

Maestría en

**DESARROLLO SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD
SOCIAL ORGANIZACIONAL**

**Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Magíster en: Desarrollo Sostenible y Responsabilidad Social Organizacional**

AUTORES:

Alfonso David Velastegui Arias
Edgar Andrés Masaquiza Chango
Antonela Bibliana Rosero Santamaría

TUTORES:

Docente titulación
Muñoz Ibáñez Ángela
Beatriz Zambruno Fernández
Cecilia Puertas Donoso

**Análisis de Sostenibilidad de la Empresa Novacero: Energía Limpia y
Economía Circular**

Quito, (diciembre 2024)

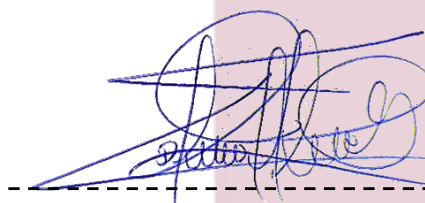
Certificación de autoría

Nosotros, **Alfonso David Velastegui Arias, Edgar Andrés Masaquiza Chango, Antonela Bibliana Rosero Santamaría**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



Alfonso David Velastegui Arias



Edgar Andrés Masaquiza Chango



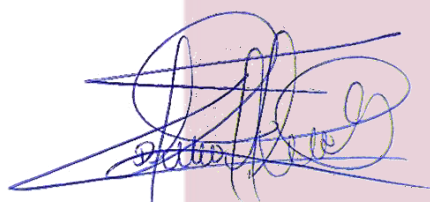
Antonela Bibliana Rosero Santamaría

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, **Alfonso David Velastegui Arias**, **Edgar Andrés Masaquiza Chango**, **Antonela Bibliana Rosero Santamaría**, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado ***Análisis de Sostenibilidad de la Empresa Novacero: Energía Limpia y Economía Circular***, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, (diciembre 2024)



Alfonso David Velastegui Arias

Edgar Andrés Masaquiza Chango

Antonela Bibliana Rosero Santamaría

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Aprobación de dirección y coordinación del programa

Nosotros, **Jesús Campos - Director EIG** y **Cecilia Puertas Donoso - Coordinadora UIDE**, declaramos que los graduandos: **Alfonso David Velastegui Arias, Edgar Andrés Masaquiza Chango, Antonela Bibliana Rosero Santamaría**, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.


Jesús Campos Alcalá

Jesús Campos
Director/a de la
Maestría en Desarrollo Sostenible y
Responsabilidad Social Organizacional



Cecilia Puertas
Coordinador/a de la
Maestría en Desarrollo Sostenible y
Responsabilidad social Organizacional

DEDICATORIAS

Dedico este logro especial a mi familia, y en particular a mi esposa, quien ha estado de manera incondicional apoyándome constantemente, celebrando cada triunfo y brindándome ánimo en los momentos desafiantes a lo largo de este viaje académico. Asimismo, extendiendo este logro a todos aquellos que creyeron en mí y me inspiraron a seguir adelante recordándome siempre que los sueños se alcanzan con dedicación, esfuerzo y compromiso

Edgar Masaquiza Chango

Dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud a mi familia, por su apoyo incondicional, su paciencia y su confianza en mí durante este proceso. Sin su amor y motivación, no habría sido posible llegar hasta aquí. También agradezco a Dios por darme la fuerza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para alcanzar esta meta. Que siempre me guíe en cada paso de mi camino.

Antonela Rosero Santamaria

Agradezco a Dios por permitirme vivir hasta cumplir esta meta, a las personas cercanas por motivarme a seguir, y a la Universidad por la oportunidad de este estudio de maestría.

Alfonso Velastegui Arias

AGRADECIMIENTOS

Expresamos los más sinceros agradecimientos a la Universidad Internacional del Ecuador por la formación académica de excelencia recibida a lo largos de esta maestría, la formación y los valores recibidos no solo enriquecieron nuestro desarrollo personal, sino que también fortalecieron nuestras habilidades para enfrentar desafíos en el entorno laboral.

También expresamos nuestros agradecimientos a los profesores y tutores quienes han sido una guía invaluable para alcanzar este logro fundamental en nuestras vidas personales y profesionales

Edgar Masaquiza Chango

Antonela Rosero Santamaria

Alfonso Velasteguí Arias

RESUMEN

El proyecto “Análisis de Sostenibilidad de la Empresa Novacero: Energía Limpia y Economía Circular” se centra en mejorar la sostenibilidad de la empresa Novacero S.A., líder en el sector siderúrgico en Ecuador. Su objetivo principal es optimizar la eficiencia energética, implementar energías renovables y fomentar prácticas de economía circular. Esto incluye reducir el consumo de energía convencional, disminuir las emisiones de CO₂ en un 15% por tonelada de acero producido y aumentar la reutilización de desechos industriales del 10% al 25%.

El proyecto analiza estrategias como el uso de gas natural, sistemas fotovoltaicos y tecnologías de automatización. Estas acciones buscan no solo reducir costos operativos, sino también cumplir con normativas ambientales y sociales. Además, incluye un enfoque colaborativo con diversos grupos de interés, como colaboradores, comunidades locales y proveedores.

El cronograma establece actividades como la instalación de estaciones de reciclaje, capacitación en ahorro energético y monitoreo continuo de los resultados. Asimismo, contempla desafíos relacionados con infraestructura, inversión inicial y aceptación comunitaria, para los cuales propone soluciones técnicas y estratégicas.

Este esfuerzo refuerza el compromiso de Novacero con la sostenibilidad, contribuyendo a su competitividad y alineación con metas globales de desarrollo sostenible.

Palabras Claves: sostenibilidad, economía circular, energías renovables, eficiencia energética.

ABSTRACT

The project “Sustainability Analysis of the Novacero Company: Clean Energy and Circular Economy” focuses on improving the sustainability of Novacero S.A., a leading company in the steel sector in Ecuador.

Its main objective is to optimize energy efficiency, implement renewable energies, and promote circular economy practices. This includes reducing conventional energy consumption, reducing CO2 emissions by 15% per ton of steel produced, and increasing the reuse of industrial waste from 10% to 25%.

The project analyzes strategies such as the use of natural gas, photovoltaic systems and automation technologies. These actions seek not only to reduce operating costs, but also to comply with environmental and social regulations. It also includes a collaborative approach with various stakeholders, such as collaborators, local communities, and suppliers.

The schedule establishes activities such as the installation of recycling stations, training in energy saving, and continuous monitoring of results. It also includes challenges related to infrastructure, initial investment and community acceptance, for which it proposes technical and strategic solutions.

This effort reinforces Novacero's commitment to sustainability, contributing to its competitiveness and alignment with global sustainable development goals.

Keywords: sustainability, circular economy, renewable energies, energy efficiency.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	6
AGRADECIMIENTOS	7
RESUMEN	8
Capítulo 1: Introducción	17
1.1. Planteamiento Del Problema E Importancia Del Estudio.....	17
1.1.1. Definición Del Proyecto.....	17
1.1.2. Naturaleza o Tipo De Proyecto.....	17
1.1.3. Objetivos	18
1.1.4. Justificación e Importancia Del Trabajo De Investigación	18
1.2. Perfil De La Organización.....	19
1.2.1. Nombre, Actividades, Mercados Servidos y Principales Cifras.....	19
Capítulo 2: Análisis De Sostenibilidad De La Empresa Novacero: Energía Limpia Y Economía Circular	28
2.1. Objetivos	28
2.2. Beneficios del proyecto.....	28
2.3. Plan del Proyecto.....	29
2.4. Descripción Del Proyecto y Motivos.....	32
2.4.1. Requisitos.....	34
2.5. Lista De Actividades	39
2.6. Distribución De Actividades En Procesos.....	43
2.7. Acta de constitución.....	45
2.8. Identificación de riesgos.....	55
2.9. Documentos de cierre	56
Capítulo 3: Análisis De Sostenibilidad e Implementación Del Sistema De Gestión De Calidad Iso 9001:2015,	58
3.2. Resumen.....	58
3.3. Objetivos.	58
3.4. Alcance del proyecto	59

3.4.1.	<i>Factores externos</i>	59
3.4.2.	<i>Factores internos</i>	59
3.4.3.	<i>Alcance geográfico</i>	60
3.5.	Metodología aplicada	60
3.5.1.	<i>Análisis PESTEL</i>	61
3.5.2.	<i>Análisis FODA</i>	61
3.6.	Resultados y análisis	61
3.6.1.	<i>Análisis PESTEL</i>	61
3.6.2.	<i>Análisis FODA</i>	64
3.6.3.	Mejora continua	65
3.7.	Conclusiones y recomendaciones	67
3.7.1.	<i>Conclusiones</i>	67
3.8	Recomendaciones	68
Capítulo 4: Plan De Implementación Del Sistema De Gestión Ambiental Iso 14001 En La Empresa Novacero		70
4.1.	Resumen	70
4.2.	Objetivos	70
4.2.1.	<i>Objetivos generales</i>	70
4.2.2.	<i>Objetivos específicos</i>	70
4.3.	Plan de implementación de la ISO 14001	71
4.3.1.	<i>Criterios para la implementación</i>	71
4.3.2.	<i>Identificación de aspectos e impactos ambientales</i>	72
4.3.3.	<i>Requisitos legales</i>	73
4.4.	Objetivos y metas ambientales	74
4.5.	Plan de acción	75
4.6.	Evaluación y seguimiento	75
4.7.	Conclusiones	76
4.8.	Recomendaciones	77

Capítulo 5: Plan De Implementación De Un Sistema Integrado De Gestión En La Empresa Novacero	79
5.1. Resumen	79
5.2. Diagnóstico SGC- NOVACERO	79
5.2.1. Contexto de la organización	79
5.2.2. Situación actual SGC- Novacero	80
5.2.3. Información y estudio sobre la implantación de un SGI	81
5.3. Propuesta para la estructura del sistema integrado de gestión (SIG)	81
5.3.1. Diagnóstico de Brechas	81
5.3.2. Política Integrada de Calidad, Ambiente y Seguridad	82
5.3.3. Objetivos y Alcance del SIG	82
5.3.4. Desarrollo de procesos clave	83
5.3.5. Plan de implementación del SIG- NOVACERO	84
5.3.6. Métodos, procedimientos e instrumentos utilizados	84
5.3.7. Resultados relevantes	85
5.4. Conclusiones y futuras proyecciones	85
5.5. Mejoras de la investigación en el área de estudio	86
Capítulo 6: Estado De Sostenibilidad De La Empresa Novacero	88
6.1. Introducción	88
6.2. Objetivos	89
6.2.1. Objetivo General	89
6.2.2. Objetivos Específicos	90
6.3. Desarrollo	90
6.3.1. Gobernanza:	90
6.3.2. Aspectos económicos, sociales y ambientales:	92
6.3.3. Indicadores: legales, sociales, económicos y ambientales	94
b) Sociales	94
6.4. Estrategias propuestas	95

6.5. Conclusiones	96
Capítulo 7: Análisis Del Impacto Ambiental De La Empresa Novacero – Planta Lasso	98
7.1. Introducción	98
7.1.1. Datos globales y del Ecuador	101
7.1.2. Legislación existente a nivel global y en el Ecuador.....	103
7.2. Objetivos	104
7.3. Desarrollo	105
7.3.1. Impactos ambientales reales / actuales.....	105
7.3.2. Impactos ambientales potenciales	106
7.4. Conclusiones	107
7.5. Recomendaciones	108
Capítulo 8: Análisis Del Ciclo De Vida De Productos De Acero.....	110
8.1. Introducción	110
8.1.1. Ejemplos de casos reales en el Ecuador y el mundo	111
8.2. Objetivos	113
8.3. Desarrollo	113
8.3.1. Fases del Ciclo de Vida (ACV).....	114
8.3.2. Beneficios del ciclo de vida (ACV) para la Gestión Organizacional	118
8.3.3. Análisis de mejoras que se pueden implementar.....	119
8.3.4. Recomendaciones sobre la metodología del Ciclo de Vida (ACV).....	120
8.4. Conclusiones	120
8.5. Recomendaciones	121
Capítulo 9: Conclusiones Y Aplicaciones	122
9.1. Conclusiones generales.....	122
9.2. Conclusiones específicas:	122
9.3. Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación.....	122
9.4. Contribución a la gestión empresarial.....	122
9.5. Contribución a nivel académico	123



9.6.	Contribución a nivel personal	123
9.7.	Limitaciones a la Investigación	123

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Aspectos clave para el modelo de negocio- NOVACERO	23
Tabla 2: Temporalidad para la adopción de un sistema nuevo	32
Tabla 3: Cronograma de actividades	42
Tabla 4: Presupuesto requerido para implementar sistemas de energías renovables	51
Tabla 5: Inversión requerida para automatización de procesos	52
Tabla 6: Presupuesto requerido para implementación de estación de reciclaje	53
Tabla 7: Presupuesto requerido para capacitaciones	53
Tabla 8: Análisis de Fortalezas, Oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)	64
Tabla 9: Aspectos Ambientales	72
Tabla 10: Objetivos Ambientales	74
Tabla 11: Plan de acción	75
Tabla 12: Indicadores de evaluación y seguimiento	76
Tabla 13: Aspectos clave para el modelo de negocio- NOVACERO	93

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1: Grupos de interés-NOVACERO.....	26
Ilustración 2: Propuesta para mejora continua.....	66
Ilustración 3: Comité de sostenibilidad Novacero.....	92

Capítulo 1: Introducción

El desarrollo de una empresa desde la revolución industrial ha estado ligada a impactos ambientales (BBC, 2012), generando una grave afectación a los ecosistemas por los residuos resultantes de las distintas operaciones industriales. Hoy en día, las consecuencias de esos actos han llevado a generar proyectos a fin de reparar los daños causados y revertir las afectaciones ya existentes, además las empresas buscan mejorar los procesos productivos y generar una buena imagen sin caer en el greenwashing, para así captar la atención del público y generar ganancias para sus arcas. Una de estas empresas, es la empresa NOVACERO S.A., una empresa innovadora, cuyas actividades van apegadas al concepto de sostenibilidad, poniendo énfasis en mejorar la calidad de vida de cada persona que es parte de la compañía y cada cliente que se sirve de sus productos (Novacero, 2023).

1.1. Planteamiento Del Problema E Importancia Del Estudio

1.1.1. Definición Del Proyecto

El presente documento recoge un análisis de las actividades desarrolladas por la empresa Novacero, con el fin de analizar su sistema de sostenibilidad y proponer mejoras desde una perspectiva externa.

1.1.2. Naturaleza o Tipo De Proyecto

El presente documento tiene una naturaleza analítica, entendiendo el sistema sostenible de la empresa y su empleo de energías limpias.

1.1.3. Objetivos

a) Objetivo general

Evaluar y mejorar el sistema de sostenibilidad de la empresa NOVACERO, enfocándose en la adopción de energías renovables y la implementación de la economía circular, para optimizar su viabilidad operativa y su impacto social.

b) Objetivo específico

- Revisar el modelo de medición energética de la empresa utilizando indicadores financieros y eléctricos precisos.
- Evaluar el programa de economía circular implementado, analizando su efectividad y posibles áreas de mejora.
- Analizar el uso de energías limpias en la producción, con el objetivo de identificar oportunidades para aumentar el ahorro energético.

1.1.4. Justificación e Importancia Del Trabajo De Investigación

Uno de los principales beneficios de este proyecto es el plasmar la reducción de costos operativos que podría representar a la empresa al incorporar energías limpias en sus procesos productivos, Novacero puede disminuir significativamente los costos asociados con el consumo de combustibles fósiles, mejorando su rentabilidad. Este ahorro no solo impacta en los márgenes financieros, sino que también permite reinvertir en otras áreas clave de la empresa.

En el ámbito social, este proyecto tiene un impacto positivo directo en las comunidades circundantes. La implementación de prácticas de economía circular no solo beneficia a Novacero, sino que también fortalece la confianza y

genera oportunidades económicas para proveedores locales, microempresarios y otros actores clave.

A nivel estratégico, el desarrollo de sistemas sostenibles genera valor a largo plazo. Este enfoque no solo asegura la viabilidad del proyecto, sino que también refuerza la posición competitiva de Novacero en el mercado, atrayendo la atención de inversionistas y consolidando relaciones con sus grupos de interés.

El presente proyecto no solo garantiza un mejor desempeño ambiental y social, sino que también asegura que Novacero continúe siendo un referente en innovación y sostenibilidad, demostrando que el éxito empresarial y el cuidado del planeta pueden ir de la mano.

1.2. Perfil De La Organización

1.2.1. Nombre, Actividades, Mercados Servidos y Principales Cifras

a) Nombre de la empresa
NOVACERO S.A.

b) Misión

Proporcionar soluciones que no solo satisfagan las necesidades de los clientes en el ámbito constructivo, sino que también generen valor sostenible, minimizando el impacto ambiental y fortaleciendo el tejido social y económico del Ecuador (Novacero, 2023).

c) Visión

Liderar la industria del acero en Ecuador y Latinoamérica, consolidándose como un referente de innovación y responsabilidad ambiental, impulsado por un modelo de negocios donde el desarrollo económico y el respeto por el medio ambiente vayan de la mano (Novacero, 2023).

d) Valores

- Cumplimiento
- Actitud positiva
- Aprendizaje
- Proactividad

e) Actividades, marcas, productos y servicios

Novacero S.A. es una empresa siderúrgica ecuatoriana que se enfoca en la creación, desarrollo e implementación de soluciones de acero en la construcción final. La empresa ofrece soluciones como varillas, refuerzos de hormigón, cubiertas metálicas, tuberías mecánicas y perfiles estructurales.

f) Ubicación de la sede

La sede matriz de NOVACERO S.A. se encuentra ubicado dentro del Parque Industrial de Turubamba en el sur de la ciudad de Quito.

g) Ubicación de las operaciones

Novacero S.A. inició sus operaciones en 1973 en Quito, Ecuador. Desde entonces, la compañía ha crecido y ahora opera tres plantas industriales ubicadas en Quito, Lasso, y Guayaquil.

h) Propiedad y forma jurídica

Novacero S.A. es una empresa industrial- siderúrgica, privada fundada en 1973.

i) Mercados servidos o ubicación de sus actividades de negocio

La empresa tiene presencia en Ecuador a través de sus plantas industriales, además tiene tres puntos comerciales principales ubicados estratégicamente en Quito, Guayaquil y Cuenca.

