), actualizada mediante la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023–2033, la cual enfatiza en la minimización en la fuente, la valorización y la economía circular como pilares del nuevo enfoque de gestión.

Además, la Estrategia Nacional de Economía Circular (MINAE, 2023) propone líneas de acción específicas para sectores clave como la construcción, procurando reducir el uso de recursos vírgenes mediante la reutilización y el rediseño de procesos constructivos. La estrategia reconoce que los residuos de construcción representan uno

de los mayores flujos de residuos sólidos del país y que su manejo adecuado es prioritario para alcanzar una economía regenerativa.

Otro aspecto clave es la participación de los diferentes actores involucrados. Según el Reglamento para la Contratación de Servicios de Consultoría en Ingeniería y Arquitectura del CFIA (2020), los profesionales en obra tienen responsabilidad directa sobre el cumplimiento normativo ambiental, incluyendo la disposición de residuos. No obstante, estudios han demostrado que muchas veces estas obligaciones se cumplen solo parcialmente debido a la falta de supervisión o de formación técnica.

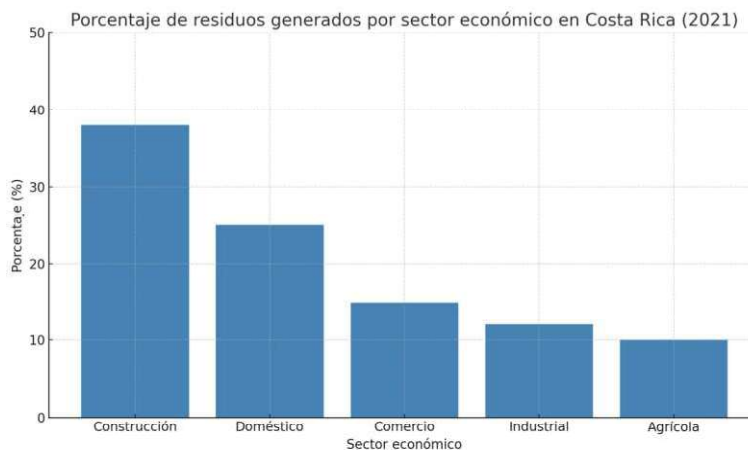
Asimismo, los gobiernos locales y las empresas recolectoras juegan un papel esencial. La Política Nacional de GIR 2023–2033 establece que cada municipalidad debe contar con planes de manejo, pero su ejecución efectiva depende del financiamiento y del personal técnico disponible, lo cual varía mucho entre cantones.

Finalmente, la ciudadanía, aunque menos visible en el proceso constructivo, también influye en la generación de residuos mediante prácticas como, desperdicio de materiales o contratación informal sin regulación. Por ello, se sugiere integrar campañas de sensibilización dirigidas a clientes, vecinos de las obras y otros actores indirectos.

Estos elementos complementarios refuerzan la necesidad de una visión integral para entender la situación actual del país.

Figura 8.

Porcentaje de residuos generados por sector económico (Costa Rica, 2021)



Nota: Adaptado del Estado de la Nación, 2019; MINAE, 2023.

4.1.2 Problemática generada por la gestión de residuos de construcción

La situación nacional indica que persiste una alta dependencia del uso de vertederos a cielo abierto o rellenos sanitarios, muchos de los cuales operan en condiciones que no son óptimas o que ya han llegado a su capacidad máxima. Según 360 Soluciones Verdes (2020), al menos 22 municipalidades, mayoritariamente en zonas rurales, continúan utilizando vertederos, y para 2016, seis rellenos sanitarios y diez vertederos estaban en proceso de cierre técnico.

El informe del Estado de la Nación (2019) señala que la disposición final en rellenos sanitarios sigue siendo la forma más extendida de manejo de residuos sólidos, a pesar de que genera emisiones de gases de efecto invernadero y lixiviados peligrosos para los ecosistemas y la salud humana.

Además, en materia de separación de residuos existen muy pocos avances, al igual que en la valorización de residuos reciclables y el tratamiento de material orgánico.

A nivel de gestión municipal, existe una gran disparidad. Algunas municipalidades como Alvarado, Pérez Zeledón o San Rafael de Heredia han implementado programas piloto de compostaje y reciclaje, mientras que otras no han logrado avances significativos en este campo. La falta de infraestructura adecuada, planificación técnica y articulación interinstitucional limita los esfuerzos por una gestión más sostenible.

La gestión de residuos resulta una problemática en sí para la mayoría de las empresas y sectores en general, ya que esto implica un esfuerzo adicional, no

capacitación, de forma que se convierta en una conciencia social más que en una obligación. A continuación, se muestra un cuadro con la capacidad de reciclaje de los principales materiales de construcción, no sólo de recurso humano sino económico que muchos no están dispuestos a asumir, el camino hacia una industria sostenible debe de iniciar con educación.

Figura 9.

Capacidad de reciclaje de materiales de construcción

Material	Capacidad de Reciclaje	Observaciones
Madera	Limitada	Pocas instalaciones específicas; se promueve su reutilización o conversión en biomasa.
Escombros (concreto, ladrillos)	En desarrollo	Empresas como Zero Waste ofrecen servicios de trituración y reutilización en sitio.
Metales y Acero	Alta	Empresas como Fortech gestionan eficientemente el reciclaje de metales ferrosos y no ferrosos.
Vidrio	Alta	Costa Rica ha establecido récords en reciclaje de vidrio, con empresas como VICESA liderando el proceso.
Plásticos y Cartón	Moderada	Reciclaje común en centros de acopio municipales y privados; requiere separación adecuada.

Nota: elaboración propia con base en Zero Waste (2023), Fortech Costa Rica (2023), Crespo Agency (2023).

En el cuadro anterior, se puede observar que la disposición final de los residuos de construcción tiene su grado de dificultad, a continuación, algunos de los motivos:

En Costa Rica existen pocas empresas de clasificación y reciclaje específicas para materiales de construcción, la mayoría de los residuos de obra todavía terminan en vertederos, ya que es la solución más expedita para deshacerse de los restos.

Existen leyes sobre gestión de residuos, sin embargo, no existen regulaciones claras que obliguen al reciclaje de materiales de construcción, el control de estas prácticas en su mayoría es cualitativo, lo que hace difícil la estandarización de estos procesos.

Hace falta educación e interés por temas relacionados a la sostenibilidad ambiental.

El reciclaje y la correcta disposición de los residuos de construcción puede significar inicialmente una alta inversión económica.

4.1.3 Clasificación de residuos de construcción en Costa Rica

Los residuos generados en obra no son homogéneos. Entre los más comunes se encuentran concreto, madera, acero, plástico, cartón, yeso, vidrio y material de empaque, cuya correcta clasificación y separación en la fuente permitiría su reincorporación en ciclos productivos bajo esquemas de economía circular.

En Costa Rica, según la Comisión Verde de la Comisión de Crisis climática (CCC,) los RCD se pueden clasificar como residuos valorizables y no valorizables. Así mismo, se pueden clasificar en ordinarios y peligrosos.

Según Méndez (2021) los residuos ordinarios, están compuestos por metales, como tuberías de acero, marcos y cielo raso de aluminio, bolsas de empaque de cemento, cable eléctrico, cartón, cerámica, tuberías de cobre, concreto, concreto armado, estereofón, herramientas de trabajo, hierro, ladrillos, láminas de zinc, latón y bronce,

piezas de cerrajería, madera, material aislante, material producto de los movimientos de tierra, melamina, papel, empaques de plástico, residuos de piedras naturales, mármol y granito, residuos de PVC, residuos de yeso, mortero de pega, repello, fragua, equipo de seguridad, como zapatos, ropa, cascos y vidrio.

En cuanto a los residuos peligrosos identificados corresponden a: ácidos, disolventes, detergentes, aditivos para el concreto, desencofrantes, envases de aceites, lubricantes, líquidos de frenos, combustibles, envases metálicos y plásticos de pintura, madera tratada con compuestos químicos, pintura, residuos de asbestos, residuos de asfalto, residuos de fibra de vidrio, gypsum, residuos de soldadura, silicón y otros selladores, suelo contaminado, trapos, brochas y otros utensilios que

contienen productos químicos utilizados para limpieza de superficies y equipos y tubos fluorescentes. Méndez (2021).

El sector construcción tiene una alta incidencia en la generación de residuos debido a errores en el diseño, exceso de materiales, almacenamiento inadecuado y prácticas deficientes en obra, lo que provoca desperdicios y contaminación

Es importante comprender los distintos tipos de residuos generados en las distintas etapas de un proyecto de construcción, para así saber en qué momento gestionarlos.

Tabla 6.*Etapas del proyecto*

Fase del Proyecto	Tipos de Residuos Generados	Observaciones
Obras preliminares (campamento)	Residuos orgánicos, papel, cartón, botellas, aguas residuales	Incluye residuos de manejo especial
Demolición	Escombros, concreto, hierro, madera, vidrios, acero etc	Puede incluir materiales peligrosos
Movimiento de tierras	Material vegetal, piedras, material de excavación	Reutilizables, pueden causar erosión si se disponen mal
Obra gris	Bloques rotos, concreto, madera de formaletas	Reciclables o reutilizables, si se gestionan adecuadamente
Cubierta y techos	Láminas de zinc, impermeabilizantes, empaques plásticos, aislantes, sellantes	Pueden contener residuos peligrosos o contaminantes
Acabados	Materiales de piso como porcelanatos, vinil, epóxicos, pintura, estuco, materiales de pega, vidrios, gypsum, cables, tubos de PVC, partes metálicas, envoltorios	Presencia de residuos peligrosos como solventes, materiales eléctricos que deben separarse
Mantenimiento y limpieza final	Trapos contaminados, químicos, bolsas plásticas, productos de limpieza	Incluye residuos de manejo especial

Nota: La tabla muestra los tipos de residuos generados en las distintas etapas del proyecto

4.2 Objetivo 2

Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental que genera esta industria.

La gestión adecuada de los residuos en los proyectos constructivos representa un desafío constante, tanto por la diversidad de materiales involucrados como por la complejidad operativa que caracteriza a estas obras. Ante esto, la implementación de estrategias de "desperdicio cero" se posiciona como una necesidad y una opción que permite minimizar el impacto ambiental y optimizar los recursos materiales y financieros del proyecto.

Para determinar los procedimientos necesarios que conduzcan al desperdicio cero, es fundamental analizar metodologías certificadas (las cuales se plantearán en el próximo apartado), las buenas prácticas existentes, las normativas nacionales e internacionales, así como identificar los flujos de residuos generados por fases constructivas. Este análisis facilita la estructuración de un plan estratégico que contemple desde la prevención en la generación de residuos hasta su correcta valorización y disposición final.

La economía circular, la gestión integral de residuos y el desarrollo regenerativo son los pilares teóricos que sustentan este objetivo. Según la Estrategia Nacional de Economía Circular (2022), es prioritario diseñar proyectos que minimicen el uso de recursos vírgenes, promuevan la reutilización de materiales y optimicen los ciclos de vida de los productos. Complementariamente, la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos 2023-2033 plantea metas claras como la reducción de residuos no valorizables y la integración de las 9R en los sectores productivos, especialmente en construcción.

Se pueden estructurar los siguientes procedimientos clave para alcanzar el desperdicio cero:

Identificación de materiales generados en cada fase del proyecto

Cada fase de un proyecto constructivo genera tipos de residuos distintos. Durante la demolición y movimiento de tierras predominan escombros, tierra y concreto. En la fase estructural se generan residuos metálicos, de encofrados y mezcla. En la fase de acabados aparecen residuos como cartón, madera, cerámica, pintura y plásticos. Un mapeo por actividad permite anticipar los materiales a gestionar y diseñar sistemas de separación eficientes.

Clasificación y cuantificación de residuos para establecer líneas base

Es esencial establecer una línea base de generación de residuos antes de implementar medidas de control. Esta línea se puede obtener por medio de auditorías iniciales en proyectos similares o mediante observación directa. La cuantificación puede realizarse por volumen o peso, y se recomienda usar categorías estándar: residuos inertes (concreto, ladrillo), residuos valorizables (metales, cartón), residuos peligrosos (pinturas, solventes) y residuos orgánicos.

La cuantificación de estos residuos para este proyecto la realiza el gestor ambiental correspondiente, la mayoría es gestionada por la empresa Zero Waste. En el siguiente cuadro se muestra la cantidad de residuos procesados en el proyecto Penumbra.

Tabla 7*Cantidad de residuos proyecto Penumbra*

Total de residuos en Kg												
Material	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Plástico	2 375	-	1 050	300	250	605	225	2 600	900	390	1 200	9 895
Papel y Cartón	-	-	597	1 880	1 182	3 029	2 437	2 813	2 635	3 565	1 598	19 736
Metal	-	-	-	3 229	5 795	6 135	9 433	9 762	7 078	4 681	9 430	55 543
Madera	5 900	11 000	6 100	9 650	22 650	21 652	16 250	24 000	13 250	21 100	12 500	164 052
Ordinarios	8 516	9 440	15 620	15 460	15 620	18 650	16 630	19 850	16 790	22 490	15 430	174 496
Gypsum	-	16 000	3 850	32 000	30 100	21 805	31 850	16 000	30 150	23 200	15 250	220 205
Compost	-	-	-	-	-	-	25	25	25	26	18	119
TOTAL	16 791	36 440	27 217	62 519	75 597	71 876	76 850	75 050	70 828	75 452	55 426	644 046

1.

Nota: Datos obtenidos de S.Vargas, comunicación personal, 5 de agosto de 2025.**Tabla 8.***Destino final de los residuos*

Material	Destino Final
Plástico	Reciclaje
Papel y Cartón	Reciclaje
Metal	Reciclaje
Madera	Trituración
Ordinarios	Relleno Sanitario
Gypsum	Coprocesamiento
Compost	Procesamiento en sitio

Nota: Elaboración propia, datos obtenidos de Vargas comunicación personal, 5 de agosto de 2025

Diseño de protocolos de separación, almacenamiento y disposición

Los protocolos deben establecer métodos claros para segregar residuos en el sitio de obra, definiendo contenedores específicos, colores por tipo de material y procedimientos para su traslado temporal. Además, deben señalar las normas de

seguridad, las condiciones de almacenamiento (cubierto, ventilado) y los tiempos máximos antes de su recolección o envío a reciclaje.

En este proyecto se estableció un protocolo de incentivos para incentivar las acciones positivas y responsables en tema de gestión de residuos y seguridad ocupacional, en este protocolo los trabajadores ganan tiquetes y se canjean por premios como snacks, herramienta menor y parlantes. En esta práctica, participan todos los trabajadores del proyecto, tomando en cuenta todos los subcontratos.

Auditorías internas (visuales o físicas) para evaluar cumplimiento

Los trabajadores de campo se encuentran haciendo patrullaje todos los días de la semana, mientras que el ingeniero ambiental camina por el proyecto tres días a la semana y el inspector ambiental externo hace una inspección semanal.

Estas inspecciones permiten corregir desviaciones, identificar oportunidades de mejora y demostrar avances.

Establecimiento de alianzas con centros de acopio y recicladoras

Un componente clave del modelo desperdicio cero es contar con aliados externos para la disposición de los residuos valorizables. Esto incluye recicladoras, centros de acopio, composteras y gestores certificados por el Ministerio de Salud. La formalización de estas alianzas mediante contratos asegura trazabilidad y cumplimiento legal.

Para Penumbra, como se mencionó antes se cuenta con el gestor ambiental Zero Waste para la mayoría de los residuos, en el caso de los residuos que no se pueden procesar se llevan a botaderos certificados, a los cuales se les solicita el permiso municipal y ambiental.

- **Capacitación continua del personal técnico y operativo**

La gestión adecuada de residuos requiere de un cambio cultural en los equipos de obra. Por ello, se deben implementar capacitaciones periódicas que aborden temas como separación en fuente, peligros asociados a materiales específicos, uso de contenedores y beneficios ambientales del programa. Esta formación puede ser parte de la inducción de obra y reforzada mensualmente.

- **Documentación y trazabilidad de todos los residuos generados**

Para efectos de certificación, mejora continua y control legal, se debe documentar la generación, clasificación, transporte y destino final de los residuos. Esta trazabilidad se registra por medio de la bitácora del ingeniero ambiental, carpetas compartidas en línea y de forma digital y accesible para todos los involucrados, por medio de Procore, como software de administración de proyectos. El objetivo es asegurar que todos los materiales generados sean tratados adecuadamente y que los informes puedan ser auditables por terceros. A partir del análisis documental, se proponen los siguientes procedimientos generales:

a. Planificación y diseño

- Incorporar principios de diseño para deconstrucción.
- Selección de materiales reciclables y de bajo impacto ambiental.
- Considerar espacios para almacenamiento temporal de residuos clasificados.

b. Gestión de obra

- Capacitación continua al personal técnico y operativo.
- Implementación de un sistema de separación en sitio (estaciones de reciclaje).
- Contratación de gestores autorizados para recolección y valorización.

c. Monitoreo y control

Auditorías internas mensuales de residuos.

Trazabilidad documentada de todos los materiales desechados.

Indicadores clave: % de residuos reciclados, % de desvío de vertedero, reducción de emisiones asociadas.

d. Cierre del proyecto

Informe de gestión de residuos por fase.

Evaluación de lecciones aprendidas.

Propuesta de mejora para futuros proyectos.

Se propone el siguiente cuadro para controlar del desarrollo de los procedimientos planteados.

Tabla 9.

Matriz de control de tareas

Procedimiento	Responsable	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Estado	Observaciones	Evidencias adjuntas
Identificación de materiales generados en cada fase						
Clasificación y cuantificación de residuos						
Diseño de protocolos de separación, almacenamiento y disposición						
Auditorías internas (visuales o físicas)						
Establecimiento de alianzas con centros de acopio y recicladoras						
Capacitación continua del personal técnico y operativo						
Documentación y trazabilidad de residuos						

Nota: Elaboración propia, datos obtenidos de Vargas comunicación personal, 5 de agosto de (2025)

En el marco del Objetivo 2, además de definir los procedimientos clave y sus mecanismos de control, es fundamental profundizar en las acciones complementarias que garanticen su implementación efectiva en proyectos de construcción. Estas acciones se enfocan en el fortalecimiento de la cultura organizacional, la integración de herramientas de control y la creación de un sistema de seguimiento que permita la mejora continua (Ministerio de Ambiente y Energía, 2023; Ministerio de Salud, 2023).

Uno de los aspectos prioritarios es la planificación anticipada de la gestión de residuos, que debe iniciar en la etapa de diseño del proyecto y mantenerse como un eje transversal en todas las fases. Esto implica elaborar un plan de gestión específico para cada obra, detallando el tipo de residuos previstos, la logística de recolección interna y las rutas hacia los puntos de valorización o disposición final. Dicho plan debe estar alineado con la normativa nacional vigente y con las políticas ambientales internas de la organización (Ministerio de Salud, 2023).

Asimismo, la asignación de responsabilidades claras resulta clave para evitar vacíos operativos. Cada procedimiento (del 1 al 7) debe contar con un responsable designado, con autoridad y recursos para ejecutar las acciones necesarias. Para asegurar la rendición de cuentas, es recomendable llevar un registro firmado por cada responsable al completar sus tareas, lo que también facilita la trazabilidad de las decisiones y la transparencia del proceso (EDICA Ltda., 2021).

En términos de control, se propone la implementación de herramientas de seguimiento digital y físico. El uso de hojas de control en Excel u otras plataformas permite registrar fechas, estados de avance, observaciones y evidencias fotográficas, mientras que las auditorías periódicas aportan una validación en campo (Ministerio de Salud, 2022). Estos mecanismos no solo evalúan el cumplimiento, sino que también

identifican áreas de oportunidad y posibles ajustes a los protocolos para optimizar los resultados.

El componente formativo no debe limitarse a capacitaciones iniciales, sino que debe incluir refuerzos periódicos y sesiones prácticas en obra, donde se revisen ejemplos reales, errores detectados y soluciones aplicadas (Ministerio de Ambiente y Energía, 2023). Esto fomenta la apropiación de las buenas prácticas por parte del personal, incrementa la eficiencia en la gestión de residuos y minimiza la resistencia al cambio.

Finalmente, el éxito de estos procedimientos depende de la comunicación interna fluida entre todos los actores involucrados: dirección del proyecto, equipo técnico, contratistas y proveedores. El intercambio constante de información asegura que las decisiones se tomen con base en datos actualizados y que las acciones correctivas se implementen a tiempo, logrando así un avance real hacia el desperdicio cero en la construcción (Ministerio de Salud, 2023). Se recomienda establecer canales formales de comunicación, como reuniones de seguimiento semanales y reportes quincenales, para mantener un control y coordinación efectivos.

La aplicación de certificaciones y normativas específicas para la gestión de residuos en el sector de la construcción constituye una herramienta estratégica para asegurar el cumplimiento de estándares ambientales, legales y de sostenibilidad (Ministerio de Salud, 2023). En Costa Rica, el marco regulatorio nacional se complementa con estándares internacionales reconocidos, lo que facilita la transición hacia un modelo de construcción con desperdicio cero. Este objetivo se centra en identificar, describir y analizar dichas normativas y certificaciones, con énfasis en sus requisitos y beneficios tangibles (Green Business Certification Inc., 2021).

4.3. Objetivo 3

Realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en dónde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de “Cero Residuos”.

En el mercado existen varias certificaciones que pueden llevar al desperdicio cero en la construcción, como lo son TRUE Zero Waste, Zero Waste, LEED CWM, ISO 14001, PBAE y BREEAM, sin embargo, en la práctica, TRUE Zero Waste y la certificación ZWIA son las más específicas para alcanzar el desperdicio cero, mientras que LEED CWM, ISO 14001, BREEAM y a nivel nacional Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), estas, pueden integrar objetivos de cero residuos como parte de estrategias de sostenibilidad. Por lo tanto, para efectos de este proyecto se estará haciendo énfasis en las dos primeras certificaciones mencionadas.

4.3.1 Certificación TRUE Zero Waste

La certificación TRUE Zero Waste (Total Resource Use and Efficiency), administrada por el Green Business Certification Inc. (GBCI), es un estándar internacional diseñado para ayudar a las organizaciones a eliminar por completo el concepto de “residuo” mediante la implementación de prácticas de economía circular (Green Business Certification Inc. [GBCI], 2021a). Su enfoque central es que al menos el 90% de todos los materiales generados sean desviados de vertederos, incineradoras o el medio ambiente, fomentando su reintegración en ciclos productivos o biológicos (GBCI, 2021b). Se debe incluir todos los residuos no peligrosos generados en el sitio (sobros orgánicos) y materiales de obra gris: suelo, concreto, etc. (si no son peligrosos).

TRUE se basa en la jerarquía de manejo de residuos: prevenir, reducir, reutilizar, reciclar, compostar y, como última opción, disponer de manera segura (GBCI, 2021a). A

diferencia de otros sistemas que se enfocan únicamente en la gestión final de los residuos, TRUE promueve cambios en la cultura organizacional, en las políticas de compra, en el diseño de procesos y productos, y en la participación de todo el personal y proveedores.

