



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE BUSINESS SCHOOL**

MAESTRÍA EN

GESTIÓN DE PROYECTOS

Trabajo de grado previa a la obtención de título de Magíster
en Gestión de Proyectos

AUTORES:

**ING. CHRISTIAN SANTIAGO DOMÍNGUEZ ECHEVERRÍA
ING. JAIME OSWALDO CHÁVEZ SARANGO
ING. CINTHYA MISHALL MOSQUERA QUINDE
ING. JOHANA MONSERRATE RENGIFO PÁRRAGA
DR. JOSÉ CARLOS VÉLEZ SICHA**

TUTORES:

**DBA. JOSÉ LUIS MERCADER
MGTR. CARLOS LUIS CALDERÓN**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS
INDUSTRIALES PARA LA UNIDAD DE NEGOCIO TERMOESMERALDAS –
CELEC EP**

Quito – Ecuador
2024

CERTIFICACIÓN

Nosotros, Christian Santiago Domínguez Echeverría, Jaime Oswaldo Chávez Sarango, Cinthya Mishell Mosquera Quinde, Johana Monserrate Rengifo Párraga, José Carlos Vélez Sicha, declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación y que esta es original, autentica y personal. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de nuestra sola y exclusiva responsabilidad.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Firmado electrónicamente por:
CHRISTIAN SANTIAGO
DOMINGUEZ
ECHEVERRIA

Firma del graduando
Christian Santiago Domínguez Echeverría



Firmado electrónicamente por:
JAIME OSWALDO
CHAVEZ SARANGO

Firma del graduando
Jaime Oswaldo Chávez Sarango



Firmado electrónicamente por:
CINTHYA MISHELL
MOSQUERA QUINDE

Firma del graduando
Cinthya Mishell Mosquera Quinde



Firmado electrónicamente por:
JOHANA MONSERRATE
RENGIFO PARRAGA

Firma del graduando
Johana Monserrate Rengifo Párraga



Firmado electrónicamente por:
JOSE CARLOS VELEZ
SICHA

Firma del graduando
José Carlos Vélez Sicha

Nosotros, José Luis Mercader y Carlos Luis Calderon declaramos que, personalmente conocemos que los graduandos Christian Santiago Domínguez Echeverría, Jaime Oswaldo Chávez Sarango, Cinthya Mishell Mosquera Quinde, Johana Monserrate Rengifo Párraga, José Carlos Vélez son los autores exclusivos de la presente investigación y que esta es original, autentica y personal de ellos.

Firma del tutor del trabajo de titulación
DBA. José Luis Mercader



Firmado electrónicamente por:
CARLOS LUIS
CALDERON ESPINALES

Firma del tutor del trabajo de titulación.
Mgt. Carlos Luis Calderón

Dedicatoria

A mi familia, pilar fundamental en toda mi vida. Su apoyo incondicional hace más simple todo.

Jaime Chávez

A Dios, por ser mi fortaleza, mi protección, mi guía en cada momento, por darme la sabiduría y el coraje para alcanzar cada una de mis metas.

A mis hijos, Mathías y Valentina, que son mi mejor regalo, mi razón de ser, quienes con su amor incondicional me motivan a seguir adelante, a ser una mejor persona, a sacar lo mejor de mí, aún en mis peores momentos.

A mi mamá Flor Carmelita (+) y a mi hermana Flor María (+) cuyos recuerdos y enseñanzas viven en mi mente y en mi corazón, que desde el cielo me siguen guiando, y este logro es en honor a ellas.

A mi papá Arturo, por su apoyo y palabras de aliento, quien es mi ejemplo de perseverancia, de esfuerzo constante.

A mis sobrinos(as) En especial Angello, Angie, Marisel, Jandry, sumadas Adhara y Aliah, quienes son el tesoro que me dejó mi hermana, y para quienes quiero ser un ejemplo a seguir.

A mis hermanos, quienes forman parte de mi vida.

Johana Rengifo

A Dios por brindarme salud y entendimiento para continuar esforzándome y no rendirme ante cualquier adversidad.

A mi madre Haydee quien ha confiado y me ha apoyado incondicionalmente en todo este camino recorrido y ha sido parte fundamental en el logro de esta meta.

A mi abuela Eva quien no se encuentra físicamente, pero en el lugar en que se encuentre está orgullosa por los logros que he conseguido.

Cinthya Mosquera

A mi familia, por cada día apoyarme incondicionalmente, son lo más preciado que tengo en mi vida. Su confianza es mi fuente inagotable de motivación.

A Ari, por tu paciencia comprensión y apoyo, gracias por acompañarme en cada etapa de este viaje, tu amor y confianza han sido un pilar fundamental para lograrlo.

Christian Domínguez Echeverría

A mi familia, por su amor incondicional y su constante apoyo. Gracias por darme la guía para saber luchar y ser perseverante. Este logro es tan suyo como mío.

A todos los que creyeron en mí, incluso en los momentos en que yo mismo dudaba. Este trabajo es para ustedes.

José Carlos Vélez

Agradecimientos

A Dios, por el privilegio de seguirme formando. A mis padres, sin ustedes nada sería posible. A mi esposa y mis hijos, gracias por no dejarme claudicar.

Jaime Chávez

A Dios porque es quien me sostiene día a día, a mis hijos, a mi padre, mis sobrinos, quienes son mi motor, a mis ángeles eternos que desde el cielo me cuidan y que sé estarán muy orgullosas de mí. A mis compañeros parte de este proyecto, gracias infinitas por haberme permitido caminar junto a ustedes en este proceso.

Johana Rengifo

A Dios por ser quien guía mi camino, y me brinda la oportunidad cada día de mejorar y de seguir adelante esforzándome para lograr la meta, a mi madre por ser mi fuente principal de inspiración para continuar preparándome e impulsarme a siempre conseguir mis objetivos y me guía en el camino para no desviarme de mis ideales, y a mi fiel compañera gatuna Niu por ser mi fuente de alegría y apoyo en todo este proceso, a mis profesores ya que gracias a sus conocimientos pude formarme como profesional y no menos importantes a mis compañeros por su entusiasmo y dedicación y por compartir este camino juntos y aportar con sus experiencias a mi crecimiento personal.

Cinthya Mosquera

A Dios por permitirme seguir construyéndome como profesional y persona de bien, a mis padres, hermanas, novia y demás familiares, gracias por estar a mi lado y creer siempre en mí.

Christian Domínguez Echeverría

En primer lugar, a mis padres, cuyo apoyo ha sido permanente y desinteresado a lo largo de mi vida académica. Gracias por confiar en mí y gracias por sus sacrificios para proporcionarme las mejores oportunidades.

A mis amigos y colegas de la universidad, por sus palabras de ánimo y por compartir esta experiencia conmigo.

José Carlos Vélez

Índice general

PORTADA.....	1
CERTIFICACIÓN.....	2
Dedicatoria	3
Agradecimientos.....	5
Índice general	7
Índice de figuras.....	11
Índice de tablas	12
Resumen	13
Abstract.....	14
1. CAPÍTULO I.....	15
1.1 Introducción	15
1.2 Identificación del entorno del problema.....	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Características Demográficas.....	17
1.3 Objetivo General.....	18
1.4 Objetivos Específicos	18
1.5 Revisión Teórica.....	18
1.5.1 Central Esmeraldas 1	18
1.5.2 Tipos de Residuos Generados	19

	8
1.5.3	Impacto Ambiental de los Residuos 19
1.5.4	Tecnologías de Tratamientos de Residuos Solidos 19
1.5.5	Tratamientos de Aguas Residuales 19
1.5.6	Tratamientos de Emisiones Gaseosas 20
1.5.7	Gestión de Residuos Peligrosos 21
1.5.8	Regulaciones y Normativas 22
1.5.8.1	<i>Ley de Gestión Ambiental</i> 23
1.5.9	Mejora Continua y Sostenibilidad..... 23
2.	CAPÍTULO II 25
2.1	Metodología 25
2.1.1	Planificación..... 25
2.1.2	Ejecución..... 25
2.1.3	Seguimiento y Control..... 26
2.1.4	Cierre 26
2.2	Desarrollo 27
2.2.1	Técnico 27
2.2.1.1	<i>Definición del Espacio Donde se Construirá la Planta</i> 27
2.2.1.2	<i>Desarrollo de Ingeniería Multidisciplinaria</i> 28
2.2.1.2.1	<i>Ingeniería Básica</i> 28
2.2.1.2.2	<i>Ingeniera de Detalle</i> 30
2.2.1.2.3	<i>Procura y Contrataciones</i> 32
2.2.1.2.4	<i>Construcción</i> 33

	9
2.2.1.2.5 <i>Puesta en Marcha</i>	35
2.2.2 <i>Financiero</i>	36
2.2.2.1 <i>Plan Financiero</i>	36
2.2.2.2 <i>Hipotesis de Desarrollo</i>	37
2.2.2.3 <i>Plan de Inversiones</i>	37
2.2.2.4 <i>Costo de Ingeniería</i>	37
2.2.2.5 <i>Costo de la Mano de Obra</i>	38
2.2.2.6 <i>Costo de Maquinaria, Equipos y Consumibles</i>	41
2.2.2.7 <i>Costo de Subcontratos</i>	42
3. CAPÍTULO III	43
3.1 Análisis de Resultados	43
3.1.1 Estado de Resultados	43
3.1.2 Balance General	44
3.1.3 Flujo Efectivo	45
3.1.4 Valor Actual Neto	46
3.1.5 Plazo de Recuperación (PayBack)	47
3.1.6 Retorno de la Inversión (ROI)	48
4. CAPÍTULO IV	49
4.1.1 Conclusiones	49
4.1.2 Recomendaciones	49
REFERENCIAS	51