Novacero S.A. además, exporta sus productos a mercados en Centroamérica, y en Sudamérica a Perú, Bolivia y Chile.

j) Tamaño de la organización

La empresa posee un estimado de 1300 trabajadores directos dentro de su organización. (Novacero, 2023).

k) Información sobre empleados y otros trabajadores

Novacero se posiciona como una empresa que prioriza el bienestar y desarrollo de sus colaboradores. Su enfoque se centra en crear un entorno laboral que fomente el crecimiento profesional y personal, garantizando la satisfacción y

motivación de sus empleados. La empresa considera a cada integrante como una parte esencial de su familia corporativa, promoviendo oportunidades de desarrollo, un ambiente inclusivo y medidas que impulsen su progreso económico. (Novacero, 2023)

El desarrollo del talento humano es un pilar clave en las operaciones de Novacero. La empresa impulsa el fortalecimiento de habilidades, el bienestar y el compromiso de sus colaboradores para crear un entorno laboral saludable y propicio para el crecimiento. En este marco, lanzó la Escuela de Liderazgo, beneficiando a 164 líderes con un programa en tres fases: diseño del modelo de liderazgo, capacitación y evaluación, y, en 2024, la implementación de herramientas de desarrollo y refuerzo grupal. Estas iniciativas fortalecen la cohesión y motivación de los equipos, contribuyendo al éxito organizacional. (Novacero, 2023)

Desde 2022, Novacero forma parte de las 100 empresas suscritas a los Principios de Empoderamiento Femenino (WEPs, por sus siglas en inglés), reafirmando su compromiso con la promoción de la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres en el ámbito laboral, el mercado y las comunidades. Este compromiso ha dado resultados positivos, que pasó del 58% en 2022 al 66% en 2023, demostrando avances tangibles en sus iniciativas de equidad de género. (Novacero, 2023).

Novacero reafirma su compromiso con el bienestar de sus colaboradores a través del programa "Mapa de Vida", desarrollado en alianza con la Fundación Greenlight. Este programa aplica la metodología internacional "Poverty Spotlight" o "Semáforo de la Pobreza" para mejorar la calidad de vida de las familias de sus colaboradores mediante una autoevaluación y un modelo de

intervención personalizado. En 2023, la empresa logró empoderar a 349 familias de las localidades de Guayaquil, Quito y Lasso, promoviendo su desarrollo integral. (Novacero, 2023)

I) Modelo de negocio

La empresa desarrolla soluciones de acero enfocadas principalmente en la construcción industrial, comercial, educativa y de infraestructura vial, con una clara orientación hacia la sostenibilidad e innovación tecnológica.

A continuación, se presenta la Tabla 2, que resume los aspectos económicos, sociales y ambientales clave que Novacero integra dentro de modelo de negocio:

Tabla 1

Aspectos clave para el modelo de negocio- NOVACERO

Aspecto	Procedimiento	Descripción
Económico	Inversión en maquinaria e infraestructura	Aumento de la producción y reducción de los costos operativos de las plantas de Quito, Lasso y Guayaquil
	Apoyo a proveedores	Promoción de empleo en el Ecuador, a través de empleo del 91% de proveedores locales, y apoyo a los PYMES.
	Reducción de emisiones	Al trabajar con proveedores locales se reduce la huella de carbono asociada al transporte.
Social	Programa de familias emprendedoras	Capacitación a los familiares de los colaboradores que fomenten el emprendimiento y mejorar su economía circular
	Políticas de igualdad e inclusión	Promoción de liderazgo femenino y la igualdad de oportunidades en todos los niveles, a través del compromiso con la igualdad de género e inclusión.
	Escuelas de reciclaje	Capacitación en temas de reciclaje y seguridad, promoviendo la responsabilidad ambiental

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Ambiental	Prácticas de económica circular	Reutilización del 60% de la materia prima mediante el reciclaje de chatarra proveniente de actividades productivas.
	Optimización de agua y energía	Implementación de tecnologías eficientes de reciclaje de agua y energía, logrando reducir su consumo.
	Certificación empresarial	NOVACERO Obtuvo la certificación del Ministerio del Ambiente, Agua Y Transición Ecológica, por su compromiso con procesos de producción limpios y responsables.

Fuente: Novacero, 2023

m) Grupos de interés internos y externos

Novacero S.A. mantiene una relación estrecha con diversos grupos de interés, reconociendo que su éxito y sostenibilidad dependen de una interacción positiva con ellos. Entre los principales actores involucrados están sus colaboradores y sus familias, quienes constituyen el motor de la organización. Novacero promueve condiciones laborales seguras y beneficios que contribuyen al bienestar integral de su personal, reflejando un compromiso con su desarrollo profesional y personal.

Por otro lado, la empresa trabaja de la mano con proveedores locales, en su mayoría pequeñas y medianas empresas (PYMES), fortaleciendo las cadenas de suministro locales y promoviendo el crecimiento económico en las comunidades donde opera. De igual forma, apoya a microempresarios dedicados al reciclaje, integrándolos a su cadena de valor y fomentando prácticas sostenibles que benefician tanto al medio ambiente como a sus actividades productivas.

En el ámbito de la construcción, Novacero establece una relación sólida con maestros y profesionales del sector, proporcionándoles productos de alta

calidad y capacitaciones que impulsan el desarrollo de proyectos eficientes y responsables. Este enfoque también beneficia a las comunidades vecinas a sus plantas, con quienes la empresa busca generar un impacto positivo a través de iniciativas sociales, ambientales y económicas.

Finalmente, Novacero mantiene una visión a largo plazo, pensando en las generaciones futuras. Sus esfuerzos en sostenibilidad y ecoeficiencia, como el uso responsable del agua y la innovación tecnológica, demuestran un compromiso con la preservación de los recursos naturales y la promoción de un desarrollo sostenible que trascienda en el tiempo.

En la ilustración 1 se muestra el cómo NOVACERO S.A. integra a sus principales grupos de interés dentro de sus objetivos de sostenibilidad corporativos:

Ilustración 1

Grupos de interés-NOVACERO



Fuente: NOVACERO

n) Otros datos de interés

Novacero ha sido pionera en implementar prácticas eco eficientes y digitalización en Ecuador. Es reconocida por sus contribuciones al desarrollo sostenible en el sector del acero y entre otros datos de interés se encuentran:

- En 2015, NOVACERO S.A. obtuvo la certificación de empresa ecoeficiente y recibió cuatro puntos verdes por sus mejoras en los procesos, destacando principalmente su planta de tratamiento de agua que permite reutilizar el 99.95% del agua que utilizan dentro de sus procesos productivos.
- En 2018, la empresa obtuvo las certificaciones: ISO 9001, 14001 y

45001, las cuales demuestran su compromiso con la mejora continua, el medio ambiente y la seguridad y salud de sus trabajadores.

- En 2020, Novacero dio un paso importante hacia su transformación digital al implementar el sistema SAP. Esta plataforma inteligente y confiable permitió la migración e integración de información, impulsando la eficiencia y optimización de los procesos de la empresa.

Capítulo 2: Análisis De Sostenibilidad De La Empresa Novacero: Energía Limpia Y Economía Circular

2.1. Objetivos

a) Objetivo general

- Evaluar y mejorar el sistema de sostenibilidad de la empresa NOVACERO, enfocándose en la adopción de energías renovables y la implementación de la economía circular, para optimizar su viabilidad operativa y su impacto social.

b) Objetivos específicos

- Revisar el modelo de medición energética de la empresa utilizando indicadores financieros y eléctricos precisos.
- Evaluar el programa de economía circular implementado, analizando su efectividad y posibles áreas de mejora.
- Analizar el uso de energías limpias en la producción, con el objetivo de identificar oportunidades para aumentar el ahorro energético.
- Comparar los informes de sostenibilidad de 2022 y 2023, para evaluar el progreso y el impacto de las iniciativas implementadas.

2.2. Beneficios del proyecto

a) Beneficios Técnicos

- Reducción de Costos: La transición a energías limpias permitirá disminuir significativamente los costos de producción, mejorando la

rentabilidad de la empresa.

- Menor Dependencia de Recursos Fósiles: La reutilización de materiales reciclados disminuirá la necesidad de materias primas vírgenes, asegurando un suministro más estable y sostenible.
- Bajas Emisiones: La adopción de gas natural y aceites reciclados reducirá las emisiones de CO₂, contribuyendo a un entorno más limpio.
- Impacto Social Positivo: La economía circular no solo beneficiará a NOVACERO, sino que también generará confianza y beneficios para la comunidad circundante.
- Evaluación Continua: El análisis de las gestiones sostenibles de 2022 y 2023 permitirá establecer una línea base para futuras mejoras.

b) Beneficios en Gestión de Proyectos

- Valor a Largo Plazo: El desarrollo de sistemas sostenibles generará valor no solo a corto plazo, sino también a largo plazo, asegurando la viabilidad del proyecto.
- Mejora de la Imagen Corporativa: La implementación de la economía circular mejorará la percepción pública de NOVACERO, incrementando la confianza de los inversionistas y los grupos de interés.

2.3. Plan del Proyecto

a) Inicio

La estrategia de adopción de energías limpias y gestión eficiente de recursos implicará un enfoque colaborativo en todos los niveles de la empresa. Se iniciará con un análisis exhaustivo del sistema de consumo energético, centrándose en los procesos de alta demanda. Posteriormente, se evaluará el programa de economía circular para maximizar su impacto social.

b) Planificación

El proyecto se desarrollará en 12 meses, dividido en las siguientes etapas:

- Etapa 1: Levantamiento de Información y Diagnóstico. Se realizará un diagnóstico integral del sistema productivo, incluyendo un análisis detallado del consumo energético y la generación de residuos. Se identificarán las áreas críticas y se establecerá una línea base para la sostenibilidad.
- Etapa 2: Estrategias de Planificación y Diseño. Se definirán objetivos claros y se diseñarán estrategias basadas en el diagnóstico, asegurando que la investigación sea eficiente y centrada en resultados. Se llevará a cabo un análisis financiero para evaluar la viabilidad de nuevas iniciativas.
- Etapa 3: Ejecución de Soluciones Propuestas. Se implementarán las estrategias, incluyendo la instalación de equipos de medición y la capacitación del personal en prácticas de ahorro energético. Se establecerán programas para aumentar progresivamente el uso de energías renovables.
- Etapa 4: Evaluación y Monitoreo. Se medirán los resultados de las

estrategias implementadas, utilizando indicadores de rendimiento para evaluar la reducción del consumo energético, la disminución de costos operativos y el aumento en la reutilización de materiales.

c) Ejecución

Se desglosarán las tareas necesarias para alcanzar los objetivos, identificando recursos clave (materiales, financieros, humanos) y estableciendo un cronograma detallado para la implementación de cada actividad.

d) Control

El progreso del proyecto se supervisará de forma constante, utilizando herramientas como tableros de control, auditorías internas, listas de verificación y reuniones periódicas. Se realizarán ajustes en tiempo real según sea necesario para garantizar el éxito del proyecto.

e) Cierre

Al finalizar el proyecto, se realizará una evaluación exhaustiva del impacto en la empresa y en la comunidad. Se documentarán los logros alcanzados y se recopilarán recomendaciones para futuras iniciativas, asegurando que la sostenibilidad continúe siendo una prioridad.

f) Temporalidad

El proyecto se ejecutará en un periodo de 12 meses, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 2*Temporalidad para la adopción de un sistema nuevo*

Etapa	Duración	Objetivos
Inicio	2 meses	Formación del equipo, levantamiento de información y trabajo de campo.
Planificación	1 mes	Asignación de recursos y definición de objetivos claros.
Ejecución	5 meses	Implementación de actividades, instalación de sistemas de medición y ajustes.
Control	2 meses	Evaluación de avances, auditorías y ajustes según sea necesario.
Cierre	1 mes	Documentación de resultados y evaluación del impacto del proyecto.

Fuente: Elaborado por los autores

2.4. Descripción Del Proyecto y Motivos

El proyecto tiene como objetivo principal analizar el sistema de sostenibilidad de la empresa Novacero, una de las más grandes productoras de acero en Ecuador, enfocándose en el uso de energías limpias y la implementación de prácticas de economía circular. La iniciativa se centrará en la evaluación de las políticas actuales de eficiencia energética, el uso de energías renovables, y la gestión de residuos dentro de sus operaciones. A través de este análisis, se busca identificar áreas clave para la optimización de procesos, reducir el consumo de energía convencional y promover la reutilización de materiales de desecho en la producción de acero.

En particular, se evaluarán las posibilidades de incrementar el uso de fuentes de energía como el gas natural y tecnologías fotovoltaicas, con el fin de disminuir la dependencia de combustibles fósiles y reducir las emisiones de CO₂. Asimismo, se propondrá un esquema de reutilización de residuos

industriales para minimizar la generación de desechos y cerrar los ciclos de producción en línea con los principios de la economía circular.

La sostenibilidad es un factor clave en la industria del acero, especialmente en Ecuador, donde el sector industrial es responsable del 37% de las emisiones de CO₂ del país. Las empresas como Novacero enfrentan el reto de equilibrar la competitividad económica con la necesidad de cumplir con las crecientes regulaciones ambientales y las expectativas de sus grupos de interés. Este proyecto es crucial, ya que permitirá a Novacero alinearse con las metas globales de reducción de emisiones y consumo de recursos, además de generar un impacto positivo en el medio ambiente y la economía nacional.

Uno de los principales motivos del proyecto es la necesidad de reducir el uso de combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón, en los procesos industriales. Según estudios del Ministerio de Energía de Ecuador, la transición hacia energías renovables podría reducir los costos energéticos de las empresas en un 20% en un período de cinco años. Implementar fuentes de energía como paneles solares y el uso de gas natural en los hornos industriales no solo disminuirá las emisiones de CO₂ en un 15% por tonelada de acero producido, sino que también permitirá a Novacero mitigar los riesgos asociados a los apagones energéticos y la volatilidad de los precios de los combustibles.

Otro beneficio clave es la adopción de un modelo de economía circular, donde se priorice la reutilización de desechos industriales. En 2022, Novacero reportó que un 10% de sus materias primas provienen de materiales reciclado. Este proyecto tiene como objetivo aumentar esta cifra al 25%, lo que no solo reducirá la extracción de recursos naturales, sino que también ayudará a mantener un flujo constante de materia prima para la empresa, estabilizando

los costos de producción y fortaleciendo la resiliencia operativa ante fluctuaciones del mercado.

En resumen, este proyecto de análisis de sostenibilidad en Novacero es fundamental para garantizar su competitividad a largo plazo, cumpliendo con normativas ambientales y sociales, mientras que se generan importantes beneficios económicos a través de la reducción de costos operativos y el uso eficiente de los recursos naturales.

2.4.1. Requisitos

a) Ambiente

La implementación de tecnologías de energía limpia como paneles solares y gas natural en la planta de producción de acero que tiene.

- Ubicación geográfica: El proyecto se debe desarrollar en la planta industrial de Novacero, ubicado en la ciudad de Lasso, provincia de Cotopaxi, ya que esta se encuentra en un entorno industrial, lo que significa que el sistema energético puede funcionar eficientemente en condiciones de alto consumo para el desarrollo del proyecto.
- Automatización de procesos: Integrar tecnologías de automatización en los procesos productivos, lo cual puede mejorar tanto la eficiencia como la calidad del producto, reduciendo el desperdicio de energía y materiales. Esto incluye el uso de software de control industrial SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) para monitorizar y controlar las operaciones.
- Infraestructura existente: Es esencial evaluar la infraestructura actual de la planta en términos de capacidad energética, disponibilidad de

espacios para instalar tecnologías como paneles fotovoltaicos o estaciones de reciclaje. Además, es necesario verificar si la infraestructura es adecuada para soportar la implementación de nuevos sistemas de medición y control del consumo energético.

- Capacitación y entrenamientos: La implementación de nuevas tecnologías requiere personal capacitado para su manejo y mantenimiento. Por lo tanto, uno de los requisitos clave es la capacitación continua del personal en el uso eficiente de la energía y el manejo de equipos de última tecnología

b) Comportamiento en uso

Reducción del consumo de energía convencional, ahorro económico y menor dependencia de energías no renovables durante los procesos de estiaje.

c) Requisitos obligatorios

- Instalación de equipos de medición: La instalación de equipos de medición es crucial para el monitoreo y control del consumo energético en las diferentes áreas de la planta. En una industria intensiva en energía como la del acero, es fundamental identificar las zonas de mayor consumo, como los hornos industriales y las áreas de fundición, donde se concentra la mayor demanda de energía. Para ello, se necesitan sistemas de medición avanzados que puedan registrar el consumo en tiempo real y alertar sobre cualquier desviación de los parámetros establecidos.

- Formación de personal en gestión energética: La capacitación del personal de Novacero, específicamente quienes trabajan en la planta, es un factor determinante para asegurar que las nuevas tecnologías y estrategias de ahorro energético sean aplicadas de manera efectiva. En este sentido, es necesario desarrollar programas de formación continua que cubran tanto los aspectos técnicos de los sistemas de medición como las mejores prácticas para el uso eficiente de la energía en la planta. La formación debería incluir módulos sobre la identificación de áreas críticas, la interpretación de datos de consumo energético y la implementación de medidas correctivas.
- Cumplimiento de las políticas ambientales internas: Estas políticas deben alinearse con las normativas locales e internacionales, como la Ley de Eficiencia Energética de Ecuador y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En el caso de Novacero, la empresa ya ha establecido ciertas directrices ambientales que buscan minimizar las emisiones de CO₂ y promover el uso de energías limpias. No obstante, es fundamental reforzar el monitoreo y control de estas políticas para garantizar su cumplimiento efectivo. Esto implica la realización de auditorías internas periódicas y la implementación de un sistema de gestión ambiental que permita evaluar de forma constante el impacto de las operaciones.

d) Requisitos opcionales

Evaluación continua de los procesos con el fin de incrementar el porcentaje de materiales reutilizados, que actualmente es del 10%, con la meta de elevarlo al 25%. La metodología de evaluación continua deberá incluir el monitoreo de

indicadores clave de rendimiento (KPIs) que medirán la cantidad de residuos reciclados, la calidad del acero producido y la disminución del uso de materias primas vírgenes.

Además, se deberán llevar a cabo auditorías internas trimestrales y auditorías externas anuales por entidades certificadoras para garantizar la correcta aplicación de los procedimientos de reciclaje y reutilización. Estas auditorías identificarán oportunidades de mejora y asegurarán la transparencia del proceso.

También se podría implementar un sistema digital de gestión de residuos que permitirá rastrear el flujo de materiales reciclados en tiempo real, proporcionando informes detallados en cada etapa de producción.

Adicionalmente, se podrían realizar estudios de análisis de ciclo de vida (LCA) para medir el impacto ambiental y económico de la mayor utilización de materiales reciclados, enfocándose en la reducción de emisiones de carbono y costos de producción.

