

**PH PLÁSTICOS HOGAR SAS: Exploración Integral de Tecnologías de Eficiencia
Energética en la Producción de Plástico**

Juan Felipe Jiménez Roncancio

Yohn Hernández Mendoza

John Harold Piragauta Gómez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magíster en Ciencia de Datos

Magíster en Administración de Empresas

Director (a):

MARTÍNEZ SEPULVEDA JOSÉ ALEJANDRO

Modalidad:

Consultoría Profesional

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas

Bogotá, Colombia

30/09/2025

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Ean por brindarnos una formación académica de alto nivel, con un enfoque práctico y alineado a las necesidades del mundo actual. La calidad de sus docentes, el acceso a tecnologías innovadoras y el rigor en cada módulo han sido fundamentales en nuestro crecimiento profesional. Esta experiencia ha fortalecido nuestras habilidades analíticas y nuestra capacidad para transformar datos en valor estratégico, preparándonos para enfrentar los desafíos del futuro con una visión integral y sostenible.

Agradecemos también a TecnoCampus Mataró-Maresme por la invaluable oportunidad de participar en su programa internacional sobre Economía Circular. La inmersión en un ecosistema de innovación tan dinámico y la exposición a modelos de negocio y marcos conceptuales avanzados han enriquecido profundamente la perspectiva de este trabajo, dotándolo de un sustento práctico y una visión global.

Resumen

El presente trabajo de grado, desarrollado bajo la modalidad de consultoría profesional, tiene como objetivo analizar, diseñar y proponer un portafolio integral de estrategias de eficiencia energética y economía circular para la empresa PH Plásticos Hogar S.A.S., una Mipyme manufacturera de Bogotá, Colombia. Enmarcado en el programa ECOS 2.0, el estudio parte de un diagnóstico cuantitativo que revela un consumo energético de 90,672 kWh anuales, representando un 35% de los costos de producción, y una gestión de residuos subóptima, con solo un 40% de reincorporación interna y un 35% destinado a relleno sanitario (PH Plásticos Hogar SAS, 2024a; Ruiz, 2024). La metodología empleada se fundamenta en el *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM), el marco de referencia estándar de la industria para proyectos de análisis de datos. Este modelo estructura el trabajo en seis fases iterativas, permitiendo una conexión rigurosa entre los objetivos de negocio y la solución analítica. En este proyecto, se inicia con la fase de comprensión del negocio, donde se aplican herramientas de análisis estratégico (PESTEL, Cinco Fuerzas de Porter, FODA), para luego avanzar hacia la comprensión y preparación de datos operativos y financieros, el modelado de escenarios de viabilidad y, finalmente, la evaluación de las soluciones propuestas. Este enfoque se enriquece con marcos conceptuales de vanguardia, como el modelo de la Quíntuple Hélice y la servitización, derivados de una pasantía académica en TecnoCampus Mataró (España). La solución propuesta se estructura en tres pilares estratégicos: 1) la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) basado en los principios de la norma ISO 50001 para optimizar el consumo; 2) la instalación de un sistema de autogeneración solar fotovoltaica de 10 kW, cuyo análisis de viabilidad demuestra un retorno de la inversión acelerado por los incentivos fiscales de la Ley 2099 de 2021; y 3) un modelo de economía circular para elevar la tasa de reincorporación de residuos al 65% y valorizar el

excedente a través de redes de simbiosis industrial. El trabajo culmina con una hoja de ruta detallada para la implementación, un tablero de control con indicadores de desempeño (KPIs) para el monitoreo, y recomendaciones que posicionan la sostenibilidad no como un costo, sino como un eje central de la competitividad y resiliencia de la empresa.

Palabras clave: eficiencia energética, economía circular, sostenibilidad, energías renovables, industria plástica, Mipymes.

Abstract

This professional consulting graduate thesis aims to analyze, design, and propose a comprehensive portfolio of energy efficiency and circular economy strategies for PH Plásticos Hogar S.A.S., a manufacturing SME in Bogotá, Colombia. Framed within the ECOS 2.0 program, the study is based on a quantitative diagnosis that reveals an annual energy consumption of 90,672 kWh, accounting for 35% of production costs, and a suboptimal waste management system, with only 40% internal reincorporation and 35% sent to landfill (PH Plásticos Hogar SAS, 2024a; Ruiz, 2024). The methodology is based on the *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM), the industry-standard framework for data analytics projects. This model structures the work into six iterative phases, ensuring a rigorous connection between business objectives and the analytical solution. This project begins with the business understanding phase, applying strategic analysis tools (PESTEL, Porter's Five Forces, SWOT), then moves to data understanding and preparation of operational and financial data, modeling of feasibility scenarios, and finally, the evaluation of the proposed solutions. This approach is enriched