ANEXOS 54

Índice de figuras

Figura 1. Gestión de Aguas Residuales	20
Figura 2. Residuos peligrosos	22
Figura 3. Sitio de implantación de la planta	27
Figura 4. Área designada a la implantación.....	28
Figura 5. Levantamiento topográfico	28
Figura 6. Layout General	29
Figura 7. Diagrama de procesos (PFD)	29
Figura 8. Entregable disciplina civil	30
Figura 9. Entregable disciplina estructural.....	31
Figura 10. Entregable disciplina mecánica.....	31
Figura 11. Entregable disciplina eléctrica.....	32
Figura 12. Movimiento de tierras	33
Figura 13. Cimentaciones.....	34
Figura 14. Montaje de estructura metálica.....	34
Figura 15. Montaje de equipos.....	35
Figura 16. Costos de ingenierías	38
Figura 17. Distribución de costos de mano de obra por año.....	40
Figura 18. Costos por recursos de operación	41
Figura 19. Distribución de subcontratos.....	42
Figura 20. flujo de avance de obra	43

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros de medición	21
Tabla 2. Capital inicial para proyecto	36
Tabla 3. Descripción de costos de ingenierías.....	38
Tabla 4. Distribución de costos de mano de obra por año	39
Tabla 5. Costos por año de recursos operarios	41
Tabla 6. Costos de contratos administrativos	42
Tabla 7. Resultados.....	43
Tabla 8. Balance general del proyecto	44
Tabla 9. Flujo de efectivo.....	45
Tabla 10. Payback	47

Resumen

El proyecto que se desarrollará busca presentar una propuesta factible para que se pueda implementar una planta de tratamiento de residuos industriales sólidos dentro de la Unidad de Negocio Termoesmeraldas de CELEC EP. Este documento tiene como base fundamental la mejora ambiental y eficiencia operativa en el sector de la generación térmica, utilizando como guía la metodología del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) para de esta forma asegurar una gestión completa, eficiente y efectiva del proyecto.

Se abordarán aspectos fundamentales como la identificación de los tipos de residuos industriales generados, los requerimientos de infraestructura, y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes en el Ecuador. Así mismo, se desarrollará un plan detallado de recursos, donde se incluirá la estimación de personal necesario, materiales y equipos, así como una proyección de costos asociados.

La factibilidad económica será determinada a través de un análisis financiero, con una evaluación de costos operativos derivados de la implementación de la planta de tratamiento. Además, se emplearán herramientas como el VAN (Valor Actual Neto), el plazo de recuperación (PayBack) y el retorno de la inversión (ROI) para determinar la viabilidad y potencial rentabilidad del proyecto.

Este proyecto no solo busca mejorar la gestión de residuos industriales en Termoesmeraldas, sino también contribuir a la sostenibilidad ambiental y operativa de la CELEC EP y que esto vaya de la mano con el desarrollo de las comunidades aledañas.

Palabras claves: Gestión de proyectos, Tratamiento de residuos industriales, Metodología PMBOK, Viabilidad Económica, Sostenibilidad.

Abstract

The project to be developed aims to present a feasible proposal for the implementation of a solid industrial waste treatment plant in the Termoesmeraldas Business Unit of CELEC EP. This document is fundamentally based on environmental improvement and operational efficiency in the thermal generation sector, applying the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) methodology as a guide to ensure comprehensive, efficient, and effective project management.

Fundamental aspects such as the identification of the types of industrial waste generated, infrastructure requirements, and compliance with current environmental regulations in Ecuador will be addressed. Additionally, a detailed resource plan will be developed, including the estimation of necessary personnel, materials, and equipment, as well as a projection of associated costs.

Economic feasibility will be determined through a financial analysis, evaluating the operational costs derived from the implementation of the treatment plant. Furthermore, tools such as Payback Period, Net Present Value (NPV), and the Return on Investment (ROI) will be used to determine the project's viability and potential profitability.

This project not only seeks to improve the management of industrial waste in Termoesmeraldas but also to contribute to the environmental and operational sustainability of CELEC EP, in conjunction with the development of surrounding communities.

Keywords: Project Management, Industrial Waste Treatment, PMBOK Methodology, Economic Feasibility, Sustainability

1. CAPÍTULO I

1.1 Introducción

La creciente preocupación por el impacto ambiental de las actividades industriales ha llevado a una mayor atención en la gestión de residuos generados por las centrales termoeléctricas. En este contexto, la Unidad de Negocio Termoesmeraldas de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP) enfrenta el desafío de implementar soluciones efectivas para el tratamiento de sus residuos industriales. Este proyecto de titulación presenta un planteamiento para mejorar la gestión ambiental de la Central Esmeraldas 1 que es parte de Termoesmeraldas y cumplir con las normativas vigentes.

Las centrales termoeléctricas, como Termoesmeraldas, generan una variedad de residuos, incluidos sólidos, líquidos y gaseosos, que, si no son gestionados adecuadamente, pueden tener impactos adversos significativos tanto en el medio ambiente como la salud humana.

Este proyecto propone la implementación de una planta de tratamiento de residuos sólidos, que no solo permitirá a Termoesmeraldas cumplir con las regulaciones ambientales, sino que también contribuirá a la sostenibilidad operativa, reduciendo la huella ecológica de la central y promoviendo prácticas industriales responsables. Este proyecto, por tanto, se alinea con los objetivos estratégicos de CELEC EP de promover un desarrollo energético sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

En las secciones que conforman este documento se detallarán los aspectos técnicos, económicos y regulatorios necesarios para la implementación exitosa de la planta de tratamiento de residuos, así como los beneficios esperados y las recomendaciones para su operación a largo plazo.

1.2 Identificación del entorno del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La central térmica Esmeraldas I, parte de La Unidad de Negocio Termoesmeraldas de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP), ubicada en la provincia de Esmeraldas, enfrenta un gran desafío en la gestión de sus residuos industriales. Esta región, de naturaleza diversa y estrecha conexión con la costa y comunidades cercanas, presenta condiciones geográficas que la hacen más vulnerable a los riesgos ambientales asociados con la operación de una central termoeléctrica. La falta de una planta de tratamiento de residuos industriales eficiente ha creado preocupaciones significativas entorno a la contaminación del suelo, el agua y el aire.

Geográficamente, Esmeraldas es una provincia con una variada biodiversidad y gran cantidad de recursos naturales, incluidos importantes cuerpos de agua que sustentan la vida silvestre y las actividades económicas locales, como la pesca y el turismo. La central termoeléctrica Termoesmeraldas produce una gran cantidad de residuos sólidos (incluidas cenizas volantes y de fondo) que deben gestionarse adecuadamente. Estos residuos, si no son tratados de manera oportuna, pueden causar graves daños en los ecosistemas locales, deteriorando la calidad de sus recursos, afectando la inmensa biodiversidad y la salud pública.

Desde una perspectiva económica, Esmeraldas es una provincia con altos índices de pobreza y desempleo. La central termoeléctrica es una importante fuente de empleo y desarrollo económico del lugar. Sin embargo, la contaminación ambiental resultante de la operación de la central puede generar conflictos con las comunidades circundantes, que dependen de los recursos naturales de esta región para el sustento diario de sus familias.

Para abordar los problemas causados por los residuos industriales, es crucial instalar una planta de tratamiento en Termoesmeraldas. Esta planta supone un punto de inflexión en lo que concierne al manejo y disposición de los residuos sólidos, ya que, si se cumplen los objetivos

reducirá en un alto porcentaje la polución, mejorando la calidad de vida de las comunidades locales. Además, invertir en tecnologías de tratamiento de residuos puede crear un gran número de plazas laborales fomentando el desarrollo de las habilidades técnicas de la población local, contribuyendo así a la mejora económica de la región.

1.2.2 Características Demográficas

Esmeraldas, provincia en la que está instalada la unidad de negocio, es conocida por su diversidad cultural y étnica, así como por su importancia ecológica debido a sus variados ecosistemas que incluyen bosques tropicales, manglares y playas.

Su población de aproximadamente 550,000 habitantes tiene una alta concentración en áreas urbanas como la ciudad de Esmeraldas, capital provincial. Esta ciudad es considerada el principal centro económico y administrativo de la región. Las comunidades rurales, aunque son menos pobladas, tienen mucha representatividad en la economía local, particularmente en sectores como el turismo, la agricultura y la pesca.

Esmeraldas es una provincia caracterizada por una significativa diversidad étnica. La población es predominantemente afrodescendiente, pero también incluye mestizos, indígenas y personas de ascendencia europea. Esta diversidad se refleja en la cultura y tradiciones de la región (música, danza y festividades únicas).

En términos socioeconómicos, Esmeraldas enfrenta desafíos significativos. La provincia tiene uno de los índices de pobreza más altos de Ecuador, con un acceso limitado a servicios básicos como salud, educación y saneamiento. El desempleo y el subempleo son comunes, y muchos habitantes dependen de actividades informales y la explotación de recursos naturales para su sustento. A lo que hay que sumarle el considerable repunte de inseguridad vivido en los últimos años. Así mismo, en el ámbito de la educación se presentan varios retos. Aunque hay acceso a la educación básica, la calidad de la educación y la infraestructura educativa son deficientes, lo que limita las oportunidades de desarrollo personal y profesional de la población.

El perfil demográfico de Esmeraldas destaca la importancia de iniciativas que promuevan el desarrollo sostenible y mejoren las condiciones de vida de sus habitantes. La implementación propuesta para la Unidad de Negocio Termoesmeraldas no solo abordaría problemas ambientales, sino que también generará empleo y capacitará a la población local, contribuyendo significativamente al desarrollo económico y social de la región.

1.3 Objetivo General

Generar una propuesta real que permita la Implementación de una planta de tratamiento de residuos industriales sólidos dentro de la unidad de negocio Termoesmeraldas – CELEC-EP.