Todas las metas de reutilización se revisarán anualmente en función de los resultados obtenidos en las auditorías y KPIs. Si las tecnologías implementadas muestran ser efectivas, Novacero ajustará la meta al alza para seguir aumentando la reutilización de materiales en los años siguientes.

Por otro lado, el implementar tecnologías avanzadas de reciclaje y sistemas de clasificación automatizados permitirá reincorporar residuos industriales sin comprometer la calidad del acero, reduciendo la dependencia de materias primas vírgenes y disminuyendo los costos de producción. Estas tecnologías podrían incluir:

- Sistemas de separación por inteligencia artificial (IA): Novacero podría implementar sistemas de clasificación basados en IA que utilizan sensores ópticos para identificar y separar diferentes tipos de residuos metálicos y no metálicos. Estas tecnologías permiten una separación más eficiente de los materiales reciclables, mejorando la calidad de los insumos reutilizados.
- Trituradoras y prensas de alta eficiencia: La incorporación de trituradoras y prensas de última generación permitirá preparar los residuos metálicos de manera más efectiva para su reincorporación en el proceso productivo. Estas tecnologías mejoran el manejo y almacenamiento de residuos industriales, reduciendo el desperdicio y aumentando la tasa de reutilización.
- Sistemas de fundición y tratamiento térmico mejorados: Con el fin de procesar los residuos metálicos y reincorporarlos al ciclo productivo, se implementarán hornos de inducción y tratamiento térmico optimizados, lo que garantiza que los materiales reciclados mantengan las propiedades deseadas del acero sin perder calidad.
- Implementación gradual y pruebas piloto: La adopción de estas tecnologías se realizará de manera escalonada, empezando con proyectos piloto en plantas clave para evaluar la eficiencia y adaptar los procesos antes de implementarlas a nivel global en toda la operación.

La optimización tecnológica es también fundamental, ya que Novacero utiliza gas natural como alternativa a combustibles fósiles más contaminantes, pero existen oportunidades de mejorar la eficiencia con tecnologías de cogeneración

y energías renovables, como la solar, que podría cubrir el 20% de la demanda energética diaria.

2.5. Lista De Actividades

a) Actividades principales

- Se realizará un análisis detallado del consumo energético histórico y las políticas de sostenibilidad implementadas en la empresa. Los indicadores clave incluirán:
 - Consumo total de energía (kWh) por unidad de producción: Este indicador medirá la eficiencia energética de los procesos productivos.
 - Emisiones de CO2 equivalentes: Se calcularán las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo energético para evaluar la huella de carbono.
 - Porcentaje de energía renovable utilizada: Se evaluará la proporción de energías renovables en la matriz energética de la empresa.
 - La gestión de problemas se enfocará en la identificación de ineficiencias energéticas. Si se detectan consumos desproporcionados en ciertos procesos, se implementarán auditorías energéticas más detalladas y se ajustarán las políticas energéticas.
- Implementación de estaciones de reciclaje y sistemas de clasificación de materiales para reducir residuos y aumentar la cantidad de material reciclado utilizados se medirán a través de los siguientes indicadores:

- Volumen de residuos reciclados (toneladas): Se medirá la cantidad de residuos que se procesan a través de los sistemas de reciclaje y que son reutilizados en la producción.
 - Porcentaje de material reciclado en los productos: Este indicador mostrará cuánto del material utilizado en la producción proviene de residuos reciclados.
 - Durante la implementación, los principales problemas podrían estar relacionados con la falta de clasificación adecuada de los residuos o fallos en los sistemas automatizados. Para mitigar estos riesgos, se realizarán inspecciones periódicas de las estaciones de reciclaje y se implementarán protocolos de mantenimiento preventivo. Además, se ajustarán los sistemas de clasificación según las necesidades operativas.
- Capacitación del personal en ahorro y eficiencia energética se medirá mediante:
- Reducción en el consumo energético después de la capacitación (%): Se analizarán los cambios en el consumo energético tras la capacitación, comparando datos antes y después del entrenamiento.
 - Tasa de participación y satisfacción del personal: La asistencia a las capacitaciones y encuestas de retroalimentación medirán el nivel de comprensión y aplicación de los conceptos aprendidos.
 - Los desafíos más comunes en esta fase incluyen la baja participación o resistencia al cambio por parte de los empleados. Para abordarlo, se emplearán incentivos y campañas de

concienciación interna, además de refuerzos periódicos para asegurar la aplicación de las prácticas de eficiencia energética.

- Comparación de los informes de sostenibilidad de 2022 y 2023 para evaluar la reducción de consumo de energía como del aumento de la cantidad de materiales reutilizados.:
 - Disminución en el consumo de energía (%): Comparar el consumo energético total de un año a otro para verificar si las estrategias han sido efectivas.
 - Aumento en el porcentaje de materiales reutilizados (%): Se evaluará el incremento en el uso de materiales reciclados, comparando las cifras de ambos años.
 - La principal gestión de problemas en esta actividad sería la falta de datos o inconsistencias en los informes previos. Para evitar esto, se revisarán las metodologías de medición de los informes previos y se ajustarán los procesos para garantizar datos fiables y consistentes.

b) Cronograma de actividades

En la tabla 3 presentada a continuación, se presenta un detalle del cronograma de actividades a realizar.

Tabla 3*Cronograma de actividades*

Actividad	Inicio	Finalización	Responsable
Evaluación de políticas energéticas y patrones de consumo actual	Octubre 2024	Diciembre 2024	Equipo de sostenibilidad y medio ambiente
Implementación de estaciones de reciclaje y sistemas de clasificación	Noviembre 2024	Marzo 2025	Departamento de sostenibilidad con el soporte del equipo de logística
Capacitación del personal en ahorro y eficiencia energética	Enero 2025	Febrero 2025	Coordinador de asuntos corporativos en conjunto con el área de TTHH
Comparación de los informes de sostenibilidad 2022-2023	Abril 2025	Mayo 2025	Equipo sostenibilidad

Fuente: Elaborado por autores

c) Control

Definición de indicadores clave para medir el avance en la reducción de consumo energético y reutilización de materiales.

- Para realizar las evaluaciones de políticas energéticas, es necesario establecer controles de seguimiento continuo del consumo registrado a través de sistemas automatizados que permitan registrar y recopilar datos en tiempo real sobre el consumo de energía y las fuentes de

consumo.

- Para realizar el control de la implementación de estaciones de reciclaje, es necesario el uso de sistemas de monitoreo de volúmenes de residuos y su clasificación, que arrojaran resultados semanalmente a través de informes de avances.
- Las capacitaciones realizadas al personal requerirán de una evaluación luego de haberlas recibido, lo que permitirá evaluar el desempeño del personal capacitado, con los resultados del seguimiento realizado a los indicadores de desempeño para medir la efectividad de las capacitaciones
- Las comparaciones de los informes de sostenibilidad de años anteriores, se las deberá realizar de manera trimestral, lo que permitirá visualizar en tiempo real la disminución de las emisiones, reducción del consumo de energía eléctrica, así como mejora de los procesos de reutilización de los materiales.

2.6. Distribución De Actividades En Procesos

a) Procesos clave

- Diagnóstico y levantamiento de información: Identificación y evaluación de las áreas de mayor consumo energético y análisis de los desechos reutilizables.
- Diseño de estrategias de sostenibilidad: Planificación de tecnologías aplicables como energías renovables.
- Ejecución: Instalación de equipos de medición y reciclaje.

- Monitoreo: Evaluación del impacto de las soluciones implementadas por la compañía en las medidas adoptadas.
- Eficiencia: El enfoque en maximizar la eficiencia de cada proceso garantiza que se cumplan los objetivos de reducción de costos y mejora ambiental dentro de los plazos establecidos.

b) Departamentos implicados

- Producción: Responsable de la implementación de tecnologías energéticas y sistemas de reciclaje asegurando que se adapten a los procesos productivos sin afectar la calidad del acero.
- Recursos Humanos: Tendrá el papel fundamental de capacitar al personal, asegurando que todos comprendan y apliquen las nuevas medidas de eficiencia energética y reciclaje.
- Finanzas: Realizarán la evaluación económica de las medidas, controlando costos y midiendo el retorno de inversión de las tecnologías adoptadas. Colaborará estrechamente con el área Producción para asegurar que las inversiones en tecnología sean rentables y sostenibles a largo plazo.
- Sostenibilidad: Coordinará la evaluación continua de los resultados, proponiendo mejoras basadas en los indicadores clave de rendimiento (KPIs). Este departamento trabajará en conjunto con Producción para ajustar los sistemas según los resultados, y con Medio Ambiente para asegurar que las metas ambientales se cumplan.
- Logística: Desempeñará un rol vital en la integración de las estaciones de reciclaje y sistemas de clasificación, gestionando el flujo de

materiales reciclados y optimizando el manejo de residuos. Además, será esencial para coordinar el transporte y distribución de los insumos necesarios para la implementación de las nuevas tecnologías.

- **Asuntos Corporativos:** Será responsable de comunicar el progreso del proyecto tanto interna como externamente, asegurando la transparencia con las partes interesadas, y fortaleciendo la reputación de Novacero como una empresa comprometida con la sostenibilidad.

Finalmente, será necesaria la implementación de un Comité Multidisciplinario de Gestión del Proyecto que será el encargado de supervisar la implementación general, asegurando la coordinación entre los departamentos y resolviendo posibles conflictos. Este comité revisará el progreso de cada fase del proyecto, ajustará las estrategias según sea necesario y mantendrá la alineación con los objetivos corporativos de sostenibilidad.

2.7. Acta de constitución

El proyecto tiene como objetivo principal analizar el sistema de sostenibilidad de la empresa NOVACERO, una de las más grandes productoras de acero en Ecuador, enfocándose en el uso de energías limpias y la implementación de prácticas de economía circular. La iniciativa se centrará en la evaluación de las políticas actuales de eficiencia energética, el uso de energías renovables, y la gestión de residuos dentro de sus operaciones. A través de este análisis, se busca identificar áreas clave para la optimización de procesos, reducir el consumo de energía convencional y promover la reutilización de materiales de desecho en la producción de acero.

En particular, se evaluarán las posibilidades de incrementar el uso de fuentes de energía como el gas natural y tecnologías fotovoltaicas, con el fin de

disminuir la dependencia de combustibles fósiles y reducir las emisiones de CO₂. Asimismo, se propondrá un esquema de reutilización de residuos industriales para minimizar la generación de desechos y cerrar los ciclos de producción en línea con los principios de la economía circular.

Uno de los principales motivos del proyecto es la necesidad de reducir el uso de combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón, en los procesos industriales. Según estudios del Ministerio de Energía de Ecuador, la transición hacia energías renovables podría reducir los costos energéticos de las empresas en un 20% en un período de cinco años. Implementar fuentes de energía como paneles solares y el uso de gas natural en los hornos industriales no solo disminuirá las emisiones de CO₂ en un 15% por tonelada de acero producido, sino que también permitirá a NOVACERO mitigar los riesgos asociados a los apagones energéticos y la volatilidad de los precios de los combustibles.

Otro beneficio clave es la adopción de un modelo de economía circular, donde se priorice la reutilización de desechos industriales. En 2022, NOVACERO reportó que un 10% de sus materias primas provienen de materiales reciclado. Este proyecto tiene como objetivo aumentar esta cifra al 25%, lo que no solo reducirá la extracción de recursos naturales, sino que también ayudará a mantener un flujo constante de materia prima para la empresa, estabilizando los costos de producción y fortaleciendo la resiliencia operativa ante fluctuaciones del mercado.

a) Necesidades y expectativas

El proyecto pretende reducir la dependencia de los combustibles fósiles, a través de la optimización del uso de energías renovables como paneles fotovoltaicos, gas natural y reducir progresivamente las emisiones de CO₂ en un 15% por tonelada de productos producido, esperando la competitividad económica de la empresa NOVACERO.

b) Requisitos

- Automatización de procesos productivos, para aumentar la eficiencia y reducir el desperdicio de energía y materiales.
- Capacitación continua del personal de la empresa.
- Implementación de tecnologías limpias como paneles fotovoltaicos y gas natural en los procesos de producción dentro de la empresa
- Implementación de estaciones de reciclaje y sistemas que permitan optimizar la clasificación de materiales

c) Finalidad o justificación del proyecto

La finalidad de este proyecto es poder garantizar a largo plazo la competitividad de la empresa NOVACERO, a través de la implementación de energías limpias que permitan reducir los costos operativos a través del ahorro en el consumo energético y de las prácticas de economía circular.

El proyecto permitirá reducir la dependencia de combustibles fósiles y reducir la huella de carbono de la empresa a través de la implementación de tecnologías

automatizadas y de uso de energías limpias en todos los procesos partimiento reducir los costos operativos en un 20% en un periodo estimado de 5 años

d) Restricciones organizacionales

Uno de los principales desafíos a ser solucionados en la empresa es la capacidad de la infraestructura para adecuar el uso de nuevas tecnologías, a pesar de que NOVACERO ha realizado importantes adquisiciones en maquinaria y equipos en los últimos años, algunas plantas pueden enfrentar considerables dificultades al momento de integrar nuevas tecnologías como sistemas fotovoltaicos y adecuaciones de estaciones de reciclado, como es el caso de la Planta de Lasso. Se debe considerar que la mayoría de las partes de la empresa, son inmóviles y pesadas, por ello es viable ampliar el espacio con el que cuenta la empresa en el sitio implantado, para que las nuevas tecnologías sean colocadas sin ningún problema.

Otro aspecto a ser considerado es la limitación en la capacidad de inversión, debido al alto costo inicial de inversión necesario para la implementación de tecnologías limpias que, a pesar de los beneficios económicos y ambientales contemplados a largo plazo, necesitan asegurar que los recursos financieros sean asignados de una manera eficiente para evitar retrasos o sobrecostos en el proyecto. Ante esto, el líder de la empresa debe buscar atraer nuevos inversionistas y mejorar la participación de los stakeholders, amentando la capacidad de inversión para la implementación de nuevas infraestructuras.

Propuesta de soluciones técnicas:

- Realizar la planificación de la instalación de los equipos por fases para minimizar la interrupción de la producción.

- Realizar una evaluación detallada de la estructura que poseen las plantas para identificar áreas con condiciones adecuadas donde se pueda iniciar adecuación que no requieran mayor intervención logística.
- Asegurar un flujo continuo de inversión hacia futuras fases del proyecto, obtenida a través de los ahorros generados por las tecnologías limpias.

e) Restricciones ambientales

La ubicación de plantas como la de Lasso, representan un reto para la implementación de tecnologías limpias, debido a las condiciones climáticas que pueden no ser óptimas para la implementación de paneles solares. Además, el uso de gas natural dependerá en gran medida de la disponibilidad de su transporte y almacenamiento lo que puede generar costos adicionales en la logística y su distribución. Por ello, es primordial ante esta restricción, que se realice un estudio de implantación en el sitio para poder determinar donde funcionará mejor las tecnologías limpias.

Propuesta de soluciones técnicas:

- Implementar sistemas híbridos que combinen el uso de energía solar con turbinas eólicas y gas natural, garantizando un suministro energético constante y reduciendo la dependencia de una sola fuente de energía.
- Instalar un banco de baterías para maximizar el uso de energía solar en momentos de mayor generación eléctrica.
- Instalar tanques de almacenamiento de alta eficiencia para disminuir

la dependencia de transporte continuo de gas natural.

f) Restricciones externas

Los cambios en las políticas gubernamentales pueden cambiar las regulaciones energéticas que actualmente impulsan el uso de energías renovables, así como la volatilidad en los precios de las materias primas y combustibles fósiles, como es el caso de acero y gas natural, pueden impactar directamente en los costos operativos, provocando un aumento de costo en los productos finales, por eso es vital que, todos los departamentos de la empresa deben estar siempre actualizados en cuanto a normativas, para así poder crear diferentes vías para el uso de las energías renovables.

La competencia industrial entre las empresas, ha ejercido cierta presión para la implementación de estrategias de sostenibilidad en la empresa, debido a que otras industrias también están adoptando políticas de sostenibilidad en sus procesos productivos, lo que obliga a NOVACERO mantenerse en constante adaptación y evitar retrasos en la ejecución de acciones sostenibles que podrían resultar en la pérdida de oportunidades de negocio y afectar negativamente la imagen corporativa de la empresa.

g) Propuesta de soluciones técnicas

- Implementar contratos a largo plazo con proveedores de materias primas como el acero y el gas natural, y minimizar la exposición a las fluctuaciones de precios.
- Diseñar estrategias energéticas flexibles que permitan una adaptación rápida a los cambios en la normativa e incentivos gubernamentales.

h) Presupuesto resumido

El proyecto propuesto requiere de una inversión significativa para la implementación de tecnologías limpias, y la optimización de los procesos de reciclaje dentro de la empresa, en base a reportes financieros y de sostenibilidad presentados por la empresa, se observa que se han destinado significativas inversiones en maquinaria y equipos para potenciar la producción en los últimos años. Para este proyecto se proponen los siguientes presupuestos, para la planta de Lasso:

- Implementación de energías renovables: inversión estimada de 2.1 – 2.8 millones, incluye la adquisición de equipos, instalación y ajustes necesarios en la infraestructura; esto incluye también el traslado de los equipos desde el punto de compra, compra de materiales para ampliación de la infraestructura. Los precios son estimados en base que la empresa necesitaría de un tamaño considerable de los diferentes equipamientos de energías renovables.

Los costos detallados se describen a continuación en la tabla 4.

Tabla 4

Presupuesto requerido para implementar sistemas de energías renovables

Concepto	Costo directo	Costo indirecto	Costo total	Detalle costo indirecto
Implementación de energías renovables	\$2.100,000 \$2.800,000	\$420,000 \$560,000	\$2.520,000 \$3.360,000	Incluye permisos, transporte de equipos, ampliación de infraestructura, instalación y ajuste.
Adquisición de equipos	\$1.500,000 \$2.000,000	\$300,000 \$400,000	\$1,800,000 \$2,400,000	Equipos fotovoltaicos, materiales de ampliación
Instalación y ajustes	\$600,000 \$800,000	\$120,000 \$160,000	\$720,000 \$960,000	Mano de obra, permisos, ajustes de infraestructura

Fuente: Elaborado por autores

- Mejoras y automatización de procesos: inversión estimada de \$700,000 a \$900,000 incluye la adquisición de tecnologías de automatización; aparte se estima unos \$200,000 en desmantelamiento de la tecnología obsoleta y su gestión final. A continuación se presenta en la tabla 5 la inversión requerida para la automatización de procesos.