by cutting-edge conceptual frameworks, including the Quintuple Helix model and servitization, derived from an academic internship at TecnoCampus Mataró (Spain). The proposed solution is structured around three strategic pillars: 1) the implementation of an Energy Management System (EnMS) based on ISO 50001 principles to optimize consumption; 2) the installation of a 10 kW photovoltaic solar self-generation system, whose feasibility analysis demonstrates an accelerated return on investment due to tax incentives under Law 2099 of 2021; and 3) a circular economy model to increase the waste reincorporation rate to 65% and valorize the surplus through industrial symbiosis networks. The work concludes with a detailed implementation roadmap, a Key Performance Indicator (KPI) dashboard for monitoring, and recommendations that position sustainability not as a cost, but as a central axis of the company's competitiveness and resilience.

Keywords: energy efficiency, circular economy, sustainability, renewable energy, plastics industry, SMEs.

Contenido

	Pág.
Tabla de contenido	
<i>Abstract</i>	5
Lista de Figuras	8
Lista de Tablas	¡Error! Marcador no definido.
Introducción	¡Error! Marcador no definido.
Objetivos	9
<i>Objetivo general</i>	10
<i>Objetivos específicos</i>	10
Justificación	11
Marco Institucional	16
Marco Contextual y Conceptual	22
Eficiencia Energética en la Industria de Transformación de Plásticos: Un Enfoque Basado en Evidencia	22
La Economía Circular como Modelo de Negocio para PYMES Manufactureras	24
El Rol de la Ciencia de Datos en la Optimización de la Sostenibilidad Industrial	25
Diseño Metodológico del Trabajo de Grado en Modalidad Consultoría	30
1) Comprensión del negocio	30
2) Comprensión de los datos	31

3) Preparación de datos	31
4) Modelado.....	32
5) Evaluación y comunicación	33
6) Reproducibilidad y gobernanza de datos	33
7) Herramientas tecnológicas (opcional).....	34
Diagnóstico Organizacional.....	36
Análisis del Entorno Externo	36
Análisis Interno y de Desempeño (Línea Base).....	40
Análisis Estratégico Consolidado (FODA).....	43
Resultados de la Solución	45
Propuesta Estratégica Integral	49
Eje 1: Optimización Energética y Transición a Fuentes Renovables	49
Eje 2: Fortalecimiento del Modelo de Economía Circular.....	51
Hoja de Ruta para la Implementación	53
Marco de Seguimiento y Medición (KPIs)	55
Conclusiones y Recomendaciones	57
Conclusiones.....	57
Recomendaciones.....	59
Referencias Bibliográficas	61
Anexos.....	66

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Comparación del Consumo Energético Anual	44
Figura 2. Distribución de Residuos en PH Plásticos Hogar S.A.S.	45
Figura 3. Proyección de Reducción del Consumo Energético	55
Figura 4. Proyección del Incremento en la Reincorporación de Residuos Plásticos	55

Lista de tablas

TABLA 1. ALINEACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	14
TABLA 2. POSICIONAMIENTO ESTRATÉGICO DE PH PLÁSTICOS HOGAR S.A.S. EN EL CONTEXTO SECTORIAL	18
TABLA 3. MAPA DE TRAZABILIDAD (OBJETIVO → MÉTODO CRISP-DM → KPI/UNIDAD/FRECUENCIA)	34
TABLA 4. ANÁLISIS DE LAS CINCO FUERZAS DE PORTER PARA LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO EN COLOMBIA	36
TABLA 5. MATRIZ DE ANÁLISIS PESTEL PARA PH PLÁSTICOS HOGAR S.A.S.	38
TABLA 6. MATRIZ FODA DE PH PLÁSTICOS HOGAR S.A.S.	43
TABLA 7. INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPIS) PARA EL MONITOREO ENERGÉTICO Y OPERATIVO EN PH PLÁSTICOS HOGAR S.A.S.	45
TABLA 8. ESTUDIO DE VIABILIDAD FINANCIERA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO (10 KW)	50
TABLA 9. MATRIZ DE RECURSOS Y CAPACIDADES REQUERIDAS	53
TABLA 10. HOJA DE RUTA SUGERIDA PARA LA TRANSICIÓN SOSTENIBLE (2025-2027)	54
TABLA 11. MARCO SUGERIDO DE INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPIS) PARA SOSTENIBILIDAD	56

Objetivos

Los objetivos de este trabajo de grado en modalidad consultoría profesional fueron formulados para establecer un marco estructurado que oriente el análisis, el diagnóstico y la formulación de estrategias que mejoren la eficiencia energética y fortalezcan la economía circular en PH Plásticos Hogar S.A.S. Se derivan de las necesidades identificadas en el diagnóstico organizacional de la empresa y de las oportunidades de mejora detectadas en el marco del programa ECOS 2.0.