1.4 Objetivos Específicos

- Aplicar la metodología descrita en el PMBook para la gestión del proyecto.
- Realizar un estudio técnico mediante el cual se identificarán los recursos financieros, materiales y humanos requeridos en el desarrollo del proyecto.
- Determinar la factibilidad económica para la implementación del proyecto.

1.5 Revisión Teórica

1.5.1 Central Esmeraldas 1

La Central Térmica Esmeraldas 1 es una planta generadora de energía termoeléctrica a base de vapor, con una potencia de 132 MW, está situada en la provincia de Esmeraldas, operando desde el 1 de agosto de 1982, hasta la actualidad. Produce energía a través del proceso de combustión de fuel Oil No. 6.

Al ser una planta industrial, que produce energía a través de la quema de combustible, genera varios tipos de residuos industriales.

1.5.2 Tipos de Residuos Generados

Debido a las operaciones, durante el proceso de producción de energía, y al mantenimiento mayor de la central, se generan desechos sólidos, líquidos y gaseosos, adicional se producen otro tipo de residuos, a través de la sedimentación de las aguas oleosas, ya que estas previo a su tratamiento, pasan a una piscina de recolección de aguas y desechos residuales, para ser tratados y luego devueltos a su estado natural, tal es el caso del agua, que es devuelta al río.

1.5.3 Impacto Ambiental de los Residuos

Los desechos industriales, pueden causar serios daños a la salud, al medio ambiente, puede afectar el aire, el agua y el suelo. El mal tratamiento de los residuos puede ocasionar serias afectaciones, al entorno laboral y social, ya que la emisión de gases tóxicos provoca la contaminación del aire, del suelo, al igual que los residuos o desechos sólidos.

1.5.4 Tecnologías de Tratamientos de Residuos Sólidos

Las nuevas tecnologías permiten que se gestione de mejor manera los residuos industriales, ya que representan una nueva alternativa para la gestión de los mismos. Permitiendo que el tratamiento de desechos y residuos sea más eficiente, así como también la reducción de recursos.

1.5.5 Tratamientos de Aguas Residuales

Actualmente la central Esmeraldas 1 cuenta con una piscina de neutralización de una capacidad de 200 m³, aquí se reciben las aguas residuales del caldero y de la producción de resinas, donde se neutraliza el PH ácido y alcalino de los residuos provenientes de los lavados de caldero, y limpieza del Calentador de aire regenerativo.

Figura 1. Gestión de Aguas Residuales



Fuente: Autores, 2024

1.5.6 Tratamientos de Emisiones Gaseosas

Los contaminantes en estado gaseoso producidos por Termoesmeraldas se presentan como material particulado, dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, etc. Se debe realizar el respectivo mantenimiento del caldero, y mantener un monitoreo constante de las emisiones de gases, utilizando equipos electrostáticos y lavadores de gases.

Los métodos de análisis para el monitoreo deben ser los descritos en el Acuerdo ministerial 097-A del 04 de noviembre de 2015, donde se expide el Anexo 3 referente a la norma de emisiones al aire.

Tabla 1. Parámetros de medición

Parámetros	Métodos de monitoreo discontinuo	Métodos de monitoreo condicionado s EPA
Material	USEPA, parte 60,	NA
Particulado	Apéndice A, Método 5 o UESPA, parte 60, Apéndice A. Método 17	
Dióxido de azufre	USEPA, parte 60, Apéndice A, Método 6C	NA
Óxido de Nitrógeno	USEPA, parte 60, Apéndice A, Método 7A, 7B, 7C, 7E	OTM-13,CTM-022, CTM-030 Octm-034

Fuente: Autores, 2024

1.5.7 Gestión de Residuos Peligrosos

Termoesmeraldas, como generador de desechos, es la responsable del manejo de los desechos o residuos industriales peligrosos, desde su recolección, tratamiento y disposición final.

Actualmente la central cuenta con un centro de acopio pequeño, donde reposan los desechos, mismos que son controlados y manipulados por el personal del departamento de Gestión

Social y Ambiental, Liderado por el Ing. Julio Molina Jefe de Gestión social y ambiental, seguido del Ing. Javier sosa, Especialista Ambiental y un equipo de cinco misceláneos eventuales.

Figura 2. Residuos peligrosos



Fuente: Autores, 2024

Para la gestión adecuada de los residuos peligrosos es necesario considerar los siguiente:

- Crear un centro de acopio en la central térmica con una capacidad superior.
- Buscar personal calificado para el manejo de los desechos generados.
- Construir una piscina de recolección de desechos con una capacidad de 400 m3.

1.5.8 Regulaciones y Normativas

Las regulaciones y normativas son esenciales para la gestión de residuos industriales, para garantizar las buenas prácticas, manejo y disposición final, para que se realicen de una manera segura y sostenible, minimizando el impacto ambiental. Dentro de las regulaciones normativas existen, el Acuerdo Ministerial 097, que establece los procedimientos a aplicar para el manejo de los desechos y recursos peligrosos, para minimizar el impacto medioambiental. (Ministerio del Ambiente, 2015, pág. 20).

1.5.8.1 Ley de Gestión Ambiental

El artículo 225 establece políticas obligatorias para la gestión integral de residuos y desechos que deben ser cumplidas por todas las instituciones estatales y personas, naturales o jurídicas. Las políticas incluyen la eliminación cercana de residuos, la responsabilidad extendida del productor, la minimización de riesgos sanitarios y ambientales, el fortalecimiento de la educación ambiental y la participación ciudadana, el fomento del aprovechamiento económico de residuos, la investigación y uso de tecnologías limpias, el estímulo a las buenas prácticas ambientales, la aplicación de la responsabilidad compartida, el establecimiento de estándares de manejo, la difusión de información y la jerarquización en la gestión de residuos, además de otras medidas que determine la Autoridad Ambiental Nacional (Asamblea Nacional del Ecuador , 2017, pág. 60).

1.5.9 Mejora Continua y Sostenibilidad

Es fundamental para la gestión de residuos industriales, protegiendo al medio ambiente, optimizando recursos, satisfaciendo las necesidades, implica buenas prácticas medioambientales.

Planificar: identificar las brechas, realizando un estudio para identificar las oportunidades de reducción de residuos, con eficiencia energética.

Implementar: Aplicar nuevas metodologías, que aporten en la mejora continua, dentro de la gestión de los recursos.

Verificar: Evaluar constantemente el desempeño ambiental, asegurando que se esté cumpliendo con los objetivos establecidos.

Revisión: Corregir fallas y aplicar mejoras, alcanzando el desempeño ambiental.

Sostenibilidad: Implica adoptar practicas asegurando la protección del ambiente, y la responsabilidad social.

Minimizar recursos: reducir la producción de recursos, mediante la reutilización y el reciclaje, convirtiendo los residuos en recursos.

Protección del medio ambiente: aplicar medidas para evitar la contaminación del aire, suelo y el agua, controlando las emisiones gaseosas, aguas residuales y desechos.

Responsabilidad social: aplicar prácticas empresariales, respetando los derechos humanos, compensando a los moradores aledaños, mediante el desarrollo (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015).

2. CAPÍTULO II

2.1 Metodología

El tipo de metodología utilizado es el de cascada o Waterfall, una metodología tradicional que permite el trabajo de forma secuencial donde cada fase debe culminarse para iniciar la siguiente, aplicando cambios y correcciones de inconvenientes presentados previamente (Delgado Olivera & Díaz Alfonso, 2021, pág. 47). Este tipo de metodología permite un orden de trabajo firme y sistemático en cada una de sus etapas de desarrollo del proyecto, desde la planificación y especificación hasta el cierre y mantenimiento. Y es considerado como la fase más importante, la inicial ya que es donde se establecen los requerimientos y el resultado que se espera a largo plazo.

2.1.1 Planificación

Entre las fases de desarrollo de la metodología se encuentra como principal la recopilación de requisitos y es en donde se realizan los intercambios de opiniones e información con el cliente, ya sea a través de entrevistas, reuniones, encuestas y se define y establece la proyección de desarrollo y resultado final del proyecto (Stsepanets, 2024). Para la elaboración del cumplimiento de los objetivos del proyecto se realizará reuniones y encuestas con la unidad de negocio para entender sus preocupaciones y expectativas sobre la planta, fomentando el dialogo abierto y sesiones de lluvias de ideas con el equipo de trabajo para abordar inquietudes y mantener la visión clara, además de la organización del cronograma que permita identificar las tareas semanales y establecer sus indicadores de productividad.

Para el caso que se desarrolla en este documento se adjunta cronograma en el [Anexo 1](#).

2.1.2 Ejecución

La fase del diseño tiene como finalidad facilitar el diseño preliminar de los aspectos generales con base en el documento de especificación de requerimientos generado en la fase anterior, se establece la identificación y descripción de los procesos de tratamientos de

residuos además de las revisiones y especificaciones necesarias para la implementación de las instalaciones (Solano Fernandez & Porras Alfaro, 2020). Para ello es necesario el establecimiento de convenios con universidades locales, y los profesionales de la unidad de negocio para el estudio de los patrones de generación y tipos de residuos para el adecuamiento de la planta.

2.1.3 Seguimiento y Control

En esta etapa se realiza la elaboración de un plan detallado que incluye el seguimiento de cronogramas, presupuestos y la asignación de recursos para el desarrollo de sus tareas y que las mismas sean completadas en el tiempo establecido, por lo cual el trabajo en equipo es fundamental, cada actividad se encuentra supervisada por el director de proyecto para orientar y controlar los resultados (Instagantt, 2019). Para ello también es fundamental la revisión de normativas ambientales, locales y nacionales, además de la revisión y ajustes del presupuesto inicial del proyecto adaptándolo a la realidad financiera de la unidad de negocio. Fomentando la colaboración de todas las partes interesadas.