Tabla 5

Inversión requerida para automatización de procesos

Concepto	Costo directo	Costo indirecto	Costo total	Detalle costo indirecto
Mejoras y automatización de procesos	\$700,000 \$900,000	\$140,000 \$180,000	\$840,000 \$1,080,000	Incluye desmantelamiento de tecnología obsoleta, instalación de nueva tecnología
Adquisición de tecnologías	\$500,000 \$700,000	\$100,000 \$140,000	\$600,000 \$840,000	Equipos de automatización, software, hardware
Desmantelamiento de tecnología obsoleta	\$200,000	Incluido	\$200,000	Gestión de residuos de equipos antiguos

Fuente: Elaborado por Autores.

- Implementación de estaciones de reciclaje: inversión estimada \$70,000 incluye la infraestructura necesaria para implementar las estaciones de reciclaje dentro de la planta, tomando en cuenta que los desechos que resultan de los diferentes procesos en la empresa se contabilizan por toneladas mensuales. En la tabla 6 se presenta el presupuesto para la estación de reciclaje.

Tabla 6

Presupuesto requerido para implementación de estación de reciclaje

Concepto	Costo directo	Costo indirecto	Costo total	Detalle costo indirecto
Implementación de estaciones de reciclaje	\$70,000	\$14,000	\$84,000	Incluye infraestructura, instalación de estaciones
Infraestructura y contenedores	\$50,000	\$10,000	\$60,000	Contenedores, montaje, transporte
Sistemas de gestión de reciclaje	\$20,000	\$4,000	\$24,000	Clasificación de materiales, procesamiento

Fuente: Elaborado por Autores.

- Capacitación: inversión estimada \$9000 que cubre los costos de capacitación continua para el personal, que se detalla en la tabla 7.

Tabla 7

Presupuesto requerido para capacitaciones

Concepto	Costo directo	Costo indirecto	Costo total	Detalle costo indirecto
Capacitación del personal	\$9,000	\$1,800	\$10,800	Incluye materiales de capacitación, actualización continua
Capacitación continua	\$6,000	\$1,200	\$7,200	Formación técnica y operativa
Capacitación en nuevas tecnologías	\$3,000	\$600	\$3,600	Especialización en automatización, energía renovable

Fuente: Elaborado por Autores.

i) Stakeholders

El proyecto de sostenibilidad para la planta de Lasso abarcara varios stakeholders que serán claves y que pueden tener un grado de influencia en el

proyecto al verse afectados por los resultados, los que se detallan a continuación:

- Equipo encargado de la parte ambiental de la empresa. - son los encargados de vigilar que todas las actividades de la empresa estén en concordancia con buenas prácticas ambientales y normativa ambiental vigente.
- Personal técnico de la planta de Lasso. - encargados de mantenimiento y funcionamiento de las maquinarias y tecnologías en la empresa, son los que hacen funcionar a la empresa como tal.
- Comunidades locales. - son los que se ven afectados de primera mano en cuanto a contaminación por partículas, ruido e hídrica, además de ser también beneficiarios de los distintos programas que lleva la empresa.
- Autoridad Ambiental. - son los que harán control y seguimiento de las actividades de su Plan de Manejo, Plan de Gestión, además del manejo de los desechos peligrosos y especiales.
- Proveedores. - son los encargados de obtener la materia prima y entregársela a la empresa para que por medio de diferentes procesos cree productos de buena calidad.
- Organizaciones No Gubernamentales (ONG's). - son los encargados de vigilar los procesos que tiene la empresa, al igual que su participación con la comunidad y ambiente.
- Consumidores finales. - son aquellos que utilizarán los productos elaborados, siendo éstos los evaluadores finales de la calidad de los mismos.

2.8. Identificación de riesgos

a) Amenazas

- Resistencia del personal al cambio en procesos automatizados. – Se puede observar resistencia a la adopción de nuevos roles por parte del personal de planta en el manejo de la automatización, lo que podría reducir la productividad. Esto se debe a que muchas de las actividades y tareas se ejecutan de manera tradicional y automática, como lo ha hecho la experiencia práctica.
- El personal de la planta podría mostrar cierta resistencia en adquirir nuevas responsabilidades en manejo de maquinaria automatizada, que podría reducir los niveles de productividad. Esto debido a que muchas de las actividades y tareas son realizadas de manera tradicional y automática que han ido adquiriendo a través de la experiencia.
- Cambio en las políticas gubernamentales. - Estos cambios pueden afectar la implementación del proyecto especialmente si se relacionan con la reducción de los incentivos para el uso de energías renovables.
- Falta de aceptación de la comunidad local. - La implementación de nuevos programas que incluyan la utilización de nuevas tecnologías y cambios en la planta de Lasso, podría generar desconfianza y resistencia por parte de la comunidad aledaña, debido a que pueden percibir posibles impactos negativos.
- Limitaciones en la infraestructura. – La planta de Lasso podría no prestar las condiciones físicas necesarias para poder implementar nuevas tecnologías, como sistemas de paneles fotovoltaicos y sistemas

automatizados, lo que podría generar costos económicos considerables para su adecuación.

b) Oportunidades

- Competitividad en mercados internacionales. - La adopción de energía limpias y practicas sostenibles permitirá a la empresa acceder a mercados que prioricen la producción sostenible con bajas huellas de carbono, que se alineen a las expectativas globales que buscan proveedores comprometidos con la sostenibilidad.
- Acceso a subsidios y financiamientos verdes. - Actualmente en el país el Gobierno a través de organismo internacionales, incentiva a las empresas a implementar practicas sostenibles y sistemas energéticos renovables, reduciendo en gran medida los costos totales de inversión en el proyecto.

2.9. Documentos de cierre

El proyecto "Análisis de Sostenibilidad de la Empresa Novacero: Energía Limpia y Economía Circular" tuvo como objetivo analizar la optimización del sistema de sostenibilidad de la empresa NOVACERO, donde se incluyó el análisis del uso de energías renovables como los sistemas de paneles fotovoltaicos y/o gas natural en los procesos productivos de la empresa, buscando reducir el consumo de energía convencional y de esta manera reducir las emisiones de CO₂ en un 15% por tonelada de acero producido y aumentar el porcentaje de la reutilización de los desechos industriales.

a) Cierre del proyecto

Se da por finalizado oficialmente todas las actividades propuestas en el proyecto y que han sido completadas satisfactoriamente, logrando alcanzar los objetivos establecidos en la propuesta inicial, cumpliendo con todos los requisitos de sostenibilidad y eficiencia establecidos.

Este documento establece el cierre formal del proyecto y la finalización del compromiso entre el equipo de proyecto y la empresa Novacero.

b) Responsabilidades

Responsabilidades del equipo del Proyecto(Entrega)

- Garantizar la Finalización del Proyecto.
- Entrega de documentación completa y manuales.
- Capacitación y Transferencia de Conocimientos.
- Resolución de Pendientes.

Responsabilidades del Cliente (Recibe)

- Revisión y Aceptación de Entregables.
- Recepción Formal.
- Asignación de Recursos Internos.
- Monitoreo Continuo.

Capítulo 3: Análisis De Sostenibilidad e Implementación Del Sistema De Gestión De Calidad Iso 9001:2015,

3.2. Resumen

Este informe describe el estudio de sostenibilidad y la aplicación del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) ISO 9001:2015 en la empresa NOVACERO. Este proyecto se basa en la mejora continua dando prioridad a la optimización de los procesos de producción, la eficiencia energética y las nuevas tecnologías que reducirán los costes operativos y serán capaces de liderar los estándares internacionales para hacer a la empresa más competitiva. Se presenta una evaluación de los resultados obtenidos en relación con el análisis del contexto organizacional mediante la aplicación del análisis FODA y PESTEL, y las estrategias ante amenazas y oportunidades para la mejora continua de la calidad y el impacto ambiental.

3.3. Objetivos.

a) Objetivo general

- Implementar en NOVACERO el Sistemas de Gestión de Calidad bajo la Norma ISO 9001:2015, garantizando la optimización de los procesos productivos y el fortalecimiento de la sostenibilidad, adecuando su operación a estándares internacionales y a la satisfacción del cliente.

b) Objetivos específicos

- Optimizar los procesos productivos mediante la automatización y reducción de errores.
- Incorporar energías renovables en las operaciones como medida de reducción de costos y reducción de huella de carbono.

- Mejorar la satisfacción del cliente a través de la producción de productos de alta calidad cumpliendo estándares internacionales.
- Monitorear de manera continua el desempeño y la gestión eficiente de la calidad.

3.4. Alcance del proyecto.

El Sistema de Gestión de Calidad que NOVACERO desarrollará deberá tomar en consideración los diferentes factores, tanto internos como externos, que afectan su desempeño. Dicho sistema será aplicable a todos los productos de acero que fabricará la empresa, abarcando los procesos de producción, control de calidad, gestión energética y actividades de reciclaje de materiales.

3.4.1. Factores externos:

- Cambios en la legislación en materia de medio ambiente y políticas gubernamentales sobre la sostenibilidad de los procesos de producción.
- La competencia en el mercado de productos de acero, obliga a la empresa mejorar los procesos.
- Mayor demanda por productos sostenibles que cumplan con altos estándares de calidad

3.4.2. Factores internos:

- Capacidad de adaptación a nuevas tecnologías del personal de la empresa.
- Innovación tecnológica en procesos productivos.

3.4.3. Alcance geográfico

La implementación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015 cubrirá todas las cinco plantas principales de NOVACERO distribuidas en el Ecuador, donde abarca las actividades relacionadas con la producción, el control de calidad y las acciones de sostenibilidad:

- **PLANTA QUITO:** Especializada en la producción de acero para construcción, donde se manufacturan productos como varillas de refuerzo y otras soluciones metálicas.
- **PLANTA GUAYAQUIL:** Dedicada a la producción de estructuras metálicas y soluciones industriales, enfocada en grandes proyectos de infraestructura.
- **PLANTA LASSO:** Especializada en la producción de acero estructural, cubiertas y paredes metálicas para proyectos de infraestructura residenciales y comerciales
- **PLANTA MILAGRO:** Centrada en la producción y distribución de soluciones metálicas, especialmente productos para la construcción y acabados.
- **PLANTA CUENCA:** Enfocada en la manufactura de productos de acero para proyectos residenciales y comerciales, integrando tecnologías de automatización en los procesos productivos

3.5. Metodología aplicada

En la implementación del Sistema de Gestión de Calidad en Novacero, se han utilizado diversas herramientas de análisis, estando éstas en concordancia con los objetivos que tiene la empresa.

3.5.1. *Análisis PESTEL*

Para identificar los factores externos que influirán en el rumbo de la empresa estudiada, se realiza el análisis PESTEL, donde se incluyen factores como políticas ambientales, demanda de productos de carácter sostenible, fluctuaciones comerciales de las distintas materias primas de las que se sirve la empresa, el desarrollar nuevas tecnologías para así disminuir la afectación al ambiente; todo esto conllevará a una planificación a fin de adaptar la estrategia de la empresa.

3.5.2. *Análisis FODA*

En este punto, nos centraremos en el análisis de los factores internos, teniendo como fortalezas la capacidad productiva de las distintas empresas y la posición como empresa líder en el territorio nacional, destacando las oportunidades que surgen en la empresa como la adopción de energías limpias y la posible expansión a mercados internacionales, en debilidades se identificaría en dónde la empresa tendría que mejorar y cómo satisfacer a los clientes con sus expectativas, las amenazas que marcan a la empresa está la reputación de sus productos y el surgimiento de competencias en el mismo sector.

Es necesario que, dentro de todo este proceso, al finalizar se automatice los procesos de control de calidad, esto llevaría en la reducción de los tiempos invertidos en inspección y visualización de errores, teniendo como finalidad el mejoramiento del flujo de producción.

3.6. **Resultados y análisis**

3.6.1. *Análisis PESTEL*

a) Político

- Políticas ambientales y gubernamentales: El gobierno actualmente está promoviendo políticas de sostenibilidad y eficiencia energética, lo que obliga a Novacero a adaptar sus procesos de producción a estas nuevas regulaciones que están surgiendo en el país.
- Incentivos fiscales para energías renovables: El gobierno ecuatoriano podría ofrecer incentivos fiscales para empresas que adopten energías limpias, lo que beneficiaría a Novacero en su transición hacia tecnologías sostenibles.

b) Económico

- Fluctuación en los precios de las materias primas: El precio de las materias primas, como el acero, es volátil y puede afectar los costos de producción y los márgenes de ganancia.
- Competitividad en el mercado internacional: La implementación de la norma ISO 9001:2015 puede mejorar la competitividad de Novacero en mercados internacionales, abriendo oportunidades para exportación.
- Costos operativos y ahorro energético: La incorporación de energías renovables y la automatización reducirán los costos a largo plazo, aunque la inversión inicial puede ser alta.

c) Social

- Aumento de la demanda de productos sostenibles: Los consumidores a nivel nacional e internacional están cada vez más interesados en

productos que cumplan con altos estándares de calidad y sean ambientalmente responsables.

- Satisfacción del cliente: La implementación del SGC y la mejora en la calidad de los productos ayudará a cumplir con las expectativas de los clientes y mejorar la satisfacción general.

d) Tecnológico

- Automatización de procesos: La implementación de nuevas tecnologías en la producción y el control de calidad permitirá a Novacero mejorar la eficiencia operativa y reducir errores.
- Innovaciones en energías limpias: El uso de energías renovables como parte del plan de sostenibilidad posicionará a la empresa como líder en innovación tecnológica en el sector del acero en Ecuador.

e) Ambiental

- Reducción de la huella de carbono: La adopción de energías renovables contribuirá a la reducción de la huella de carbono, alineándose con las tendencias globales de sostenibilidad.
- Cumplimiento con normativas ambientales: Novacero debe cumplir con las regulaciones ambientales cada vez más estrictas que afectan al sector industrial en Ecuador y otros mercados.

f) Legal

- Cumplimiento de normativas internacionales: La implementación de la ISO 9001:2015 ayudará a Novacero a cumplir con normativas internacionales de calidad y sostenibilidad, facilitando la expansión a nuevos mercados.
- Cambios en la legislación ambiental: Es posible que Novacero tenga que ajustarse a nuevas leyes y regulaciones relacionadas con la gestión de residuos, emisiones de carbono y eficiencia energética en el país.

3.6.2. Análisis FODA

En la tabla 8 se presenta el análisis FODA realizado.

Tabla 8

Análisis de Fortalezas, Oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)

Fortalezas	Oportunidades
• Capacidad productiva elevada: Novacero cuenta con varias plantas de producción distribuidas estratégicamente en Ecuador, permitiendo una alta capacidad productiva. • Liderazgo en el mercado nacional: La empresa está bien posicionada en el sector del acero en Ecuador, con una sólida reputación como líder en la fabricación de productos de acero. • Automatización e innovación tecnológica: El proyecto incluye la implementación de tecnologías de automatización en sus procesos	• Expansión a mercados internacionales: Con la implementación de estándares internacionales como ISO 9001:2015, Novacero tiene la oportunidad de expandirse a nuevos mercados más allá de Ecuador. • Demanda creciente de productos sostenibles: El mercado global valora cada vez más productos que cumplen con altos estándares de calidad y son ambientalmente responsables, lo que podría aumentar la demanda de los productos de Novacero.

- | | |
|---|--|
| <p>productivos, lo que mejorará la eficiencia y reducirá errores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compromiso con la sostenibilidad: La empresa busca incorporar energías renovables y reducir su huella de carbono, lo que fortalece su reputación en un mercado que valora cada vez más la sostenibilidad. | <ul style="list-style-type: none"> • Políticas gubernamentales de sostenibilidad: Las políticas nacionales e internacionales que fomentan la sostenibilidad y el uso de energías limpias ofrecen oportunidades para que Novacero se alinee con estas regulaciones y gane ventajas competitivas. • Automatización en control de calidad: La reducción de tiempos en inspección y visualización de errores mejorará el flujo de producción, lo que permitirá una mayor eficiencia y reducción de costos. |
|---|--|

Debilidades	Amenazas
• Adaptación del personal a nuevas tecnologías: Puede haber resistencia o una curva de aprendizaje entre el personal al adaptarse a nuevas tecnologías y procesos automatizados. • Requerimiento de inversión significativa: La implementación de nuevas tecnologías y energías renovables requerirá una inversión inicial considerable, lo que podría afectar la liquidez a corto plazo. • Dependencia de materias primas externas: El negocio de productos de acero depende de la estabilidad y el costo de las materias primas, lo que puede afectar los márgenes de ganancia si los precios suben.	• Aumento de la competencia: La entrada de nuevas empresas en el mercado del acero y productos metálicos en Ecuador y la región podría afectar la participación de mercado de Novacero. • Cambios regulatorios: Regulaciones ambientales más estrictas podrían aumentar los costos de operación si no se implementan adecuadamente las medidas sostenibles. • Reputación de los productos: Una percepción negativa de la calidad o de las prácticas ambientales de la empresa podría dañar su reputación, especialmente en mercados internacionales.

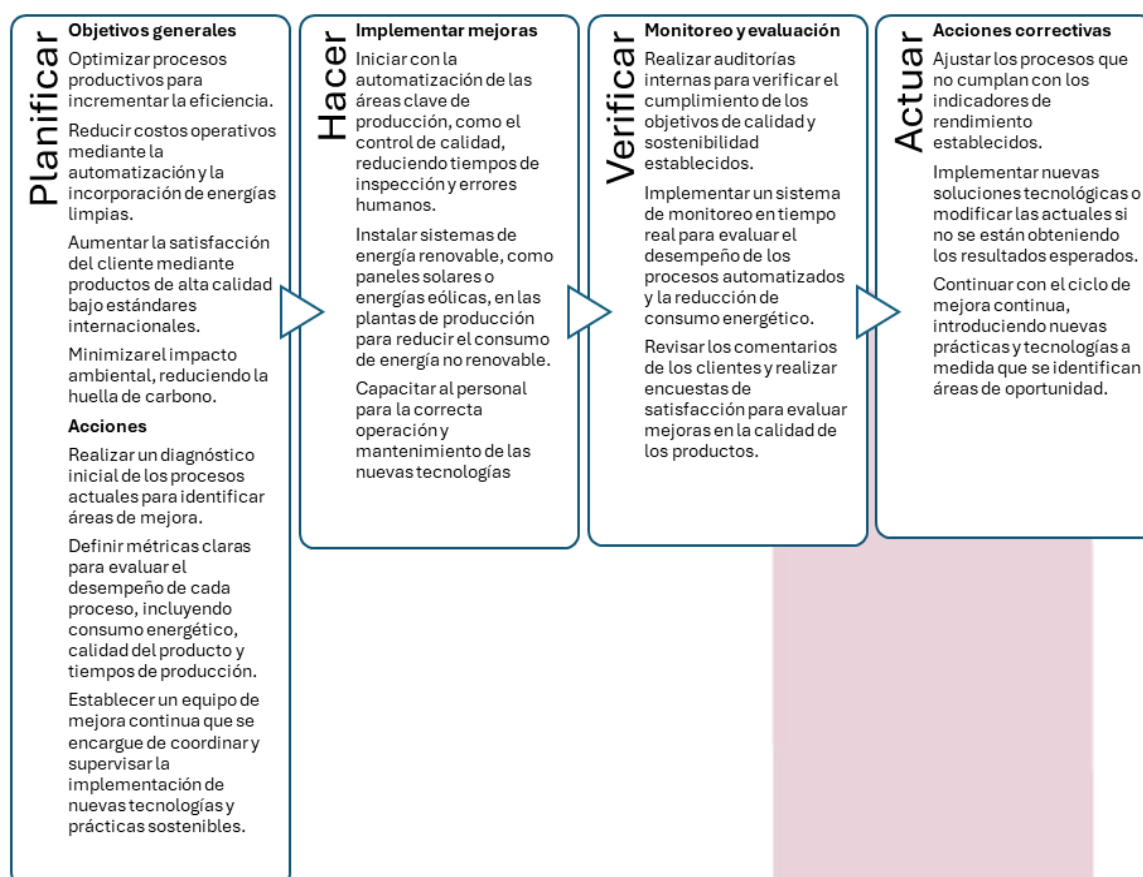
Fuente: Elaborado por Autores

3.6.3. Mejora continua

A continuación, en la ilustración esta resumido la propuesta de mejora continua.