Requisitos y aspectos para considerar para obtener la certificación **(GBCI, 2021b)**:

- Realizar el registro correspondiente en la página de TRUE.
- Implementar una política formal de cero residuos.
- Cumplir con los requisitos mínimos de desempeño ($\geq 90\%$ de desvío, $\leq 10\%$ de contaminación en flujos reciclables, cumplimiento legal y elaboración de un caso de estudio).
- Documentar y presentar evidencias de prácticas en 15 categorías: rediseño, reducción, reutilización, compostaje, reciclaje, reporte, desvío, compras sostenibles, liderazgo, capacitación, análisis, gestión upstream, prevención de peligrosos, ciclo cerrado e innovación.

Figura 10.

Registro TRUE

Registro TRUE

Para realizar el registro en la plataforma de TRUE, se debe de ingresar la información del proyecto y realizar el pago con una **tarjeta de crédito**. Una vez realizado el pago, el proyecto queda registrado para comenzar con la carga de documentación y evidencia para el cumplimiento de los créditos perseguidos.

Costos de registro y certificación:

- Registro: \$ 1.200
- Certificación: \$ 5.000

* Los precios ya cuentan con el descuento a miembros del USGBC.
 * Se aplica un 10% de descuento si se realizan ambos pagos juntos. (ahorro de \$ 620)
 * Proyectos de construcción no aplican para recertificación.

Registro se realiza en: <https://true.gbci.org/true-certification-zero-waste>




Nota: Fishel, E (2025). *Registro True*. Boardwalk True Zero Waste. [Presentación de PowerPoint]. Recibida por correo electrónico.

Forma de calificación

El sistema de créditos de TRUE evalúa el nivel de cumplimiento en cada categoría, otorgando puntos basados en criterios objetivos y evidencias verificables. La evaluación la realiza un “TRUE Assessor” independiente acreditado por GBCI, quien revisa la documentación presentada, valida los datos de pesaje y verifica que las prácticas cumplan con los criterios publicados (GBCI, 2021 a).

Los niveles de certificación dependen de la cantidad de puntos acumulados: Certified, Silver, Gold o Platinum. TRUE no es una certificación permanente; requiere mantener las prácticas implementadas y, en el caso de operaciones en curso, recertificaciones periódicas para validar la mejora continua (GBCI, 2021b).

El sistema de créditos funciona de la siguiente forma:

- Total de puntos: 71.
- Niveles: Certified 27, Silver 33, Gold 40, Platinum 55.

- Categorías (adaptadas del sistema TRUE):
 1. Rediseño
 2. Reducción
 3. Reutilización
 4. Compostaje
 5. Reciclaje
 6. Reporte de Cero Residuos
 7. Desvío
 8. Compras de Cero Residuos
 9. Liderazgo
 10. Capacitación
 11. Análisis de Cero Residuos
 12. Gestión Upstream (logística y gestiones previas)
 13. Prevención de Peligros
 14. Ciclo Cerrado
 15. Innovación

Figura 11.*Puntos TRUE*

Nota: ENEX(2025, 20 de mayo).TRUE for construction projects-Pilot Introduction
(diapositivas de pp)

Tiempos por considerar y etapas de documentación:

- Tiempo de ejecución: a lo largo de todo el proyecto de construcción.
- Revisión preliminar de documentación presentada: 15 días hábiles.
- Revisión final de documentación: 15 días hábiles.
- Se recomienda iniciar desde la fase de planificación o, como máximo, en las primeras semanas de obra, para garantizar que todos los materiales y residuos generados estén contemplados en el plan de gestión. Si la implementación comienza una vez iniciado el proyecto, deben recopilarse datos y evidencias desde ese punto en adelante, lo que podría limitar el porcentaje de desvío total alcanzable (GBCI, 2021a).

Inversión económica y aspectos para considerar:

La inversión económica para implementar TRUE for Construction se divide en dos bloques: tasas de certificación y costos operativos internos.

Tasas de certificación GBCI (precios piloto referenciales):

Miembros USGBC: Registro USD 1.200, Certificación USD 5.000, Paquete combinado USD 5.580.

No miembros: Registro USD 1.500, Certificación USD 6.250, Paquete combinado USD 6.975.

Costos internos y operativos:

- Espacios de almacenamiento: contenedores, bodegas, señalización, etc.
- Medición y control: básculas, software de seguimiento, hojas de registro.
- Capacitación: inducción inicial y formación continua del personal y contratistas.
- Contratación de gestores autorizados y transporte diferenciado por flujo.
- Comunicación y cultura organizacional: tableros de indicadores, campañas internas, incentivos.
- Auditorías internas o externas previas a la revisión oficial.
- Tiempo disponible para recopilar datos y evidencias: cuanto antes se inicie, más fácil será cumplir el 90% de desvío de residuos, lejos del botadero para ser reciclados, reprocesados o reutilizados

- Disponer de recursos para monitoreo constante para corregir desviaciones y evitar pérdida de créditos.

Estos son los pasos finales para la solicitud de la certificación TRUE en el proyecto de construcción:

- El equipo del proyecto presenta evidencias (políticas, datos de peso, contratos de gestores, auditorías, fotos, registros de capacitación, etc.).
- El asesor verifica requisitos mínimos y evidencias por crédito.
- El asesor pide aclaraciones en la revisión preliminar.
- Auditoría en el proyecto: no es obligatoria por defecto en el piloto; GBCI puede realizarla por control de calidad.

Área de aplicación:

TRUE Zero Waste se aplica en diversos países como Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Japón, Emiratos Árabes Unidos, España, Italia, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica, entre otros. Su presencia internacional facilita la adopción de prácticas de gestión de residuos en diferentes contextos normativos y de mercado.

4.3.2 Certificación Zero Waste

La certificación Zero Waste, administrada por la Zero Waste International Alliance (ZWIA), es un estándar global que busca la eliminación progresiva de la disposición final de residuos en vertederos, promoviendo un sistema de gestión basado en la economía circular y la conservación de recursos (Zero Waste International Alliance ZWIA, 2020). A diferencia de TRUE Zero Waste, este esquema se enfoca en principios y políticas de

alcance global, con un énfasis marcado en la responsabilidad extendida del productor y la participación comunitaria (ZWIA, 2020).

El estándar se rige por la jerarquía de manejo de residuos con prioridad en la prevención, reducción, reutilización, compostaje y reciclaje, antes de considerar la disposición final (ZWIA, 2020). Incluye el concepto de “ciclo cerrado” donde los materiales se mantienen en uso continuo, minimizando el impacto ambiental y social de la producción y el consumo.

Requisitos y aspectos por considerar para obtener la certificación:

- Evaluación inicial: análisis del ciclo de vida de los materiales empleados y diagnóstico de generación de residuos (ZWIA, 2020).
- Política de Zero Waste: compromiso formal de la organización con metas claras y medibles (ZWIA, 2020).
- Plan de acción: estrategias para prevención, reducción, reutilización y valorización de residuos (ZWIA, 2020).
- Ejecución operativa: implementación de programas de devolución, reparación, reciclaje y compostaje, así como compras responsables.
- Educación y participación: capacitación continua a personal, contratistas y comunidades involucradas (ZWIA, 2020).
- Auditoría y verificación externa: revisión de evidencias por un evaluador acreditado por ZWIA.

Forma de calificación:

Para obtener la certificación, la organización debe demostrar un desvío de residuos de al menos 90%, con evidencia documentada del destino final de cada flujo (ZWIA, 2020). La calificación se determina a partir de una combinación de indicadores cuantitativos y cualitativos.

Indicadores cuantitativos

Porcentaje total de desvío = (Peso total de materiales desviados / Peso total de residuos generados) × 100.

Reducción absoluta de residuos (en toneladas o kg) en un periodo determinado.

Reducción relativa de residuos por unidad de producción o servicio.

Tasa de reutilización = (Materiales reutilizados internamente + vendidos/donados para reutilización) / Total de residuos.

Tasa de reciclaje y compostaje = (Materiales reciclados + compostados) / Total de residuos.

Indicadores cualitativos

- Existencia de políticas formales de Zero Waste adoptadas por la alta dirección (ZWIA, 2020).
- Integración de la filosofía Zero Waste en las compras y la cadena de suministro.
- Innovación en la prevención y valorización de residuos.
- Participación y capacitación de empleados, contratistas y comunidades.
- Transparencia y comunicación pública de resultados.
- El evaluador acreditado por ZWIA revisa la documentación presentada, valida los cálculos de desvío y verifica las políticas y prácticas en sitio (ZWIA, 2020). La asignación de la certificación se realiza únicamente si todos los requisitos mínimos son cumplidos y los indicadores alcanzan los umbrales establecidos.

Tiempos por considerar y etapas de documentación:

Inicio recomendado de la documentación: desde la fase de planificación del proyecto o, como máximo, en el inicio de las operaciones, para garantizar trazabilidad completa de los residuos (ZWIA, 2020).

Periodo de recolección de datos: mínimo de 12 meses consecutivos en operaciones permanentes; en proyectos de construcción, durante todo el ciclo de obra.

Revisión preliminar de la documentación: de 30 a 45 días hábiles, dependiendo del volumen y complejidad de la información.

Auditoría en proyecto: programada posterior a la revisión documental, con duración de 1 a 3 días.

Emisión de certificación: dentro de los 15 días posteriores a la auditoría, si se cumplen todos los requisitos.

Validez de la certificación: generalmente 3 años, con auditorías intermedias anuales para seguimiento.

Inversión económica y aspectos por considerar

- La inversión económica para la certificación Zero Waste depende de la escala de la organización y el alcance de la certificación, pero generalmente se compone de:
 - Tarifa de certificación ZWIA: en mi experiencia personal, en proyectos de construcción, los costos pueden variar entre USD 5.000 y USD 10.000, dependiendo del tamaño y complejidad de la operación. (experiencia personal, comunicación personal, 2025).
 - Costos de consultoría y preparación: contratación de expertos o auditores internos para alinear los procesos (USD 3.000 a USD 8.000, según alcance). (experiencia personal, comunicación personal, 2025).
 - Infraestructura y logística: estaciones de separación, señalización, equipamiento de pesaje y almacenamiento temporal (USD 2.000 a USD 7.000). (experiencia personal, comunicación personal, 2025).

- Capacitación y comunicación interna: desarrollo de material educativo, talleres y campañas (USD 1.000 a USD 3.000). (experiencia personal, comunicación personal, 2025).
- Monitoreo y auditorías intermedias: costos recurrentes para mantener la certificación (USD 1.000 a USD 2.500 anuales). (experiencia personal, comunicación personal, 2025).
- La planificación previa y la integración con procesos existentes pueden reducir significativamente la inversión total.

Ámbito de aplicación

La certificación Zero Waste se ha implementado en países como Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, España, Italia y Chile, en sectores que van desde la manufactura y la logística hasta la construcción (ZWIA, 2020).

4.3.3 LEED v4/v4.1 – Créditos de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (CWM)

Dentro del sistema Leadership in Energy and Environmental Design del USGBC, se incluyen créditos para la gestión de residuos de construcción y demolición (U.S. Green Building Council [USGBC], 2020). Aunque LEED no es una certificación exclusiva de desperdicio cero, promueve estrategias que pueden acercar a este objetivo, como la separación en origen y la valorización de materiales.

Esta versión indica que se debe de manejar menos de 5kg/m² de residuos.

4.3.4 ISO 14001 – Sistemas de Gestión Ambiental

Norma internacional que establece los requisitos para implementar un sistema de gestión ambiental efectivo (International Organization for Standardization - ISO, 2015).

Aunque no se centra únicamente en residuos, permite integrar objetivos de desperdicio cero dentro de un marco de mejora continua, auditorías internas y cumplimiento legal.

Esta norma se menciona levemente para efectos de la investigación, sin embargo, mas adelante no se utilizará como base para el desarrollo de los objetivos.

4.3.5 BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method

Certificación británica de construcción sostenible que evalúa múltiples categorías, incluyendo la gestión de residuos (Building Research Establishment-BRE, 2016). Fomenta la reducción en obra, la reutilización y el reciclaje de materiales, aunque, al igual que LEED, no es exclusiva para desperdicio cero.

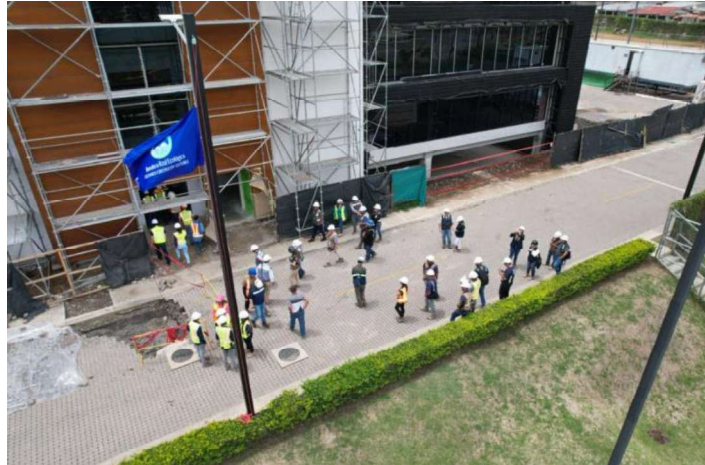
Esta norma se menciona levemente para efectos de la investigación, sin embargo, mas adelante no se utilizará como base para el desarrollo de los objetivos.

4.3.6 Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE)

Este programa es una iniciativa costarricense que reconoce a organizaciones, comunidades y proyectos que implementan prácticas sostenibles en distintas categorías, incluyendo la gestión adecuada de residuos sólidos y líquidos (Programa Bandera Azul Ecológica - PBAE, 2023). Tiene varias categorías y subcategorías ambientales, fomenta la reducción y valorización de residuos, así como la educación ambiental. Aunque no es exactamente una certificación de desperdicio cero, puede complementar estrategias de gestión de residuos en obra y contribuir a la imagen pública y compromiso ambiental de los proyectos.

Figura 12.

Izaje de Bandera Azul-Proyecto Shell Edificio Administrativo de oficinas B



Nota: Ing. Oscar Quesada Borbón (2024)

4.4 Objetivo 4

Identificar cuál de las certificaciones de “Cero Residuos” existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos.

Tabla 10.*Comparativo de certificaciones*

Característica	TRUE Zero Waste (GBCI)	Zero Waste Certification (ZWIA)
Organismo emisor	Green Business Certification Inc. (GBCI)	Zero Waste International Alliance (ZWIA)
Año de creación	2017 (TRUE)	2004 (estándar ZWIA, certificación formal posterior)
Ámbito de aplicación	Global, con presencia en EE. UU., Canadá, México, Brasil, Japón, EAU, España, Italia, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, entre otros	Global, aplicado en EE. UU., Canadá, Australia, Nueva Zelanda, España, Italia, Chile y otros países
Enfoque principal	Gestión integral de residuos con $\geq 90\%$ de desvío de vertedero/incineración, mejora continua y cambio cultural	Prevención, reducción y reutilización de residuos con $\geq 90\%$ de desvío y políticas alineadas a economía circular
Sectores de aplicación	Empresas, instituciones y proyectos de construcción (TRUE for Construction)	Empresas, gobiernos, comunidades, industrias y construcción
Requisitos clave	Política formal de cero residuos, cumplimiento legal, reporte documentado, trazabilidad completa, $\geq 90\%$ desvío	Política de Zero Waste, diagnóstico inicial, plan de acción, $\geq 90\%$ desvío, educación y participación comunitaria
Sistema de evaluación	81 créditos en 15 categorías; niveles Certified, Silver, Gold, Platinum	Evaluación cuantitativa (porcentaje de desvío) y cualitativa (políticas, innovación, educación) sin niveles por puntos
Auditoría	Auditor independiente acreditado por GBCI	Evaluador externo acreditado por ZWIA
Duración de certificación	3 años con recertificación	Generalmente 3 años con revisiones anuales
Costos aproximados	Registro: USD 1.200–1.500; certificación: USD 5.000–6.250; adicionales por preparación interna	Certificación: USD 5.000–10.000; más costos de consultoría, infraestructura y capacitación
Ventajas	Estructura detallada de créditos, adaptable a proyectos de construcción, reconocimiento por GBCI	Enfoque global y flexible, alta adaptabilidad cultural, fuerte énfasis comunitario
Desafíos	Requiere documentación exhaustiva y cumplimiento en múltiples categorías	Menor estructura de puntos, dependencia de auditoría y evidencias cualitativas

Nota: Elaboración propia con base en ZWIA (2020), GBCI, (2021a) y GBCI, (2021b).

Según reportes de GBCI (2021a y 2021b) y ZWIA(2020), a nivel mundial TRUE Zero Waste presenta actualmente mayor implementación formal en entornos corporativos y proyectos de construcción debido a su integración con otros estándares como LEED y WELL, y a su sistema detallado de créditos que facilita el seguimiento de metas (GBCI, 2021). La Zero Waste Certification de ZWIA, si bien es ampliamente reconocida dentro del

movimiento de economía circular en gobiernos locales, tiene menor adopción en el sector construcción formal y mayor presencia en iniciativas comunitarias y gubernamentales (ZWIA, 2020).

En resumen, TRUE Zero Waste es hoy la certificación más implementada a nivel global para proyectos de construcción que buscan reconocimiento formal y comparabilidad internacional, mientras que Zero Waste Certification es más frecuente en contextos comunitarios o de políticas públicas.

Por lo tanto, de acuerdo con la investigación y análisis realizado, se considera que la certificación TRUE Zero Waste genera más beneficios, ya que, su área de alcance es mayor, la forma de calificar los objetivos es más específica y permite tener mayor control sobre las acciones requeridas.

Figura 13.

Beneficios TRUE



Nota: ENEX(2025, 20 de mayo).TRUE for construction projects-Pilot Introduction (diapositivas de pp)

4.5 Objetivo 5

Para poder desarrollar un plan de gestión para el presente trabajo, el cual sirva de guía para otros proyectos constructivos se analizará de forma puntual el caso del proyecto Penumbra, con el propósito de plantear un escenario real, con datos actuales y reales, que permita al lector comprender más fácilmente las referencias.

Elaborar un Plan de Gestión para las áreas de alcance, cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de que las empresas constructoras tengan un mejor manejo de residuos.

Para iniciar con esta sección, es necesario el planteamiento de la EDT del proyecto, esta forma parte de los documentos de entrada necesarios para desarrollar el plan de calidad del proyecto, por medio de la EDT se puede identificar las distintas tareas a desarrollar y a partir de esto levantar la lista de interesados y establecer roles y responsabilidades. Este documento es una herramienta gráfica que permite desglosar las tareas en funciones más pequeñas y por lo tanto más manejables, lo cual es beneficioso para el avance del proyecto.

Figura 14.*EDT del Proyecto Penumbra*

Nota: Elaboración propia

4.5.1 Gestión de interesados

Lista de involucrados:

A continuación, se desarrolla la lista de involucrados del proyecto, este proyecto se desarrolla en una zona franca por lo que la lista de involucrados es fácil de determinar, este tipo de proyectos están llenos de formalismos y reglamentos que cumplir, tanto por las normas de Zona Franca como por las exigencias de los clientes, los cuales deben cumplir con altos estándares de calidad y estandarización a nivel mundial, lo que hace más exigente la gestión de involucrados y de la calidad.

Tabla 11.*Lista de involucrados*

Código de involucrado	Involucrado	Tipo	Clasificación
CL-001	Cliente	Aprueba/Paga	Promotor
CL-002	Gerentes de la empresa (usuario final)	Define	Promotor
CL-003	Usuarios finales	NA	Promotor
ZF-001	Desarrolladora	Paga	Promotor
ZF-002	Administración de Zona Franca	NA	Neutral
ZF-003	Arrendatarios de condominio	NA	Neutral
CON-001	Grupo de consultores	Define	Promotor
CON-002	Inspector ambiental	Aprueba/Define	Promotor
C-001	Empresa constructora	Define	Promotor
EX-001	Gestores ambientales	NA	Promotor
EX-002	Instituciones financieras	Aprueba	Neutral

Nota: Elaboración propia

Registro de involucrados:

Actualmente los proyectos de construcción gestionados por empresas desarrolladoras y constructoras de alta calidad manejan plataformas digitales para la gestión de proyectos, es por esto, que para este proyecto se utiliza la herramienta de Procore, la cual permite el registro correcto de los involucrados, por medio de la herramienta de “directorio” permitiendo a todos los miembros del equipo visualizar la información necesaria para la correcta comunicación, a su vez se puede gestionar que tipo de información se desea compartir con determinado grupo de involucrados y los permisos de visualización y aprobación para las distintas herramientas, un ejemplo a continuación:

Figura15.**Registro de involucrados**

Nombre:	
Apellido:	
Dirección de correo electrónico:	
Plantilla de permisos:	Sin plantilla de permisos así ▼
¿Es empleado de Constructora Proycon S.A.?:	No ▼

Avanzado: Para ubicar un usuario existente con el nombre de la compañía a la que pertenece, comience a escribir el nombre de la compañía aquí y, a continuación, seleccione el usuario:

[Política de privacidad](#)

* Campo obligatorio

[Deshacer](#) [Agregar](#)

Fuente: Procore(2025). https://app.procore.com/2973224/project/directory/groups/users?page=1&per_page=150&search=&group_by=vendor.id&sort=vendor_name%2Cnam

Clasificación de interesados

El principal beneficio de la clasificación de los interesados es tener una idea de cómo pueden influir en el proyecto todos los involucrados y cómo se pueden conectar entre ellos. El ejercicio de clasificación facilita y da el panorama total de los interesados y todo tipo de clasificaciones. Ayuda a crear estrategias, crear confianza y transparencia.

Uno de los propósitos principales de realizar la clasificación de los interesados es conocer las necesidades del cliente y en este caso los requisitos contractuales y así mantener una adecuada comunicación y así poder analizar sus expectativas e impacto en el proyecto.

De esa manera, una adecuada gestión de los interesados permite desarrollar estrategias más adecuadas en las necesidades de las personas y lograr una participación mucho más equitativa y eficaz que facilitará una mejor toma de decisiones, y fomenta la identificación de las interacciones necesarias para lograr el éxito en el proyecto. A continuación, se presenta la matriz de Poder/Interés, según la expone el PMI 2021.

Figura 16.