2.1.4 Cierre

Para el cierre del proyecto se realiza la entrega formal de la propuesta a la unidad de negocio, además de ofrecer planes de mantenimiento a la planta, garantizando la eficiencia y el funcionamiento óptimo de los residuos industriales para el correcto manejo de esta y brindarles una gran experiencia.

2.2 Desarrollo

2.2.1 Técnico

2.2.1.1 Definición del Espacio Donde se Construirá la Planta.

Como se ha indicado anteriormente, el proyecto se desarrollará dentro del espacio físico de la Unidad de Negocio Termoemeraldas- de la CELEC EP. El sitio de implantación tiene una ubicación estratégica. Ya que, se encuentra cerca de las piscinas de descarga, de las mismas se extraen los sedimentos que se van acumulando por el proceso de generación eléctrica de las turbinas, haciendo que los movimientos de materiales sean los mínimos necesarios. El lugar garantiza la accesibilidad para el transporte de los residuos, así mismo, el área disponible permitirá acomodar todas las instalaciones necesarias incluyendo áreas de recepción, tratamiento, almacenamiento y disposición.

Figura 3. Sitio de implantación de la planta



Fuente: Google Maps, 2023

Adicional, esta ubicación permitirá considerar un posible espacio adicional para futuras expansiones en caso de se requiera por parte de la administración de la unidad de negocio. A continuación, se presenta una imagen del sitio.

Figura 4. Área designada a la implantación



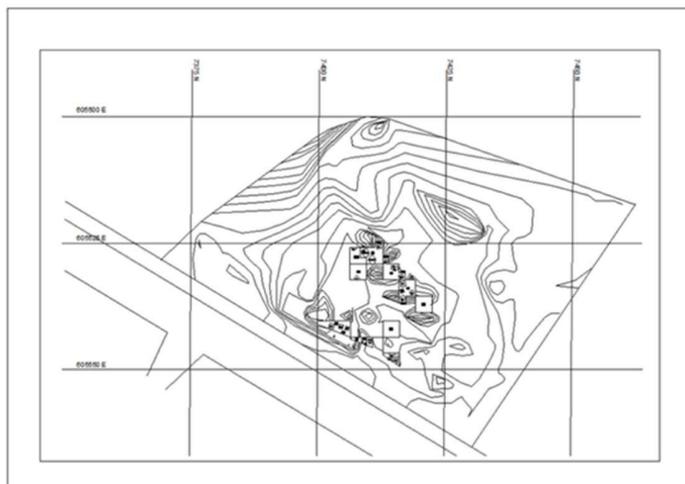
Fuente: (Autores, 2024)

2.2.1.2 *Desarrollo de Ingeniería Multidisciplinaria.*

2.2.1.2.1 *Ingeniería Básica*

Es una etapa preliminar en el desarrollo de proyectos, aquí se definen las características primordiales de los mismos. Para el caso presentado, se evaluarán los requisitos técnicos del mismo. El primer paso será (en caso de que Termoesmeraldas no cuente con uno) ejecutar un levantamiento topográfico y estudio del suelo del sitio seleccionado.

Figura 5. Levantamiento topográfico

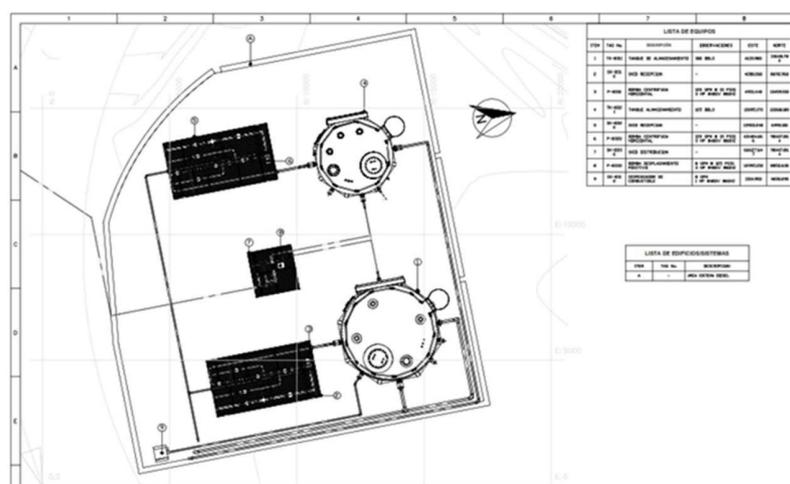


Fuente: (Sandoval, 2017)

Posterior a esto se deberá ejecutar el diseño preliminar de los sistemas de tratamiento, esto incluye los diagramas de flujo de proceso (PFD), las bases y criterios de diseño y los planos de disposiciones generales (Layouts).

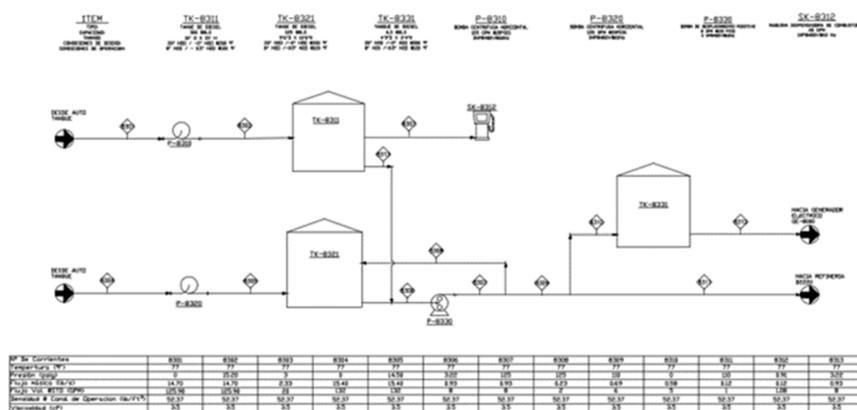
En las imágenes x,y presentadas líneas abajo se puede visualizar algunos de estos elementos.

Figura 6. Layout General



Fuente: (Autores, 2024)

Figura 7. Diagrama de procesos (PFD)



Fuente: (Autores, 2024)

2.2.1.2.2 Ingeniería de Detalle

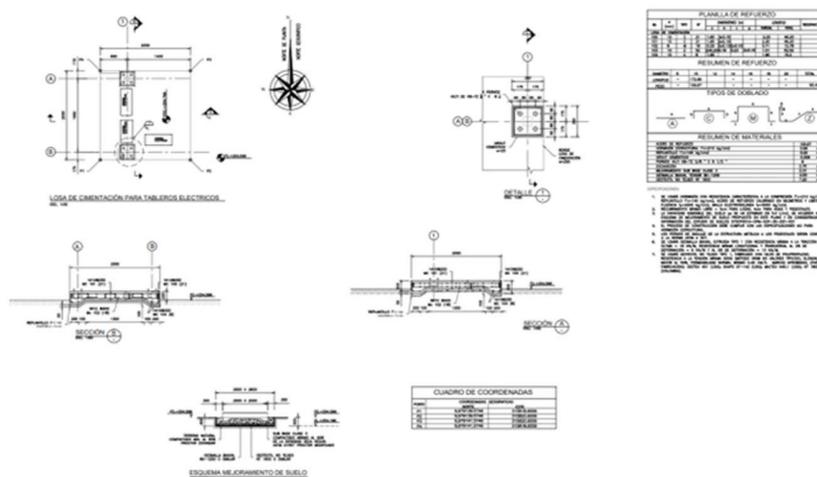
Una vez que se haya generado la ingeniería básica, y tomando como partida dicha información, se deberá elaborar la Ingeniería de detalle del proyecto.

La misma consiste en la elaboración de los entregables (Modelos 3D, planos, memorias de cálculo, listas de materiales, etc.) en base a los cuales se erigirá la construcción de la planta.

Dentro de las disciplinas que se deberán incluir para este proyecto están:

- Ingeniería Civil. - Encargada de la elaboración de entregables relacionados a toda la obra civil, cimentaciones, drenajes, canales, etc.

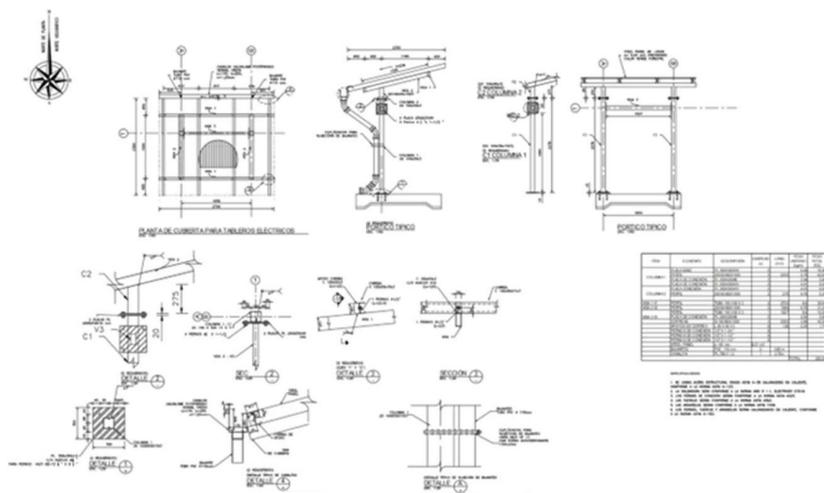
Figura 8. Entregable disciplina civil



Fuente: (Autores, 2024)

- Ingeniería Estructural. – Encargada del diseño de la estructura metálica que soportará los equipos y tuberías, además de las cubiertas del proyecto.