Ilustración 2:

Propuesta para mejora continua



Fuente: Elaborado por Autores

3.7. Conclusiones y recomendaciones

3.7.1. Conclusiones

- Implementación Efectiva del SGC ISO 9001:2015: La adopción del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) conforme a la norma ISO 9001:2015 en NOVACERO es un paso fundamental para garantizar la optimización de procesos y el cumplimiento de estándares internacionales. Esta implementación contribuirá a mejorar la competitividad de la empresa en el mercado del acero, tanto a nivel nacional como internacional.
- Impacto Positivo en la Sostenibilidad: La integración de energías renovables y prácticas sostenibles en los procesos productivos no solo reducirá la huella de carbono de NOVACERO, sino que también alineará a la empresa con las tendencias globales hacia la sostenibilidad. Esto responde a una creciente demanda del mercado por productos que cumplen con altos estándares de calidad y responsabilidad ambiental.
- Adaptación a Factores Externos: Los análisis PESTEL y FODA indican que NOVACERO se enfrenta a un entorno dinámico que exige adaptaciones constantes. Las políticas gubernamentales en pro de la sostenibilidad, así como la competencia creciente en el mercado del acero, obligan a la empresa a implementar mejoras continuas y a diversificar su oferta de productos.
- Oportunidades de Crecimiento: Existen significativas oportunidades para la expansión de NOVACERO a mercados internacionales. La implementación del SGC y la adopción de tecnologías avanzadas, como la automatización en los procesos de producción y control de calidad, facilitarán este crecimiento.

- **Desafíos Internos:** A pesar de las fortalezas y oportunidades identificadas, existen debilidades internas que pueden obstaculizar el avance de NOVACERO, como la necesidad de una inversión inicial significativa y la adaptación del personal a nuevas tecnologías.

3.8 Recomendaciones

- **Capacitación y Gestión del Cambio:** Es esencial desarrollar programas de capacitación para el personal que faciliten la adaptación a las nuevas tecnologías y procesos automatizados. Esto no sólo mitigará la resistencia al cambio, sino que también potenciará las habilidades del equipo, alineando su desempeño con los objetivos de calidad y sostenibilidad de la empresa.
- **Inversión en Energías Renovables:** Se recomienda que NOVACERO considere la inversión en energías renovables a largo plazo, aprovechando incentivos fiscales disponibles. Esto no solo reducirá los costos operativos, sino que también posicionará a la empresa como un líder en sostenibilidad en la industria del acero.
- **Monitoreo y Evaluación Continua:** Implementar un sistema de monitoreo y evaluación que permita medir el desempeño del SGC, así como la efectividad de las iniciativas de sostenibilidad. Esto facilitará ajustes en tiempo real y asegurará el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos.
- **Estrategias de Comunicación:** Desarrollar estrategias de comunicación efectivas para informar a todas las partes interesadas sobre las iniciativas de calidad y sostenibilidad. Esto ayudará a fortalecer la reputación de la marca y a generar confianza entre los clientes, proveedores y la comunidad.

- **Diversificación del Mercado:** Explorar oportunidades para diversificar la oferta de productos y mercados. Esto incluye investigar nuevas aplicaciones del acero y potenciales clientes en sectores emergentes, así como establecer alianzas estratégicas que puedan facilitar la entrada en nuevos mercados.
- **Proactividad ante Cambios Regulatorios:** Mantenerse informado sobre las regulaciones ambientales y de calidad, anticipándose a los cambios legislativos que puedan impactar las operaciones. Establecer un equipo responsable de la gestión de la conformidad regulatoria permitirá a NOVACERO adaptarse rápidamente a nuevas exigencias.

Capítulo 4: Plan De Implementación Del Sistema De Gestión Ambiental Iso 14001 En La Empresa Novacero

4.1. Resumen

El plan de implementación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 en la empresa Novacero ubicada en Lasso, Ecuador. Tiene como finalidad reducir el impacto ambiental generado por las actividades productivas de la empresa, optimizando así el uso de energías renovables y asegurando el cumplimiento de las normativas legales vigentes, el plan propondrá un enfoque de mejora continua identificando los principales aspectos ambientales de las operaciones, tales como la gestión de residuos, consumo energético y emisiones de CO₂. Los objetivos y metas ambientales serán cuantificables y realistas de acuerdo al contexto de la empresa, incorporando sistemas de monitoreo y evaluación continua que permita realizar ajustes en función de los resultados obtenidos de la empresa.

4.2. Objetivos

4.2.1. *Objetivos generales*

Implementar un Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 en la planta Lasso de la empresa Novacero, mejorando la sostenibilidad de las operaciones de acuerdo a las normativas ambientales vigentes.

4.2.2. *Objetivos específicos*

- Reducir el impacto ambiental generado por las operaciones de producción de la planta, optimizando el uso de recursos naturales.
- Optimizar el uso de energía a través de la implementación de energías

renovables como paneles solares.

- Establecer un sistema de gestión de residuos que permita reducir, reutilizar y reciclar materiales en las operaciones de la planta.
- Cumplir con las regulaciones ambientales locales e internacionales aplicables a la industria siderúrgica.

4.3. Plan de implementación de la ISO 14001

4.3.1. Criterios para la implementación

Los criterios seleccionados para la implementación de la norma ISO 14001 en la Empresa Novacero fueron:

- **Eficiencia en la Gestión de Recursos.** - Uno de los pilares de la ISO 14001 es la eficiencia en el uso de los recursos naturales. En el caso de Novacero, la planta Lasso busca optimizar el uso de energía y agua en todos los procesos productivos. Esta norma es crucial porque la producción de acero es una actividad que consume mucha energía, genera altos costos operativos y tiene un impacto significativo en el medio ambiente. La ISO 14001 requiere que las organizaciones gestionen eficazmente estos recursos para reducir su huella ecológica.
- **Minimización de Residuos y Reducción de Emisiones.** - La ISO 14001 prioriza la necesidad de identificar y gestionar los factores ambientales que tienen impactos significativos como los residuos y las emisiones. En la planta de Lasso, la reducción de residuos en base a los principios de la economía circular tiene como objetivo la reutilización y el reciclaje de materiales durante los procesos productivos.

- **Cumplimiento de Normativas Ambiental.** - El cumplimiento de la normativa medioambiental es un pilar importante de la ISO 14001. Novacero debe garantizar que todas sus operaciones cumplan con las leyes ambientales locales, nacionales e internacionales.
- **Mejora Continua en los Procesos.** - Uno de los principios fundamentales de la ISO 14001 es la mejora continua. La norma aplica a todas las áreas de operaciones de Novacero para mejorar progresivamente su desempeño ambiental. En la planta de Lasso, esto significa no sólo mantener las prácticas actuales, sino también buscar constantemente nuevas oportunidades para aumentar la eficiencia y reducir el impacto ambiental.

4.3.2. Identificación de aspectos e impactos ambientales

Se identificaron los siguientes aspectos ambientales en las operaciones de la planta que permiten visualizar cuales son los impactos asociados. En la tabla 9 se describen los impactos y aspectos ambientales.

Tabla 9

Aspectos Ambientales

Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Consumo de energía	Emisiones de gases (CO ₂)
Generación de desechos	Contaminación de suelo y agua por mala disposición
Utilización de fuentes de agua en procesos	Contaminación de fuentes de agua
Ruido Industrial	Impacto en la salud de los trabajadores
Transporte de materiales y productos	Emisiones de CO ₂ y contaminación del aire

Fuente: Elaborado por Autores

4.3.3. Requisitos legales

Dentro de los requisitos que debe cumplir la empresa NOVACERO S.A., están los siguientes:

- a) Cumplimiento de Normativa Ambiental
 - Control de las emisiones (gaseosas y líquidas): monitorear las emisiones de gases, partículas y aguas, controlando el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa aplicable.
 - Licencia Ambiental: documento que sirve para establecer medidas de control a fin de mitigar y prevenir impactos ambientales.
 - Manejo de Desechos Peligrosos y/o Especiales: contar con un documento en el que se incluyan los procesos (transporte, almacenamiento, etc.) que se realizan con los desechos peligrosos generados hasta su disposición final.
- b) Cumplimiento de Normas de Seguridad Industrial
 - Equipos de Protección Personal: proporcionar a todo personal de la empresa equipos y materiales adecuados para evitar accidentes.
 - Capacitación en Seguridad: mantener informados y actualizados a los trabajadores a fin de conocer medidas de prevención en cada área laborable.
 - Plan de Seguridad y Salud Ocupacional: documento que debe tener toda empresa para identificar los riesgos y peligros de cada proceso que se lleva a cabo en la empresa, a fin de prevenir accidentes.

c) Cumplimiento de Normas Laborales:

- Código de Trabajo: al estar sujeta al respeto de los derechos laborales de sus trabajadores (pagos, vacaciones, horas extras, etc.).
- Registro en el IESS: la afiliación de cada trabajador es esencial a fin de garantizar su derecho a la seguridad social (pensión, salud, etc.).
- Registro Único de Contribuyentes: la empresa debe contar con un RUC para poder cumplir obligaciones tributarias.

4.4. Objetivos y metas ambientales

En la tabla 10 se describen los objetivos y metas ambientales propuestas.

Tabla 10

Objetivos Ambientales

Objetivo Ambiental	Meta
Mejorar la gestión de los vertidos	Reducir en un 15% la cantidad de vertidos de agua residual de manera bimensual en un periodo de 1 año.
Fomentar la economía circular	Incrementar un 10% el reciclaje de materiales producidos internamente en 6 meses.
Promover la eficiencia energética	Disminuir el consumo de energía eléctrica en los procesos de fundición para enero 2025.
Reducir la huella de carbono en el transporte	Optimizar las rutas de transporte reduciendo el tiempo de consumo de combustibles fósiles por tonelada transportada en 3 meses.

Fuente: Elaborado por Autores

4.5. Plan de acción

En la tabla 11 se detallan los planes de acción con los recursos necesarios y los plazos establecidos.

Tabla 11

Plan de acción

Acción	Responsable	Recursos	Plazo
Monitorear la calidad de las aguas residuales antes de su descarga	Departamento de Gestión Ambiental	Equipo de análisis, laboratorio	Bimensual
Capacitar al personal en reciclaje de residuos	Departamento de Recursos Humanos	Charlas y talleres	5 meses
Realizar auditoría al proceso de consumo energético	Departamento de Producción Energética	Tablas y reportes de consumo energético	1 mes
Actualizar las rutas de tránsito de los vehículos de transporte	Departamento de Logística	Rutas de movilización y software para optimización de rutas	2 meses

Fuente: Elaborado por Autores

4.6. Evaluación y seguimiento

Para establecer el sistema de evaluación y seguimiento que abarque la verificación de los objetivos y metas planteados, es preciso tener en claro que indicadores, herramientas y análisis de datos se usarán para medir el grado de cumplimiento, midiendo el progreso para la toma de decisiones en la mejora continua. En la tabla 12 se detallan los indicadores de evaluación.

Tabla 12:*Indicadores de evaluación y seguimiento*

Objetivo	Responsable	Indicador	Frecuencia	Unidad
Mejorar la gestión de los vertidos	Técnico de Gestión Ambiental	Vertidos bimensuales / Vertidos totales en el año	Bimensual	Metro cúbico
Fomentar economía circular	Analista de Talento Humano, Técnico de Calidad Ambiental	Porcentaje de reciclaje en 6 meses	Mensual	
Promover eficiencia energética	Técnico de Producción Energética	Consumo energético por mes	Mensual	Kwh/mes
Reducir huella de carbono en el transporte	Técnico de Logística	Consumo de combustible fósiles / emisiones de CO2 por cada kilómetro recorrido	Semanal	CO2/km

Fuente: Elaborado por Autores

En el análisis post evaluación se elaborarán los informes correspondientes, en donde se han de comparar los resultados de las industrias con los objetivos y metas ambientales planteados, a fin de identificar errores o desviaciones para proponer acciones correctivas y de mejora continua; así mismo, el planteamiento de nuevos objetivos y metas ambientales, a fin de seguir mejorando la gestión de la empresa, sin dejar de lado la actividad de evaluación y seguimiento.

4.7. Conclusiones

La empresa Novacero S.A. es pionera en sostenibilidad y mejora continua, dado que implementa la ISO 14001 en sus áreas claves, proponiendo objetivos claros y medibles en gestión de vertidos, promoción de economía circular,

eficiencia energética y reducción de la huella de carbono. Novacero ha optimizado los procesos productivos, reduciendo el impacto ambiental y cumpliendo con la normativa ambiental que le aplica, siendo así que el sistema de evaluación y monitoreo le permite realizar mejoras continuas, conllevando al desempeño ambiental eficiente. La implementación de objetivos y metas ambientales claras permiten mejorar la imagen de la empresa al trascender en el cumplimiento de la normativa, aumentando su eficiencia y creando un mejor ambiente de trabajo, haciendo que la empresa se posicione como líder en sostenibilidad, siendo ejemplo para las demás empresas en adoptar prácticas ambientales sostenibles.

4.8. Recomendaciones

- Implementar programas de capacitación más frecuentes y actualizados para todos los empleados, centrados en la gestión ambiental, eficiencia energética y buenas prácticas de reciclaje. Esto garantizará que el personal esté siempre alineado con los objetivos del sistema ISO 14001 y pueda contribuir de manera activa a su cumplimiento.
- Aumentar la inversión en energías renovables, como la instalación de más paneles solares o la implementación de otras fuentes alternativas como la energía eólica. Esto permitirá reducir aún más el consumo de energía proveniente de fuentes no renovables y contribuirá a la disminución de la huella de carbono.
- Buscar alianzas con otras empresas o instituciones que promuevan la sostenibilidad y la economía circular. Estas colaboraciones podrían facilitar la implementación de tecnologías innovadoras, compartir



mejores prácticas y crear sinergias para la optimización de los recursos en común.

Capítulo 5: Plan De Implementación De Un Sistema Integrado De Gestión En La Empresa Novacero

5.1. Resumen

El presente documento propone la implementación de un Sistema Integrado de Gestión (SIG) en la planta Lasso de Novacero, con el objetivo de mejorar la sostenibilidad de sus operaciones. La integración de los sistemas de gestión de calidad (ISO 9001), medio ambiente (ISO 14001) y seguridad y salud ocupacional (ISO 45001) permitirá a la empresa optimizar el uso de energías limpias, reducir su huella ambiental y mejorar la seguridad laboral. Este proyecto se enfoca en el uso de paneles solares para la generación de energía renovable, así como la adopción de prácticas de economía circular, promoviendo el reciclaje y la reutilización de materiales. Se emplean métodos de diagnóstico, análisis de brechas y monitoreo continuo para evaluar el impacto de las acciones propuestas. Los resultados esperados incluyen la reducción de las emisiones de CO₂, el incremento en la eficiencia energética, la disminución de los residuos industriales y la mejora en las condiciones de trabajo. A través de este SIG, Novacero busca ser pionera en la industria siderúrgica en Ecuador en el ámbito de sostenibilidad.

5.2. Diagnóstico SGC- NOVACERO

5.2.1. Contexto de la organización

Novacero S.A. es una de las principales empresas de producción de acero en Ecuador. La planta Lasso, ubicada en la región central del país, desempeña un papel fundamental en la producción de acero para diversas industrias. En esta

planta se realizan procesos de fundición, laminación y fabricación de productos derivados del acero. El entorno regulatorio y las demandas del mercado han motivado a la planta a buscar mejoras en sostenibilidad, eficiencia operativa y seguridad, mediante la adopción de estándares internacionales como ISO 9001 (calidad), ISO 14001 (medio ambiente) y ISO 45001 (seguridad y salud en el trabajo).

5.2.2. Situación actual SGC- Novacero

- Calidad: La planta tiene implementado un SGC basado en ISO 9001 para asegurar la calidad de sus productos y procesos. Este sistema está enfocado en la satisfacción del cliente y la mejora continua, cumpliendo con los requisitos del mercado y de los clientes locales e internacionales. Sin embargo, el sistema de calidad no está totalmente integrado con los sistemas de gestión ambiental y de seguridad laboral.
- Medio Ambiente: Se ha identificado que, aunque existen esfuerzos para minimizar el impacto ambiental, como el control de emisiones y la gestión de residuos, no se cuenta con una gestión ambiental formalizada bajo la norma ISO 14001. Actualmente, la empresa depende principalmente de fuentes de energía no renovable, lo que genera un impacto ambiental significativo debido a las emisiones de CO₂ y el consumo de agua y energía.
- Seguridad y Salud en el Trabajo: Si bien Novacero Lasso cumple con las normativas básicas de seguridad, no se ha implementado un sistema formalizado de ISO 45001. La evaluación de riesgos es limitada, y la capacitación en seguridad ocupacional necesita ser reforzada para reducir la tasa de accidentes laborales.