Matriz poder/interés

		MATRIZ PODER/ INTERÉS	
PODER	ALTO	Gerentes de la empresa (usuario final)	Cliente Desarrolladora
	BAJO	Usuarios finales Gestores ambientales Instituciones financieras Administración de Zona Franca Arrendatarios de condominio	Inspector ambiental Empresa constructora Grupo de consultores
		BAJO	ALTO
		INTERÉS	

Nota: Elaboración propia

Tabla 12.*Matriz de requerimientos proyecto Penumbra*

Numero EDT	Entregable	Requerimiento	Interesado	Nivel de prioridad
1.1	Licitación del proyecto	Reuniones con el cliente, elaboración de presupuesto, negociación de propuestas, selección de subcontratistas principales	Cliente/Desarrolladora/ Empresa constructora	Alto
1.1.1	Planteamiento de requisitos ambientales	El cliente plantea sus requerimientos y la desarrolladora los plantea en la licitación, estos se convierten en base para la contratación	Cliente/Desarrolladora	Alto
1.1.2	Contratación y selección de empresas	La desarrolladora selecciona la empresa que mejor cumpla en alcance, tiempo y calidad	Cliente/Desarrolladora	Alto
1.2	Diseño del proyecto	Se incluye un plan de disminución de residuos trabajando de forma colaborativa con programas de modelado	Equipo de diseño/Desarrolladora	Alto
1.2.1	Reuniones de coordinación	Se da seguimiento a las solicitudes y cambios del cliente	Cliente/Desarrolladora/ Empresa constructora /Equipo de diseño	Alto
1.2.2	Aprobación de todos los acuerdos	Se aprueba formalmente el diseño, el cual cumple con todos los requerimientos del proyecto	Cliente/Desarrolladora	Alto
1.3	Construcción del proyecto	Se ejecutan las acciones del plan ambiental plasmadas en la licitación según lo solicita la certificación de True	Empresa constructora	Alto
1.3.1	Trámites y gestiones ambientales	Se contrata a un gestor/inspector ambiental quien se encargará de formalizar los trámites	Desarrolladora/Empresa constructora	Alto
1.3.2	Inspecciones ambientales	El inspector ambiental realiza recorridos diarios y semanales y levanta informes para mejorar y corregir acciones	Desarrolladora/Empresa constructora	Alto
1.4	Documentación	Se documenta de forma digital toda la información obtenida de gestores ambientales y otros procesos	Empresa constructora	Alto
1.4.1	Recopilación de información	Semanalmente se recopila la información de los trabajos ambientales, mejoras, registro fotográfico, inversión, etc	Empresa constructora	Alto
1.4.2	Elaboración de entregables finales	Se realiza el trámite final con Green Business Certification y se entregan todos los documentos solicitados por la desarrolladora	Empresa constructora	Alto

Nota: Elaboración propia.

4.5.2 Gestión de calidad

Según lo explica en PMI (2021) la gestión de la calidad se divide en tres etapas; planificación, gestión y control, estas actividades forman parte de los procesos que le permiten a la organización cumplir con los objetivos de calidad.

Muchos de los procedimientos para la gestión de la calidad están regidos por estándares internacionales y por los distintos requerimientos de los clientes y necesidades específicas de cada proyecto.

Los resultados de los procesos de calidad dependen de la rigurosidad con que se apliquen las normas, procedimientos y transparencia con la que se acepten los resultados de estos. También se debe de reconocer que la gestión de la calidad implica un trabajo en equipo, involucrando distintos grupos de trabajo.

Planificación del plan de calidad

En esta etapa se establecen las métricas detalladas y se determinan los procedimientos que se usarán para medir y verificar la calidad en el desarrollo del proyecto.

Se pretende que, a partir de las métricas, se cuantifiquen los parámetros y se asegure la calidad esperada. Además, a través de este procedimiento se garantiza el control de la calidad en el proyecto.

Con los resultados se pueden tomar acciones mitigantes en caso de existir problemas, medidas correctivas, así como planes de mejora.

Tabla 13.*Criterios de aceptación*

Numero EDT	Requerimiento	Código del requerimiento	Criterios de aceptación
1.1	La desarrolladora selecciona la empresa que mejor cumpla en alcance, tiempo y calidad	L-001	Según contrato con cliente
1.1.2	Se incluye un plan de disminución de residuos trabajando de forma colaborativa con programas de modelado	D-001	Según acuerdos formales en etapa de diseño
1.2.1	Se da seguimiento a las solicitudes y cambios del cliente	D-002	Según cartel de licitación
1.2.3	Se aprueba formalmente el diseño, el cual cumple con todos los requerimientos del proyecto	D-003	Según cartel de licitación
1.3.2	Se ejecutan las acciones del plan ambiental plasmadas en la licitación según lo solicita la certificación de True	C-001	Según requerimientos de TRUE Cero Waste
1.3.3	El inspector ambiental realiza recorridos diarios y semanales y levanta informes para mejorar y corregir acciones	C-002	Según requerimientos de TRUE Cero Waste
1.4	Se documenta de forma digital toda la información obtenida de gestores ambientales y otros procesos	C-003	Según requerimientos de TRUE Cero Waste
1.4.2	Semanalmente se recopila la información de los trabajos ambientales, mejoras, registro fotográfico, inversión, etc	DO-001	Según requerimientos de TRUE Cero Waste
1.4.3	Se realiza el trámite final con Green Business Certification y se entregan todos los documentos solicitados por la desarrolladora	DO-002	Según requerimientos de TRUE Cero Waste

Nota: Elaboración propia, con base en Zero Waste (2020)

Actividades de gestión y control de calidad

Siguiendo como guía el PMI (2021) se pueden considerar en este proyecto, como parte del proceso de gestión de calidad las auditorías, análisis de resultados, toma de decisiones, resolución de problemas etc. En este proyecto la principal tarea de gestión y control de la calidad con las auditorías o inspecciones realizadas por la ingeniera ambiental del proyecto y por el gestor ambiental externo, reforzado con las inspecciones de seguridad ocupacional, las cuales ya tienen incorporadas dentro de su naturaleza las acciones pertinentes para el desarrollo de proyectos Leed y Bandera Azul. La principal herramienta para el control y calificación de los procesos de calidad es la matriz conocida como: “TRUE Construction Projects Pilot Scorecard Guidance” la cuál es adaptada a las condiciones del proyecto, este trabajo le corresponde al gestor ambiental externo, el cual también se encarga de calificar y darle seguimiento a estas acciones. A continuación, un extracto de esta matriz.

Figura 17.

Puntaje Guía TRUE

TRUE Construction Projects Pilot Scorecard Guidance						
This sheet outlines all available credits and is meant to act as a scorecard to support project teams looking to determine how many credits their project may be able to achieve within the TRUE Construction Pilot. To use this Scorecard, values should be entered as numbers (either 1 or 0) in either the Y (Yes), N (No), or M (Maybe) columns based on if the project team anticipates achieving the credit. All credits marked will be tallied in the totals section in cells D5 through F5.				Anticipated Achieved Credits		
				Yes	No	Maybe
				30	10	33
				Certification Level		
				Certified	27 - 32	
				Silver	33 - 39	
				Gold	40 - 54	
				Platinum	55 - 73	

Category	Orden	Credit	Description	Y	N	M	Notas	Responsable
Redesign	7	Credit 1	Right size collection containers and service levels	1			Evaluar el tamaño y la frecuencia de recolección de todos los contenedores de residuos para asegurar que sean adecuados al volumen generado, e implementar una estrategia de revisión periódica que permita realizar ajustes según sea necesario . Como evidencia, se debe proporcionar una narrativa que describa este proceso y documentación que respalde los ajustes realizados, como contratos modificados, solicitudes de cambio, fotografías o cálculos que demuestren la adecuación de los contenedores.	Contratista
Redesign	8	Credit 2	Restructure solid waste collection agreements for zero waste	1			Revisar los contratos de recolección de residuos con todos los proveedores para identificar e implementar al menos una modificación que incentive la reducción de residuos enviados a relleno sanitario, incineración o al ambiente. Como evidencia, se debe entregar una narrativa que describa el proceso de revisión y los cambios realizados, junto con documentación que respalde los ajustes contractuales, como enmiendas, órdenes de cambio o solicitudes escritas.	Contratista
Redesign	10	Credit 4	Complete review of supply chain			1	Revisar registros de compras y acuerdos con proveedores para identificar oportunidades de eliminar generación de residuos en la cadena de suministro, e implementar al menos una acción que reduzca residuos provenientes de un proveedor . Como evidencia, se debe presentar una narrativa que describa el proceso de revisión y los cambios aplicados, junto con documentación que respalde dichos ajustes, como modificaciones contractuales, reportes de compra, facturas, minutos o comunicaciones con proveedores.	Contratista

Nota: (E. Fishel, comunicación personal, 5 de agosto, 2025)

Como se puede observar en la imagen anterior, las primeras 7 columnas son parte de la guía “TRUE Construction Pilot”, en las columnas Y, N y M se coloca el puntaje obtenido, en total son 73 filas, cada una tiene el valor de 1 crédito y a su vez, estas filas se clasifican en las siguientes categorías: compostaje, desviación de residuos, prevención de residuos peligrosos, reciclaje, rediseño, reducción, reutilización, entrenamiento, gestión, análisis Zero Waste y reporte Zero Waste.

La columna de “Notas” es la adaptación que el ingeniero ambiental e inspector del proyecto realiza según las condiciones del proyecto y en la última columna se asigna al responsable.

4.5.3 Gestión de riesgos

En un proyecto de construcción existen riesgos de todo tipo, los que pueden repercutir principalmente en los entregables del proyecto son los de seguridad humana, de cronograma, de presupuesto y de alcance, es muy difícil que a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas no se presenten varios y en ocasiones, no se cuenta con protocolos establecidos para la mitigación o eliminación de estos, por eso lo primordial es, actuar de inmediato en la búsqueda de una solución y tener claro que la comunicación clara y transparente con los involucrados del proyecto se debe de dar de forma efectiva y oportuna.

En el proyecto Penumbra se tienen reuniones semanales en donde se dedican los primeros 40 minutos a informar y actualizar a todos los involucrados en los temas ambientales y de seguridad humana, además se tiene la indicación clara de comunicar de forma inmediata cualquier evento particular.

De forma particular, en este proyecto se ha implementado un plan de premios para todos los trabajadores de campo en donde se premia por medio de tiquetes canjeables las acciones y prácticas positivas relacionadas con el ambiente y seguridad humana, lo que favorece el cumplimiento de la normativa y de los objetivos ambientales.

Tabla 14.*Escala de Probabilidad*

Riesgo	Escala de
Incorrecta supervisión del inspector ambiental	0,3
Gestores ambientales incumpliendo con las medidas solicitadas	0,5
Falta de compromiso por parte de los subcontratistas	0,5
Falta de compromiso por parte del cliente	0,1
Malos procesos de documentación	0,3
No alcanzar $\geq 90\%$ de desvío promedio del proyecto (requisito mínimo)	0,5
Contaminación $>10\%$ en materiales separados, invalidando desvíos.	0,5
Excluir materiales o actividades obligatorias	0,5
Lesiones en trabajadores por manipular elementos pesados durante auditorías físicas.	0,3
Pesajes erróneos, tickets incompletos, pérdida de evidencia	0,5
Actualizaciones de la guía piloto o ajustes de criterios durante el proyecto.	0,3
Sobre-costos por fletes, contenedores, manejo diferenciado; cuellos de botella logísticos	0,5
Sin salidas locales para ciertos materiales	0,5
Retrasos con ocupación/certificados y cierre documental.	0,3

Nota: Elaboración propia

Tabla 15.*Escala de Impacto*

Riesgo	Escala de
Incorrecta supervisión del inspector ambiental	0,1
Gestores ambientales incumpliendo con las medidas solicitadas	0,1
Falta de compromiso por parte de los subcontratistas	0,2
Falta de compromiso por parte del cliente	0,05
Malos procesos de documentación	0,1
No alcanzar $\geq 90\%$ de desvío promedio del proyecto (requisito mínimo)	0,2
Contaminación $>10\%$ en materiales separados, invalidando desvíos.	0,2
Excluir materiales o actividades obligatorias	0,2
Lesiones en trabajadores por manipular elementos pesados durante auditorías físicas.	0,1
Pesajes erróneos, tickets incompletos, pérdida de evidencia	0,1
Actualizaciones de la guía piloto o ajustes de criterios durante el proyecto.	0,1
Sobre-costos por fletes, contenedores, manejo diferenciado; cuellos de botella logísticos	0,2
Sin salidas locales para ciertos materiales	0,2
Retrasos con ocupación/certificados y cierre documental.	0,1

Nota: Elaboración propia

La escala anterior fue tomada del campus virtual del curso de “Áreas del conocimiento para la Administración de Proyectos III, Gestión de los Riesgos del Proyecto”, en el capítulo 4.

De igual manera se clasifica la siguiente tabla considerando la siguiente rúbrica:

Alto: 0.099-0.18

Moderado: 0.05-0.17

Bajo: 0.01-0.04

Tabla 16.

Impacto/Probabilidad Proyecto Penumbra

Probabilidad/ Impacto	0,1	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
0,3	0,03	0,03	0,06	0,07	0,14	0,06	0,28	0,07	0,14	0,28	0,28	0,07	0,28	0,14
0,5	0,05	0,05	0,1	0,07	0,14	0,1	0,28	0,07	0,14	0,28	0,28	0,07	0,28	0,14
0,5	0,05	0,05	0,1	0,05	0,1	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,2	0,05	0,2	0,1
0,1	0,01	0,01	0,02	0,05	0,1	0,02	0,2	0,05	0,1	0,2	0,2	0,05	0,2	0,1
0,3	0,03	0,03	0,06	0,03	0,06	0,06	0,12	0,03	0,06	0,12	0,12	0,03	0,12	0,06
0,5	0,05	0,05	0,1	0,03	0,06	0,1	0,12	0,03	0,06	0,12	0,12	0,03	0,12	0,06
0,5	0,05	0,05	0,1	0,05	0,1	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,2	0,05	0,2	0,1
0,5	0,05	0,05	0,1	0,05	0,1	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,2	0,05	0,2	0,1
0,3	0,03	0,03	0,06	0,05	0,1	0,06	0,2	0,05	0,1	0,2	0,2	0,05	0,2	0,1
0,5	0,05	0,05	0,1	0,05	0,1	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,2	0,05	0,2	0,1
0,3	0,03	0,03	0,06	0,03	0,06	0,06	0,12	0,03	0,06	0,12	0,12	0,03	0,12	0,06
0,5	0,05	0,05	0,1	0,03	0,06	0,1	0,12	0,03	0,06	0,12	0,12	0,03	0,12	0,06
0,5	0,05	0,05	0,1	0,07	0,14	0,1	0,28	0,07	0,14	0,28	0,28	0,07	0,28	0,14
0,3	0,03	0,03	0,06	0,07	0,14	0,06	0,28	0,07	0,14	0,28	0,28	0,07	0,28	0,14

Nota: Elaboración propia

Tabla 17.*Evaluación Impacto de un riesgo*

Objetivo del Proyecto	Muy bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy Alto 0.8
Costo			Sobre-costos por fletes, contenedores, manejo diferenciado; cuellos de botella logísticos		
Calendario		Lesiones en trabajadores por manipular elementos pesados durante auditorías físicas.			
		Retrasos con ocupación/certificados y cierre documental.			
Alcance	Falta de compromiso por parte del cliente	Actualizaciones de la guía piloto o ajustes de criterios durante el proyecto.	Falta de compromiso por parte de los subcontratistas		
			Excluir materiales o actividades obligatorias		
			No alcanzar $\geq 90\%$ de desvío promedio del proyecto (requisito mínimo)		
			Sin salidas locales para ciertos materiales		
Calidad		Incorrecta supervisión del inspector ambiental	Contaminación $>10\%$ en materiales separados, invalidando desvíos.		
		Gestores ambientales incumpliendo con las medidas solicitadas			
		Pesajes erróneos, tickets incompletos, pérdida de evidencia			
		Malos procesos de documentación			

Nota: Elaboración propia

Tabla 18.*Clasificación de riesgo del proyecto Penumbra*

N°	Código	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Acción preventiva
1	RC-001	Falta de tiempo o de interés	Si no se inspecciona correctamente se pueden ejecutar mal las acciones y si esto ocurre durante mucho tiempo y no existe posibilidad de mejorar y la información final no será fidedigna	0,3	0,1	0,03	La constructora y desarrolladora deben vigilar el cumplimiento de las funciones del inspector
2	RC-002	Falta de interés, ahorro de costo en procesos	Si los gestores no cumplen con el correcto procesamiento de los desechos para ahorrar dinero o disminuir tiempos no se cumplirá con el verdadero propósito del proyecto	0,5	0,1	0,05	La constructora y desarrolladora deben vigilar el cumplimiento de las funciones del inspector
3	RA-001	Falta de tiempo y de cultura organizacional	Si los subcontratistas no colaboran con la gestión de residuos será más difícil llegar a la desviación del 90% de desechos	0,5	0,2	0,1	Generar cláusulas contractuales y multas
4	RA-002	Falta de tiempo	Si es cliente no impulsa el programa de Cero residuos difícilmente la constructora no gastará recursos en el proyecto	0,1	0,05	0,005	Hacer de las políticas ambientales parte del sistema de Zona Franca
5	RC-002	Falta de información, falta de tiempo	Si se documenta mal no se tendrá el respaldo suficiente para el proceso de certificación	0,3	0,1	0,03	La constructora y desarrolladora deben vigilar el cumplimiento de las funciones del equipo ambiental
6	RC-004	Mala planificación, falta de seguimiento a los procesos, falta de inspecciones	El proyecto no será acreedor del certificado y se tendrá problemas con el cliente debido al incumplimiento y los recursos mal gastados	0,5	0,2	0,1	EL equipo gerencial debe dar seguimiento periódico al cumplimiento de los hitos
7	RA-003	Procesos incorrectos	No se cumplirá con el propósito del proyecto y será más difícil llegar al desvío del 90%	0,5	0,2	0,1	Solicitar al equipo ambiental y subcontratistas evidencias fotográficas y documenta, prohibición de uso de bolsas de baura q no sean transparentes
8	RA-004	Procesos incorrectos y falta de control y supervisión	No se cumplirá con el propósito del proyecto y será más difícil llegar al desvío del 90%	0,5	0,2	0,1	El inspector deberá estar al pendiente de las labores del equipo ambiental
9	RCR-001	Falta de inspección y de uso de equipo de seguridad	Problemas de salud en los trabajadores, atrasos en tareas diarias por falta de recursos	0,3	0,1	0,03	Charlas de seguridad ocupacional y patrullaje por parte de los encargados de EHS
10	RC-005	Descuido, falta de capacitación	Si se documenta mal no se tendrá el respaldo suficiente para el proceso de certificación	0,5	0,1	0,05	Utilizar hojas de control para cada uno de los materiales gestionados con firma de los involucrados
11	RA-005	Cambio en los requerimientos del cliente	Puede generar atrasos en cronograma y alcance	0,3	0,1	0,03	Tener contemplado en el cronograma un tiempo adicional por posibles atrasos o actualizaciones
12	RP-001	Falta de planificación, cambios de condiciones de los gestores	Generará aumento en presupuesto y posibles atrasos	0,5	0,2	0,1	Tener contemplado en el presupuesto un monto adicional por imprevistos
13	RA-006	Falta de planificación	No se cumplirá con las expectativas del programa	0,5	0,2	0,1	Planificar anticipadamente y tener la certeza de la recepción de los residuos con cada uno de los gestores correspondientes
14	RCR-002	Falta de planificación	Se generarían problemas con el proceso de certificación y entrega final del proyecto	0,3	0,1	0,03	El inspector deberá estar al pendiente de las labores del equipo ambiental

Riesgo General del Proyecto: **0,06**

Moderado

Nota: Elaboración propia

4.5.4 Gestión de presupuesto

En Costa Rica no es muy común incluir partidas presupuestarias relacionadas con temas ambientales en los proyectos de construcción, esto se debe principalmente a que el surgimiento de la conciencia ambiental es un tema relativamente nuevo en el país, por lo que no existe mucha cultura sostenible en el sector de la construcción. Poco a poco algunas empresas desarrolladoras han incursionado en la inclusión de políticas ambientales desde el momento de la licitación de los proyectos, esto es en parte gracias a la influencia de clientes extranjeros que tienen sus propios requerimientos ambientales y por otro lado gracias a la misma actualización en temas de competitividad laboral.

Para este proyecto en particular la empresa desarrolladora decidió incursionar en un plan de cero residuos, que como se explica en secciones anteriores corresponde a las acciones pertinentes para obtener la certificación TRUE Zero Waste. Por lo tanto, se incluye en el presupuesto no sólo el costo de la certificación, sino el costo de todos los procesos que implican la obtención de esta, se detalla a continuación una lista de partidas presupuestarias.

Tabla 19.

Partidas presupuestarias

#	Descripción de la partida presupuestaria
1	Costo de la certificación TRUE Zero Waste.
2	Contratación de equipo ambiental:
	1 Ingeniero ambiental
	4 ayudantes de campo
3	Costos de transporte de residuos ya sea para reciclaje, reprocesamiento o desecho.
4	Costo por procesamiento o recepción de materiales en los gestores ambientales correspondientes
5	Costos temporales:
	Alquiler de bodega
	Alquiler de contenedores de basura
6	Compra de equipo menor
7	Compra de equipo de seguridad ocupacional
8	Inspección del ingeniero ambiental externo, quien validará el proceso de certificación
9	Compra de incentivos para los trabajadores

Nota: Elaboración propia

El proyecto Penumbra es un proyecto que está considerado en un cronograma de 4 años, debido a su complejidad y su extensión, pero se empezaron a implementar las acciones pertinentes a la certificación TRUE desde la etapa de Mejoras (acabados internos), esto no quiere decir que en esta etapa no se producen residuos propios de las primeras etapas del proyecto (movimiento de tierras, excavación, campamento, etc.), sin embargo, se generan en mucho menor medida.

Para efectos de este proyecto se está considerando el presupuesto en el periodo de 1 año, para poder visualizar los costos que implica la certificación TRUE en este periodo de tiempo para un proyecto de construcción con características similares.

Este presupuesto es poco variable, ya que el planteamiento inicial fue bastante acertado, de igual manera se hacen reuniones semanales en donde se encuentran todos los involucrados del proyecto, se exponen los principales aspectos y se discuten propuestas de mejora e incentivos para los trabajadores. A su vez la empresa constructora presenta informes mensuales de gastos a la empresa desarrolladora, esta misma gestiona las tablas de avance y genera las órdenes de compra por medio de plataforma digitales institucionales.

Tabla 20.

Presupuesto subdivisión ambiental

Nivel	Código	Description	Cantidad	Unidad	Monto	Total
4	40-20-30-01-00	Cerificación TRUE	1	und	₡ 3 162 000,00	₡ 3 162 000,00
4	10-70-30-01-00	Gestión y Disposición de residuos	11	mes	₡ 2 061 668,00	₡ 22 678 348,00
4	10-50-40-01-00	Contenedor de basura y gestion de residuos ordinarios	11	mes	₡ 1 492 000,00	₡ 16 412 000,00
4	20-10-10-00-00	Transporte y disposición de residuos gestionados	11	mes	₡ 1 760 000,00	₡ 19 360 000,00
4	90-02-01-03-00	Temporales de campamento	1	glb	₡ 1 000 000,00	₡ 1 000 000,00
4	91-01-03-03-00	Inspector externo	1	mes	₡ 720 000,00	₡ 720 000,00
4	91-01-03-03-00	Planillas (1 ingeniero y 4 ayudantes)	11	mes	₡ 3 600 000,00	₡ 39 600 000,00
4	91-01-03-08-00	Cargas Sociales	11	mes	₡ 1 872 000,00	₡ 20 592 000,00
TOTAL						₡123 524 348,00

Nota: Elaboración propia con base en Vargas comunicación personal, 5 de agosto de 2025

En este presupuesto se está contemplando un periodo de 11 meses que es el tiempo en el que se ha implementado la gestión de residuos con el fin de conseguir la certificación TRUE, cabe destacar que este proyecto, es un proyecto atípico para el país, por su dimensión y su tipología constructiva, tal como se mencionó en secciones anteriores, este proyecto está destinado a la producción de insumos médicos y cuenta con un área constructiva de 90 000 m².