Objetivo general

Diseñar una solución analítica basada en la metodología CRISP-DM que, a partir de las fuentes de información disponibles, permita cuantificar el impacto técnico y financiero de las estrategias de eficiencia energética y economía circular en PH Plásticos Hogar S.A.S., establecer y priorizar medidas, así como definir los indicadores clave de desempeño (KPIs) y sus metas. En caso de disponer de datos de mayor granularidad, la solución se complementará con análisis exploratorios, modelado estadístico y técnicas de clustering para optimizar las estimaciones y fortalecer la toma de decisiones.

Objetivos específicos

1. Establecer la línea base y los indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con el consumo y la eficiencia energética, incluyendo variables como kWh/kg, kW, porcentaje de autoconsumo, porcentaje de reincorporación,

porcentaje a vertedero y ahorro anual en COP, mediante análisis determinísticos y de sensibilidad.

2. Evaluar las medidas de eficiencia y de generación fotovoltaica, junto con estrategias de optimización operativa y submedición, determinando el retorno de la inversión (ROI), el ahorro anual en COP, la variación en el consumo energético y la reducción del porcentaje de residuos enviados a vertedero.
3. Diseñar una hoja de ruta de implementación y un marco de seguimiento de indicadores, que incluya fórmulas, metas y un tablero de control, con el fin de monitorear el cumplimiento de objetivos y el avance de hitos en materia de eficiencia y sostenibilidad.
4. Definir una fase propositiva (Fase 2), condicionada a la disponibilidad de datos de mayor granularidad, que incorpore técnicas de análisis exploratorio (EDA), modelado estadístico, clustering y optimización para fortalecer la toma de decisiones en la gestión energética.

Justificación

El presente trabajo de grado, desarrollado bajo la modalidad de consultoría profesional, surge de la necesidad de generar propuestas concretas y cuantificables para mejorar el desempeño energético y ambiental de PH Plásticos Hogar S.A.S., una Mipyme del sector manufacturero en Bogotá. La intervención se fundamenta en un diagnóstico que revela vulnerabilidades operativas críticas: un consumo energético que representa el 35% de los costos de producción y un modelo de gestión de residuos donde el 35% del material es destinado a relleno sanitario, evidenciando una suboptimización de recursos

valiosos (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024a). Este estudio trasciende el análisis de un caso particular para abordar los desafíos estructurales que enfrentan las Mipymes industriales en Colombia, proponiendo un modelo de transición hacia la sostenibilidad que es tanto estratégico como financieramente viable.

El contexto sectorial se sustenta en fuentes oficiales recientes (p. ej., PROURE 2022–2030 y ENEC – Plásticos), incorporando cifras de consumo y metas de circularidad para anclar la relevancia del caso y las expectativas de mejora. Las fuentes se citan en el bloque institucional de la Bibliografía.

El Imperativo Económico y Regulatorio del Sector Plástico Colombiano

La relevancia de esta intervención se fundamenta en la confluencia crítica de presiones regulatorias y oportunidades de mercado que definen el presente y futuro de la industria plástica en Colombia. Este sector no es un actor marginal en la economía nacional; por el contrario, representa una fuerza productiva significativa, con ventas proyectadas por encima de los \$35 billones (El Colombiano, 2024; Envapack, 2024) y un notable dinamismo en el comercio exterior, evidenciado por un crecimiento en las exportaciones de productos plásticos del 15.6% entre enero y septiembre de 2024 (Acoplásticos, 2024; El Colombiano, 2024). La robustez y competitividad de este sector dependen, cada vez más, de su capacidad para adaptarse a un nuevo paradigma de producción sostenible.

En este contexto, la Ley 2232 de 2022 no es solo una normativa, sino un catalizador que está reconfigurando las cadenas de valor, penalizando la inacción y

premiando la innovación en circularidad (Congreso de la República de Colombia, 2022).

Para una empresa como PH Plásticos Hogar S.A.S., la inacción representa un riesgo financiero tangible y creciente. Por un lado, la dependencia de la disposición final para el 35% de sus residuos plásticos se traducirá en costos operativos incrementales, a medida que las políticas de gestión de residuos se endurezcan y la capacidad de los vertederos se vea comprometida (Aseplas, 2024). Por otro lado, la ineficiencia energética, que ya consume más de un tercio de sus costos productivos, se agravará en un contexto de demanda eléctrica nacional en aumento. Proyecciones de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) estiman un crecimiento anual de la demanda de entre el 1.98% y el 4.34% hasta 2038, lo que inevitablemente ejercerá una presión alcista sobre las tarifas (UPME, 2024; Valora Analitik, 2024). Ignorar esta tendencia no es mantener el *statu quo*, sino aceptar un deterioro financiero programado.