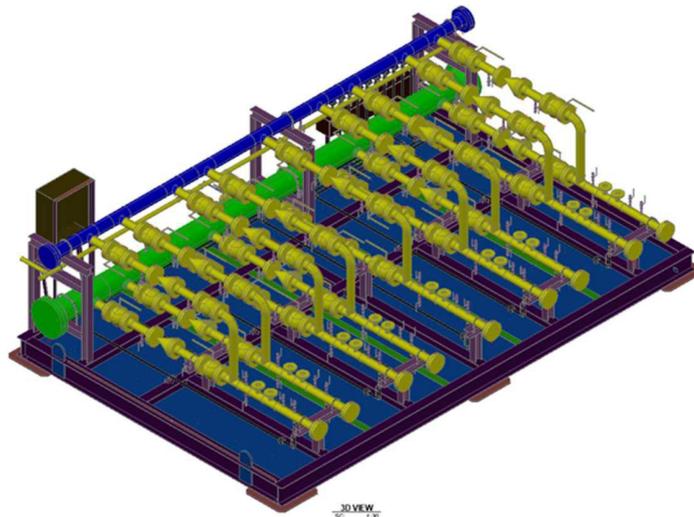
Figura 9. Entregable disciplina estructural



Fuente: (Autores, 2024)

- Ingeniería Mecánica y tuberías. – Encargada del diseño de los equipos mecánicos y tuberías (Tanques, silos, sistemas de tuberías).

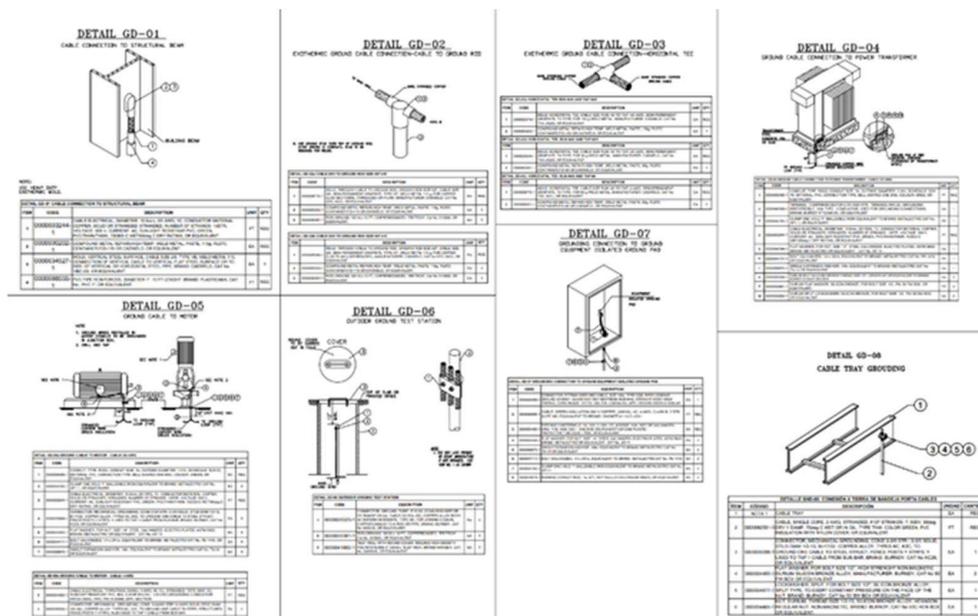
Figura 10. Entregable disciplina mecánica



Fuente: (Autores, 2024)

- Ingeniería Eléctrica. – Encargado del diseño de facilidades eléctricas para el correcto funcionamiento y operación de la planta.

Figura 11. Entregable disciplina eléctrica



Fuente: (Autores, 2024)

- Ingeniería de Instrumentación y control. – Encargado del diseño del sistema de control con el que contará la planta de tratamiento.

2.2.1.2.3 Procura y Contrataciones

Dentro de esta fase, de acuerdo con las necesidades y directrices del gerente del proyecto se identificará y seleccionará proveedores y contratistas para la adquisición de materiales, equipos y servicios. Se deberán ejecutar procesos de licitación y contratación para garantizar competitividad en precios y transparencia en los procesos.

De igual manera estarán encargados de la coordinación y planificación de la logística para el transporte de materiales y equipos.

2.2.1.2.4 Construcción

La construcción se ejecutará de acuerdo con la ingeniería desarrollada previamente. En esta fase es crucial contar con todos los materiales, mano de obra y maquinaria que garanticen que los plazos establecidos dentro del cronograma se cumplirán. De esta manera se podrán cumplir los hitos que se hayan determinado por parte de La unidad de negocio Termoesmeraldas de CELEC EP.

- Movimiento de tierras. – Se deberán realizar un conjunto de acciones (Excavación, corte y relleno, compactación, etc.) para la ejecución de la obra en el sitio destinado.

Figura 12. Movimiento de tierras



Fuente: (Maquicem, 2023)

- **Obra Civil.** – En esta fase se construirán las cimentaciones, pilotes, losas y zapatas. Así mismo se deberá instalar todo lo referente a los sistemas de drenajes necesarios para el correcto funcionamiento de la planta.

Figura 13. Cimentaciones



Fuente: (Arquitek3D, 2024)

- **Construcción de infraestructura.** – Se deberán instalar las estructuras principales y secundarias (columnas, vigas y cubiertas), esto, referente al galpón en el cual se instalará la planta de tratamiento. Así como las facilidades para el personal administrativo. De igual manera en esta fase se deberá ejecutar la construcción de los sistemas de tuberías.

Figura 14. Montaje de estructura metálica



Fuente: (EsyCmet, 2021)

- Instalación de equipos. – Una vez se haya completado lo hasta aquí descrito, se procederá con la instalación de los equipos y sistemas de tratamiento, siguiendo las especificaciones técnicas de los fabricantes y los planos detallados por parte de la ingeniería.

Figura 15. Montaje de equipos



Fuente: (Complex, 2022)

2.2.1.2.5 *Puesta en Marcha*

Es una de las etapas con mayor grado de criticidad del proyecto, implica una serie de actividades que tienen como fin verificar que todos los sistemas, componentes y equipos que conforman la planta funcionen correctamente y de manera integrada, cumpliendo tanto el diseño efectuado en fases anteriores como las especificaciones técnicas establecidas.

El proceso de puesta en marcha garantiza que la planta operará de forma segura, eficiente y pueda plan de puesta en marcha alinearse a los objetivos establecidos por parte de la unidad de negocio Termoesmeraldas para su implementación. Algunas de las pruebas que se ejecutan en esta etapa se enlistan a continuación:

- Elaboración del Plan de puesta en marcha. - Detallas las etapas necesarias para verificar y asegurar el correcto funcionamiento de la planta.
- Inspección visual y funcional. – Como su nombre lo indica, se debe validar visualmente el estado físico y funcional de todos los equipos.

- Pruebas de aislamiento y continuidad. – Referente al sistema eléctrico, se verificará la integridad del mismo. Incluye prueba de continuidad de circuitos y aislamiento de los cables.
- Pruebas en vacío de equipos individuales. – Cada equipo debe ser probado de manera individual, haciendo énfasis en bombas, motores, válvulas, etc.
- Pruebas en vacío de sistemas. – Destinado a validar el funcionamiento en vacío considerando el conjunto de todos los equipos.
- Pruebas de integración. – Verifica que todos los equipos y sistemas funcionen de manera integrada y coordinada. De igual manera, garantizan que los sistemas de seguridad (alarmas, protecciones, paradas de emergencia) funcionen correctamente.
- Informe Final. – En este documento se deben detallar los procesos que se hayan seguido, así como los resultados obtenidos y las recomendaciones que se plantean para la correcta operación de la planta.

2.2.2 Financiero

2.2.2.1 Plan Financiero

Para la fase de ejecución del proyecto planteado se dispone de un capital inicial de 595.650,00 dólares. Su desglose se presenta a continuación:

Tabla 2. Capital inicial para proyecto

CAPITAL INICIAL	
Capital Social	\$ 600.000,00
Préstamo de entidad bancaria	\$ 95.650,00
TOTAL	\$ 695.650,00

Fuente: (Autores, 2024)

2.2.2.2 Hipotesis de Desarrollo

Implementar una planta de tratamiento de residuos industriales es una medida necesaria para abordar los desafíos ambientales y regulatorios, al tiempo que se genera un retorno financiero sostenible para los inversores y se promueve la responsabilidad social corporativa. Por lo cual se espera un aumento en la regulación ambiental que aumentará la demanda de servicios de tratamiento de residuos peligrosos para la identificación y mitigación proactiva de riesgos, fundamentales para garantizar la estabilidad financiera a largo plazo del proyecto.

Se anticipa un crecimiento del mercado del 5% anual debido al creciente aumento de conciencia ambiental.

Se estima que la planta operará al 80% de su capacidad en el cuarto año y alcanzará el 100% en el quinto año.