Como se puede ver dentro del presupuesto, se están considerando a los 4 ayudantes del equipo ambiental ya que se dedican a tiempo completo y para este proyecto la contratación del ingeniero ambiental es una contratación completamente nueva. En un proyecto en dónde no se cuente con muchos recursos económicos, se podría disponer del mismo personal de campo a tiempo parcial para no tener que contratar adicional, que como se puede apreciar en la tabla es lo que eleva el costo.

Cabe mencionar que este presupuesto es viable para el proyecto, ya que el cliente dispone de fondos suficientes para ejecutar el proyecto de construcción cumpliendo con los lineamientos ambientales, los mismos que fueron planteados y autorizados desde la etapa de preconstrucción, este monto corresponde aproximadamente a un 5% del monto total del proyecto, lo cual es un porcentaje razonable en comparación con los costos directos e indirectos.

Ahora, si se analizan los números de otra forma y en lugar de gestionar la madera, el metal, los residuos ordinarios y el gypsum y se decidiera enviarlo todo a un botadero este sería el resultado:

Tabla 21.*Presupuesto de la gestión de residuos*

Nivel	Código	Description	Cantidad	Unidad	Monto	Total
4	40-20-30-01-00	Cerificación TRUE	1	und	₡ 3 162 000,00	₡ 3 162 000,00
4	10-50-40-01-00	Contenedor de basura y gestion de residuos ordinarios	11	mes	₡ 4 728 000,00	₡ 52 008 000,00
4	90-02-01-03-00	Temporales de campamento	1	glb	₡ 1 000 000,00	₡ 1 000 000,00
4	91-01-03-03-00	Inspector externo	1	mes	₡ 720 000,00	₡ 720 000,00
4	91-01-03-03-00	Planillas (1 ingeniero y 4 ayudantes)	11	mes	₡ 3 600 000,00	₡ 39 600 000,00
4	91-01-03-08-00	Cargas Sociales	11	mes	₡ 1 872 000,00	₡ 20 592 000,00
TOTAL						₡117 082 000,00

Nota: Elaboración propia, con base en Vargas comunicación personal, 5 de agosto de 2025

4.5.5 Gestión del cronograma.

El cronograma para la gestión de residuos está contenido dentro del cronograma general del proyecto, ya que ninguna actividad depende de las actividades propias de la gestión de residuos.

Como se menciona en el apartado anterior, las actividades de gestión de residuos le pertenecen al equipo de sostenibilidad, el cual se encuentra dedicado a cumplir con las tareas relacionadas con la sostenibilidad del proyecto, por lo que incorporar estas tareas al cronograma del proyecto no implica atrasos en los trabajos de construcción.

Penumbra es un proyecto colaborativo, en donde muchas disciplinas se entrelazan, por lo que el departamento de sostenibilidad requiere de coordinación con la gerencia del proyecto y los distintos contratistas, para incorporar dentro de los cada cronograma las tareas requeridas para alcanzar los puntos de la certificación, esto implica disponer de 30min de reunión general a la semana para la rendición de cuentas y coordinación de actividades, así como caminatas semanales de 1h en donde un

representante del equipo de sostenibilidad y una persona asignada por cada sub contrato verifican la disposición y gestión de residuos.

En este proyecto, los contratistas más pequeños son los más afectados con respecto a los tiempos que se requieren para la gestión de residuos, ya que ha significado invertir en recursos y disponer del tiempo que se podría utilizar para avanzar rápidamente con las actividades constructivas. La implementación de estas actividades significó para la mayoría de los subcontratos el ingreso a una curva de aprendizaje, sin embargo, a través del tiempo se ha notado un cambio positivo tanto en gestión del cronograma, como en la educación ambiental. Este proyecto ha significado un reto principalmente en la formación de los equipos en temas ambientales y la adaptación de una cultura de sostenibilidad.

Estas actividades inician de forma paralela al inicio del proyecto de construcción, se debe de iniciar con el registro en línea del proyecto y se cuenta con la una plataforma virtual, que se debe de alimentar con información de respaldo de cada una de las actividades, de forma tan clara y concisa, tal que no se requiere una auditoría por parte de Zero Waste (gestores de certificación TRUE).

Se debe de considerar que, antes de terminar el proyecto de construcción, se debe gestionar la entrega final de la información, tomando en cuenta que Zero Waste tendrá un periodo de 10 semanas para la revisión, posteriormente enviarán una respuesta a la constructora, la cual tendrá 22 días para hacer los subsanes correspondientes, después de esto se genera una nueva ronda de revisión por parte de Zero Waste de 10 semanas y al terminar se dará a conocer la respuesta final. El cronograma se gestiona de forma semanal, por medio de reuniones presenciales, en donde se monitorea el avance de las actividades y se exponen nuevas propuestas.

5. Conclusiones

1. Después de analizar la situación actual de la gestión de residuos se encuentra que actualmente en Costa Rica la gestión de residuos no es parte de la cultura organizacional de la mayoría de las empresas, se requiere implementar normativas más firmes y exigencias contractuales que obliguen a las constructoras a preocuparse por implementar prácticas responsables de gestión de residuos, los residuos que se consideran gestionables son limitados y el principal motivo es la falta de gestores en el país, por ejemplo, la mayoría de los residuos generados por empresas electromecánicas no se gestionan, siendo estos un gran porcentaje del total de residuos del proyecto.

Sin embargo, el análisis realizado demuestra que la implementación de un plan de gestión “cero residuos” en proyectos de construcción es no solo viable, sino necesaria para avanzar hacia un modelo sostenible y competitivo en el sector. La convergencia entre el marco regulatorio nacional, las políticas de economía circular y los sistemas internacionales de certificación permite evidenciar que los beneficios trascienden el contexto ambiental, aportando valor económico, reputacional y social. Alcanzar esta meta requiere superar desafíos asociados a la limitada infraestructura de reciclaje, la baja coordinación institucional y la necesidad de mayor conciencia ciudadana. En síntesis, un enfoque articulado, basado en la mejora continua y en la innovación, constituye la vía para que el sector construcción se convierta en un motor de transición hacia la circularidad y la sostenibilidad en Costa Rica.

2. Habiendo determinado los procedimientos necesarios para llegar al desperdicio cero, primeramente, se debe de establecer el objetivo o meta ambiental que se tiene para el proyecto de construcción a desarrollar y después de esto buscar la certificación que más se acerque al objetivo e implementar los pasos requeridos.

Las certificaciones existentes en el mercado tienen objetivos similares, las más completas tienen mayor análisis y mayor cantidad de pasos o tareas por realizar.

Llegar al desperdicio cero en los proyectos de construcción es una meta alcanzable, siempre que se implementen procedimientos claros y se garantice la articulación entre actores internos y externos. La identificación de residuos por fases, la estandarización de protocolos de manejo, la capacitación de los equipos de obra y la trazabilidad de materiales constituyen pilares fundamentales para reducir los impactos ambientales y sociales de la construcción. No obstante, el éxito de estas acciones depende de la coordinación institucional, la asignación de responsabilidades y el compromiso organizacional con la economía circular y la gestión integral de residuos. En conclusión, la adopción de estos procedimientos no solo permite mitigar la huella ambiental del sector, sino que también convierte a la industria de la construcción en un agente clave de la transición hacia un modelo de desarrollo sostenible y regenerativo en Costa Rica.

3. El análisis comparativo evidencia que TRUE y ZWIA son los esquemas más específicos y exigentes para alcanzar “cero residuos” ($\geq 90\%$ de desvío y jerarquía de mayor y mejor uso), mientras que LEED CWM, ISO 14001, BREEAM y PBAE funcionan como plataformas de soporte para operacionalizar, sistematizar, verificar y visibilizar el desempeño de residuos en obra. En el contexto costarricense, combinar TRUE for Construction como estándar de resultado, ISO 14001 como sistema de gestión, LEED CWM/BREEAM como catalizadores de metas tácticas cuando aplique y Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) como sello país; maximiza la alineación con la PNGIR 2023–2033 y la ENEC 2023, facilita la trazabilidad y fortalece la licencia social y competitiva del proyecto. En síntesis, esta integración provee un camino replicable y auditable para incorporar “cero residuos” en el plan de gestión de obra,

reduciendo impactos ambientales y mejorando el desempeño económico y reputacional del sector construcción.

4. Según el análisis de las dos metodologías se evidencia que TRUE Zero Waste presenta una mayor implementación formal a nivel global, especialmente en entornos corporativos y proyectos de construcción, debido a su integración con otros estándares de sostenibilidad como LEED y WELL, y a su sistema de créditos que facilita el seguimiento de indicadores y metas verificables (GBCI, 2021). En contraste, la Zero Waste Certification de ZWIA posee un mayor reconocimiento en el ámbito de la economía circular comunitaria y gubernamental, con énfasis en políticas públicas locales, pero con menor penetración en la construcción formal (ZWIA, 2020).

5. Habiendo analizado el plan de gestión propuesto, se determina que, la gestión de residuos responsable, con un plan de acción bien ejecutado deja grandes resultados ambientales, se puede demostrar por medio del presupuesto ambiental realizado, que apenas existiría un ahorro de 4.5% en caso de no gestionar los residuos de forma responsable, el cronograma no afecta las actividades del proyecto, siempre y cuando se establezcan los requerimientos desde el inicio de la obra, así como la gestión de interesados y la calidad.

Los beneficios son, disminución de gas metano y por ende del efecto invernadero, menos contaminación del suelo por lixiviados, conservación de recursos naturales, gracias a la reutilización de metales, papel, madera y cartón, se ahorra dióxido de carbono, se alarga la capacidad de los botaderos y disminución de olores.

6. Recomendaciones

1. Se recomienda implementar de forma oficial, por medio de mecanismos de control, en este caso el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, que los proyectos de construcción en Costa Rica adopten un enfoque integral de gestión de residuos que no sólo busque el cumplimiento normativo establecido en la Ley GIR 8839, con año de publicación 2010 y modificada por la ley 9825 publicada en 2021 y en la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos; sino que también incorpore los principios de la economía circular definidos en la ENEC 2023. Para ello, resulta clave alinear los planes de gestión con estándares internacionales como la certificación TRUE Zero Waste, promoviendo la valorización de materiales, la separación en la fuente y la trazabilidad de los residuos de construcción y demolición. Asimismo, es indispensable fortalecer las capacidades técnicas de las municipalidades y de las empresas constructoras, mediante capacitación continua, mecanismos de fiscalización más eficientes y la generación de alianzas público–privadas que faciliten la inversión en infraestructura de valorización y reciclaje.

2. Se recomienda que las empresas constructoras en Costa Rica adopten un enfoque sistemático de gestión de residuos basado en la planificación anticipada, la capacitación continua y la integración de tecnologías de monitoreo digital. Para lograrlo, resulta esencial que cada proyecto incorpore desde la etapa de diseño un Plan de Gestión Cero Residuos alineado con la Ley GIR 8839, con año de publicación 2010 y modificada por la ley 9825 publicada en 2021, la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos 2023–2033 y la Estrategia Nacional de Economía Circular 2023. Dicho plan debe incluir: protocolos de separación y trazabilidad de materiales, alianzas estratégicas con gestores autorizados y centros de valorización; y mecanismos de auditoría y control que aseguren el cumplimiento y la mejora continua. Además, se recomienda que las empresas busquen certificaciones internacionales como TRUE

Zero Waste, que les permitan no solo demostrar el cumplimiento de estándares ambientales, sino también posicionarse competitivamente en un mercado cada vez más orientado hacia la sostenibilidad.

3. Para proyectos de construcción en Costa Rica cuyo objetivo explícito es “cero residuos”, se recomienda a las desarrolladoras adoptar la certificación TRUE for Construction como certificación principal y usar las prácticas ZWIA como marco de principios para jerarquizar la prevención, la reducción y el cierre de ciclos con una meta $\geq 90\%$ de desvío y control de contaminación de flujos, desde el inicio del proyecto. TRUE exige esa tasa mínima y estructura el desempeño con categorías y niveles de reconocimiento (Certified, Silver, Gold, Platinum) que orientan la mejora continua; además, contempla el caso específico de sitios de construcción, define tiempos de revisión de 15 días hábiles y aconseja registrar el proyecto 16–18 semanas antes del hito deseado de reconocimiento.

Como marcos complementarios, se sugiere LEED v4.1 para impulsar metas operativas, ISO 14001 para integrar el sistema de gestión ambiental bajo enfoque Plan–Do–Check–Act y asegurar cumplimiento legal y mejora

Todo lo anterior debe alinearse con la PNGIR 2023–2033 y con la ENEC 2023 (Eje de construcción circular e infraestructura resiliente), definiendo objetivos KPIs trazables (% de desvío, % de contaminación por flujo, compras de “cero residuos”) y reportes periódicos.

4. Para proyectos constructivos que busquen certificación, trazabilidad y comparabilidad internacional, se recomienda a las desarrolladoras de proyectos constructivos adoptar TRUE Zero Waste for Construction, dentro de sus políticas de contratación, ya que ofrece un marco robusto de cumplimiento, validación externa y beneficios competitivos. La certificación ZWIA puede considerarse como un complemento estratégico en contextos de articulación con gobiernos locales y

comunidades, pero no sustituye la rigurosidad y alcance internacional de TRUE en el sector construcción.

5. Se recomienda a las empresas constructoras y sus equipos de Salud, Seguridad y Ambiente (EHS) y ambientales gestionar la mayor cantidad de residuos posible, haciendo ajustes en las funciones del personal para que estos se puedan encargar de la separación y recolección de residuos, se recomienda establecer relaciones laborales confiables con gestores ambientales se puede iniciar el proceso de cero residuos, así como actualizarse en temas ambientales por medio de charlas y asesorías, de esta forma se puede empezar poco a poco a gestionar los residuos de forma responsable.

7. VALIDACIÓN DEL TRABAJO EN EL CAMPO DEL DESARROLLO REGENERATIVO Y/O SOSTENIBLE

Primeramente, es necesario hacer una diferencia entre los términos “Desarrollo Sostenible y “Desarrollo Regenerativo”.

El Ing. Mario Socatelli, en su informe de Instrumentación de Desarrollo regenerativo, señala que el desarrollo regenerativo es más que fundamentos filosóficos y técnicos que incorporan aspectos ecológicos y de responsabilidad social, para lograr un beneficio económico en armonía con el ambiente, sino que incluye un pensamiento holístico en el que se incorporan enfoques interdisciplinarios como economía circular, liderazgo evolutivo, pensamiento sistémico etc (Socatelli M, 2020).

En la práctica, el desarrollo regenerativo se traduce en proyectos y políticas que, en lugar de agotar los recursos, los renuevan y enriquecen. Esto implica la adopción de modelos de economía circular, la implementación de prácticas agrícolas regenerativas, el diseño de comunidades resilientes, y el impulso a iniciativas que restauren la salud del medio ambiente y promuevan el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Este proyecto en específico se centra en la arquitectura y construcción regenerativa, la cual incluye la comunión con la naturaleza, es decir se busca un balance con la producción, uso y disposición de materiales y las ganancias y desarrollo económico. En este caso particular aplicando programas para generar la menor cantidad de residuos y tratar de que la menor cantidad de basura llegue a los botaderos y vertederos.

Por otro lado, el desarrollo sostenible es según la UNESCO “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.

. Mientras que la sostenibilidad se enfoca en mantener el equilibrio de los recursos y minimizar el impacto ambiental, el desarrollo regenerativo busca no solo preservar, sino también mejorar y regenerar los sistemas naturales y sociales.

Este concepto parte de la premisa de que las actividades humanas no solo deben reducir su huella ecológica, sino que también deben contribuir activamente a la recuperación de los entornos degradados. En lugar de simplemente evitar daños adicionales, el desarrollo regenerativo promueve la creación de condiciones que permitan que los ecosistemas y las comunidades florezcan. Esto incluye prácticas como la restauración de suelos, la reforestación, la mejora de la biodiversidad, y el fortalecimiento de las redes comunitarias y económicas locales.

Este proyecto, por si mismo, es un proyecto de políticas regenerativas en el sector de la construcción específicamente, por lo que se considera que los efectos en el entorno y con respecto a los ODS son positivos, se considera que inicialmente cuando se implementen los lineamientos establecidos en este proyecto, en un posible plan piloto, las pautas y la guía a seguir no se cumplirán al 100%, será un proceso que debe mejorar conforme se aplique de proyecto en proyecto. También se considera que se requerirá de inversión económica que al principio podrá ser mayor, una vez que se estandaricen estos procedimientos y más empresas estén involucradas la inversión será menor.

Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible

En este apartado se mencionarán los objetivos del desarrollo sostenible con respecto al proyecto “Análisis de la gestión de residuos y procesos para optar por el certificado de “Cero Residuos” en proyectos de construcción”:

Fin de la pobreza: si bien el proyecto propuesto generará empleos directos e indirectos, de forma inmediata no significará el fin de la pobreza, pero definitivamente aportará a la generación de empleos y se espera que de mediano a largo plazo vayan en aumento los empleos que se pueden generar.

Cero hambre: la generación de empleos ayudará a reducir la pobreza las comunidades en donde estos se generen y por ende eliminar el hambre de las familias involucradas.

Bienestar y salud: la generación de trabajos dará la oportunidad de acceder a los sistemas de salud, además de contribuir a mantener a los adultos jóvenes alejados de las sustancias nocivas para la salud como alcohol y drogas. También se considera un proyecto responsable en términos de salud, ya que se trata de disminuir la contaminación ambiental.

Educación de calidad: la oportunidad de empleo para los padres de familia generará acceso a la educación para sus hijos y la propia, además de recibir capacitaciones en temas ambientales.

Igualdad de género: el proyecto pretende ser inclusivo e impulsar a las mujeres de las comunidades a formar parte de las fuentes de trabajo.

Agua limpia y saneamiento: en Costa Rica, según el ITEC (2024), el alcance de la población que recibe agua de calidad, potable y segura es de un 91.2%, por lo que se puede decir que el acceso al agua limpia se encuentra en todo el territorio nacional. La implementación de este proyecto pretende disminuir la cantidad de residuos que llegan a los botaderos, por lo tanto, la contaminación del suelo y disminución notaria de los lixiviados.

Energía asequible y no contaminante: este proyecto implicará el procesamiento de residuos, por lo que se requiere de energía eléctrica en su mayoría, lo cual debe de ser bien planeado para no exceder este consumo y en la medida de lo posible, utilizar energías renovables.

Trabajo decente y crecimiento económico: este proyecto generará empleos relacionados con reciclaje y reutilización de materiales de construcción, esto generará empleos directos e indirectos, por ejemplo: separación y recolección de residuos,

fundición de acero, procesamiento de vidrios quebrados, transporte de materiales, procesamiento de hormigón defectuoso, elaboración de compost en oficinas, empleos administrativos, etc

Industria, innovación e infraestructura: esta es el área en la cual se enfoca este proyecto, se trata de implementar en el sector de la construcción estrategias de economía circular que permitan el desarrollo holístico de los proyectos.

Reducción de las desigualdades: se pretende incluir en este proyecto a comunidades rurales y personas de distintas edades.

Ciudades y comunidades sostenibles: como se mencionó antes, este proyecto es de principios regenerativos, por lo que se pretende incluir a comunidades en procesos educativos para desarrollar acciones sostenibles necesarias para el desarrollo de los proyectos constructivos.

Producción y consumo responsable: se pretende incluir a los distintos contratistas del medio de la construcción, como los son, los productores de acero, productores de concreto y de distintos acabados en acciones sostenibles para hacerlos partes del programa de trabajo.

Acción por el clima: la industria de la construcción es una de las industrias más contaminantes, por lo que aplicar una economía circular en los proyectos constructivas va a reducir el desperdicio y la contaminación ambiental.

Vida submarina: el evitar la llegada de residuos a los botaderos disminuirá la contaminación de los suelos y por lo tanto de los mantos acuíferos.

Vida de ecosistemas terrestres: la conciencia y el buen manejo de residuos de construcción en zonas silvestres principalmente, respetará las distintas formas de vida, además de la implementación de programas ambientales, como parte de la responsabilidad social, como lo son reforestación, construcción de pasos aéreos para fauna etc.

Paz, justicia e instituciones sólidas: este proyecto pretende asegurar un espacio de respeto y cero tolerancia a la violencia para todos los participantes y colaboración con sus familias.

Alianzas para lograr objetivos: para desarrollar este proyecto, es necesario establecer alianzas público-privadas, por su grado de responsabilidad y compromiso, así como alianzas con las comunidades y distintos grupos involucrados a donde se desarrollen los proyectos.

7.2 Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5

Según Green Project Management (2024), el Estándar P5 es más que un enfoque de proyectos tradicional, en donde el trabajo y resultados se centran en Productos y Procesos, sino que se incorporan los aspectos de Personas, Planeta y Prosperidad, es decir, esta matriz permite que cada aspecto del ciclo de vida de un proyecto sea evaluado y optimizado para la sostenibilidad.

Con respecto a los criterios para asignar un puntaje a cada ítem de la matriz, se puede decir que:

Antes: Se evalúa la situación de partida, identificando la relevancia de los posibles impactos que el proyecto podría generar en cada una de las cinco áreas, personas, planeta, prosperidad, paz y propósito.

Después: Se evalúa la situación al finalizar el proyecto o en etapas clave, midiendo cómo ha cambiado la situación inicial

Según la magnitud final del impacto se dará una puntuación de 1 a 5.

A continuación se presenta la sección de impacto a las personas de la matriz P5.

Tabla 22.