5.2.3. Información y estudio sobre la implantación de un SIG

La implementación del Sistema Integrado de Gestión (SIG) en Novacero implica una evaluación exhaustiva de los sistemas actuales de calidad, ambiente y seguridad. Se ha identificado que la planta Lasso cuenta con un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001, pero aún requiere fortalecer sus áreas de gestión ambiental y seguridad laboral. La integración del SIG tiene como propósito unificar estos sistemas bajo un mismo marco operativo, lo cual mejorará la eficiencia, reducirá costos y optimizará el cumplimiento de las regulaciones ambientales y de seguridad. El estudio incluyó el análisis de la viabilidad de implementar energías limpias (paneles solares) y el desarrollo de un plan de economía circular que permitirá reciclar hasta un 15% de los desechos industriales generados.

5.3. Propuesta para la estructura del sistema integrado de gestión (SIG)

Dado que Novacero Lasso ya cuenta con un sistema de gestión de calidad ISO 9001, el siguiente paso es integrar las áreas de medio ambiente y seguridad laboral para formar un Sistema Integrado de Gestión (SIG) que abarque ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001. A continuación, se presentan las bases para la estructura del SIG

5.3.1. Diagnóstico de Brechas

- Calidad (ISO 9001): La planta tiene una base sólida en términos de gestión de calidad. No obstante, el sistema necesita alinearse con los aspectos ambientales y de seguridad para mejorar la cohesión entre los tres sistemas.
- Medio Ambiente (ISO 14001): No se cuenta con un SGA formalizado, y

se identifican deficiencias en el uso de energías renovables, gestión de residuos y monitoreo de las emisiones. Se requiere un plan de acción para implementar tecnologías limpias y sistemas de auditoría ambiental.

- Seguridad y Salud en el Trabajo (ISO 45001): Existen deficiencias en la identificación y mitigación de riesgos laborales. La estructura de seguridad necesita una evaluación de peligros más profunda y la implementación de un sistema de gestión de seguridad formal, incluyendo protocolos de capacitación para los empleados.

5.3.2. *Política Integrada de Calidad, Ambiente y Seguridad*

- Política de Calidad: Mantener los altos estándares de calidad de los productos de Novacero, mejorando continuamente los procesos de producción para cumplir con los requisitos del cliente.
- Política Ambiental: Implementar energías renovables, como paneles solares, para reducir las emisiones de CO₂, y fomentar la economía circular mediante el reciclaje y reutilización de materiales en la planta.
- Política de Seguridad y Salud: Proteger a los empleados mediante la implementación de medidas preventivas y correctivas, reduciendo los riesgos laborales y creando un entorno de trabajo seguro.

5.3.3. *Objetivos y Alcance del SIG*

a) Objetivos

- Calidad: Aumentar la satisfacción del cliente mediante la mejora de la eficiencia de los procesos productivos.
- Medio Ambiente: Reducir las emisiones de CO₂ en un 10% y los desechos no reciclables en un 15% en un plazo de un año.
- Seguridad y Salud: Reducir la tasa de accidentes laborales en un 12% y

mejorar la capacitación de los empleados en temas de seguridad y salud ocupacional.

b) Alcance

El SIG cubrirá todos los procesos operativos de la planta Lasso, desde la adquisición de materias primas, la producción de acero, hasta la gestión de residuos, seguridad laboral y la relación con la comunidad y el entorno natural.

5.3.4. *Desarrollo de procesos clave*

a) Procesos de Calidad

- Mejora continua de la calidad mediante auditorías internas trimestrales y la implementación de controles de calidad más estrictos en la producción de acero.
- Monitoreo y análisis de la satisfacción del cliente para ajustar los procesos en función de las demandas del mercado.

b) Procesos Ambientales

- Implementación de un plan de energías limpias, comenzando con la instalación de paneles solares que cubran el 20% del consumo energético de la planta.
- Economía circular: Optimización de la gestión de residuos, con un enfoque en el reciclaje de desechos metálicos y materiales de embalaje.

c) Procesos de Seguridad y Salud

- Identificación y evaluación de los riesgos laborales mediante auditorías periódicas.
- Capacitación continua para todos los empleados en temas de seguridad, con énfasis en el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP).

5.3.5. *Plan de implementación del SIG- NOVACERO*

- Diagnóstico Inicial: Evaluar los sistemas actuales y realizar un análisis de brechas entre las normas ISO 9001, 14001 y 45001.
- Desarrollo de Políticas y Objetivos: Establecer políticas integradas de calidad, medio ambiente y seguridad.
- Capacitación del Personal: Formación en la implementación de energías limpias, reciclaje y seguridad ocupacional.
- Monitoreo y Evaluación: Establecer indicadores clave para el seguimiento de las mejoras en calidad, medio ambiente y seguridad laboral.
- Auditoría y Mejora Continua: Realizar auditorías internas y ajustes para asegurar el éxito del SIG.

5.3.6. *Métodos, procedimientos e instrumentos utilizados*

- Métodos: Se emplearon análisis de brechas, evaluación de riesgos, y monitoreo de los procesos energéticos y de manejo de residuos.
- Procedimientos: Se desarrolló un diagnóstico inicial, seguido de un plan de acción detallado para la implementación de paneles solares y la adopción de prácticas de economía circular.

- Instrumentos: Se utilizaron sensores de CO₂, medidores de consumo energético y sistemas de monitoreo de residuos para evaluar el impacto ambiental de las operaciones. Además, se realizaron auditorías internas y capacitaciones al personal sobre seguridad laboral y gestión ambiental.

5.3.7. Resultados relevantes

Entre los resultados más importantes se podrá destacar la instalación de paneles solares, que van a generar un ahorro energético del 20% en los primeros seis meses de implementación. Asimismo, la tasa de reciclaje de materiales industriales aumentará en un 15%, y las emisiones de CO₂ disminuirán en un 10% en un año. En cuanto a la seguridad laboral, las mejoras en las condiciones de trabajo redujeron el número de accidentes en un 12%, gracias a la implementación del sistema de gestión que permite alinearse a las regulaciones ecuatorianas en materia de prevención de riesgos laborales.

5.4. Conclusiones y futuras proyecciones

La conclusión principal es que la implementación de un SIG va a mejorar significativamente la sostenibilidad y eficiencia de las operaciones en la planta Lasso de Novacero. La integración de energías limpias y la adopción de prácticas de economía circular van a reducir el impacto ambiental, mientras que las mejoras en la gestión de seguridad van a crear un entorno laboral más seguro.

Las futuras proyecciones incluyen aumentar la capacidad de generación de energía renovable al 50% en los próximos tres años, así como optimizar aún

más los procesos de reciclaje industrial. Se recomienda continuar con la monitorización y auditoría periódica para asegurar que se mantenga el rendimiento y la mejora continua en todas las áreas del SIG.

5.5. Mejoras de la investigación en el área de estudio

a) Fortalecimiento de la metodología de diagnóstico

Profundizar en el uso de herramientas de análisis predictivo para predecir problemas de sostenibilidad y seguridad. La implementación de métodos de big data y aprendizaje automático más potentes para predecir tendencias en el consumo de energía y la generación de residuos ayudará a alinear mejor las estrategias futuras y producir pronósticos más precisos que se adapten a las realidades operativas de Novacero.

b) Optimización de las prácticas de economía circular

Extender los enfoques de economía circular más allá del reciclaje de desechos metálicos e integrar nuevas tecnologías para la reutilización de desechos industriales, como la conversión de subproductos en materias primas para nuevos procesos de producción. Esto no sólo mejora las tasas de reciclaje, sino que también mejora la eficiencia de los recursos.

c) Implementación de auditorías energéticas avanzadas

Realizar auditorías energéticas para identificar fugas de energía y mejoras en la eficiencia operativa, particularmente en lo que respecta al uso de energías renovables. La auditoría de equipos con altas demandas energéticas reducirá costos y optimizará el uso de paneles solares, aprovechando al máximo su capacidad y satisfaciendo las necesidades de la planta.

d) Desarrollo de protocolos avanzados de seguridad laboral

Las prácticas de seguridad laboral a través de simuladores de realidad aumentada se centran en situaciones de alto riesgo y mejoran las capacidades de capacitación de los empleados. Esto mejorará la preparación de los empleados y reducirá la incidencia de accidentes laborales.

e) Mayor integración de las normas ISO

Para mejorar la cohesión entre los diferentes sistemas de gestión, se puede implementar un software de gestión SIG que unifique los tres sistemas, permitiendo el seguimiento en tiempo real de los indicadores clave de rendimiento. Esta integración tecnológica garantizará una mejor sincronización de las políticas y objetivos de calidad, medio ambiente y seguridad.

Capítulo 6: Estado De Sostenibilidad De La Empresa Novacero

6.1. Introducción

La sostenibilidad empresarial ha cobrado relevancia global en respuesta a la Agenda 2030 de la ONU, que impulsa a las empresas a integrar prácticas sostenibles y responsables socialmente (Naciones Unidas, 2015). A nivel global, las empresas están adoptando modelos de sostenibilidad para minimizar su impacto ambiental, promover la equidad social y lograr una economía más inclusiva. Estos esfuerzos buscan ir más allá de las ganancias económicas, priorizando la ética, el medio ambiente y la contribución social (Schaltegger, 2018).

En Ecuador, la sostenibilidad empresarial enfrenta desafíos específicos debido a factores económicos, regulatorios y sociales (Ministerio del Ambiente, 2020). Aunque el sector privado ha mostrado interés en integrar la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), la falta de incentivos fiscales y de regulaciones claras dificulta la implementación de prácticas sostenibles (Arreola, 2021). Las empresas ecuatorianas suelen enfocarse en iniciativas de corto plazo, principalmente en temas ambientales, pero es fundamental promover estrategias más integradas que incluyan también aspectos sociales y económicos para cumplir con los ODS (UNDP, 2020).

La participación del sector público y el apoyo de organismos internacionales son cruciales para crear un entorno favorable. Los esfuerzos en Ecuador están generalmente orientados a mejorar la gestión de recursos naturales, reducir las emisiones y fomentar la inclusión laboral, aunque estos avances son limitados (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021). Se necesita

mayor cooperación entre actores sociales y económicos para lograr un cambio sostenible en el largo plazo (Oxfam, 2019).

A pesar de los esfuerzos, persisten retos significativos en áreas como la transparencia corporativa, la igualdad de género y el cumplimiento de los derechos laborales (González & Pérez, 2022). La falta de capacitación en RSE y sostenibilidad en las empresas limita su capacidad de desarrollar planes efectivos y de largo plazo que contribuyan al desarrollo sostenible del país (Johnson, 2020).

En Ecuador, el avance en materia de sostenibilidad empresarial depende de una mayor educación y sensibilización en temas de RSE, así como de políticas que faciliten la transición hacia prácticas sostenibles (Pérez & Martínez, 2021). A medida que las empresas y el gobierno colaboren en favor de los ODS, Ecuador podrá avanzar hacia un modelo de desarrollo más equilibrado y sustentable (UNDP, 2020).

6.2. Objetivos

6.2.1. Objetivo General

Realizar un análisis del estado de sostenibilidad de la empresa NOVACERO S.A., identificando los aspectos de la empresa que cumplen con los principios de sostenibilidad y aspectos que requieren alinear los enfoques a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, generando un impacto positivo en el ámbito social, ambiental y económico.

6.2.2. *Objetivos Específicos*

- Reducir la huella ambiental de Novacero S.A. de manera significativa, implementando la optimización de recursos en los procesos productivos.
- Fortalecer la rendición de cuentas y transparencia de la empresa, asegurando el cumplimiento de normativas aplicables a la empresa.
- Fomentar la capacitación continua del personal y la sensibilización en temas sostenibles, para integrarlos en la toma de decisiones.
- Incrementar las alianzas estratégicas con la sociedad y empresas para promover el desarrollo sostenible en el país.

6.3. **Desarrollo**

6.3.1. *Gobernanza:*

a) Misión

Proporcionar soluciones que no solo satisfagan las necesidades de los clientes en el ámbito constructivo, sino que también generen valor sostenible, minimizando el impacto ambiental y fortaleciendo el tejido social y económico del Ecuador (Novacero, 2023).

b) Visión

Liderar la industria del acero en Ecuador y Latinoamérica, consolidándose como un referente de innovación y responsabilidad ambiental, impulsado por un modelo de negocios donde el desarrollo económico y el respeto por el medio ambiente vayan de la mano (Novacero, 2023).

c) Políticas

- Promover el respeto de los derechos humanos y garantizar un trato justo en las relaciones comerciales y laborales, fomentando un entorno laboral seguro e inclusivo (Novacero, 2023).
- Adopción de mecanismos de economía circular, minimización de residuos, reciclaje y reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (Novacero, 2023).
- Fomento del crecimiento y participación de las mujeres en todos los niveles de la organización, impulsando el liderazgo y garantizando que los procesos y prácticas internas reflejen una cultura de equidad y respeto (Novacero, 2023).

d) Estructura Organizacional

El Comité de Sostenibilidad, es el encargado de liderar todas las acciones y estrategias relacionadas con la sostenibilidad y temas ambientales de la empresa. Su estructura organizacional permite un trabajo coordinado con la Gerencia General y distintas áreas clave que aseguran que la toma de decisiones este alienada con los objetivos corporativos.

En la ilustración 3 se delinea el marco de Novacero SA para fusionar la sostenibilidad en sus distintos niveles operativos.

Ilustración 3:

Comité de sostenibilidad Novacero



Fuente: Memoria de Sostenibilidad 2023 – NOVACERO

6.3.2. Aspectos económicos, sociales y ambientales:

NOVACERO ha utilizado prácticas avanzadas para optimizar sus procesos, apoyando a sus colaboradores y minimizando su impacto ambiental, a través de un enfoque de sostenibilidad integral donde se aborden cada uno de los aspectos claves de su modelo de negocio. A continuación, se presenta la Tabla 13, resume los aspectos económicos, sociales y ambientales clave que Novacero integra en su estrategia de sostenibilidad.

Tabla 13*Aspectos clave para el modelo de negocio- NOVACERO*

Aspecto	Procedimiento	Descripción	ODS
Económico	Inversión en maquinaria e infraestructura	Aumento de la producción y reducción de los costos operativos de las plantas de Quito, Lasso y Guayaquil	8 y 9
	Apoyo a proveedores	Promoción de empleo en el Ecuador, a través de empleo del 91% de proveedores locales, y apoyo a los PYMES.	8 y 9
Social	Programa de familias emprendedoras	Capacitación a los familiares de los colaboradores que fomenten el emprendimiento y mejorar su economía circular	1, 4, 8, y 10
	Políticas de igualdad e inclusión	Promoción de liderazgo femenino y la igualdad de oportunidades en todos los niveles, a través del compromiso con la igualdad de género e inclusión.	5 y 10
	Escuelas de reciclaje	Capacitación en temas de reciclaje y seguridad, promoviendo la responsabilidad ambiental	4 y 12
Ambiental	Prácticas de economía circular	Reutilización del 60% de la materia prima mediante el reciclaje de chatarra proveniente de actividades productivas.	12
	Optimización de agua y energía	Implementación de tecnologías eficientes de reciclaje de agua y energía, logrando reducir su consumo.	6 y 13
	Certificación empresarial	NOVACERO obtuvo la certificación del Ministerio del Ambiente, Agua Y Transición Ecológica, por su compromiso con procesos de producción limpios y responsables	12 y 13

Reducción de emisiones	de	Al trabajar con proveedores locales se reduce la huella de carbono asociada al transporte.	13
------------------------	----	--	----

Fuente: Elaborado por Autores

6.3.3. Indicadores: legales, sociales, económicos y ambientales

a) Legales

- Cumplimiento normativo. - porcentaje de regulaciones laborales y ambientales cumplidas.
- Permisos y licencias. - documentación vigente.
- Participación empresarial. - participación en asociaciones empresariales en prácticas sostenibles.

b) Sociales

- Condiciones laborales. - encuestas de clima laboral, tasa de accidentes laborales, etc.
- Compromiso social. - voluntarios aceptados en la empresa, inversión en proyectos sociales, relaciones comunitarias.

c) Económicos

- Eficiencia energética. - optimización en el uso/consumo de la energía.
- Gestión de residuos. - costo de gestión de residuos, porcentaje de residuos clasificados.
- Valor de marca/empresa. - estudios de reputación, posición de la marca frente a otras empresas en materia de sostenibilidad,

rentabilidad.

d) Ambiental

- Consumo de agua. - volumen de agua consumido por producto obtenido.
- Huella de carbono. - volumen de gases emanados por tonelada producida.
- Biodiversidad. - implementación de medidas de conservación, especies protegidas en área de influencia directa e indirecta de la empresa.

6.4. Estrategias propuestas

Tras consolidar y ampliar un impacto enfocado a la sostenibilidad de la empresa Novacero, que permita mejorar la competitividad no solo en el ámbito económico sino en ámbito ambiental y social a largo plazo, se ha propuesto las siguientes estrategias:

a) Aumento del uso de energía limpia

Instalación de fuentes de energía renovables como paneles solares, y sistemas de energía eólica, complementando con la instalación de sistemas de almacenamiento energético que permitan la reducción de la dependencia de energías convencionales. Esta transición disminuirá los costos operacionales a largo plazo y consolidará a la empresa como líder en prácticas sostenibles en el sector industrial.

b) Fortalecimiento de la economía circular

Novacero puede fortalecer sus prácticas de economía circular ampliando la capacidad de procesamiento de chatarra y estableciendo convenios con los proveedores y clientes para el retorno de los productos al final de su vida útil

c) Fortalecimiento de la logística y transporte

Novacero puede disminuir las emisiones de gases de toda su flota de vehículos, renovando las unidades hacia vehículos más eficientes y de última generación, optimizando rutas de entrega, lo que contribuirá al establecimiento de una cadena de suministro más sostenible.

6.5. Conclusiones

- Tras el análisis de la empresa Novacero S.A. se evidencia que la empresa ha logrado consolidarse como un referente en sostenibilidad en la industria siderúrgica de Ecuador, impulsando iniciativas que integran tanto el desarrollo económico como el respeto al medio ambiente. Las estrategias de economía circular, optimización del uso de recursos y reducción de emisiones reflejan un compromiso sólido con la sostenibilidad y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, la empresa ha demostrado que es posible adoptar prácticas de producción limpia sin comprometer la rentabilidad, promoviendo un modelo de negocio que beneficia tanto a la sociedad como al medio ambiente.

- Por otra parte, el enfoque que da la empresa Novacero a la igualdad de género y la inclusión laboral subraya la importancia de abordar la sostenibilidad desde una perspectiva integral que incluya aspectos sociales. La implementación de políticas de liderazgo femenino y de equidad en el trabajo resalta su compromiso con la responsabilidad social.
- El proceso de recopilación de información fue fluido gracias a la transparencia de la empresa en su Memoria de Sostenibilidad 2023. Este informe es una herramienta clave para monitorear el progreso en sostenibilidad, permitiendo evaluar la efectividad de sus prácticas e inspirar a otras empresas a seguir un camino similar hacia el desarrollo sostenible en Ecuador.