2.2.2.3 Plan de Inversiones

Costos de Ingeniería: \$257.975,00

Costo de Salarios: \$3.303.600,00

Costo de adquisición de materiales: \$6.290.000,00

Costo de adquisición de maquinarias y equipos: \$567.600,00

Depreciación de Maquinarias y equipos en cinco años: \$124.872,00

Costo administrativo: \$3.126.672,00

Reserva de Contingencia: \$820.611,00

Pago de préstamo bancario: \$133.910,00

2.2.2.4 Costo de Ingeniería

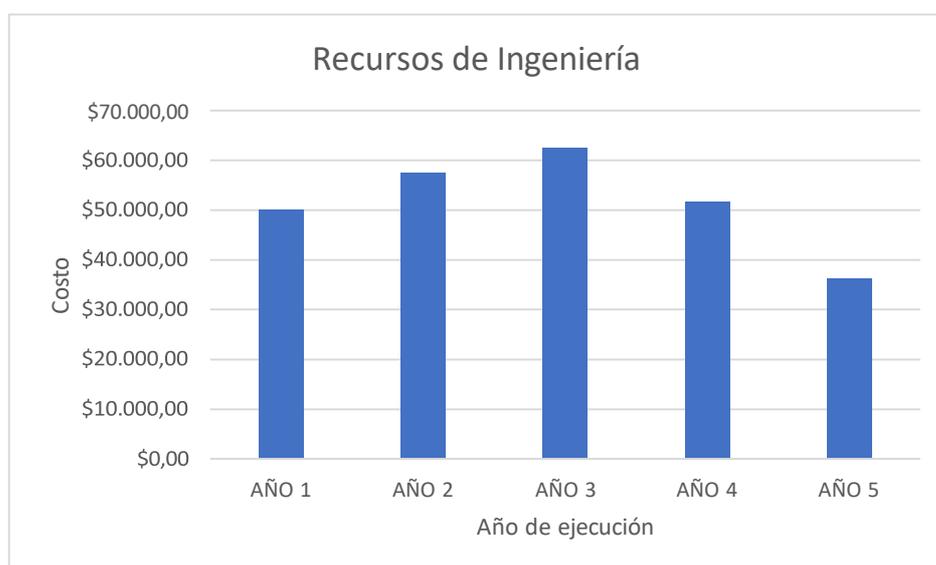
La siguiente tabla describe el uso de recursos asignados para el desarrollo de ingeniería. Incluye revisiones, ingeniería aprobada para construcción y planos "As Built".

Tabla 3. Descripción de costos de ingenierías

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingeniería Civil	\$40.000,00	\$34.500,00	\$31.250,00	\$15.525,00	\$3.622,50
Ingeniería Mecánica	\$10.000,00	\$17.250,00	\$25.000,00	\$28.462,50	\$14.490,00
Ingeniería Eléctrica	\$0,00	\$5.750,00	\$6.250,00	\$7.762,50	\$18.112,50
TOTAL	\$50.000,00	\$57.500,00	\$62.500,00	\$51.750,00	\$36.225,00

Fuente: (Autores, 2024)

Figura 16. Costos de ingenierías



Fuente: (Autores, 2024)

2.2.2.5 Costo de la Mano de Obra

Las siguientes tablas describen el uso de recursos económicos utilizados en los salarios de los trabajadores. Incluyen todos los beneficios de ley.

Tabla 4. Distribución de costos de mano de obra por año

AÑO 1			
CARGO	CANTIDAD	SALARIO	ANUAL
Gerente de Proyecto	1	\$ 2.500,00	\$30.000,00
Director de Proyecto	4	\$ 2.000,00	\$96.000,00
Supervisor	10	\$ 1.500,00	\$180.000,00
Mano de obra local	30	\$ 550,00	\$198.000,00
TOTAL	45		\$504.000,00

AÑO 2			
CARGO	CANTIDAD	SALARIO	ANUAL
Gerente de Proyecto	1	\$ 2.500,00	\$30.000,00
Director de Proyecto	4	\$ 2.000,00	\$96.000,00
Supervisor	11	\$ 1.500,00	\$198.000,00
Mano de obra local	58	\$ 550,00	\$382.800,00
TOTAL	74		\$706.800,00

AÑO 3			
CARGO	CANTIDAD	SALARIO	ANUAL
Gerente de Proyecto	2	\$ 2.500,00	\$60.000,00
Director de Proyecto	8	\$ 2.000,00	\$192.000,00
Supervisor	20	\$ 1.500,00	\$360.000,00
Mano de obra local	60	\$ 550,00	\$396.000,00
TOTAL	90		\$1.008.000,00

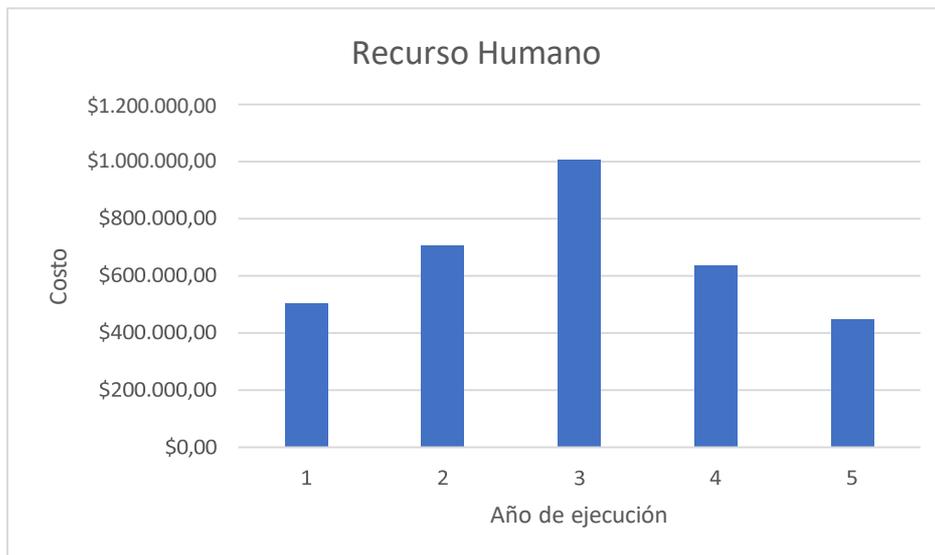
AÑO 4			
CARGO	CANTIDAD	SALARIO	ANUAL
Gerente de Proyecto	2	\$ 2.500,00	\$60.000,00
Director de Proyecto	6	\$ 2.000,00	\$144.000,00

Supervisor	9	\$ 1.500,00	\$162.000,00
Mano de obra local	41	\$ 550,00	\$270.600,00
TOTAL	58		\$636.600,00

AÑO 5			
CARGO	CANTIDAD	SALARIO	ANUAL
Gerente de Proyecto	1	\$ 2.500,00	\$30.000,00
Director de Proyecto	4	\$ 2.000,00	\$96.000,00
Supervisor	8	\$ 1.500,00	\$144.000,00
Mano de obra local	27	\$ 550,00	\$178.200,00
TOTAL	40		\$448.200,00

Fuente: (Autores, 2024)

Figura 17. Distribución de costos de mano de obra por año



Fuente: (Autores, 2024)

2.2.2.6 Costo de Maquinaria, Equipos y Consumibles

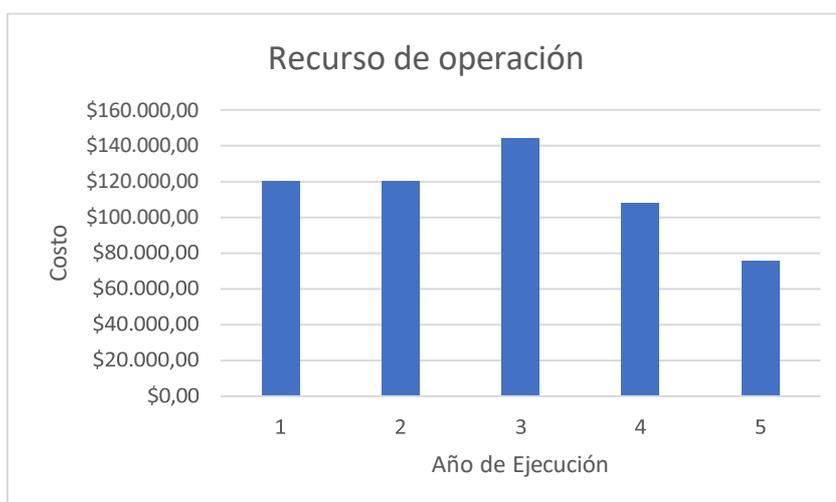
La siguiente tabla describe el uso de recursos asignados para la adquisición de maquinarias, equipos, herramientas y materiales consumibles que se utilizarán en el proyecto.

Tabla 5. Costos por año de recursos operarios

Maquinaria / Equipos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gallineta	\$24.000,00	\$24.000,00	\$28.800,00	\$10.800,00	\$2.268,00
Rodillo	\$24.000,00	\$12.000,00	\$14.400,00	\$7.560,00	\$0,00
Volqueta	\$24.000,00	\$12.000,00	\$14.400,00	\$3.240,00	\$1.512,00
Bobcat	\$12.000,00	\$12.000,00	\$7.200,00	\$0,00	\$0,00
Grúa	\$12.000,00	\$12.000,00	\$7.200,00	\$10.800,00	\$3.780,00
Generador	\$6.000,00	\$12.000,00	\$21.600,00	\$21.600,00	\$7.560,00
Soldadora	\$6.000,00	\$12.000,00	\$21.600,00	\$10.800,00	\$7.560,00
Herramienta eléctrica	\$6.000,00	\$12.000,00	\$14.400,00	\$27.000,00	\$30.240,00
Herramienta menor	\$6.000,00	\$12.000,00	\$14.400,00	\$16.200,00	\$22.680,00

Fuente: (Autores, 2024)

Figura 18. Costos por recursos de operación



Fuente: (Autores, 2024)