Impacto a las Personas P5

Impacto a las Personas										
Categoría	Prácticas laborales y Trabajo Decente									
Elemento	Definición	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
 Empleo, Trabajo Decente y Seguridad Social	Empleo y dotación de personal es el proceso de obtener el personal necesario para llevar a cabo el proyecto.	Vida Útil	No						0	
	Incluye identificar las habilidades requeridas para completar con éxito el proyecto, reclutar personas potenciales (interna o externamente), gestionar su tiempo y desempeño, capacitarlos cuando sea necesario y compensarlos en consecuencia.	Mantenimiento Eficacia	No						0	
		Eficiencia	Yes	Los involucrados están conformados por personal de diferentes instituciones públicas y privadas	Las personas del equipo podrían tener dificultades para reunirse presencialmente debido al tiempo y transporte.	1	Fomentar acuerdos de teletrabajo, de manera que el equipo se pueda reunir y trabajar sin traslados.	4	3	Se acordaron reuniones virtuales en su mayoría
		Imparcialidad	Yes	Podrían existir tratos preferenciales en los procesos de contratación	Imparcialidad en la contratación y escogencia de personal capacitado	1	Crear un equipo fiscalizador para asegurar igualdad	4	3	Contrataciones justas y de personal calificado
 Relaciones Laborales / Empresas	Relaciones laborales/empresariales en el contexto del proyecto significa generar confianza, comprensión y cooperación entre el proyecto y otros directores, el personal de la organización y los miembros del equipo de proyecto.	Vida Útil	No						0	
	Implica respetar las opiniones de los demás, resolver conflictos de manera proactiva, comunicarse con claridad y asegurar que todos conozcan sus roles y responsabilidades	Mantenimiento Eficacia Eficiencia	No						0	
		Imparcialidad	Yes	Los diferentes equipos podrían tener diferencias de comunicación o cumplimiento de objetivos	Se pueden ver afectadas las relaciones humanas y pueden existir retrasos y problemas en cumplimiento de objetivos	1	Aclarar desde el anteproyecto las responsabilidades de cada involucrado y establecer canales de comunicación	4	3	Comunicación efectiva
 Seguridad y Seguridad del Proyecto	Salud y seguridad del proyecto es la práctica de crear condiciones de trabajo seguras para el personal involucrado en el proyecto. Implica la implementación de medidas como la evaluación de peligros, la gestión de riesgos, la capacitación, el cumplimiento y la investigación. Su objetivo principal es asegurar que los trabajadores no estén expuestos a riesgos innecesarios mientras realizan su trabajo	Vida Útil	No							
		Mantenimiento Eficacia	No							
		Eficiencia	Yes	Se podrían presentar accidentes laborales o requerimientos médicos por parte de los involucrados de las distintas agrupaciones	Algunos involucrados no tendrían acceso a programas de salud	1	Controlar el ingreso de personal y cumplimiento de documentos oficiales, pólizas y seguros	4	3	Cumplimiento de la ley
		Imparcialidad	No							
 Capacidad y Capacitación	La capacitación y calificación es el proceso de asegurar que los miembros del equipo de proyecto tengan las habilidades necesarias para completar su trabajo de manera eficaz. Implica proporcionar instrucción, evaluar la competencia, monitorear el desempeño y ofrecer orientación	Vida Útil	No							
		Mantenimiento	No							
		Eficacia	Yes	Podría existir un faltante de personal calificado para cumplir con acciones sostenibles	Las acciones desostenibilidad no se aplicarían correctamente	1	Capacitar a las comunidades y grupos de involucrados	4	3	El proyecto presentará mejores rendimientos y resultados
		Eficiencia Imparcialidad	No No							

Impacto a las Personas										
Categoría	Prácticas Laborales y Trabajo Decente									
Elemento	Definición	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
 Agenda Organizacional	Aprendizaje organizacional es una forma de gestión del conocimiento en la que se alienta a los componentes y a los empleados de la organización a capturar, compartir y aplicar su conocimiento. Esto permite a la organización adaptar y mejorar sus procesos, productos y servicios a lo largo del tiempo.	Vida Útil	No							
		Mantenimiento	No							
		Eficacia	No							
		Eficiencia	Yes	Si no se realizan reuniones y documentación de lecciones aprendidas se seguirán cometiendo los mismos errores	El aprendizaje organizacional no será el óptimo y futuros grupos de trabajo cometerán los mismos errores	1	Entregar lista de reuniones aprendidas como entregable final y analizarlas para próximos proyectos	4	3	Mejoras en el presupuesto y cumplimiento de objetivos
		Imparcialidad	No							
 Agenda Organizacional	Igualdad de oportunidades es la práctica de brindar a las personas acceso a trabajos, oportunidades y responsabilidades en función de sus calificaciones, independientemente del género, la raza, la edad u otras características. Busca eliminar cualquier tipo de discriminación en el lugar de trabajo y asegurar que todos los miembros del equipo reciban un trato justo y tengan las mismas oportunidades de participar de manera adecuada.	Vida Útil	No							
		Mantenimiento	No							
		Eficacia	No							
		Eficiencia	No							
		Imparcialidad	Yes	Si el proyecto no tiene una política de tolerancia cero para cualquier tipo de prejuicio podrán existir problemas de discriminación	Algunos de sus participantes podrían recibir discriminación	1	Redactar una política de tolerancia cero para los prejuicios basados en género, raza, edad u otros.	4	3	Contrataciones parciales y ambiente laboral respetuoso
 Desarrollo de Competencias Locales	Desarrollo de competencias locales es el proceso de fomentar y expandir las habilidades, el conocimiento y la experiencia en las localidades en las que opera el proyecto. Puede implicar brindar capacitación o educación a las personas locales, así como alentar la colaboración y el intercambio de recursos entre la organización del proyecto y las organizaciones locales o las personas locales.	Vida Útil	No							
		Mantenimiento	No							
		Eficacia	No							
		Eficiencia	Yes	Si no se tienen los conocimientos fundamentales no se podrá desarrollar el programa planteado	Los objetivos ambientales no podrán cumplirse a cabalidad	1	Involucrar a las comunidades en donde se desarrollan los proyectos en participación y compra de insumos	5	4	Desarrollo económico local
		Imparcialidad	No							
 Armonía trabajo-vida y salud mental	Armonía trabajo-vida y salud mental se refiere a la capacidad de las personas para lograr un equilibrio entre sus objetivos profesionales y los compromisos dentro de sus vidas personales. Esto implica tomar descansos regulares del trabajo, desarrollar hábitos de trabajo saludables y participar en actividades que brinden una sensación de alegría y satisfacción.	Vida Útil	No							
		Mantenimiento	No							
		Eficacia	No							
		Eficiencia	No							
		Imparcialidad	Yes	Falta de inclusión de grupos en comunidades rurales y la necesidad de extender el proyecto en la mayor cantidad de territorio posible. Falta de inclusión de mujeres en industria ganadera y agrícola	Si no se expanden los principios de sostenibilidad desde adentro de las poblaciones, estos sectores quedarán excluidos y será mas difícil integrarlos entre más pase el tiempo	1	Contratación de mujeres e inclusión de grupos de trabajo de comunidades rurales	5	4	Comunidades rurales trabajan en programas de reciclajes y reutilización de materiales. Mujeres que no habían sido incluidas en equipos de trabajo tienen la oportunidad de surgir sin dejar de lado su maternidad

Impacto a las Personas										
Categoría	Sociedad y Clientes		¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Elemento	Descripción									
 Participación de la Comunidad		Vida Útil	No	Las comunidades rurales no explotan los recursos de forma sostenible y están excluidas de estos programas. Distintas instituciones del gobierno no están involucradas en programas de sostenibilidad ambiental	Es necesario educar a las poblaciones en materia de sostenibilidad y buenas prácticas de explotación de recursos, de no ser así no se tomará conciencia y los recursos serán explotados de forma indiscriminada	1	Se crean programas de capacitación para las distitas comunidades y se involucran a las instituciones del gobiernos en el proceso de planificación del proyecto	5	4	Las comunidades crean conciencia del correcto uso de los recursos y expanden estas prácticas a otras comunidades. Las instituciones adquieren funciones relacionadas al programa que incluyen apoyo y capacitación a distintos grupos impactados
		Mantenimiento	No							
		Eficacia	No							
		Eficiencia	No							
		Imparcialidad	Yes							
 Políticas Públicas y Cumplimiento		Vida Útil	No	Falta de seguimiento y monitoreo de procesos	Si no se le da el seguimiento requerido a los procesos, existe una alta posibilidad de sufrir atrasos y de sufrir mal uso de fondos públicos	1	Seguimiento de los procesos por parte de las instituciones implicadas	5	4	Agilidad en obtener respuestas y resultados, que permitan llevar el proyecto en buenos terminos de costo, alcance y calidad.
		Mantenimiento	No							
		Eficacia	Yes							
		Eficiencia	Yes							
		Imparcialidad	Yes							
 Protección para Pueblos Indígenas y Tribales		Vida Útil	No	Posible flexibilidad y preferencia en la elección de proveedores y contratistas	El proceso de licitación debe ser transparente y debe ser aprobado por los consejos correspondientes de tal manera que se asegure la legalidad del proceso y un precio justo para ambas partes	1	Contratación de profesionales pertinentes que trabajen en el marco de la ley y con amplio conocimiento de las leyes	5	4	Agilización de los procesos y eliminación de retrabajos en el proyecto
		Mantenimiento	No							
		Eficacia	No							
		Eficiencia	No							
		Imparcialidad	Yes							
 Protección para Pueblos Indígenas y Tribales		Vida Útil	No	Discriminación de grupos vulnerables	Para alcanzar la sostenibilidad del proyecto es importante incluir a los grupos indígenas los cuales tienen mucho que aportar	1	Inclusión de grupos indígenas y rurales en los proyectos de reforestación y comercialización de sus productos	5	4	Se genera ingresos y educación para estas comunidades
		Mantenimiento	No							
		Eficacia	No							
		Eficiencia	No							
		Imparcialidad	Yes							

Impacto a las Personas										
Categoría	Sociedad y Clientes		¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Elemento	Descripción									
 Salud y Seguridad del Cliente	Vida Útil		No							
	Mantenimiento		No							
	Eficacia	Falta de seguridad ocupacional y de sistemas de salud	Yes	Uso de materiales defectuosos que provoquen accidentes o problemas de salud	Falta de atención médica, psicológica y de seguridad en el trabajo	1	Inclusión de equipos de seguridad ocupacional y que estos a su vez verifiquen el cumplimiento de las obligaciones patronales	5	4	Menor cantidad de accidentes y educación a los trabajadores en temas de seguridad ocupacional
	Eficiencia		No							
	Imparcialidad		No							
 Efectividad de productos y servicios	Vida Útil	Uso de materiales vencido o que ya no cumplen su función	Yes			1	Correcto etiquetado y almacenamiento de materiales de construcción que indique la cantidad de usos que se le han dado	5	4	Correcto uso de los materiales y prevención de accidentes o disminución de calidad
	Mantenimiento		No							
	Eficacia		No							
	Eficiencia		No							
	Imparcialidad		No							
 Privacidad y Protección de Datos del Cliente	Vida Útil		No							
	Mantenimiento		No							
	Eficacia		No							
	Eficiencia	Perdida o mal manejo de información	Yes	Se dificulta la transparencia en temas económicos o de procesos, se pierde la trazabilidad de los cambios y mejoras		1	Utilizar una plataforma oficial para la documentación del proyecto	4	3	Se conserva la información en una plataforma segura, se puede consultar cuando sea necesario y se tiene respaldo de todos los procesos
	Imparcialidad		No							

Impacto a las Personas											
Categoría	Derechos Humanos		Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
 Acoso y Discriminación	Acoso y discriminación implica las medidas adoptadas para asegurar un entorno laboral seguro, respetuoso y no discriminatorio. Esto incluye el desarrollo de políticas que protejan a los empleados del trato injusto, la creación de un entorno inclusivo, la implementación de procedimientos de denuncia efectivos para casos de comportamiento inapropiado y la capacitación suficiente para la gerencia sobre cómo manejar tales problemas.		Vida Útil	No							
			Mantenimiento	No							
			Eficacia	Yes	Se podrían generar situaciones de abusos de poder y acoso en los distintos equipos de trabajo, ya sea en el sector productivo o de planificación	Las situaciones de abuso y discriminación provocan ambientes nocivos para la salud y posibles atrasos en el proyecto	1	Generar un espacio seguro en donde cada involucrado pueda acercarse y se protejan los derechos laborales, personales y humanos y se le de seguimiento a los posibles casos de discriminación o que provoquen espacios de trabajo inadecuados. Impartir charlas y capacitaciones	5	4	Se genera una cultura de respeto y de colaboración
			Imparcialidad	No							
 Trabajo Forzado e Involuntario	Trabajo apropiado a la edad significa garantizar que los niños no se encuentren en situaciones peligrosas o de explotación y, al mismo tiempo, permitirles desarrollar habilidades laborales esenciales. Se utiliza para describir el trabajo adecuado para el nivel de habilidad y madurez de una persona.		Vida Útil	No							
			Mantenimiento	No							
			Eficacia	Yes	Podrían encontrarse menores trabajando en comunidades rurales	Se incumple con los derechos humanos, se priva a los menores de recibir educación	1	El departamento de seguridad ocupacional inspeccionará los distintos grupos de trabajo	4	3	Se trabaja de acuerdo a la ley y se respetan los derechos de los menores
			Imparcialidad	No							
 Dignidad, Diversidad, Equidad e Inclusión	Trabajo forzado e involuntario significa cualquier trabajo o servicio que se obtiene de una persona bajo la amenaza de una acción punitiva contra ella o sus familias. Incluye trabajo donde el pago está por debajo de los niveles de subsistencia, o donde el pago es en bienes que no son deseables. El trabajo forzado e involuntario puede adoptar muchas formas, como la trata de personas, la servidumbre por deudas, la esclavitud y jornadas laborales injustamente largas		Vida Útil	No							
			Mantenimiento	No							
			Imparcialidad	Yes	Posibilidad de contrataciones fuera de la ley y explotación laboral de integrantes de comunidades vulnerables	Si no se realiza un proceso de selección adecuado, con empresas serías que cumplan con los controles de ley se corre el riesgo de sufrir dentro del proyecto de irregularidades en las contrataciones	1	Cumplimiento de la ley de contrataciones, asegurando que las empresas cumplan los requisitos fundamentales de polizas, seguros y condiciones laborales justas en horarios derechos humanos. Realización y seguimiento de reportes periódicos del proyecto de forma presencial y digital, de tal forma que sea posible detectar cualquier irregularidad en cuestión económica de recurso humano	5	4	Contar con un proyecto regulado y justo sin la posibilidad de tener trabajadores en malas condiciones o explotados
			Vida Útil	No							
 Dignidad, Diversidad, Equidad e Inclusión	Dignidad, diversidad, equidad e inclusión (DDEI) es un conjunto de valores, principios y prácticas que crean un entorno en el que todos los involucrados en el proyecto se sienten respetados, seguros y valorados. También implica brindar oportunidades para que todos participen en los procesos de toma de decisiones relevantes sin enfrentar discriminación o ser objeto de un trato injusto.		Eficacia	Yes	Posible falta de personal calificado o disponible para llevar a cabo labores de Recursos Humanos	Se corre con el riesgo de que existan situaciones de acoso entre los miembros del equipo	1	Contratación de expertos en temas de recursos humanos que generen un plan de inclusión y le den seguimiento	5	4	Ambiente laboral adecuado y por ende un proyecto colaborativo.
			Imparcialidad	Yes	Posibles tratos diferenciados ante grupos minoritarios que forma parte del sector productivo o de los equipos de planificación	El trato hacia todos los miembros del equipo debe ser mismo en igualdad de derechos, por lo tanto, se debe de contar con políticas de igualdad y sobre todo contar con un regente capacitado que pueda velar por el cumplimiento de estas políticas	1	Contratación de trabajadores sociales que identifiquen grupos vulnerables quienes un impulso y puedan formar parte del proyecto. Implementación de programas de igualdad de genero	5	4	Garantizar la transparencia en temas de inclusión de grupos vulnerables en los distintos proyectos, asegurando un trato digno y resguardando sus derechos laborales y personales

Impacto a las Personas									
Categoría	Comportamiento Ético		¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Resultado
Elemento	Descripción								
 Adquisiciones y Contratos Sostenibles	Prácticas y contratos de adquisiciones sostenibles incluye prácticas para obtener bienes, materias primas y servicios que toman en cuenta los impactos ambientales, económicos y sociales. Significa contratar recursos de manera ética. Requiere establecer acuerdos que respeten estándares ambientales, sociales y de derechos humanos.		No						
	Vida Útil		No						
	Mantenimiento		No		Se dan situación de corrupción, por medio de contrataciones irregulares y favorecimiento a ciertos grupos. Estas contrataciones no cumplen con requerimientos sostenibles	1	Evaluar el desempeño ambiental y social de los posibles proveedores, tener como mínimo 3 referentes para crear un proceso de selección justo y adecuado	5	Proceso de selección justo y adecuado, que cumple con idoneidad y con los requerimientos sostenibles
	Eficacia		Yes	No hay criterios de selección para proveedores, en relación a prácticas sostenibles.					
 Anti-Corrupción	Eficiencia		No						
	Imparcialidad		No						
	Vida Útil		No						
	Mantenimiento		No						
 Competencia Justa	Eficiencia		No						
	Imparcialidad		No		Se cometen actos de corrupción que pueden dejar al proyecto sin terminar y sin cumplir los con objetivos	1	Acoplarse a la ley de contrataciones y políticas el proyecto para la contratación y obtención de suministros, crear un grupo fiscalizador entre funcionarios publico y privados	5	Protección de los recursos económicos y de insumos, lo que provoca que el proyecto finalice con éxito y a tiempo
	Vida Útil		No						
	Mantenimiento		No		Posibles robos de dinero e insumos				
 Adquisiciones y Contratos Sostenibles	Prácticas y contratos de adquisiciones sostenibles incluye prácticas para obtener bienes, materias primas y servicios que toman en cuenta los impactos ambientales, económicos y sociales. Significa contratar recursos de manera ética. Requiere establecer acuerdos que respeten estándares ambientales, sociales y de derechos humanos.		Yes	Irregularidades en las contrataciones del sector público y leyes que favorecen atrasos y malas gestiones	Si no se realiza el proceso de licitación de forma transparente es posible que procedan las contrataciones irregulares, lo que desencadena problemas de corrupción y posteriores atrasos en el proyecto	1	Alianzas publico-privadas e involucramiento de distintas comunidades	5	Desarrollo de un proyecto en donde existe el monitoreo y el seguimiento de los procesos para cumplir con los principios de sostenibilidad y transparencia en contrataciones
	Vida Útil		No						
	Mantenimiento		No						
	Eficacia		Yes	No hay criterios de selección para proveedores, en relación a prácticas sostenibles.					
 Anti-Corrupción	Eficiencia		No						
	Imparcialidad		No						
	Vida Útil		No						
	Mantenimiento		No						
 Competencia Justa	Prácticas y contratos de adquisiciones sostenibles incluye prácticas para obtener bienes, materias primas y servicios que toman en cuenta los impactos ambientales, económicos y sociales. Significa contratar recursos de manera ética. Requiere establecer acuerdos que respeten estándares ambientales, sociales y de derechos humanos.		Yes	Irregularidades en las contrataciones del sector público y leyes que favorecen atrasos y malas gestiones	Si no se realiza el proceso de licitación de forma transparente es posible que procedan las contrataciones irregulares, lo que desencadena problemas de corrupción y posteriores atrasos en el proyecto	1	Alianzas publico-privadas e involucramiento de distintas comunidades	5	Desarrollo de un proyecto en donde existe el monitoreo y el seguimiento de los procesos para cumplir con los principios de sostenibilidad y transparencia en contrataciones
	Vida Útil		No						
	Mantenimiento		No						
	Eficacia		Yes	No hay criterios de selección para proveedores, en relación a prácticas sostenibles.					
 Adquisiciones y Contratos Sostenibles	Prácticas y contratos de adquisiciones sostenibles incluye prácticas para obtener bienes, materias primas y servicios que toman en cuenta los impactos ambientales, económicos y sociales. Significa contratar recursos de manera ética. Requiere establecer acuerdos que respeten estándares ambientales, sociales y de derechos humanos.		No						
	Vida Útil		No						
	Mantenimiento		No		Se dan situación de corrupción, por medio de contrataciones irregulares y favorecimiento a ciertos grupos. Estas contrataciones no cumplen con requerimientos sostenibles	1	Evaluar el desempeño ambiental y social de los posibles proveedores, tener como mínimo 3 referentes para crear un proceso de selección justo y adecuado	5	Proceso de selección justo y adecuado, que cumple con idoneidad y con los requerimientos sostenibles
	Eficacia		Yes	No hay criterios de selección para proveedores, en relación a prácticas sostenibles.					
 Anti-Corrupción	Eficiencia		No						
	Imparcialidad		No						
	Vida Útil		No						
	Mantenimiento		No						
 Competencia Justa	Prácticas y contratos de adquisiciones sostenibles incluye prácticas para obtener bienes, materias primas y servicios que toman en cuenta los impactos ambientales, económicos y sociales. Significa contratar recursos de manera ética. Requiere establecer acuerdos que respeten estándares ambientales, sociales y de derechos humanos.		Yes	Irregularidades en las contrataciones del sector público y leyes que favorecen atrasos y malas gestiones	Si no se realiza el proceso de licitación de forma transparente es posible que procedan las contrataciones irregulares, lo que desencadena problemas de corrupción y posteriores atrasos en el proyecto	1	Alianzas publico-privadas e involucramiento de distintas comunidades	5	Desarrollo de un proyecto en donde existe el monitoreo y el seguimiento de los procesos para cumplir con los principios de sostenibilidad y transparencia en contrataciones
	Vida Útil		No						
	Mantenimiento		No						
	Eficacia		Yes	No hay criterios de selección para proveedores, en relación a prácticas sostenibles.					

Impacto a las Personas										
Categoría	Comportamiento Ético		¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Elemento	Descripción									
 Tecnología Responsable	Vida Útil	No		Possible falta de seguimiento y mejoras al producto	Si no se le da mantenimiento a los servicios de tecnología en base a las necesidades de los usuarios el producto requerido no cumplirá su objetivo y el presupuesto invertido no será aprovechado					
	Mantenimiento	Yes				1	Contratación de una empresa responsable que le de seguimiento a los errores y mejoras del producto	4	3	Seguimiento a los errores y mejoras del producto
	Eficacia	Yes		Posibles atrasos en las entregas parciales y finales del producto	La falta de objetivos y mala planificación provocaría atrasos en la entrega del producto y posibles pérdidas	1	Planificar de forma temprana y tener clara las necesidades del usuario final	5	4	Entrega oportuna del producto final y seguimiento de su funcionamiento
	Eficiencia	No								
	Imparcialidad	No								
 Afirmaciones Ecológicas y de Greenwashing				Posibilidad de realizar una gran inversión y no obtener los resultados requeridos, tal que el proyecto no tenga éxito y acabe en poco tiempo	Si el proyecto no se realiza a conciencia, los resultados finales no serán los requeridos y no cumplirán con el propósito del proyecto, este se convertiría en un papeleo sin resultados	1	Investigación, estudio de lecciones aprendidas e inclusión de grupos de expertos en el desarrollo del proyecto	4	3	Se implementan prácticas de sostenibilidad y alcances reales sostenibles en el tiempo
	Mantenimiento	No								
		Yes		Implementación de programas que generen beneficios económicos pero sin responsabilidad ambiental	Si no se educa a la población y se genera conciencia, el resultado final no será el requerido, ya que los involucrados no entenderán la importancia y la misión y visión del proyecto.	1	Se implementan programas educativos que lleguen a todos los involucrados	4	3	Se le da seguimiento a los procesos mediante informes periódicos en donde se rinden cuentas y se implementan acciones para el mejoramiento y sostenibilidad del programa en el tiempo
	Eficiencia	No								
	Imparcialidad	No								

Nota: la tabla describe la matriz de impacto a las personas del proyecto Penumbra.

A continuación, se presenta la sección de impactos al planeta de la matriz P5:

Tabla 23.