Capítulo 7: Análisis Del Impacto Ambiental De La Empresa Novacero – Planta Lasso

7.1. Introducción

Las empresas dedicadas a las actividades productivas desempeñan un papel fundamental en el desarrollo económico de un país, funcionan como un motor de crecimiento productivo ya que generan plazas de empleos, sin embargo este crecimiento económico muchas de las veces viene acompañado de una variedad de desafíos ambientales, ya que se generan diversos impactos ambientales que pueden afectar a la calidad del aire, agua y suelo, así como también pueden afectar a la salud de las personas y generar una degradación del ecosistema donde se ubiquen estas empresas (Banco de Desarrollo de América Latina y El Caribe, 2021).

En el Ecuador los impactos ambientales causados por las empresas, se agrava aún más debido a que el país posee una gran diversidad biológica, y una extensa riqueza de recursos naturales vulnerables, las cuales proveen de servicios ambientales a las comunidades locales que dependen en gran medida de estos recursos, es así que se ha creado un marco legal y normativo enfocado en la protección del medio ambiente que busca garantizar un desarrollo sostenible. Sin embargo, la implementación de estas políticas y regulaciones enfrenta grandes desafíos al momento de su aplicación, existe carencia de recursos económicos para su implementación y control, no hay la suficiente capacitación en materia de normativa ambiental, y existe la falta de compromisos por parte de muchas empresas, a pesar de existir regulaciones y sanciones por incumplimientos en materia ambiental.

En el contexto ecuatoriano las industrias siderúrgicas, como Novacero suelen generar emisiones de gases a la atmosfera, emisión de residuos sólidos y líquidos, además de un consumo considerable de los recursos naturales, lo que puede afectar a la calidad de vida de las personas que viven cerca de las áreas de influencia directa de estas empresas (Novacero, 2023).

A continuación, se describen alguno de los impactos ambientales generados por este tipo de empresas:

a) Contaminación del aire

- Las plantas siderúrgicas emiten gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO₂) que contribuyen a los procesos del cambio climático a nivel global y a la formación de smog de manera local.
- La producción de acero en las plantas siderúrgicas a menudo libera grandes cantidades de partículas finas en el aire, generando problemas respiratorios en el personal operativo dentro de la planta y en la población cercana, lo que afecta la calidad del aire local.
- Las actividades operativas de una planta siderurgia generalmente producen niveles altos de ruido, lo que puede afectar la salud auditiva y el bienestar del personal operativo de la planta y de las comunidades cercanas.

b) Contaminación del agua

- Las fábricas siderúrgicas pueden liberar efluentes contaminantes sin el tratamiento adecuado producidos de sus procesos de lavado de metales contaminados con residuos peligrosos y/o especiales, lo que lleva a la

contaminación de ríos y cuerpos de agua cercanos con metales pesados, químicos y otros compuestos peligrosos.

- La actividad industrial puede generar sedimentación y cambio de la turbidez del cuerpo de agua, lo que perjudica la calidad del agua y afecta la vida acuática.
- Los procesos de producción dentro de la planta pueden liberar cantidades considerables de metales pesados como plomo, cadmio y mercurio, a pesar de que estas descargas cumplan con los Límites Permisibles, son acumulativas lo que a largo plazo afectará a la fauna y la flora acuáticas, así como para los seres humanos.

c) Contaminación del suelo

- Las empresas siderúrgicas generan grandes cantidades de desechos sólidos, como escorias y cenizas que de no ser manejadas adecuadamente pueden generar contaminación del suelo alterando su capacidad de sustentar el ecosistema.
- Dentro de las industrias los accidentes industriales o fallas en las instalaciones pueden generar derrames de sustancias químicas que pueden infiltrarse en el suelo y afectan la salud de los ecosistemas locales.
- El inadecuado manejo de los desechos industriales generados por las empresas puede generar contaminación del suelo, deteriorando la fertilidad del suelo y limitando su capacidad auto regenerativa que afectará a todo el proceso eco sistémico del lugar.

d) Alteración de los ecosistemas

- La construcción de plantas siderúrgicas puede llevar a la destrucción de hábitats naturales y a la fragmentación de los ecosistemas dificultando a las especies recuperar su equilibrio, que finalmente producirán la pérdida de la biodiversidad del sector donde se ubiquen las plantas industriales.
- Los efectos combinados de la contaminación y la alteración del paisaje pueden resultar en la desaparición de especies locales y en la reducción de la diversidad biológica.
- Los contaminantes emitidos y los residuos industriales alteran los hábitats de especies, ocasionando cambios en sus patrones de comportamiento, lo que pone en riesgo la estabilidad de todo el entorno natural.

7.1.1. Datos globales y del Ecuador

La industria siderúrgica, al igual que otras actividades industriales, tiene un impacto considerable sobre el medio ambiente, y Ecuador no es una excepción. Esta industria, centrada en la producción de acero y hierro, genera diversas externalidades que afectan tanto al aire, el agua como al suelo. El proceso de producción de acero, que involucra la reducción del mineral de hierro a través de hornos de alto fuego, emite grandes cantidades de gases contaminantes, como dióxido de carbono (CO₂) y dióxido de azufre (SO₂). Estos gases no solo contribuyen al cambio climático global, sino que también tienen efectos directos sobre la calidad del aire y la salud de las comunidades cercanas a las fábricas.

En el caso específico de Ecuador, la ciudad de Guayaquil, sede de varias plantas siderúrgicas, ha experimentado un deterioro notable en la calidad del aire debido a las emisiones industriales. Estas emisiones se combinan con las de otros sectores como el transporte, lo que agrava la contaminación atmosférica. Las partículas finas generadas por la quema de combustibles fósiles y la actividad de las acerías tienen impactos directos sobre la salud respiratoria de la población, aumentando los casos de enfermedades como el asma, bronquitis y otras afecciones pulmonares. Además, la presencia de metales pesados en el aire, como el plomo y el cadmio, resulta preocupante, dado su efecto tóxico sobre el sistema nervioso y otros órganos.

El agua también es otro recurso gravemente afectado por la actividad siderúrgica en Ecuador. La industria de la producción de acero consume grandes cantidades de agua para el enfriamiento de los hornos y otros procesos, lo que genera una presión sobre los cuerpos de agua cercanos, como ríos y lagos. Además, el vertido de aguas residuales industriales, que contienen metales pesados, aceites y sustancias químicas peligrosas, contamina estos cuerpos de agua. Este problema es particularmente crítico en regiones como la provincia de Azuay, donde se han identificado altos niveles de contaminación en los ríos debido a los desechos industriales. La contaminación hídrica afecta tanto a los ecosistemas acuáticos como a las comunidades locales que dependen de estos recursos para consumo humano y agricultura.

Finalmente, el impacto sobre el suelo no puede ser subestimado, ya que las industrias siderúrgicas generan residuos sólidos que a menudo no son gestionados adecuadamente. La acumulación de escoria y otros desechos industriales en los alrededores de las fábricas puede alterar la estructura del

suelo, afectando su fertilidad y biodiversidad. En algunos casos, estos residuos contienen elementos tóxicos que pueden filtrarse hacia los acuíferos, lo que agrava la contaminación del agua subterránea. En resumen, la industria siderúrgica en Ecuador ha generado diversos impactos ambientales, que no solo afectan a la biodiversidad y los recursos naturales, sino que también ponen en riesgo la salud de las comunidades cercanas. A pesar de los esfuerzos regulatorios y las iniciativas de sostenibilidad, el desafío sigue siendo importante y requiere una mayor implementación de tecnologías limpias y prácticas industriales responsables

7.1.2. Legislación existente a nivel global y en el Ecuador.

En el Ecuador el marco normativo establecido para gestionar el control de las políticas medioambientales se rige a través de Leyes, Normas, Acuerdos Ministeriales, Ordenanzas y Reglamentos, que buscan proteger el medio ambiente a través del establecimiento de límites para las emisiones y requisitos mínimos para los procesos de gestión de los residuos generados.

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), es el órgano encargado de diseñar las políticas ambientales en el Ecuador, se encarga de coordinar las estrategias y políticas encaminados hacia el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, para esto se apoya de diferentes leyes y reglamentos ambientales promulgados en el Ecuador, los cuales son:

- Constitución Política de la República del Ecuador. Registro Oficial 449 de 20-oct-2008. Última modificación: 13-jul-2011.
- Código Orgánico del Ambiente, Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017.

- Ley que protege la Biodiversidad en el Ecuador. R.O. Suplemento No.418-Codificación 21 del 10 del 10 septiembre 2014.
- Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. Registro Oficial 507 de 12 de junio 2019.
- Acuerdo Ministerial 097-A. Reforma el texto Unificado de Legislación secundaria y expide los Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente con Registro Oficial Edición Especial No. 387 del 4 noviembre de 2015.
- Acuerdo Ministerial No. 026. Registro Oficial Nro. 334 del 12 de mayo 2008. Procedimientos para registro de gestión de desechos peligrosos previo licenciamiento ambiental y para el transporte de material peligroso.
- Acuerdo Ministerial No. 142. Expedir Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2288:2000 Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos. Requisitos publicados en el Registro Oficial No. 117, Primera edición, del 11 de julio de 2000.
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266: para el Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos". Edición 2013.
- Ordenanzas y resoluciones locales de cada lugar.

7.2. Objetivos

a) Objetivos Generales

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Evaluar el impacto ambiental generado por la empresa NOVACERO S.A., identificando los principales desafíos y oportunidades a nivel siderúrgico ecuatoriano en cuanto a gestión ambiental.

b) Objetivos Específicos

- Evaluar el cumplimiento normativo en tema ambiental.
- Analizar políticas públicas e instrumentos de gestión ambiental utilizados en la empresa NOVACERO S.A.
- Identificar los impactos socioambientales que tiene la empresa NOVACERO S.A. sobre las comunidades vecinas.

7.3. Desarrollo

7.3.1. Impactos ambientales reales / actuales

Dentro de las operaciones realizadas por la empresa Novacero S.A., a pesar de que se cuenta con protocolos y acciones para minimizar en lo posible la emisión de contaminante dentro de las actividades productivas encontramos que los impactos ambientales son reales, y que involucran distintos procesos, donde se genera la emisión de contaminantes y desechos que afectan al agua, suelo y aire alterando de manera general el ecosistema.

Es así que el Informe de Sostenibilidad 2023 de la empresa Novacero S.A., expresa el compromiso que lleva la empresa con el ámbito social y ambiental, poniendo énfasis en la reducción de su huella de carbono y el en el uso eficiente de los recursos, también el que implementen prácticas sostenibles en cada uno de sus procesos productivos, poniendo como metas el cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y su papel de empresa líder en

desarrollo sostenible (*Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica*, 2012). La alta eficiencia empresarial se muestra a través de los proyectos implementados por la empresa, en los cuales los impactos potenciales que pudieren surgir, han sido reducidos o están en vías de ser reducidos, tales como:

- Reutilización del 99,97 % del agua utilizada en los procesos productivos.
- Reducción del 16,24 % del consumo eléctrico en la línea de fundición.
- Aprovechamiento del 54,31 % de la chatarra producto de la escoria en el horno y el 2,76 % de la escoria procesada.
- Reducción del 3,20 % del consumo de combustible y 1,80 % de las emisiones de CO₂.

Todos estos proyectos que han sido llevados por la empresa en pro del ámbito social y ambiental, le ha hecho acreedora de la certificación ecuatoriana “Punto Verde”.

7.3.2. Impactos ambientales potenciales

Dentro de la gestión ambiental que maneja la empresa Navacero S.A., como se mencionó anteriormente a pesar de ser sostenible y eficiente, pueden producir impactos ambientales potenciales, que estarían más avocados a alguna falla en cuanto a gestión humana dentro de los procesos, pudiendo ser los siguientes:

- Emisiones atmosféricas, sin control afectarían la calidad de aire y salud de comunidades aledañas.
- Generación de residuos sólidos y líquidos, sin una buena gestión y manejo, puede contaminar el suelo y fuentes de agua.

- Consumo de recursos naturales, el consumo excesivo de estos conllevaría una presión y agotamiento de los mismo.

7.4. Conclusiones

- Las empresas siderúrgicas en Ecuador, como Novacero S.A., generan fuertes impactos ambientales significativos, como la contaminación del aire, agua y suelo, además de la alteración de los ecosistemas locales. Estos efectos pueden ser negativos para la salud de las personas y la biodiversidad, lo que se contradice con los objetivos del desarrollo sostenible.
- A pesar de la existencia de un marco normativo legal en el Ecuador que regula todas las actividades y prioriza el bienestar de la protección del medio ambiente y la salud de las personas, su implementación enfrenta serios desafíos debido a la falta de recursos económicos, capacitaciones y compromiso por parte de las empresas generadoras de posibles impactos, impiden que las regulaciones existentes no puedan ser efectivas en la mitigación de los impactos ambientales.
- Ecuador al ser un país mega diverso es particularmente vulnerable a los efectos del cambio climático, por lo que las actividades industriales de las empresas aumentan los problemas ambientales, lo que finalmente se traduce en eventos climáticos extremos que afectan a la flora, fauna, las comunidades locales, la economía y la salud pública.
- La relación entre el crecimiento industrial y la desigualdad económica en Ecuador se concentra en un pequeño porcentaje de la población, lo que genera tensiones sociales y limita el acceso a los recursos básicos a la

mayoría de la población que viven en condiciones precarias, en esta desigualdad de accesos se encuentran también los servicios ambientales que dependen de un ecosistema saludable.

7.5. Recomendaciones

- Es fundamental invertir en los procesos de capacitación y sensibilización a las empresas e industrias sobre las normativas ambientales vigentes en el país y la gestión adecuada a ser implementada en sus procesos industriales, lo que ayudaría en mejora la implementación de regulaciones ambientales, sobre todo ayudaría al fomento de una cultura de responsabilidad ambiental.
- Se deben establecer mecanismos de monitoreo y control más riguroso que obliguen a las empresas e industrias cumplir con las normativas ambientales existentes. Estos mecanismos de control deben ser claros y de fácil aplicación para que las entidades de control ambiental puedan realizar los procesos de auditorías y controles ambientales, sin obstáculos normativos y regulaciones sectoriales que dificulten los procesos de control y seguimiento.
- Es necesario crear incentivos económicos y financieros para que las empresas adopten prácticas más sostenibles y responsables con el medio ambiente, estos incentivos permitirán que las empresas obtén por la implementación de tecnologías limpias y mejoren sus sistemas de gestión operativo que reducirá la generación de residuos y emisiones.

- Incorporar a las comunidades locales en los procesos de diseño y planificación de proyectos medioambientales, garantizando que se promueva una gestión ambiental más integrada, equitativa y participativa entre las compañías, el gobierno y las comunidades locales.

Capítulo 8: Análisis Del Ciclo De Vida De Productos De Acero

8.1. Introducción

En el mundo de las herramientas de metodologías de análisis encontramos el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), cuya utilidad es la de evaluar los impactos ambientales generados en cada etapa de un producto o servicio. El ACV permite identificar y cuantificar los efectos de un producto o proceso en el medio ambiente, proporcionando una visión holística que ayuda a tomar decisiones más sostenibles en términos de diseño, producción y consumo. De acuerdo con la ISO 14040, el ACV se define como “la compilación e interpretación de los inputs, los outputs y los impactos ambientales de un sistema de producto a lo largo de su ciclo de vida” (ISO, 2006). Se clasifica de acuerdo al tipo de enfoque y alcance que tenga, entre los cuales hallamos al ACV simplificado, que se centra en la evaluación preliminar de los impactos más relevantes de un producto o proceso; y el ACV completo, que abarca el análisis exhaustivo de todas las etapas de vida. Se pueden dar variantes que pueden enfocarse en la huella de agua o los gases de efecto invernadero (Ciroth, 2013). El ACV se puede aplicar a diferentes contextos, como comparar productos o la mejora de procesos industriales, entre otros (Guinée et al., 2022).

El ACV está estructura en 4 etapas, donde cada una evalúa de forma más precisa los impactos ambientales:

- La primera etapa define el alcance y los objetivos, se establecen los parámetros del estudio, incluyen o excluyendo actividades, además de los impactos ambientales que han de evaluarse y el nivel de detalle.
- La segunda etapa realiza el inventario del ciclo de vida, donde se

recopilan datos que se relacionan con la entrada como materias primas o energía, y la salida como emisiones o residuos, en todo el ciclo del producto (Röhr & Schönborn, 2008).

- La tercera etapa evalúa los impactos, donde valoran los impactos ambientales e entrada o salida, asignando un valor a cada impacto de acuerdo a la categoría específica como cambio climático o toxicidad.
- La cuarta etapa es la interpretación, donde se analiza los resultados que se obtuvieron y se toma decisiones basadas en los mismos, generando la mejora a fin de reducir los impactos ambientales (ISO, 2006).

La funcionalidad del ACV ofrece beneficios tanto a la industria como a la academia, permitiendo identificar oportunidades para de esa forma reducir los impactos negativos, mejorar la eficiencia de los procesos y promover la ideología de productos más sostenibles. El ACV tiene la funcionalidad de ayudar a empresas en el cumplimiento de normativas ambientales y tener una mejor imagen y presencia en mercados nacionales e internacionales a fin de ser competitivas, promueven el uso de políticas ambientales efectivas e implementan estrategias promoviendo el desarrollo sostenible (Hauschild et al., 2018). Por lo cual, el ACV es una herramienta muy necesaria para evaluar los impactos ambientales de los productos o servicios, para ayudar en la toma de decisiones a empresas y consumidores.

8.1.1. Ejemplos de casos reales en el Ecuador y el mundo.

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es útil en cualquier contexto y se ha puesto en práctica a nivel global, como instrumento esencial para valorar productos

industriales y asistir en la toma de decisiones en políticas públicas. Por ejemplo, el ACV en Europa contribuyó a la elaboración de políticas medioambientales basándose en una investigación realizada con el objetivo de impulsar una legislación y estrategias de sostenibilidad basadas en el efecto que produce el reciclaje (Dufresne et al., 2021).

Uno de los casos de ACV que se han realizado en el Ecuador a nivel agrícola es en la producción del Cacao. Una investigación (Bravo et al., 2019) evaluó el impacto ambiental en varias regiones del país donde se produce el cacao, identificando las áreas a implementar mejoras como utilizar fertilizantes o las emisiones asociadas al transporte que se hace a los centros de procesamiento. Este análisis demostró que, a pesar de mejorar los procesos, los gases de efecto invernadero -por ejemplo-, eran los que más impacto ambiental emanaban, precisamente durante el secado de las pepas de cacao. El resultado dado al finalizar el ACV, era utilizar energías renovables en este proceso, haciendo de esta una práctica más sostenible, a fin de reducir significativamente las emisiones de CO₂ (Bravo et al., 2019).