2.2.2.7 Costo de Subcontratos

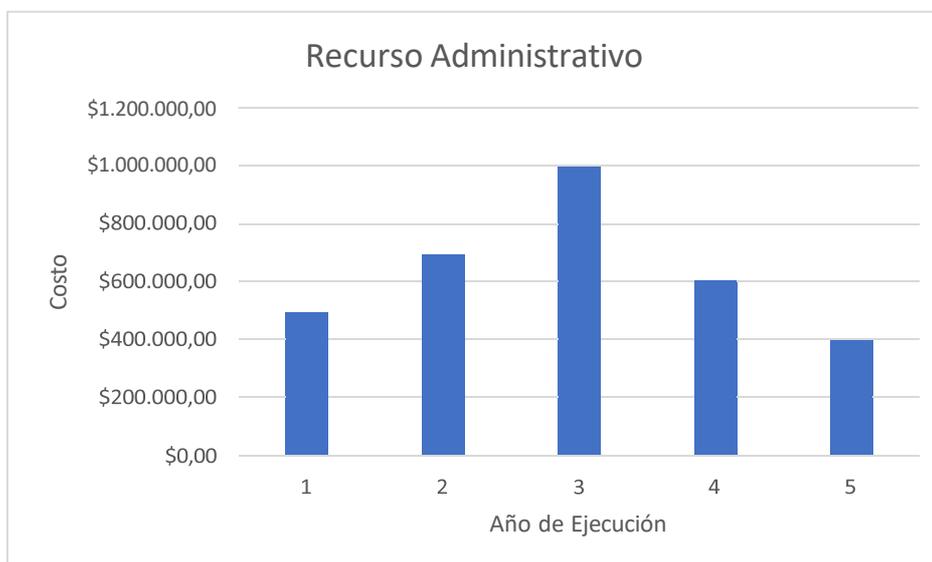
La siguiente tabla describe el uso de recursos asignados para la subcontratación de hospedaje, alimentación y movilización asignados para el proyecto y subcontratados a la comunidad local

Tabla 6. Costos de contratos administrativos

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Hospedaje	\$246.000,00	\$344.400,00	\$492.000,00	\$309.960,00	\$185.976,00
Alimentación	\$172.200,00	\$241.080,00	\$344.400,00	\$216.972,00	\$130.183,20
Transporte	\$73.800,00	\$103.320,00	\$147.600,00	\$92.988,00	\$55.792,80
TOTAL	\$492.000,00	\$688.800,00	\$984.000,00	\$619.920,00	\$371.952,00

Fuente: (Autores, 2024)

Figura 19. Distribución de subcontratos



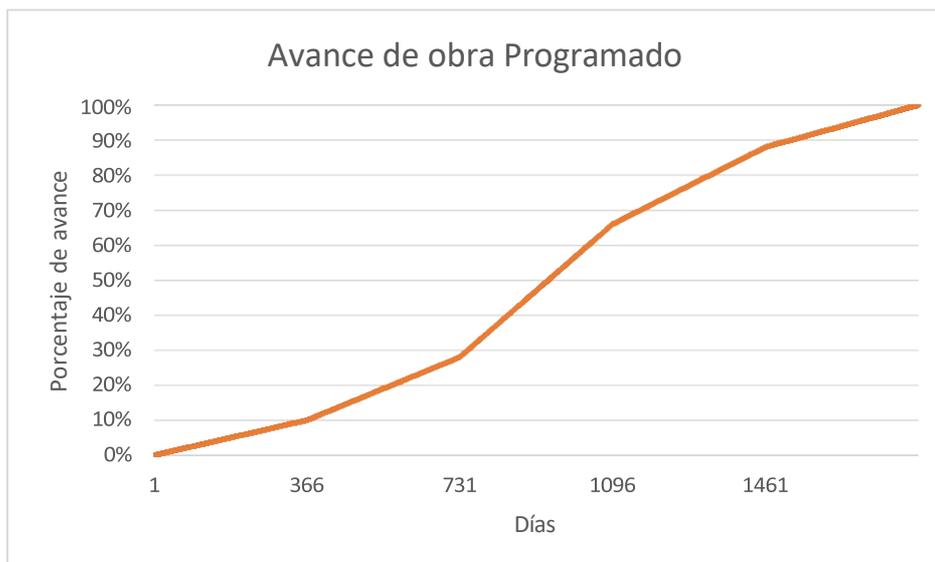
Fuente: (Autores, 2024)

3. CAPÍTULO III

3.1 Análisis de Resultados

Se presenta el avance de obra programado

Figura 20. flujo de avance de obra



Fuente: (Autores, 2024)

3.1.1 Estado de Resultados

Tabla 7. Resultados

Año	1	2	3	4	5
Ingresos					
Avance de Obra	\$2.716.164,00	\$3.746.106,00	\$5.730.952,50	\$3.372.100,20	\$2.230.503,16
Costos					
Desarrollo de ingeniería	\$50.000,00	\$57.500,00	\$62.500,00	\$51.750,00	\$36.225,00
Salarios	\$504.000,00	\$706.800,00	\$1.008.000,00	\$636.600,00	\$448.200,00
Adquisición de materiales	\$1.000.000,00	\$1.400.000,00	\$2.000.000,00	\$1.260.000,00	\$630.000,00

Maquinaria y equipos	\$120.000,00	\$120.000,00	\$144.000,00	\$108.000,00	\$75.600,00
Administrativos					
Hospedaje	\$492.000,00	\$688.800,00	\$984.000,00	\$619.920,00	\$371.952,00
Alimentación					
Transporte					
Imprevistos	\$216.600,00	\$148.655,00	\$209.925,00	\$133.813,50	\$31.239,54
BENEFICIO					
Beneficio Neto	\$333.564,00	\$624.351,00	\$1.322.527,50	\$562.016,70	\$637.286,62

Fuente: (Autores, 2024)

3.1.2 Balance General

Tabla 8. Balance general del proyecto

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Activos					
Activo Circulante	\$2.716.164	\$3.746.106	\$5.730.953	\$3.372.100	\$2.230.503
Activo Fijo	\$120.000	\$240.000	\$384.000	\$492.000	\$567.600
Total Activos	\$2.836.164	\$3.986.106	\$6.114.953	\$3.864.100	\$2.798.103
Pasivos					
Pasivo Circulante	\$2.262.600	\$3.001.755	\$4.264.425	\$2.702.084	\$1.517.617
Total Pasivos	\$2.262.600	\$3.001.755	\$4.264.425	\$2.702.084	\$1.517.617
Patrimonio Neto					
Capital Social	\$600.000	\$600.000	\$600.000	\$600.000	\$600.000
Utilidades Retenidas	\$83.391	\$156.088	\$330.632	\$140.504	\$159.322
Total Patrimonio	\$573.564	\$984.351	\$1.850.528	\$1.162.017	\$1.280.487
Neto					
Total Pasivos y Patrimonio	\$2.836.164	\$3.986.106	\$6.114.953	\$3.864.100	\$2.798.103

Fuente: (Autores, 2024)

3.1.3 Flujo Efectivo

Tabla 9. Flujo de efectivo

RUBRO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CAJA AL					
INICIO DEL EJERCICIO	\$695.650,00	\$906.489,45	\$1.302.705,61	\$2.144.009,29	\$2.500.487,34
INGRESOS					
Ingresos por venta	\$2.716.164,00	\$3.746.106,00	\$5.730.952,50	\$3.372.100,20	\$2.230.503,16
TOTAL DE INGRESOS	\$2.716.164,00	\$3.746.106,00	\$5.730.952,50	\$3.372.100,20	\$2.230.503,16
EGRESOS					
Costos de producción	\$1.890.600,00	\$2.432.955,00	\$3.424.425,00	\$2.190.163,50	\$1.221.264,54
Costos de Operación	\$492.000,00	\$688.800,00	\$984.000,00	\$619.920,00	\$371.952,00
TOTAL DE EGRESOS	\$2.382.600,00	\$3.121.755,00	\$4.408.425,00	\$2.810.083,50	\$1.593.216,54
(=) Utilidad Operacional (-)	\$333.564,00	\$624.351,00	\$1.322.527,50	\$562.016,70	\$637.286,62
Participación trabajadores 15%	\$50.034,60	\$93.652,65	\$198.379,13	\$84.302,51	\$95.592,99
Utilidad antes de impuestos (-) Impuesto a la renta 25%	\$283.529,40	\$530.698,35	\$1.124.148,38	\$477.714,20	\$541.693,62
	\$70.882,35	\$132.674,59	\$281.037,09	\$119.428,55	\$135.423,41

(=) Utilidad neta después de imp. (+)					
	\$212.647,05	\$398.023,76	\$843.111,28	\$358.285,65	\$406.270,22
Depreciación de activos (-)					
	\$24.974,40	\$24.974,40	\$24.974,40	\$24.974,40	\$24.974,40
Amortización de la deuda (=) Flujo de caja por Periodo					
	\$26.782,00	\$26.782,00	\$26.782,00	\$26.782,00	\$26.782,00
	\$210.839,45	\$396.216,16	\$841.303,68	\$356.478,05	\$404.462,62
CAJA AL FIN DEL EJERCICIO	\$906.489,45	\$1.302.705,61	\$2.144.009,29	\$2.500.487,34	\$2.904.949,96

Fuente: (Autores, 2024)

3.1.4 Valor Actual Neto

Se considera los siguientes datos.

- Inversión inicial (Co) = \$600.000,00
- Flujo de caja en el año 1 (Cf1) = \$210.839,45
- Flujo de caja en el año 2 (Cf2) = \$396.216,16
- Flujo de caja en el año 3 (Cf3) = \$841.303,68
- Flujo de caja en el año 4 (Cf4) = \$356.478,05
- Flujo de caja en el año 5 (Cf5) = \$404.462,62
- Tasa de descuento del 10%

$$VAN = \frac{210.839,45}{(1 + 0,1)^1} + \frac{396.216,16}{(1 + 0,1)^2} + \frac{841.303,68}{(1 + 0,1)^3} + \frac{356.478,05}{(1 + 0,1)^4} + \frac{404.462,62}{(1 + 0,1)^5} - 600.000$$

$$VAN = 1.045.826,27$$

En este caso, el VAN es \$1.045.826,27, lo que indica que el proyecto es rentable según los flujos de caja y la tasa de descuento especificada.