Impacto al Planeta P5

Impactos al Planeta										
Categoría	Transporte									
Elemento	Descripción	¿Calificado?	Lente	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
 Adquisición Local	Adquisición local es la práctica de adquirir productos y servicios de proveedores locales	No	Vida Útil						0	
		No	Mantenimiento						0	
		No	Eficacia						0	
		Yes	Eficiencia	Algunos involucrados tienen preferencia por servicios y productos internacionales	Comunidades locales no se beneficiarán con el programa y no tendrán beneficios económicos	1	Generar una cartera de vendedores nacionales y establecer buenas relaciones comerciales	5	4	Llegar temprana de productos, bajan los costos de acarreo
 Comunicación Digital	Comunicación digital es el uso de herramientas y plataformas digitales para comunicar sobre el proyecto. Estas herramientas pueden incluir sitios web, boletines por correo electrónico, cuentas de redes sociales, aplicaciones de mensajería y otros canales de comunicación digital.	No	Imparcialidad						0	
		No	Vida Útil						0	
		No	Mantenimiento						0	
		No	Eficacia						0	
 Viajes y Desplazamientos	Viajes y desplazamientos es el movimiento del personal relacionado con el proyecto entre diferentes localidades. Los viajes y desplazamientos pueden incluir llegar al sitio del proyecto, asistir a reuniones fuera del sitio, realizar presentaciones fuera del sitio, recopilar datos y brindar apoyo fuera del sitio.	Yes	Eficiencia	La información se puede perder o no llegar clara a todas las partes	La información no es transparente ni oportuna, esto puede facilitar la corrupción	1	Establecer canales de comunicación oficiales, utilizar una plataforma de dirección de proyectos y nombrar a responsables de la organización y buen uso de esta.	5	4	El proceso de desarrollo se forma transparente y en tiempo real
		No	Imparcialidad						0	
		No	Vida Útil						0	
		No	Mantenimiento						0	
 Logística	Logística es la planificación y ejecución de actividades relacionadas con el transporte de bienes, materias primas y servicios para uso del proyecto. La logística incluye actividades como la programación del transporte, la estimación de costos, la coordinación del personal y asegurarse de que todos los procedimientos necesarios se completan a tiempo.	Yes	Eficiencia	Desperdicio de recursos	Se puede dar un consumo irresponsable de recursos si no se planifica correctamente el transporte necesario	1	Planificar viajes nacionales e internacionales solamente si son necesarios y con el personal mínimo requerido	3	2	
		No	Eficiencia						0	
		No	Imparcialidad						0	
		No	Vida Útil						0	
 Logística	Logística es la planificación y ejecución de actividades relacionadas con el transporte de bienes, materias primas y servicios para uso del proyecto. La logística incluye actividades como la programación del transporte, la estimación de costos, la coordinación del personal y asegurarse de que todos los procedimientos necesarios se completan a tiempo.	Yes	Eficiencia	Atrasos en entregas y costos excesivos en transporte	Contaminación ambiental y tráficoal	1	Planificación de rutas y análisis de proveedores	4	3	El proceso de compras es más ágil, existen ahorros en transporte, los insumos llegan de forma temprana
		No	Eficiencia						0	
		No	Imparcialidad						0	
		No	Imparcialidad						0	

Impactos al Planeta											
Categoría	Energía		Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
 Consumo de Energía	Consumo de energía es la cantidad de energía utilizada por el proyecto a lo largo de su duración. Abarca todos los aspectos del uso de la energía, desde la iluminación de las oficinas hasta la energía necesaria para el transporte	Vida Útil		No						0	
		Mantenimiento		No						0	
		Eficacia		No						0	
		Eficiencia	Yes	Gasto innecesario de energía eléctrica	El gasto de energía innecesario perjudica las acciones realizadas por el clima	1	Aplicar acciones correctivas propias del programa bandera azul	3	2	Ahorros energéticos	
 Emisiones de GEI	Emisiones de gases de efecto invernadero son gases (principalmente dióxido de carbono y metano) liberados a la atmósfera como resultado directo de las actividades asociadas con el proyecto. Esto incluye las emisiones como resultado directo del consumo de energía del proyecto, así como las emisiones del transporte de bienes, materias primas y servicios adquiridos. También incluye las emisiones de GEI causadas por la distribución, operación y disposición del producto del proyecto	Imparcialidad		No						0	
		Vida Útil		No						0	
		Mantenimiento		No						0	
		Eficacia	No	La acumulación de residuos de construcción en botaderos genera emisiones de gases a la atmósfera	Se ve afectado el ambiente, los ecosistemas terrestres, vida marina y la salud humana	1	Aplicar la economía circular para tratar residuos de construcción	5	4	Reducción de la contaminación y generación de fuentes de empleo	
 Retorno de energías renovables y limpios	Retorno de energía limpia (Clean energy/return -CER) se refiere a la cantidad de energía renovable generada por el proyecto o el producto del proyecto que excede la cantidad necesaria. El CER normalmente se devuelve a la red para que lo usen otros.	Imparcialidad		No						0	
		Vida Útil		No						0	
		Mantenimiento		No						0	
		Eficacia	No	Pagos excesivos de recibos eléctricos	Consumos energéticos altos, significan energía contaminante	1	Crear un plan para el uso de energía solar y a partir de la biomasa	3	2	Ahorros en el consumo de energía y disminución de la	
		Imparcialidad		No						0	

Impactos al Planeta									
Categoría Elemento	Tierra, Aire y Agua Descripción	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio Resultado
 Desplazamiento de Agua	Desplazamiento de agua es la práctica de desviar las fuentes de agua que han sido interrumpidas por el proyecto lejos de las áreas que son propensas a inundaciones y contaminación. Los métodos incluyen la construcción de represas, el desvío del flujo de agua, la construcción de humedales artificiales, el paisajismo con jardines infiltrantes (rain gardens) y la instalación de barreras contra inundaciones. El desplazamiento de agua es principalmente un problema con los proyectos de construcción, manufactura y agricultura.	Vida Útil	No						0
		Mantenimiento	No						0
		Eficacia	No						0
		Eficiencia	Yes	Fuentes de agua cercanas al proyecto podrían verse contaminadas o podrían obstaculizar el	Contaminación de fuentes de agua	1		5	4
		Imparcialidad	No						0
 Erosión y Regeneración de Suelo	Erosión del suelo es la pérdida de la capa superior del suelo debido a actividades humanas como la construcción en general. La construcción de carreteras o las prácticas agrícolas. Puede verse exacerbado por cambios en la cobertura natural del suelo y puede tener efectos negativos significativos en los ecosistemas locales. Al igual que con el desplazamiento del agua, la erosión del suelo es principalmente un problema con los proyectos de construcción, manufactura y agricultura.	Vida Útil	No						0
		Mantenimiento	No						0
		Eficacia	Yes	La basura acumulada en los vertederos y botaderos desaparece la capa vegetal y	Erosión y contaminación de suelos	1	Plan de cero residuos para disminuir la cantidad de basura que llega a los botaderos	5	4
		Eficiencia	No						0
		Imparcialidad	No						0
 Contaminación Acústica	Contaminación acústica es la creación de sonidos excesivos, desagradables o perturbadores que pueden disminuir la calidad de vida. La contaminación acústica puede ser causada por actividades tales como voladuras (blasting), tráfico de vehículos pesados, embotellamientos y operación de maquinaria o equipo.	Vida Útil	No						0
		Mantenimiento	No						0
		Eficacia	Yes	Ruido de camiones de basura al recolectar, transportar y disponer de residuos, así como ruido en las plantas de tratamiento de	Contaminación sónica		Establecer relaciones con centros de tratamiento y de acopio que cumplan con las normativas de ley, de igual forma con		0
		Eficiencia	No						0
		Imparcialidad	No						0

Impactos al Planeta		Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Categoría	Consumo Descripción									
 Residuo y Reseo	Reciclaje implica transformar un elemento de desecho en uno útil. Los artículos que se pueden reciclar van desde botellas de agua de plástico hasta computadoras y generadores eléctricos. Reutilización implica usar el mismo artículo una y otra vez o encontrarle un nuevo propósito	Vida Útil	Yes	Muchos residuos de construcción se desechan pudiendo ser recuperados y generando	Contaminación y consumo excesivo	1	Crear una cadena de valor para los residuos de construcción	5	4	Se le saca el máximo provecho a los materiales de construcción, menos residuos llegan a los
		Mantenimiento	No						0	
		Eficacia	No						0	
		Imparcialidad	No						0	
 Deposición / Eliminación	Eliminación de bienes y materiales es la práctica de deshacerse de elementos que ya no se necesitan o no se desean para el proyecto. Esto incluye la eliminación de residuos peligrosos y no peligrosos de acuerdo con las leyes y regulaciones pertinentes. Disposición de activos es el proceso de deshacerse de un elemento que ha llegado al final de su vida útil. Esto incluye todo, desde productos electrónicos de consumo hasta infraestructura pública, como carreteras y puentes.	Vida Útil	Yes	Muchos residuos de construcción se desechan pudiendo ser recuperados y generando	Contaminación y consumo excesivo	1	Crear una cadena de valor para los residuos de construcción	5	4	Se le saca el máximo provecho a los materiales de construcción, menos residuos llegan a los
		Mantenimiento	No						0	
		Eficacia	No						0	
		Imparcialidad	No						0	
 Contaminación y Polución	Contaminación y polución es la liberación de materiales de desecho o sustancias peligrosas en el medio ambiente. Casi siempre tendrá un impacto negativo en los ecosistemas y la salud humana. La contaminación y la polución ocurren con mayor frecuencia debido a prácticas negligentes en la fabricación, la construcción, la agricultura y las industrias relacionadas que generan materiales de desecho o productos químicos peligrosos, pero también pueden ocurrir en otros proyectos que hacen un mal trabajo de eliminación	Vida Útil	Yes	El exceso de basura en botaderos y vertederos genera dióxido de carbono, contaminación ambiental, de suelos y	Los botaderos existentes son insuficientes, generan gran contaminación ambiental	1	Reducir la llegada de residuos al botadero, por medio de un programa de "Cero Residuos"	5	4	Se le saca el máximo provecho a los materiales de construcción, menos residuos llegan a los botaderos a causar
		Eficacia	No						0	
		Imparcialidad	No						0	
		Vida Útil	No						0	
 Generación de Residuos	Generación de residuos es la creación de cualquier exceso o materiales o subproductos innecesarios durante el proyecto. Esto incluye todo, desde suministros y materiales sobrantes hasta energía desperdiciada.	Mantenimiento	No						0	
		Eficacia	No						0	
		Eficacia	Yes	La industria de la construcción es una de las más contaminantes, se desechan todos los residuos de forma indiscriminada sin pensar en un segundo	Los botaderos existentes son insuficientes, generan gran contaminación ambiental	1	Reducir la llegada de residuos al botadero, por medio de un programa de "Cero Residuos"	5	4	Menos residuos llegan al botadero, se produce menos contaminación
		Imparcialidad	No						0	

Nota: la tabla describe la matriz de impacto al planeta del proyecto Penumbra.

Tabla 24.

Impacto a la Prosperidad P5

Impactos a la Prosperidad												
Categoría	Factibilidad del Proyecto		Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado	
Elemento	Descripción											
 Análisis del Caso de Negocio	Análisis del caso de negocio es el proceso de desarrollar un caso de negocio que justifique el inicio o la continuación del proyecto. Se trata de analizar la lógica que sustenta la financiación del proyecto. Esto requiere identificar los beneficios y dis-beneficios (perjuicios) esperados, los costos e ingresos probables, los requisitos de personal, los principales riesgos, las alternativas de cronograma y los impactos en las partes interesadas asociados con un proyecto propuesto		Vida Útil	Yes	Algunas empresas no estarían dispuestas a invertir en capacitaciones ni en los procesos poropios de reutilizar y procesar residuos de construcción	La acumulación de basura continuará en aumento, al igual que la contaminación ambiental	1	Implementar planes de acción para el reciclaje y reutilización de residuos de construcción que puedan ser apliados en empresas que no cuentan	5	4	Paulatinamente las empresas se adaptarán al cambio y aplicarán los procesos de reciclaje y procesamiento de	
			Mantenimiento	No						0		
			Eficacia	No						0		
			Eficiencia	No						0		
			Imparcialidad	No						0		
 Análisis Financiero	Análisis financiero es el proceso de evaluación del proyecto desde una perspectiva monetaria. Por lo general, se utiliza para analizar si el proyecto requiere financiamiento inicial o adicional.		Mantenimiento	No						0		
			Eficacia	Yes	Para tener mayor alcance es necesaria la intervención estatal, en cuanto a planificación y fondos sostenibles	Falta de recursos para ejecutar las acciones sostenibles	1		4	3	Alianzas público-privadas y mayor alcance del programa	
			Eficiencia	No							0	
			Imparcialidad	No							0	
			Vida Útil	No							0	
 Retorno Social sobre la Inversión	Retorno social de la inversión (SROI) es un marco para medir y rendir cuentas de los productos y resultados de los proyectos al incluir los costos y beneficios sociales y ambientales junto con los económicos tradicionales. Se basa en la idea de que los proyectos crean valor de otras maneras además de los rendimientos financieros. Por ejemplo, un proyecto de desarrollo comunitario puede crear valor al mejorar la salud y el bienestar de los residentes, reducir el crimen y aumentar la cohesión social		Mantenimiento	No						0		
			Eficacia	No							0	
			Eficiencia	No							0	
			Imparcialidad	No							0	
			Vida Útil	Yes	Podría suceder que algunos de los involucrados se beneficien ilegalmente de las ganancias y presupuesto del proyecto, lo cual impida que el proyecto tenga las ganancias esperadas y la posibilidad de realizar obra social	Corrupción, enriquecimiento ilícito	1	Crear alianzas público privadas y un plan robusto de fiscalización del presupuesto y los gastos	5	4	El dinero alcanzará para desarrollar el proyecto y retribuir a la sociedad	
 Modelado y Simulación	Modelado es la creación de una representación física, matemática o lógica del proyecto utilizando sus características representativas. Simulación es el uso de un modelo para comprender los efectos potenciales de condiciones y elecciones alternativas dada la incertidumbre en las variables de entrada. Puede ser especialmente útil en el contexto del proyecto donde sus características a menudo interactúan de manera impredecible		Imparcialidad	No						0		
			Vida Útil	No							0	
			Mantenimiento	No							0	
			Eficacia	No							0	
			Eficiencia	Yes	Sn un presupuesto y una proyección de gastos adecuada no se podrá desarrollar el proyecto con éxito	Mal manejo de fondos y posibilidad de corrupción	1	Crear alianzas público privadas y un plan robusto de fiscalización del presupuesto y los gastos. Crear sesiones de	5	4	El dinero alcanzará para desarrollar el proyecto y retribuir a la sociedad	
			Imparcialidad	No						0		

Impactos a la Prosperidad											
Category	Agilidad Empresarial	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado	
Elemento	Descripción										
 Flexibilidad Opcionalidad	circunstancias o situaciones cambiantes. Requiere la capacidad de modificar planes o enfoques ante desafíos inesperados.	Vida Útil	No						0		
		Mantenimiento	No						0		
		Eficacia	No						0		
	Opcionalidad significa tener múltiples soluciones u opciones disponibles. Significa que el proyecto no está restringido por un solo enfoque. Opcionalidad significa que el proyecto es capaz de soportar diferentes resultados con diferentes productos sin tener que empezar de nuevo.		Yes	Algunas empresas o proyectos podrían no contar con el tiempo o recursos necesarios para desarrollar el plan de cero residuos	Continuará la acumulación de basura y escombros y la contaminación ambiental	1	Se crean varios planes de acción para que los proyectos con menos presupuesto puedan participar en al menos	5	4	Paulatinamente las empresas se adaptarán al cambio y aplicarán los procesos de reciclaje y	
		Eficiencia	No							0	
 Resiliencia	Resiliencia es la capacidad del proyecto para recuperarse o adaptarse fácilmente a condiciones adversas, como fluctuaciones extremas del mercado, inestabilidad política o económica, desastres naturales o emergencias de salud. La resiliencia no hace que los problemas desaparezcan, significa tener la capacidad de hacerles frente a pesar del estrés inesperado.	Imparcialidad	No	Podría aparecer nuevamente una crisis en el sector de la construcción, pausando el crecimiento y disminuyendo la producción de residuos	Recesión de la economía		Establecer un plan de acción en caso de entrar en crisis, aprovechar los equipos para tratar otro tipo de residuos			Los proyectos de reciclaje y procesamiento de residuos podrán seguir en funcionamiento, procesando otro tipo de	
		Vida Útil	Yes			1		4	3		
		Mantenimiento	No							0	
		Eficacia	No							0	
		Eficiencia	No							0	
		Imparcialidad	No							0	

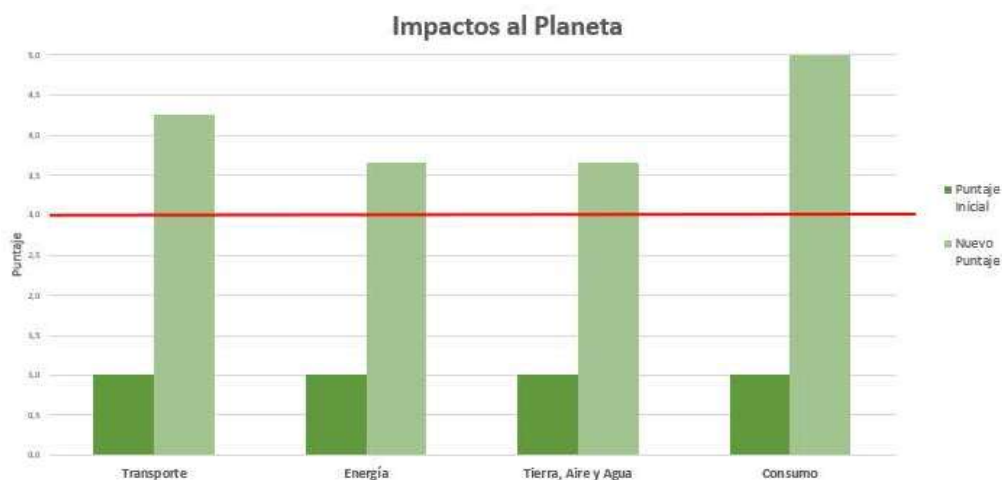
Impactos a la Prosperidad											
Categoría	Estimulación Económica y del Mercado		Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Elemento	Descripción										
 Impacto Económico Local	Impacto económico local incluye los efectos directos e indirectos que el proyecto tiene sobre la economía de su área local. Esto puede incluir la creación de empleo, un mayor gasto en la economía local o un mayor desarrollo regional.		Vida Útil	No						0	
			Mantenimiento	No						0	
			Eficacia	No						0	
			Eficiencia	No						0	
 Beneficios Indirectos	Si se consideran marcas internacionales de insumos se perderá de incorporar productos y proveedores nacionales			Yes		No se generará crecimiento económico en las comunidades en donde se desarrolla el	1	Incluir productos y productores nacionales en el proyecto	5	4	Crecimiento del productor local
	Beneficios indirectos son los impactos positivos que van más allá de los resultados inmediatos del proyecto y pueden no ser siempre visibles inmediatamente. Estos beneficios pueden incluir una mejor calidad de vida, una mayor actividad económica en el área local y mejoras ambientales como aire o agua más limpios.		Imparcialidad	No						0	
			Vida Útil	No						0	
			Mantenimiento	No						0	
 Indicadores ESG e Informes de Sostenibilidad	Planificación centrada en el impacto económico			Yes		No se generará crecimiento económico en las comunidades en	1	Crear economía circular	5	4	Impactos positivos en el ambiente
			Eficacia	No						0	
			Eficiencia	No						0	
			Imparcialidad	No						0	
			Vida Útil	No						0	
			Mantenimiento	No						0	
				No						0	
				No						0	
 Indicadores ESG e Informes de Sostenibilidad	Falta de seguimiento y de una plataforma de administración de proyectos			Yes		Pérdida de trazabilidad de las acciones ambientales	1	Contar con un regente ambiental y presentar periódicamente un	5	4	Se verifican los beneficios ambientales, se corrigen errores y se
			Eficacia	No						0	
			Eficiencia	No						0	
			Imparcialidad	No						0	

Nota: la tabla describe la matriz de impacto a la prosperidad del proyecto Penumbra.

A continuación, se presenta gráficamente el crecimiento de cada uno de los ítems de la matriz P5, de esta forma se puede observar que las soluciones propuestas a cada uno de los posibles inconvenientes que se pueden desarrollar a lo largo del proyecto y que influyen en el desarrollo de un proyecto sostenible son positivas y potencian la sostenibilidad.

Figura 18.

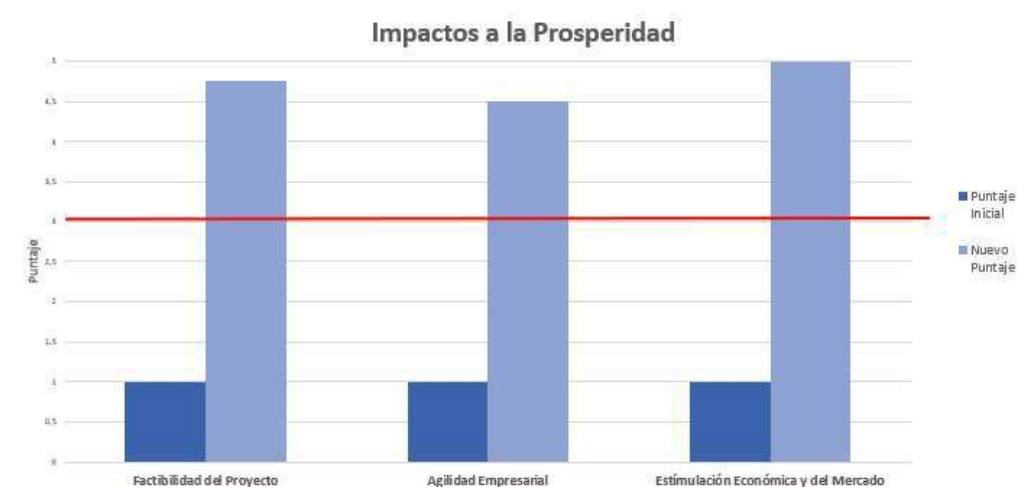
Gráfico Impactos al planeta



Nota: Autoría propia, 2024, Plantilla Análisis P5, UCI

Figura 19.

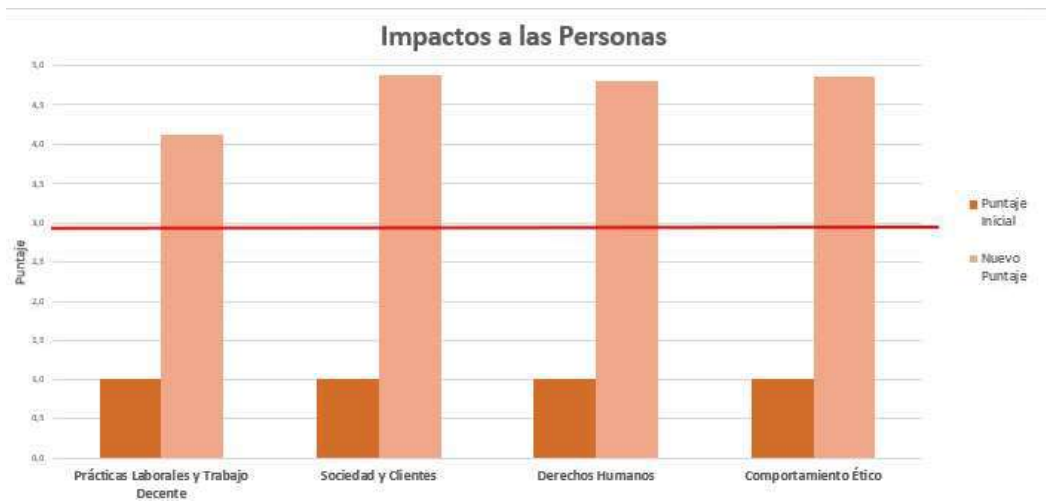
Gráfico Impactos a la Prosperidad



Nota: Autoría propia, 2024, Plantilla Análisis P5, UCI

Figura 20.