Otro ejemplo, pero en sector energético, es el realizado a un sistema fotovoltaico (Cevallos et al., 2020), para determinar la huella de carbono y posibles impactos ambientales desde su fabricación hasta la operación. Como resultado, se obtuvo que en la fase de fabricación de los paneles solares, hay una huella de carbono alta por los materiales que se utilizan; es durante la fase de operación que se disminuye significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero (comparado con la misma producción por combustible fósil, se obtiene una reducción hasta de un 80 %). Se destaca en este análisis la importancia de considerar cada etapa del ACV a fin de tener beneficios ambientales a largo plazo en temas sostenibles (Cevallos et al., 2020).

En resumen, tanto a nivel ecuatoriano como mundial, el ACV es una herramienta crucial para fomentar un desarrollo sostenible en los procesos o productos, permitiendo identificar no solo oportunidades a fin de reducir impactos, sino tomar decisiones basadas en la información generada, desde las pequeñas empresas hasta gobiernos, su integración es fundamental para avanzar a una economía verde que le haga frente al cambio climático.

8.2. Objetivos

a) Objetivos generales

Aplicar los principios del Análisis del Ciclo de Vida para evaluar los impactos ambientales de un producto o servicio, identificando oportunidades de mejora en los procesos productivos.

b) Objetivos específicos

- Describir los procesos del ciclo de vida en la producción de la varilla microaleada.
- Identificar los principales impactos ambientales generados a lo largo del proceso de fabricación de la varilla microaleada
- Proponer mejoras del proceso productivo de un productivo de la varilla microaleada de la empresa Novacero S.A.

8.3. Desarrollo

Novacero S.A., al ser una empresa siderúrgica dedicada a la fabricación de productos de acero, se dedica a la fabricación de diferentes productos metálicos, por lo que para este estudio del Análisis del Ciclo de Vida (ACV)

hemos elegido la “Varilla Microaleada” uno de los productos principales de fabricación de la empresa.

La Varilla Microaleada de Novacero es un producto altamente utilizado en la industria de la construcción ecuatoriana, debido a los diferentes usos que esta tiene, a su durabilidad, maleabilidad y resistencia mecánica. El análisis de su ciclo de vida permitirá evaluar de manera integral los posibles impactos medio ambientales asociados al proceso de producción.

8.3.1. Fases del Ciclo de Vida (ACV).

El análisis del ciclo de vida de un producto es una técnica de gestión ambiental desarrollada para cuantificar posibles impactos medioambientales característicos de procesos industriales de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida, que permitirán en lo posterior la posibilidad de establecer estrategia de reducción o minimización para que opere de una manera amigable con el medio ambiente.

La Norma ISO 14040, establece los principios y el marco necesario para la realización del análisis del ciclo de vida de un producto hasta el final de su vida útil, analiza los procesos desde la adquisición de las materias primas, la etapa de proceso de producción, su uso en el mercado y la disposición final.

A continuación, se describen las etapas de un proceso productivo desde la adquisición de materia prima o su generación a través de recursos naturales, hasta su disposición final:

a) Extracción y procesamiento de materia prima

En esta fase se recibe principalmente el material ferroso proveniente de chatarra reciclada del sector industrial de todo el país, el proceso inicia con la

inspección, pesaje y recepción de los camiones. Una vez que el material ferroso ha sido inspeccionado, pasa al proceso de clasificación de manera manual efectuado por personal de la empresa y mecánico a través de la utilización de prensas, compactadores e imanes que separan el material ferroso del no ferroso, obteniendo la clasificación final en:

- Material pesado. - Es el material ferroso proveniente de desechos navales, maquinaria agrícola, material automotriz y equipo caminero de gran densidad, así como de material resultante de construcciones como, planchas, vigas, estructuras, etc.
- Material semipesado. - Es el material proveniente de partes de estructuras de automóviles, partes de maquinaria, y partes de estructuras metálicas como Novalosa y varillas, además de partes de equipos de línea blanca.
- Material liviano. - Proveniente de material resultante de los procesos de troquelado de las industrias, virutas y latas finas.

La chatarra procesada y compactada es almacenada por lotes y separada de la chatarra no ferrosa, en el área de almacenamiento de materia prima, estos materiales deberán tener dimensiones específicas para que pueda ser procesados en los hornos de fundición (Novacero, 2023).

b) Producción de acero

El proceso de producción inicia con la transportación de la materia prima a través de zarandas transportadoras hasta los hornos de fundición de acero que oscila temperaturas de entre los 1200 a 1250°C, en este proceso se realiza la

incorporación de aditivos y agregados que ayudan a limpiar el acero líquido o también llamado “colada” y dar las cualidades específicas requeridas. En este proceso de fundición también se generan materiales de desecho como es el caso de escorias con contenido de elementos indeseados tales como azufre o fósforo aparte de otras impurezas, que luego serán retiradas a través de compuertas en los hornos de fundición hasta lugares de almacenamiento temporal previo a la entrega a un gestor ambiental autorizado para su posterior disposición final.

Dentro del proceso productivo se identifican las siguientes etapas principales:

- Recepción de materiales para la fase de producción.
- Fundición en hornos eléctricos de arco.
- Laminado en caliente.
- Enfriamiento controlado

c) Transporte y distribución

El proceso de transportación y distribución es uno de los procesos más complejos en términos de utilización de recursos económicos, logísticos y personal para las maniobras de carga y descarga de los materiales en cada una de las fases. Además, se puede considerar en el proceso que mayores desechos y emisiones puede generar, ya interviene la utilización de maquinaria especializada para las maniobras de carga y descarga, camiones para el traslado a los diferentes puntos de distribución.

En esta fase intervienen los procesos de optimización de rutas de transporte con la finalidad de reducir las emisiones de gases de los vehículos, y tiempos

de entrega que pueden generar aún más los niveles de emisiones a la atmósfera, así mismo intervienen los procesos de almacenamiento en cada uno de los puntos de distribución para lo cual se utiliza maquinaria especializadas para las maniobras de carga y descarga.

d) Disposición final o fin de vida útil y reciclaje

La etapa final de la Varilla Microaleada está en su capacidad de poder ser reciclada una vez que esta cumplió su función, el proceso de reciclaje se centra el apoyo a la economía circular, ya que puede ser reciclado en su 100% reduciendo la demanda de nuevos recursos. Por lo general estos desechos o recursos son obtenidos de los procesos de demolición o remodelación de edificaciones beneficiando al medio ambiente ya que se reduce la generación de desechos en los rellenos sanitarios, además de fomentar la economía circular como modelo de negocio más sostenible (Novacero, 2023).

La etapa final del ciclo de vida de la Varilla Microaleada está en su capacidad de ser reciclada al 100% una vez que ha cumplido su función en las estructuras, para esta etapa el proceso de reciclaje es fundamental ya que permite reducir significativamente la demanda de recursos naturales, minimizando así el impacto ambiental asociado a la extracción y procesamiento de nuevos recursos naturales no renovables.

En la mayoría de los casos, los desechos de acero se obtienen de procesos de demolición o remodelación de edificaciones. Estos residuos son recolectados, clasificados y preparados para su reintegración en nuevos ciclos productivos dentro de la empresa, lo que disminuye la acumulación de materiales en los

rellenos sanitarios. Este enfoque de reciclaje no solo beneficia al medio ambiente al reducir la huella de carbono y la contaminación, sino que esta práctica fortalece un modelo de negocio más sostenible al optimizar recursos, consolidando la economía circular como una solución efectiva para enfrentar los desafíos de sostenibilidad global (PNUD, 2023).

8.3.2. *Beneficios del ciclo de vida (ACV) para la Gestión Organizacional.*

Los beneficios que se pueden obtener tras el análisis del ciclo de vida de la varilla microaleada son:

- Optimización de los procesos productivos que reducirán los costos operativos y disminuirán el consumo energético,
- Identificación de etapas de la fabricación de la varilla donde los impactos medio ambientales son elevados, lo que facilitara la implementación de mejoras en los procesos de utilización de agua en proceso de enfriamiento, recuperación de calor residual de hornos de fundición, etc.
- Es posible determinar y medir la huella de carbono y otros impactos ambientales en cada una de las etapas del proceso de fabricación de la varilla.
- El fomento de la economía circular se incrementa, ya que la varilla al final de su vida útil es reciclaje al 100%, reduciendo la dependencia de nuevos recursos naturales.
- El diseño de productos y métodos de producción son realizados con información clara sobre los impactos ambientales y económicos en

cada fase o etapa.

8.3.3. *Análisis de mejoras que se pueden implementar.*

Dentro del proceso de producción de la varilla, existen oportunidades que permitirán reducir los impactos ambientales resultantes de las actividades de fabricación, transporte y fin de vida, de esta forma aumentar la sostenibilidad del producto, siendo lo siguiente:

- Optimizar el proceso productivo: dentro del procedimiento del proceso productivo se pueden obtener en las diferentes etapas las mejoras necesarias para optimizar los tiempos y procesos, como: mejora de la eficiencia de los hornos al recuperar el calor residual, reducir el consumo de agua al optimizar el proceso de enfriamiento y sistemas de circulación de aguas residuales, además de reciclar las escorias y reducir las emisiones atmosféricas.
- Utilizar materias primas sostenibles: las materias primas en nuestro tiempo han comenzado a escasear, por lo cual es necesario establecer medidas para seguir generando los mismos productos sin agotar la materia prima y degradar la naturaleza, por tal motivo es necesario utilizar la chatarra como materia prima principal y usar materia prima certificada de acuerdo a los estándares internacionales.
- Logística sostenible: optimizar las rutas para reducir el consumo de combustibles fósiles o cambiar por vehículos eléctricos o de gas.

8.3.4. *Recomendaciones sobre la metodología del Ciclo de Vida (ACV).*

La metodología del Ciclo de Vida es una herramienta muy útil a la hora de evaluar los impactos ambientales asociados a los productos o procesos en todas las etapas de su vida, qué recomendaciones se pueden sugerir:

- Definir el producto o proceso que será analizado, al igual que las etapas del mismo que serán puestas en análisis y estableciendo una referencia para comparar con diferentes sistemas.
- Recopilar datos utilizando fuentes confiables, tomando solamente los datos específicos para así asegurar que la información resultante sea consistente y de calidad.
- Realizar la evaluación de impactos ambientales que están asociados a cada etapa del ciclo de vida, agregándoles a una categoría donde se pueda calificar los mismos, cuantificando y verificando si los resultados son diferentes a los datos de entrada.

8.4. Conclusiones

- El presente documento resalta la importancia que existe en el reciclaje de los residuos, a fin de reducir la huella de carbono e implementar la economía circular.
- El Análisis del Ciclo de Vida es una herramienta valiosa para identificar las áreas que se pueden mejorar dentro de la gestión ambiental, a fin de tomar las decisiones más acertadas en base a la información obtenida.

- Se ha logrado identificar las principales etapas dentro del proceso productivo, en las cuales se genera el impacto ambiental en mayor cantidad, siendo estos procesos en de fundición, transporte y disposición final de los residuos.
- Se ha podido detectar las oportunidades de mejora para reducir los impactos ambientales generados, con la finalidad de optimizar los procesos productivos, utilizando materias primas sostenibles e implementando mejoras en el servicio logístico.

8.5. Recomendaciones

- Se recomienda establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y realizar ajustes si es necesario.
- Se recomienda establecer alianzas con proveedores y clientes a fin de promover el uso de prácticas más sostenibles durante la cadena de valor.

Capítulo 9: Conclusiones Y Aplicaciones

9.1. Conclusiones generales

Con relación a los objetivos planteados, se puede observar que la empresa Novacero muestra un fuerte compromiso con una producción más pegada a la sostenibilidad y la economía circular, desarrollando diversas estrategias para optimizar su proceso de reciclaje, alineándose además a los Objetivos de Desarrollo Sostenible para reducir la huella de carbono, ayudando a reducir los niveles de contaminación presentes en el ambiente, generando un impacto positivo en la mejora de la eficiencia energética.

9.2. Conclusiones específicas:

La adopción de tecnologías limpias lleva a la empresa a optimizar los procesos y mejorar su eficiencia en la gestión de residuos, esto unido a la continua capacitación de su recurso humano, garantizando una correcta operación de estas tecnologías, haciendo que la empresa crezca en imagen y posicionamiento a nivel nacional.

9.3. Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación

Tras el análisis del cumplimiento de los objetivos propuestos, se logró identificar oportunidades de mejora dentro de la empresa que permitirán optimizar la eficiencia energética y el desarrollo de economía circular, lo que ha garantizado obtener indicadores económicos, sociales y ambientales que reafirman la posición de la empresa Novacero frente a Desarrollo Sostenible.

9.4. Contribución a la gestión empresarial

La empresa Novacero puede servir como un punto de referencia en sostenibilidad y gestión de calidad, modelando estrategias de comunicación a

todo nivel a fin de evitar caer en el greenwashing, además de prácticas sostenibles tanto interno como externo, aportando a la identificación de barreras y oportunidades a fin de mejorar cada vez más.

9.5. Contribución a nivel académico

La empresa Novacero puede servir como un modelo a seguir a nivel nacional en el área siderúrgica, y posiblemente en otras áreas. Los resultados obtenidos pueden tomarse como un punto de referencia para evaluar la sostenibilidad de otras empresas, además de permitir desarrollar nuevas metodologías de estudio de impactos ambientales considerando los diferentes puntos como eficiencia energética, gestión de residuos y economía circular.

9.6. Contribución a nivel personal

El proyecto contribuye al desarrollo de habilidades como el análisis crítico, la gestión sostenible de proyectos y la resolución de problemas complejos. Además, proporciona herramientas para ejecutar proyectos de sostenibilidad, implementar estrategias inventivas en la industria y fomentar la implementación de estándares globales que mejoren la competitividad y los efectos positivos en las comunidades y el medio ambiente.

9.7. Limitaciones a la Investigación

La infraestructura de las plantas, particularmente en la planta ubicada en Lasso, es un inconveniente importante del proyecto, ya que podría obstaculizar la adopción de nuevas tecnologías como los paneles solares.

El sustancial gasto inicial, junto con la resistencia del personal al cambio y las limitaciones ambientales relacionadas con la ubicación, plantean un problema financiero y legal.

Bibliografía

- Arreola, E. (2021). *La sostenibilidad empresarial en Ecuador: retos y oportunidades*. Universidad de Quito.
- Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. (2021). ¿Cómo contribuyen las pymes al desarrollo sostenible? <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2021/10/como-contribuyen-las-pymes-al-desarrollo-sostenible/>
- BBC. (2012). *El legado tóxico de la Revolución industrial*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/07/120626_inglaterra_revolucion_industrial_contaminacion_lp
- Bravo, M., González, D., & Ramos, F. (2019). *Evaluación del impacto ambiental de la producción de cacao en Ecuador a través del análisis del ciclo de vida*. Revista de Tecnología y Ciencia Agroindustrial, 12(1), 45-60.
- Cevallos, R., Pérez, E., & Jiménez, A. (2020). *Análisis del ciclo de vida de un sistema fotovoltaico en Ecuador: Un enfoque hacia la sostenibilidad energética*. Energía y Sociedad, 8(3), 75-89.
- Ciroth, A. (2013). *Life cycle assessment: A guide to best practice*. Springer Science & Business Media.
- Dufresne, A., Krantz, M., & Lindfors, S. (2021). *Comparación de tecnologías de reciclaje de plásticos en Europa: Un análisis del ciclo de vida de sus impactos ambientales*. Journal of Cleaner Production, 279, 123-134.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone Publishing.
- González, M., & Pérez, J. (2022). *Desafíos de la sostenibilidad empresarial en América Latina*. Editorial Lima.
- Guinée, J. B., Heijungs, R., Huppes, G., de Koning, A., & van Oers, L. (2002). *Life cycle assessment: An operational guide to the ISO standards*. Kluwer Academic Publishers.
- Hauschild, M. Z., Olsen, S. I., & Alting, L. (2018). *Life Cycle Assessment: Theory and Practice*. Springer.
- ISO 14040. (2006). *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. International Organization for Standardization.
- Johnson, D. (2020). *Corporate Social Responsibility: A Practical Guide for Entrepreneurs*. Greenleaf Publishing.

- Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2012), *Novacero se convierte en la primera empresa ecoeficiente en la industria del acero*, <https://www.ambiente.gob.ec/novacero-se-convierte-en-la-primera-empresa-ecoeiciente-en-la-industria-del-acero/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2020). *Informe sobre la sostenibilidad en Ecuador*. Gobierno de Ecuador.
- Naciones Unidas. (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Novacero S.A. (2023). *Memoria de sostenibilidad 2023*. https://www.novacero.com/wp-content/uploads/2024/06/Memoria_Sostenibilidad_NOVACERO_2023.pdf
- Novacero S.A. (2023). Informe corporativo. Recuperado de <https://www.novacero.com>
- Ormazá Andrade, J., Ochoa Crespo, J., Ramírez Valarezo, F., & Quevedo Vázquez, J. (2020). Responsabilidad social empresarial en el Ecuador: Abordaje desde la Agenda 2030.
- Oxfam. (2019). *Informe sobre las políticas para la sostenibilidad empresarial*. Oxfam Internacional. Recuperado de <https://www.oxfam.org/es>
- Pérez, F., & Martínez, L. (2021). *La transición hacia la sostenibilidad empresarial en América Latina*. Universidad Autónoma de México.
- Andrade, J., Crespo, J., Valarezo, F., Vázquez, J., (2020). *Responsabilidad social empresarial en el Ecuador: Abordaje desde la Agenda 2030*. *Revista de Ciencias Sociales*, 6(2), 39-56. <https://www.redalyc.org/journal/280/28063519009/html/>
- Röhr, K., & Shönborn, A. (2008). *Life cycle assessment: Theory and practice*. Springer.
- Schaltegger, S. (2018). *Business Sustainability: Managing the Triple Bottom Line*. Wiley.
- UNDP. (2020). *Informe de Desarrollo Humano*. PNUD. Recuperado de <https://www.undp.org/>
- UNEP. (2020). *Global Environment Outlook: Regional Assessments*. United Nations Environment Programme.
- UNDP. (2023). ¿Qué es la economía circular y por qué es importante?, <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-es-la->

- economia-circular-y-como-ayuda-a-combatir-el-cambio-climatico
- Weidema, B. P., Jørgensen, A., & Schmidt, J. (2019). *The role of life cycle assessment in assessing the environmental impact of electric vehicles*. Environmental Science & Technology, 53(7), 3779-3790.