3.1.5 Plazo de Recuperación (PayBack)

Tabla 10. Payback

AÑO	FLUJO NETO	
	FLUJO POR PERIODO	FLUJO ACUMULADO
1	210839,45	210839,45
2	396216,1625	607055,6125
3	841303,6813	1448359,294
4	356478,0463	1804837,34
5	404462,6177	2209299,958

$$\text{Payback} = \text{Año anterior} + \frac{\text{Inversión Restante}}{\text{Flujo de caja del año de recuperación}}$$

$$\text{Payback} = 1 + \frac{600.000,00 - 210.839,00}{396.216,16}$$

$$\text{Payback} = 1,98$$

1 =	1 año
0,98 x 12 meses = 11,76 =	11 meses
0,76 x 30 días = 22,8 =	23 días

La inversión se recuperará en 1 año, 11 meses y 23 días.

3.1.6 Retorno de la Inversión (ROI)

La rentabilidad del proyecto se determina de la siguiente manera:

$$\%ROI = \frac{\text{Ingresos Totales} - \text{Costos Totales}}{\text{Costo de Inversión}} * 100\%$$

$$\%ROI = \frac{17.795.825,86 - 14.316.080,04}{14.316.080,04} * 100\%$$

$$\%ROI = 0,243 * 100\%$$

$$\%ROI = 24,30\%$$

Las cifras positivas obtenidas en el cálculo nos indica que la inversión genera ganancias favorables en comparación con el coste de inversión. El proyecto tendrá un retorno sobre la inversión de 24,30%.

4. CAPÍTULO IV

4.1.1 Conclusiones

- El uso del método de cascada descrita en el PMBOK permitió abordar el desarrollo y la proyección del proyecto de manera estructurada que cumple con los objetivos de sostenibilidad ambiental.
- El proyecto es rentable según los flujos de caja descritos y la tasa de descuento obtenida.
- El retorno sobre la inversión es mayor a 0 lo que nos indica que la inversión genera ganancias favorables.
- El análisis técnico exhaustivo ha permitido reconocer y valorar los recursos humanos, materiales y económicos requeridos para la puesta en marcha de la planta de procesamiento de desechos industriales sólidos. Esta evaluación ha sido fundamental para asegurar que el proyecto pueda llevarse a cabo con éxito, satisfaciendo los requisitos de infraestructura y las regulaciones ambientales vigentes en Ecuador.
- Este Proyecto aborda la necesidad de mitigar el impacto ambiental ocasionados por los residuos y desechos industriales generados por la Unidad de negocio Termoesmeraldas, para en base a esto mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona de influencia.

4.1.2 Recomendaciones

- Desarrollar un plan de comunicación efectivo para informar a la comunidad local sobre los beneficios y la importancia del proyecto.
- Implementar en un tiempo prudencial un sistema de gestión de calidad que cumpla con la normativa ISO 14001.

- Se recomienda plantear una estrategia de marketing que fomente la venta de los residuos tratados.
- Para una eventual ampliación, se recomienda explorar la posibilidad de integrar tecnologías avanzadas de tratamiento de residuos, como la valorización energética y el reciclaje avanzado, con el fin de mejorar aún más la eficiencia y sostenibilidad de la planta. Asimismo, se sugiere llevar a cabo un estudio de impacto ambiental a largo plazo que evalúe los beneficios adicionales en las comunidades circundantes, así como la creación de programas educativos y de concienciación para fomentar prácticas sostenibles en la gestión de residuos industriales.
- Se sugiere implementar un sistema de mejora continua, evaluando la eficiencia y efectividad de la planta, incorporando nuevas tecnologías.

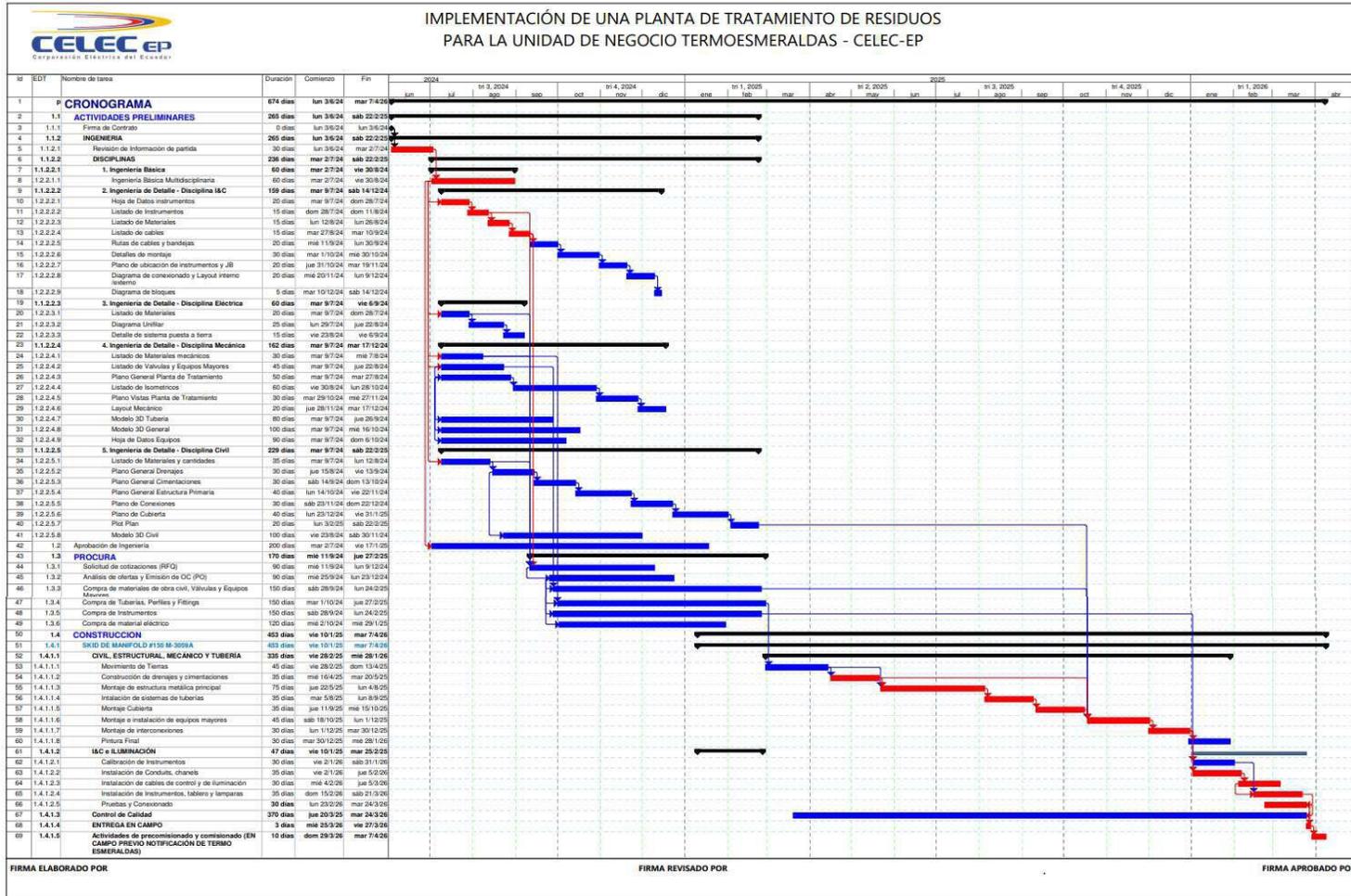
REFERENCIAS

- Aguirre. (2021). *Librería React. Simplifica el desarrollo Front-end*. Buenos Aires: RedUsers. doi:978-987-8414-17-1
- Arquitek3D. (19 de enero de 2024). *Zapata (Cimentación) concepto y tipos de zapatas*. Obtenido de <https://arquitek3d.com/zapata-cimentacion-concepto-y-tipos-de-zapatas/>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2015). *REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto*. Quito. Obtenido de <https://portalrect.ambiente.gob.ec/files/Descargas/Acuerdo%20Ministerial%20097-A.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador . (2017). *CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*. Quito. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- CELEC EP . (13 de septiembre de 2021). *CELEC EP*. Obtenido de Generación eléctrica de Termoesmeraldas es amigable con el ambiente: <https://www.celec.gob.ec/hidroagoyan/noticias-noticias/generacion-electrica-de-termoesmeraldas-es-amigable-con-el-ambiente/>
- Complex. (2022). *Complex - Montaje de Estanques y Cañerías* . Obtenido de Construcción y Montaje: <https://complex.cl/construccion-y-montaje/>
- Delgado Olivera, L., & Díaz Alfonso, L. (2021). Modelo de Desarrollo de Software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(1), 37 - 51.

- EsyCmet. (2021). *Sector petrolero y minero*. Obtenido de Sector petrolero y minero:
<https://www.esycmet.com/productos/estructuras-metalicas-para-sector-petrolero-y-minero/>
- Instagantt. (2019). *Instagantt*. Obtenido de Una guía completa para saber ¿Qué es la gestión de proyectos en cascada?: <https://www.instagantt.com/es/gestion-de-proyectos/que-es-la-gestion-de-proyectos-en-cascada>
- Maquicem. (2023). *Maquicem*. Obtenido de <https://www.maquicem.com.pe/servicios/movimiento-de-tierras/>
- Ministerio del Ambiente. (4 de noviembre de 2015). *Registro Oficial Organo del Gobierno del Ecuador*. Quito. Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf
- Sandoval, V. (2017). Evidencias de hornos alfareros en pedernales: una interpretación de la producción cerámica. . 1. . (ReHuSo, Ed.) *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 1(1), 29-48. doi:10.33936/rehuso.v1i1.291.
- Solano Fernandez, E., & Porras Alfaro, D. (2020). El modelo iterativo e incremental para el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada Amón_RA. *Tecnología en marcha*, 165 - 177. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v33i8.5518>
- Stsepanets, A. (17 de enero de 2024). *GanttPRO Project Mnagement*. Obtenido de Modelo de cascada (Waterfall): qué es y cuándo conviene usarlo: <https://blog.ganttpro.com/es/metodologia-de-cascada/>

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de Trabajo



Fuente: (Autores, 2024)