Gráfico Impactos a la Personas



Nota: Autoría propia, 2024, Plantilla Análisis P5, UC

7.3 Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo

Este proyecto por sí mismo es regenerativo, ya que pretende disminuir significativamente la llegada de los residuos de construcción a los botaderos y vertederos de basura, por medio del planteamiento de una estrategia sostenible y circular que permita procesar y reutilizar la basura y residuos.

Las dimensiones del desarrollo regenerativo no deberían de verse afectadas si se planea correctamente cada una de las 5 áreas de impacto, para esto se debe de contratar personal calificado que certifique la transparencia de todos los procesos, además de establecer las reglas, normativas y canales de comunicación.

Lista de Referencias

Abarca L. Leandro, A. (2016). Situación actual de la gestión de los materiales de construcción en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*. Vol 29-4.pag 11-122.

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n4/0379-3982-tem-29-04-111.pdf>.

Agile Alliance (2017). Guía de Práctica Ágil.https://www.agilealliance.org/wp-content/uploads/2018/07/AgilePG_SPA.pdf

Alvarez L (2019). Metodologías Híbridas De Gestión De Proyectos. Universidad de la Rioja. <https://www.collegesidekick.com/study-docs/15248182>.

Asamblea Legislativa, “Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839”, Sistema Costarricense de Información Jurídica, 2010. [En línea]. Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/sc_ij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=118677¶m2=1&strTipM=TC&IResultado=6&strSim=simp.

Avello, M. (2018) Las Fuentes de Información y su Evaluación. <https://doi.org/10.3916/escuela-de-autores-068>

CFIA (2019). REGLAMENTO PARA LA CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. [https://legal.cfia.or.cr/archivos/Reglamento %20para%20la%20Contratacion%20de%20Servicios%20de%20Consultoria%20en%20Ingenieria%20y%20Arquitectura.pdf](https://legal.cfia.or.cr/archivos/Reglamento%20para%20la%20Contratacion%20de%20Servicios%20de%20Consultoria%20en%20Ingenieria%20y%20Arquitectura.pdf)

CFIA (2024). ¿Qué es la Gerencia de Proyectos? (Aplica para la Primera Fase y Segunda Fase del Proceso Constructivo). <https://centrodeayuda.cfia.or.cr/hc/es/articles/1500007805221->

-Qu%C3%A9-es-la-Gerencia-de-Proyectos-Aplica-para-la-Primera-Fase-y-Segunda-Fase-del-Proceso-Constructivo

CFIA. Reglamento para la Contratación de Servicios de Consultoría en Ingeniería y Arquitectura.

Comité Intersectorial de Economía Circular (2020). Estrategia de Economía

Circular. Editorial. <https://minae.go.cr/organizacion/vicegestionestrategica/SEPLASA/Documentos/Estrategia%20National%20Economia%20Circular.pdf>

Costa Rica. (2010). *Ley para la gestión integral de residuos N.° 8839*. La Gaceta N.° 135.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=69523&nValor3=83627&strTipM=TC

Costa Rica. (2020). *Ley N.° 9825. Reforma a la Ley para la gestión integral de residuos N.° 8839*. La Gaceta N.° 171.

<https://www.sinac.go.cr/ES/normativa/Leyes/2021/Ley%20N%C2%B09825.html>

Costa Rica. (2020). *Ley N.° 9825. Reforma a la Ley para la gestión integral de residuos N.° 8839*. La Gaceta N.° 171. <https://www.sinac.go.cr/ES/normativa/Leyes/2021/Ley%20N%C2%B09825.html>

[ormativa/Leyes/2021/Ley%20N%C2%B09825.html](https://www.sinac.go.cr/ES/normativa/Leyes/2021/Ley%20N%C2%B09825.html)

Crespo Agency. (2023). *El reciclaje de materiales de construcción: un desafío clave para la*

sostenibilidad en Costa Rica. <https://www.crespo-agency.com/el-reciclaje-de-materiales-de-construccion-un-desafio-clave-para-la-sostenibilidad-en-costa-rica/>

EDICA Ltda. (2021). *Gestión y manejo de desechos en obras de infraestructura*. EDICA.

Fishel, comunicación personal, agosto 2025

Fortech Costa Rica. (2023). *Reciclaje de Residuos Metálicos*. <https://fortech.cr/blog/reciclaje-de-residuos-metalicos-transformando-desechos-en-tesoros-sostenibles-en-costa-rica/>

Fundación UOCRA. Guía de Buenas Prácticas Ambientales.

Gallardo H. (1991). *Elementos de Investigación Académica*. (1era Edición). San José Costa Rica. Editorial UNED.

GBCI. TRUE for Construction – Pilot Guidance, FAQ y Slide Deck.

Great Place to Work. (2025). *¿Qué es Great Place to Work®?* Great Place to Work.

<https://www.greatplacetowork.com/about>

Green Building Council. (2021). *TRUE for Construction Projects Pilot Guidance*. GBCI.

Green Building Council. Proceso de certificación Leed. <https://gbccr.org/leed>

text=LEED%C2%AE%20eval%C3%BAa%20los%20proyectos%20cada%20categor%C3%ADa%2C%20denominados%20prerrequisitos.

Green Business Certification Inc. (2021). *TRUE Zero Waste certification*. GBCI.

<https://true.gbci.org>

Green Business Certification Inc. (2021a). *TRUE for Construction Projects Pilot Guidance*.

GBCI.Green Business Certification Inc. (2021b). *TRUE Zero Waste Certification: Rating System*. GBC

Green Business Certification Inc. (2021a). TRUE for Construction Projects Pilot Guidance.
GBCI.

Green Business Certification Inc. (2021b). TRUE Zero Waste Certification: Rating System.

GBCI.Costa Rica. (2010). *Ley para la gestión integral de residuos N.° 8839*. La Gaceta
N.° 135. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=69523&nValor3=83627&strTipM=TC

Green Group.Certificación Leed. <https://www.greengroup.com.ar/detalle.php?a=beneficios-de-certificacion-leed&t=18&d=16>

Green Project Management (2024). Estándar Global para la Sostenibilidad de Proyectos 3.0.
<https://gpmlatam.org/estandares/el-estandar-p5-para-la-sostenibilidad-en-la-gestion-de-proyectos/>

Greentology. (23 de abril de 2023).5 tips para generar una economía circular
regenerativa.Greentology Magazine.<https://greentology.life/2023/04/28/5-tips-para-generar-una-economia-circular-regenerativa/>

Kerzner, H. (2022). *Project management best practices: Achieving global excellence* (5th ed.).
Wiley.

Lean Construction Institute. (2025). *Lean Construction*. Recuperado el 13 de octubre de 2025, de
<https://leanconstruction.org/lean-topics/lean-construction/>

Life Pacific University (2023). Estrategia de Comunicación: Tipos de Fuentes
<https://lifepacific.libguides.com/c.php?g=924149&p=6696820>

Lledó P (2013). El ABC para un director de proyectos exitoso. Editorial Pearson.

<https://www.ucipfg.com/biblioteca/files/original/0730fac4d358358c431179d2481431a9.pdf>

Lledó, P. (2021). *El ABC de la dirección de proyectos*. CreateSpace Independent Publishing.

Martins J. (2024). ¿Qué es un entregable en la gestión de proyectos?.

<https://asana.com/es/resources/what-are-project-deliverables>

Mendez, N. (2021). *“Barreras y medidas para la valorización de algunos Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) en Costa Rica”* (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de CR).([https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/13765/T_F9175_BIB304945_Nicole_Mendez_Carpio.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Ejempl o%20de%20ello%20es%20Costa,a%20700%20kg%20m%2D2.](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/13765/T_F9175_BIB304945_Nicole_Mendez_Carpio.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Ejempl%20de%20ello%20es%20Costa,a%20700%20kg%20m%2D2.)).

Meza M (2023). DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y FUNCIONAL DE UNA EMPRESA CONSULTORA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS EN UPALA
[.file:///C:/Users/tbermudez/Downloads/1a9a4ef77a8e210fff8a4ae6b49ca507%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/tbermudez/Downloads/1a9a4ef77a8e210fff8a4ae6b49ca507%20(5).pdf)

MINAE (CR). **Estrategia Nacional de Economía Circular**.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2020). *Reglamento para la Contratación de Servicios de Consultoría en Ingeniería y Arquitectura*.

Ministerio de Salud (CR). **Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023–2033 y Plan 2023–2028**.

Ministerio de Salud de Costa Rica. (2018, 5 de junio). *Se presenta gran alianza público-privada como herramienta para cumplir la Ley 8839 de gestión de residuos sólidos: Costa Rica estrena moneda, los ecolones*. Ministerio de Salud.

<https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/prensa/44-noticias-2018/320-se-presenta-gran-alianza-publico-privada-como-herramienta-para-cumplir-la-ley-8839-de-gestion-de-residuos-solidos-costa-rica-estrena-moneda-los-ecolones>

Ministerio de Salud. (2023). *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023-2033*.

<https://residuoselectronicosal.org/wp-content/uploads/2024/05/>

PoliticaNacionalYPlanDeGestionIntegralDeResiduos_26feb24_compressed.pdf

Municipalidad de Córdoba. Manual Ambiental de Obra.

Naciones Unidas Costa Rica (2024). Agenda 2030. Objetivos de desarrollo sostenible.

<https://ods.cr/es/17-objetivos-de-desarrollo-sostenible> livari.V. (2022) Conference

Planeta. ¿Economía circular o regenerativa? <https://conferenceplaneta.com/blog/economia-circular-o-regenerativa>

ONU (26 de marzo, 2021). Economía circular, cambio climático, crecimiento y empleo. Noticias

Web. Recuperado el 28 de julio de 2024 del sitio web: [https://news.un.org/es/story/](https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082)

2021/03/1490082

PMI & Agile Alliance. (2021). *Agile Practice Guide*. Project Management Institute, Inc.

PMI (2005). El arte de manejar las competencias en la gerencia de proyectos

<https://www.pmi.org/learning/library/es-arte-gestion-habididades-gestion-de-proyectos-7493#:~:text=La%20gerencia%20de%20proyectos%20se,el%20logro%20de%20resultados%20%C3%BAnicos.>

Procore. (s.f.). *What is Procore?* Procore. <https://www.procore.com/what-is-procore>

Programa Estado de la Nación (CR). Gestión de residuos en Costa Rica (2019).

Programa Estado de la Nación. (2023). *Informe Estado de la Nación 2023 en desarrollo humano sostenible*. Consejo Nacional de Rectores (CONARE).
<https://estadonacion.or.cr/>

Project Management Institute. (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®). Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute, editor.

Project Management Institute. (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)* (6th ed.). Project Management Institute.

Ramos Chagoya Ena. (2018, julio 1). *Métodos y técnicas de investigación*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

Rivas A.(2022). Guía APA. <https://normasapa.in/marco-metodologico/>

Rivera A (2022). Cómo hacer una introducción: Pasos para su realización y uso de Normas APA. <https://normasapa.in/como-hacer-una-introduccion/> Normas APA (202).Guía APA aquí:
<https://normasapa.in/como-hacer-una-introduccion/>

- Rodriguez J (2020). Ciclos de vida “Predictivos” en proyectos; y “Agilidad” en negocio https://pmi-mad.org/images/Branch_Pais_Vasco/20-06_Webinar_Ciclo_de_Vida/M%C3%A9todos_tradicionales_y_%C3%A1giles.pdf
- Rodríguez, A. y Pérez, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. Revista EAN, 82, pp.179-200. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- SAVE International. (2021). *Value methodology standard*. Society of American Value Engineers. <https://www.value-eng.org/page/VMStandard>
- Sphera. Qué es la certificación Leed? <https://www.spherasostenible.com/que-es-certificacion-leed>.
- U.S. Green Building Council. (2023). *LEED rating system*. U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/leed>
- UNEP. (2020). Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean. United Nations Environment Programme.
- Unesco (2024). Desarrollo sostenible y patrimonio vivo. La noción de ‘sostenibilidad’ incluida en la Agenda de 2030 para el Desarrollo Sostenible resuena en el concepto de ‘patrimonio vivo’ de la Convención de 2003 para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial. <https://ich.unesco.org/es/development-sustainable-and-heritage>
- Universidad de Salamanca (2022). Metodologías Ágiles. <https://viewnext.usal.es/blog/metodolog%C3%ADas-%C3%A1giles>.

Vila J. (2019). Enfoque Adaptativo o predictivo, ¿cuál elegir? <https://www.linkedin.com/pulse/enfoque-adaptativo-o-predictivo-cu%C3%A1l-elegir-juan-luis-vila-grau/>

Villalta M, Morales M. (2011). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. P.9 https://construccionsostenible.cfia.or.cr/wp-content/uploads/2018/08/guia_escombros_baja.pdf

Vindas, E. (2007). Metodologías para la gestión de residuos (EDICA).

Zero Waste International Alliance. (2020). Zero Waste Certification Standard. ZWIA.

Zero Waste. (2023). *Reciclaje de Escombros*. <https://www.zerowaste.today/reciclaje-de-escombros/>

Anexos**Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG**

**ACTA DE LA PROPUESTA DE
PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)**

1. Nombre del (de la) estudiante

Tatiana Bermúdez Torres

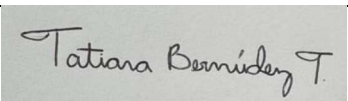
2. Nombre del PFG

Plan de Gestión para optar por el certificado de “Cero Residuos” en
proyectos de construcción

3. Área temática del sector o actividad

Construcción/Sostenibilidad Ambiental

4. Firma de la persona estudiante



5. Nombre de la persona docente SG

Fabio Muñoz Jimenez

6. Firma de la persona docente



7. Fecha de la aprobación del Acta:

23/08/2024

8. Fecha de inicio y fin del proyecto

--	--

9. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los procesos, las normas y los procedimientos para lograr proyectos de construcción enfocados en el “cero residuos” en Costa Rica?

1. Hipótesis de investigación

¿Es posible llevar al desperdicio cero una de las industrias más contaminantes como lo es la construcción?

2. Objetivo general

Elaborar un Plan de Gestión para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de ser utilizado como guía para las empresas e instituciones que deseen o necesiten implementar estas acciones de sostenibilidad.

3. Objetivos específicos

Analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder visualizar cuales serían los posibles planes de acción.

Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental que genera esta industria.

2. Realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en dónde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de “Cero Residuos”.
3. Identificar cuál de las certificaciones de “Cero Residuos” existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos.
4. Elaborar un Plan de Gestión para las áreas de alcance, cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de verificar la viabilidad de la implementación de este plan.

1.3 Justificación del PFG

- a. En Costa Rica no se conoce cuál es la certificación más realista y acertada que permita de forma consciente acercar a los proyectos de construcción al desperdicio cero.
- b. No existe algún procedimiento establecido que sirva como guía a las empresas constructoras y diferentes equipos de construcción para disminuir los residuos del proceso de construcción.
- c. es el beneficio económico y ambiental a largo plazo al aplicar las distintas acciones de sostenibilidad ambiental.

5. Estructura de desglose de trabajo (EDT). En forma tabular, que describa el entregable principal y los secundarios -productos o servicios que generará el PFG.

Desglosa de manera clara, específica y medible cada uno de los productos que el proyecto debe entregar, que corresponden con cada uno de los objetivos (general y específicos).

Se utiliza una estructura tipo sangría para la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).

Cada entregable debe estar relacionado con un objetivo específico, aunque puede haber más de un entregable por objetivo específico. Recuerde que un entregable es un documento, informe, diseño, obra o plan.

Ejemplo:

- PFG
 - 1.1 Perfil del PFG
 - 1.1.1 Acta de Proyecto-Investigación bibliográfica preliminar
 - 1.1.2 Acta de Proyecto-EDT-Cronograma
 - 1.1.3 Marco Teórico I Parte
 - 1.1.4 Marco Teórico II Parte
 - 1.1.5 Marco Metodológico
 - 1.1.6 Introducción
 - 1.1.7 Documento integrado
 - 1.1.8 Revisión Documento integrado
 - 1.1.9 Seminario de Graduación aprobado
 - 1.2 Desarrollo del PFG

1.2.1 Análisis actual de gestión de residuos, producto de los distintos procesos constructivos en Costa Rica.

1.2.1.1 Detallar los tipos de residuos más comunes y contaminantes de la industria de la construcción.

1.2.1.2 Investigar cuáles son los residuos de construcción que se reutilizan o se reciclan en la actualidad.

1.2.1.3 Investigar cuáles son los centros de acopio o recolección de residuos de construcción que existen en el país.

1.2.2 Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción.

1.2.2.1 Investigar Entrevistar a profesionales del área de Seguridad Ocupacional para visualizar nuevas oportunidades de mejora

1.2.3 Analizar las distintas certificaciones y metodologías implementadas en Costa Rica, en dónde se apliquen acciones de sostenibilidad.

1.2.3.1 Investigar las acciones y requisitos para certificar un proyecto “Bandera Azul, así como las instituciones implicadas”

1.2.3.2 Investigar las acciones y requisitos para certificar un proyecto “Leed”, así como las instituciones implicadas”

1.2.3.3 Investigar y hacer un análisis a nivel nacional de los proyectos que han obtenido la certificación de Bandera Azul y Proyecto Leed.

1.2.3.4 Analizar cuáles acciones de Bandera Azul y Proyecto Leed se podrían implementar para conseguir la certificación de Cero Residuos.

1.2.4 Identificar cuáles de las certificaciones de Cero Residuos a nivel internacional se adapta más a las necesidades y posibilidades del país.

1.2.4.1 Hacer un estudio acerca de las distintas certificaciones internacionales de Cero Residuos, para lograr seleccionar la que más se adapte a la realidad nacional.

1.2.4.2 Investigar a las empresas nacionales que están incursionando en el programa de Cero Residuos, analizar los tipos de certificaciones con las que cuentan y determinar cuál se adapta más a la industria de la construcción.

1.2.4.3 Determinar cuáles son los requisitos para ingresar en el programa de cero residuos escogido.

1.2.4.4 Proponer una serie de acciones que sirvan como guía para la obtención del certificado de cero residuos.

1.2.4.5 Investigar cuál es el proceso final para obtener la certificación a nivel internacional y los requerimientos para hacer esta certificación efectiva en

1.2.5 Elaborar un plan de gestión para lograr implementar el proceso de certificación de cero residuos.

1.2.5.1 Realizar y analizar la gestión del alcance del proyecto.

1.2.5.2 Elaborar y analizar la gestión del Cronograma del proyecto.

1.2.5.3 Determinar cuáles son los costos implicados en la implementación de un programa de cero residuos en un proyecto de construcción.

1.2.5.4 Determinar de qué forma se debe gestionar la calidad de los programas de cero residuos.

1.2.5.5 Determinar cuáles son los interesados en un programa de cero residuos y la forma de gestionarlos.

1.2.5.6 Definir cuáles son los posibles riesgos de implementar un programa de cero residuos en un proceso constructivo y cómo se deben gestionar estos.

1.2.5.6 Determinar cómo se deben gestionar los recursos de un programa de cero residuos.

1.2.6 Conclusiones

1.2.7 Recomendaciones

1.2.8 Listas de referencias

1.2.9 Anexos

1.2.10 Aprobación del tutor para lectura

1.3 Revisión de lectores

1.4 Evaluación

6. Presupuesto del PFG

Este proyecto en su mayoría se considera una investigación teórica y cualitativa, en dónde se pretende compilar la mayor cantidad de información existente acerca de sostenibilidad ambiental, para realizar una propuesta ambiental en el área de la construcción que se pueda adaptar a la realidad nacional, por lo que no implica la compra de hardware o software.

Se pretender realizar entrevistas a empresas y profesionales con experiencia en procesos de sostenibilidad ambiental, de esta forma poder acudir al juicio de expertos y realizar un análisis de alternativas y contextos.

También se podría considerar una investigación descriptiva, ya que se pretende analizar prácticas de gestión de procesos en el área de construcción y sostenibilidad ambiental y a partir de esto poder desarrollar una nueva propuesta.

Este proyecto no requiere de gastos adicionales a los de cualquier oficina, como, por ejemplo, internet, uso de equipo de cómputo y celular, por lo tanto, se considera una inversión de \$200, los cuales incluyen el transporte a las distintas empresas en dónde se realizarán las entrevistas y un monto total de \$100 para la compra de libros digitales.

7. Supuestos para la elaboración del PFG

1. Será posible lograr entrevistas con las instituciones y profesionales pertinentes para poder obtener la información requerida para la investigación.

2. Se asume que la implementación del programa de cero residuos tendrá beneficios tangibles, como la reducción de costos e intangibles como mejora de la imagen de las empresas y proyectos que lo pongan en práctica.

3.El programa de Cero Residuos servirá para disminuir significativamente la cantidad de residuos que llegan a los vertederos de basura y por ende la huella ambiental que deja el desarrollo de proyectos de construcción.

4.Se supone que la guía para la obtención del certificado de Cero Residuos servirá para que las organizaciones interesadas puedan poner en práctica las acciones necesarias y requeridas para el programa.

8. Restricciones para la elaboración del PFG

1. No se podrá demostrar el beneficio de la implementación del proyecto a corto plazo.

2. El recurso tecnológico para la medición de los beneficios de los programas ambientales es escaso y no se puede cuantificar en todos los casos ni en todos los contextos, en su mayoría la información que se obtendría sería proveniente de juicio de expertos y datos históricos.

3. El acceso a datos cuantitativos es limitado, ya que, al tratarse de un tema ambiental, en la mayoría de los casos, la información se restringe a estimaciones subjetivas, incluso se debe de confiar en la buena fe de quienes presentan la justificación de los resultados.

4. Existe una restricción en lo que respecta a la recopilación de información, por medio de entrevistas, no se podrá entrevistar a los grandes impulsores del programa Cero Residuos, ya estos residen en otros países y a nivel nacional no se tienen registro de proyectos de construcción con este certificado.

9. Descripción de riesgos de la elaboración del PFG

1. No lograr las entrevistas con los principales implicados que entrarían en juego en el desarrollo del proyecto, como, por ejemplo, funcionarios de Colegio de Ingenieros, funcionarios de empresas ambientales, etc.

2. Puede suceder que la mayoría de las empresas no tengan la cultura ni el interés en aplicar este tipo de programas ambientales.

3. Es posible que algunas organizaciones no dispongan de recursos económicos para aplicar los cambios necesarios para adaptarse a las políticas desperdicio cero.

4. Falta de tiempo para capacitaciones dentro de las organizaciones, ya que para empezar a aplicar las políticas de cero desperdicio se necesita capacitar al personal, estudiar e investigar cuales son las opciones que se adaptan a cada proyecto.

10. Principales hitos del PFG

Los hitos están relacionados con los entregables de segundo nivel (entregables) y tercer nivel (cuentas de control) de la EDT del punto 14 de esta Acta. A su vez, los entregables están relacionados con los objetivos específicos (en el caso del PFG incluir los tiempos de revisión de la tutoría y de la lectoría). Incluir los códigos EDT.

Entregable	Fecha estimada de finalización
1.1 Perfil del PFG	12/08/24
1.1.8 Revisión Documento integrado	26/08/24
1.2 Desarrollo del PFG	19/08/24
1.2.2 Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción.	29/07/24
1.2.4 Identificar cuáles de las certificaciones de Cero Residuos a nivel internacional se adapta más a las necesidades y posibilidades del país.	05/08/24
1.2.5 Elaborar un plan de gestión para lograr implementar el proceso de certificación de cero residuos.	12/08/24
1.3 Revisión de lectores	19/08/24
1.4 Evaluación del tribunal	26/8/2024

11. Marco teórico

a. Estado de la cuestión

Actualmente en Costa Rica existe una problemática acerca de la disposición final de los desechos provenientes de la construcción, los rellenos sanitarios ya son insuficientes y las emisiones de gases, la contaminación de los suelos es una realidad cada vez más preocupante. La cadena de valor de los materiales y productos sobrantes es muy corta en la mayoría de los casos, debido a que seguir generando un valor a estos productos significa invertir recursos económicos y de tiempo.

Existen investigaciones realizadas por universidades nacionales, así como reglamentos y sistemas sostenibles que se han ido adaptando con el paso del tiempo, así como las certificaciones de Bandera Azul, que de forma periódica están siendo actualizadas para adaptarse a la realidad nacional y criterios sostenibles. También gracias a los proyectos de inversión extranjera, se ha abierto los ojos ante los requerimientos ambientales y las distintas certificaciones existentes en el mercado, que no solo colaboran con el ambiente sino permite que la inversión en el país sea más atractiva, ya que la responsabilidad ambiental aporta un valor agregado.

La conciencia ambiental está tomando importancia en el desarrollo de proyectos de construcción, se puede ver en algunas de las empresas de construcción, comités de sostenibilidad ambiental, inspectores ambientales, inspectores de seguridad ocupacional,

que trabajan con el objetivo común de alcanzar un desarrollo regenerativo. Estas empresas empiezan a tener como requisito y no como opción, distintas acciones de sostenibilidad, estas a su vez, son transmitidas a el grupo de involucrados, ya sean vendedores, contratistas, distribuidores, sin embargo, no existe una guía o estandarización de los procesos para llegar a obtener la disminución de los residuos, para lo cual en este trabajo se investigará la forma de generar valor a estos desechos y en todo caso, encontrar la forma menos destructiva para el ambiente para su disposición final.

En este proyecto, se podrán realizar investigaciones cualitativas y cuantitativas, en las cuales se presentarán entrevistas, encuestas, se realizarán inspecciones de campo, investigaciones bibliográficas de tesis, manuales, reglamentos y propuestas ambientales.

12. Marco conceptual básico

1. Gestión de residuos: conjunto de actividades que consisten en planificar la disposición de los residuos de cualquier industria, desde el momento de la creación hasta su desecho.

2. Leed: es un sistema que certifica a los edificios como sostenibles, aplicando varias políticas de utilización de energías limpias, desde la etapa de diseño, (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), por sus siglas en inglés.

3.Cero residuos: acciones que conllevan a la disminución de los residuos que llegan a los botaderos, aplicando políticas ambientales sostenibles.

4. Vertedero: botadero a cielo abierto, en donde se disponen los residuos de forma descontrolada.

5. Relleno Sanitario: sitio planificado y controlado, en donde se disponen los residuos de tal manera que no contaminen el suelo y los mantos acuíferos.

6. Sostenibilidad Ambiental: crear un equilibrio entre los seres humanos y el uso de los recursos naturales.

7. Bandera Azul: es un reconocimiento que certifica a los proyectos de distinta índole por aplicar esfuerzos sostenibles.

8. ENEX: firma de ingeniería que brinda servicios de consultoría para desarrollar proyectos energéticamente sostenibles, por sus sigas, "Energy & Sustainability".

9. TEC: Instituto tecnológico Nacional

10. Gobiernos locales: son las municipalidades, encargadas de gestionar residuos, comités, infraestructura de cada cantón.

11. Desarrollo regenerativo: es un enfoque integral del desarrollo sostenible que busca minimizar el impacto negativo en el medio ambiente y realiza acciones para restaurar y renovar el sistema social.

12. Economía Circular: es un sistema que plantea la reutilización, reparación y reciclaje de materiales y productos durante el mayor tiempo posible, con el propósito de alargar la vida útil de estos y generar menos residuos.

1. Marco metodológico

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
1. Analizar la situación actual de gestión de residuos generados durante los distintos procesos constructivos en Costa Rica con el propósito de entender la problemática actual y determinar cuáles son los distintos tipos de residuos para poder visualizar cuales serían los posibles planes de acción.	Síntesis de la situación actual de la problemática del país con respecto al manejo de residuos, una lista de los residuos más comunes de construcción y centros de acopio utilizados	Primarias: Reuniones con inspectores ambientales y gerentes de ingeniería Secundarias: Informes de instituciones gubernamentales Tesis de ingeniería ambiental	Documentos e informes gubernamentales y la recopilación de datos, elaboración de propuestas, así como información proveniente de juicio de expertos.	Recopilación de datos de tesis, informes gubernamentales análisis de datos, entrevistas a entidades con comités de sostenibilidad	La información de normativas y planes de acción a nivel nacional no son del año en curso
2. Determinar los procedimientos necesarios para lograr el desperdicio cero en los proyectos de construcción, con el fin de poder aplicar estos conocimientos en distintos proyectos y así disminuir el impacto ambiental que genera esta industria.	Una síntesis de los procedimientos necesarios para la creación de un manual de cero desperdicios.	Primarias: Reuniones con gestores ambientales como ENEX y Zero Waste Secundarias: Tesis de ingeniería ambiental Procedimientos de empresas de sostenibilidad ambiental Leyes y proyectos nacionales	Se recopila la información obtenida de fuentes primarias y se realiza la síntesis o compilado de información.	Reuniones y entrevistas con gestores ambientales y recopilación de datos, por medio de históricos.	Existe una restricción en lo que respecta a la recopilación de información, por medio de entrevistas, no se podrá entrevistar a los grandes impulsores del programa Cero Residuos.
3. Realizar un análisis de las distintas certificaciones o metodologías implementadas en Costa Rica en dónde se ejecuten acciones de sostenibilidad para poder incorporarlas en el plan de gestión de "Cero Residuos".	Un comparativo con las distintas opciones de certificación para poder elegir la que más se adapte a la realidad nacional	Primarias: Reuniones con gestores ambientales como ENEX y Zero Waste Secundarias: Manuales de gestión de residuos de instituciones nacionales	Se recopila la información obtenida de fuentes primarias y se realiza la síntesis o compilado de información.	Reuniones y entrevistas con gestores ambientales, recopilación de datos y análisis de datos (elaboración de comparativos)	El recurso tecnológico para la medición de los beneficios de los programas ambientales es escaso

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
4. Identificar cuál de las certificaciones de "Cero Residuos" existentes a nivel internacional se adapta más a los requerimientos y procesos constructivos del país para ejecutar un plan de acción que logre cumplir con los objetivos requeridos.	Un análisis de los procedimientos existentes para poder adaptarlos a la certificación de cero residuos	Primarias: Reuniones con gestores ambientales como ENEX y Zero Waste Reuniones con equipos de ingeniería y departamentos de sostenibilidad. Reunión con Sphera. Secundaria: Manuales de otros procedimientos sostenibles	Se recopila la información obtenida de fuentes primarias y se realiza la síntesis o compilado de información.	Recopilación de datos por medio de históricos, tesis, manuales, guías, análisis de datos y juicio de expertos, por medio de reuniones con posibles grupos de interesados	El acceso a datos cuantitativos es limitado, en la mayoría de los casos
5. Elaborar un Plan de Gestión para las áreas de alcance, cronograma, costo, calidad, interesados y riesgos, para lograr implementar un proceso de "cero residuos" en los proyectos de construcción en Costa Rica, con el fin de verificar la viabilidad de la implementación de este plan.	Entrega de cronograma, análisis de costo-beneficio, análisis de riesgos, análisis de interesados.	Primaria: Reuniones con departamento de ingeniería y seguridad ocupacional. Secundaria: PMI 2017. Libro de Pablo Lledó	Se recopila la información obtenida de fuentes primarias y se realiza la síntesis o compilado de información.	Análisis de datos y juicio de expertos, reuniones con departamento de seguridad ocupacional y de ingeniería para coordinar un plan de acción realista	No se podrá demostrar el beneficio de la implementación del proyecto a corto plazo

Nota: Tabla 6 Resumen Marco Metodológico.

2.2 Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y desarrollo sostenible

Este proyecto, por sí mismo, es un proyecto de políticas regenerativas en el sector de la construcción específicamente, por lo que se considera que los efectos en el entorno y con respecto a los ODS son positivos.

El proyecto busca un balance con la producción, uso y disposición de materiales y las ganancias y desarrollo económico, aplicando programas para generar la menor cantidad de residuos y tratar de que la menor cantidad de basura llegue a los botaderos y vertederos.

Implica la adopción de modelos de economía circular, la implementación de prácticas agrícolas regenerativas, el diseño de comunidades resilientes, y el impulso a iniciativas que restauren la salud del medio ambiente y promuevan el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

En este proyecto se incluyen prácticas como la restauración de suelos, la reforestación, la mejora de la biodiversidad, y el fortalecimiento de las redes comunitarias y económicas locales.

Los principales ODS que se ven influenciados por la implementación de este proyecto son: Industria, innovación e infraestructura, igualdad, trabajo decente y crecimiento económico, ciudades y comunidades sostenibles y acción por el clima.

En cuestión de medición, se puede considerar los reportes de los botaderos, además de controles internos de cada empresa constructora y sus contratistas.

1. Proyecto Final de Graduación

1.1 Seminario de Graduación

1.1.1 Anexos

1.1.1.1 Anexo 1 (Punto 1 al 12)

1.1.1.2 Anexo 4

1.1.1.3 Anexo 1 (Punto 13 al 19)

1.1.1.4 Anexo 2

1.1.1.5 Anexo 3

1.1.1.6 Examen Corto 1

1.1.2 Capítulo 2

1.1.2.1 Marco Teórico (2.1 y 2.2)

1.1.2.2 Examen corto 2

1.1.2.3 Marco Teórico (2.3)

1.1.3 Capítulo 3

1.1.3.1 Marco Metodológico

1.1.3.2 Anexo 1 (Puntos finales)

1.1.4 Capítulo 1

1.1.4.1 Introducción

1.1.5 Capítulo 7

1.1.5.1 Validación del proyecto en el campo del desarrollo regenerativo y desarrollo sostenible.

1.1.5.2 Anexo 1 PFG (Puntos finales)

1.1.6 Resumen Ejecutivo

1.1.6.1 Documento consolidado

1.1.6.2 Abstracto

1.1.6.3 Resumen Ejecutivo

1.1.6.4 Referencias

1.1.6.5 Índice

1.1.6.6 Acta PFG

1.1.6.7 Aprobación de SG

1.2 Proyecto de Graduación

1.2.1 Asignación de Tutor

1.2.2 Desarrollo del PFG

1.2.1.1 Desarrollo de objetivos

1.2.1.2 Entrevistas a grupos de interesados

1.2.1.3 Entrega de PFG

1.2.1.3 Revisión por parte del tutor

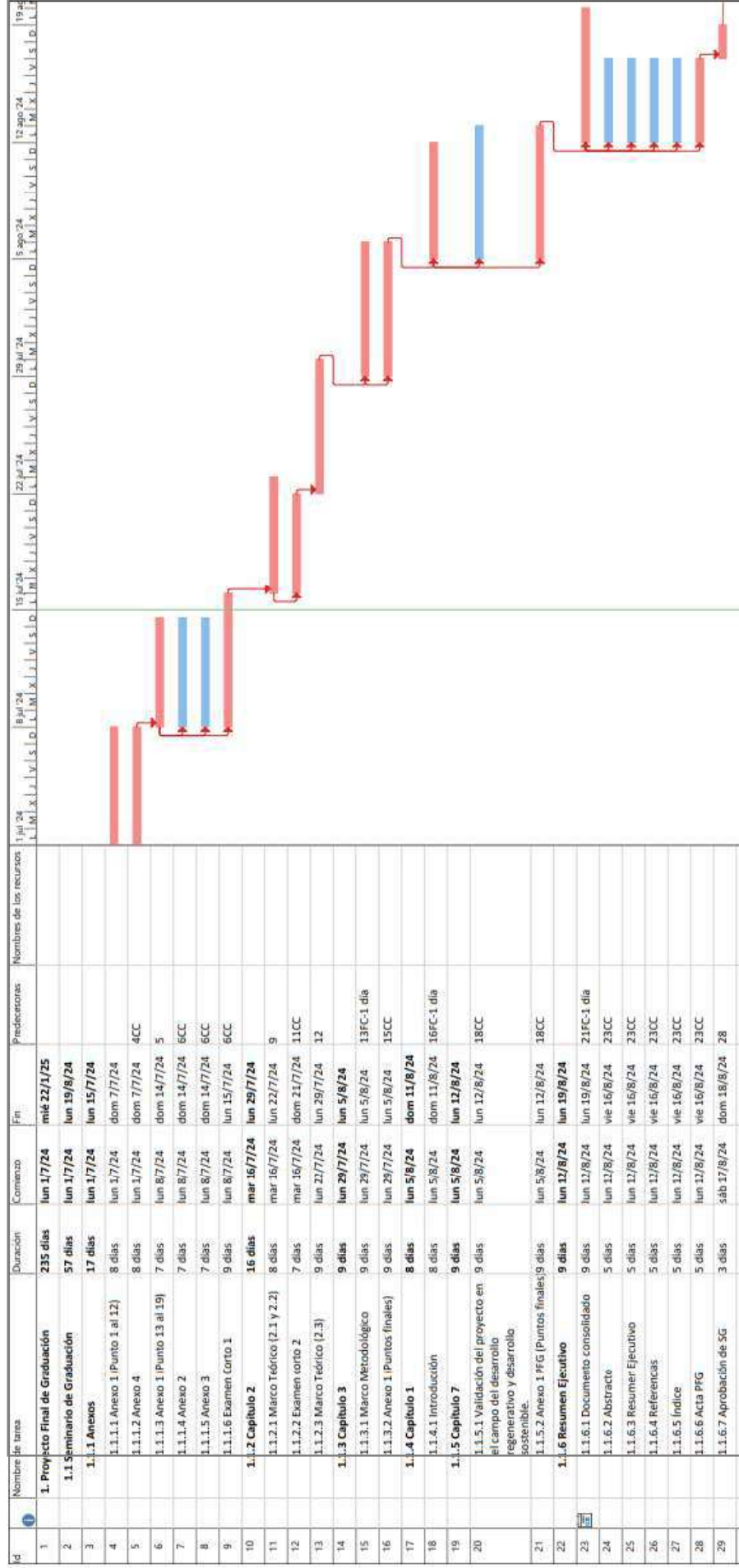
1.2.3.1 Correcciones finales

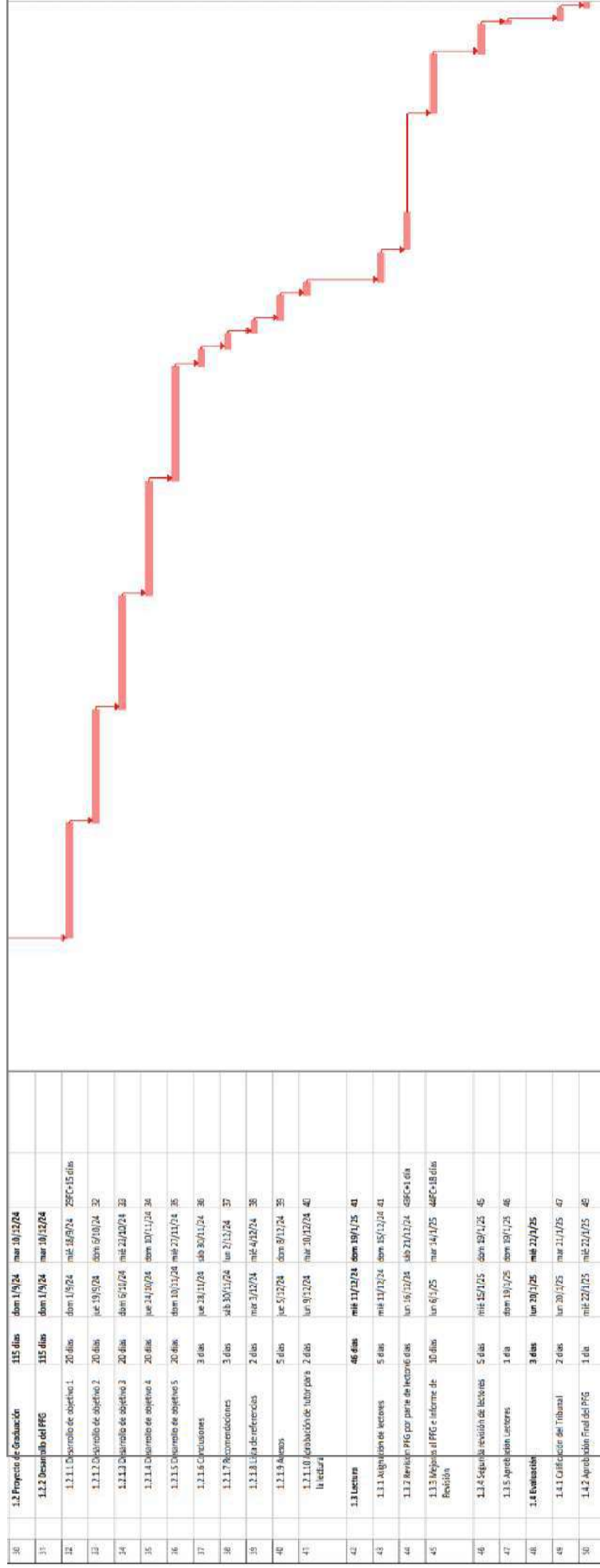
1.2.3.2 Aprobación del PFG

1.3 Defensa de Tesis

1.3.1 Aprobación Final

Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG





Nota: Elaboración propia (2025)

Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar

1. Baltodano U. (2014). ACUERDO DE LA COMISIÓN PLENARIA GUÍA AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN.SETENA.

Este documento muestra es un instrumento de guía ambiental que se debe de seguir durante el proceso de evaluación de impacto ambiental, este paso es fundamental para en la etapa de preconstrucción, se debe de analizar e integrar a este proyecto.

2. Castro Jordy. (2020). Cuantificación y caracterización de residuos sólidos de construcción para viviendas unifamiliares de gran tamaño del Gran Área Metropolitana. [Tesis de Licenciatura UCR]. Repositorio SIBDI-UCR.

Esta tesis contiene información útil acerca de distintos puntos del GAM en dónde se pueden procesar o tratar los residuos de construcción.

3. Córdoba S. (2019). Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2019. Programa Estado de la Nación.

Este informe abarca temas que se deben abordar en este proyecto, tales como, el estado actual del país con respecto al impacto ambiental producto de la industria de la construcción, normativas nacionales e información de disposición de residuo final, como por ejemplo, cantidad de vertederos y gestores de residuos.

4. Correa J, Zuluaga J, Quirama A, Paternina A, Marín M, Lopera M, Sanchez P, Toro A, Castrillón J, Ocampo L, Rodriguez M, Arboleda J, Arbelaez J, Muñoz C, Avendaño C. (2023). Guía regional con los procesos técnicos y jurídicos para el manejo integral de Residuos de Construcción y Demolición. Omega Ingeniería.

Este documento presenta información de procesos técnicos y jurídicos para el proceso de gestión de residuos, información que se considera de valor para realizar propuestas acerca de la integración de instituciones públicas a nivel nacional.

5. Mestre R, Lábaque F, Gastaldi O, Roca J, Troya M, Fulla M. (2020). Manual ambiental de obra, buenas prácticas ambientales en la construcción. Municipalidad de Córdoba.

La lectura y análisis de este informe se considera de valor ya que presenta iniciativas y lineamientos ambientales en las distintas etapas del proceso constructivo, información que podría servir para realizar propuestas a nivel nacional.

6. Ossio F, Behar N, Salinas C, Yáñez P, Maluenda P. (2020). Plan de Gestión de Residuos en Obra Paso a Paso. Corporación de Desarrollo Tecnológico.

Este estudio contiene información acerca del tratamiento de los residuos de distintos residuos de construcción, como escombros, pallets, yeso, hormigón etc.

7. Programa Bandera Azul Ecológica, Categoría Cambio Climático. (2018).IV Categoría Cambio Climático, Bandera Azul Ecológica. Informe Final de las Oficinas Centrales del Servicio Fitosanitario del Estado, Año 2018.

Este informe se considera importante, ya que el programa de Bandera Azul representa una de las acciones más importantes a nivel país que se implementan en la actualidad y que colaboran con el camino hacia la sostenibilidad ambiental.

8. Stagel, W. (2019). Economía Circular para todos: Conceptos básicos para ciudadanos, empresas y gobiernos. Ecoavantis. Primer Edición.
<https://www.amazon.com/Econom%C3%ADa-Circular-para-todos-ciudadanos/dp/1094658510>.

En este libro contiene los conceptos básicos de economía circular y su aplicación a nivel industrial y economía de alto rendimiento, es decir incluye a los procesos industriales dentro de un marco de sostenibilidad, lo que permite relacionar el tema de este proyecto con su contenido.

9. Trujillo Karen, Quintero Paola. (2021). Análisis de residuos de construcción y demolición (RCD) para su reutilización en obras de ingeniería civil. [Tesis de Licenciatura Universidad de la Salle]. Repositorio SIBDI-UCR. Repositorio Institucional USTA.

Esta tesis contiene información acerca de cómo implementar las practicas adecuadas para la manipulación, gestión y tratamiento de los residuos en la ciudad de Bogotá, lo cual se considera de gran valor ya que esta ciudad es de alta densidad poblacional, por lo cual se considera información de provecho para poder completar los objetivos de este proyecto.

10. Vega M, Vindas D, Ortega G, Olivera M, Sánchez L, Cerdas G, Elizondo R. (2023). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023-2033 y Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023-2033. Ministerio de Salud de Costa Rica.

Este documento es importante porque presenta la realidad nacional y presenta propuestas realistas a cerca de la disposición de residuos, la gestión con las instituciones públicas etc.

1. 360 soluciones Verdes. (2020). Diagnóstico sobre residuos de construcción y demolición en Costa Rica. Ministerio de Salud.

2. Estado de la Nación. (2019). Gestión de los residuos sólidos en Costa Rica. Capítulo Armonía con la Naturaleza. Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible.

3. Fundación UOCRA. (2009). Guía de buenas prácticas ambientales para obras en construcción. Buenos Aires, Argentina.

4. Green Business Certification Inc. (2022). TRUE for Construction Projects Pilot Guidance. U.S. Green Building Council.

5. Ministerio de Ambiente y Energía. (2023). Estrategia Nacional de Economía Circular. Gobierno de Costa Rica.
6. Ministerio de Salud. (2023). Política Nacional y Plan de Gestión Integral de Residuos 2023–2033. Gobierno de Costa Rica.
7. UICN. (2011). Estudio sobre la generación y manejo de los residuos de construcción y demolición en Costa Rica. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
8. Ministerio de Ambiente y Energía. (2023). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. MINAE.
9. Ministerio de Salud. (2023). *Política Nacional y Plan de Gestión Integral de Residuos 2023-2033*. Gobierno de Costa Rica.
10. Ministerio de Salud. (2022). *Manual ambiental de obra*. Dirección de Protección al Ambiente Humano.