La Sostenibilidad como Ventaja Competitiva y Demanda de Mercado

Paralelamente a las presiones de costos y regulación, emerge una poderosa oportunidad de mercado. La creciente demanda de los consumidores por productos con trazabilidad sostenible, como lo demuestra la Encuesta Global de Consumidores 2024 de PwC, ha transformado el desempeño ambiental de un factor de cumplimiento a un diferenciador competitivo clave (PwC, 2024). Este trabajo de grado, por tanto, se justifica como una intervención estratégica que busca dotar a una Mipyme representativa de las herramientas para navegar esta transición, convirtiendo las obligaciones regulatorias y las presiones de costos en una palanca para la innovación y la consolidación de una

ventaja competitiva duradera.

La viabilidad de esta transición no es meramente teórica. Las soluciones propuestas están ancladas en un análisis financiero sólido. La acción central —la instalación de un sistema solar fotovoltaico de 10 kW— no se presenta como un gasto, sino como una inversión de alto rendimiento, cuyo retorno simple se estima en solo 2.18 años (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024b). Esta rentabilidad se ve acelerada por los instrumentos de política pública, como los incentivos fiscales contemplados en la Ley 2099 de 2021, que reducen significativamente la barrera de capital inicial (Congreso de la República de Colombia, 2021). De este modo, el proyecto demuestra cómo la política pública y la tecnología convergen para crear un caso de negocio convincente para la sostenibilidad.

En su conjunto, este trabajo se justifica por la alineación de cuatro vectores estratégicos fundamentales: (1) Eficiencia Operativa, a través de la reducción directa de costos energéticos y de materia prima; (2) Cumplimiento Regulatorio, mitigando los riesgos legales y financieros asociados a la nueva legislación ambiental; (3) Demanda del Mercado, posicionando a la empresa para capturar segmentos de consumidores que valoran la sostenibilidad; y (4) Viabilidad Financiera, mediante intervenciones con retornos de inversión claros y apalancamiento en incentivos fiscales.

Tabla 1. Alineación del Proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

ODS	Meta Relevante	Acción del Proyecto que Contribuye
------------	-----------------------	---

<p>ODS 7: Energía Asequible y no Contaminante</p>	<p>7.2: Aumentar la proporción de energía renovable. 7.3: Duplicar la tasa de mejora de la eficiencia energética.</p>	<p>- Propuesta de instalación de un sistema solar fotovoltaico para autoconsumo (Naciones Unidas, s.f.-a). - Implementación de un Sistema de Gestión de Energía para optimizar el consumo.</p>
<p>ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura</p>	<p>9.4: Modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles.</p>	<p>- Adopción de tecnología de energía limpia (solar FV). - Diseño de un modelo de economía circular que optimiza el uso de recursos.</p>
<p>ODS 12: Producción y Consumo Responsables</p>	<p>12.2: Lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos. 12.5: Reducir la generación de desechos.</p>	<p>- El núcleo del proyecto se centra en la eficiencia de recursos. - El plan para aumentar la reincorporación de residuos y explorar la simbiosis industrial aborda la reducción de desechos</p>

		(Naciones Unidas, 2024).
--	--	--------------------------

Nota. Elaboración propia a partir de Naciones Unidas (s.f.-a; 2024).

Marco Institucional

Para fundamentar la intervención propuesta, es necesario realizar un análisis exhaustivo que posicione a PH Plásticos Hogar S.A.S. no como una entidad aislada, sino como un actor inmerso en un ecosistema sectorial y energético dinámico y complejo. Este marco institucional va más allá de una descripción general de la empresa para contextualizar sus desafíos y oportunidades dentro de las macrotendencias que definen la industria plástica y el panorama energético en Colombia.

El Sector Plástico en Colombia: Un Panorama de Crecimiento y Transformación

La industria del plástico en Colombia es un pilar fundamental del tejido productivo nacional. Genera aproximadamente 250,000 empleos directos y moviliza a cerca de 80,000 recicladores de oficio, demostrando un impacto social y económico de gran escala (Acoplásticos, s.f.; LatinPyme, 2024). El sector se encuentra en una fase de modernización e inversión intensiva, con importaciones de maquinaria, moldes y equipos que han superado los 100 millones de dólares en años recientes, reflejando un

compromiso con la actualización tecnológica y la ampliación de capacidades (El Colombiano, 2024; Envapack, 2024).

Un componente central de esta transformación es el giro hacia la economía circular. En los últimos cuatro años, se han invertido más de 150 millones de dólares para fortalecer la infraestructura de reciclaje, aumentando la capacidad instalada a cerca de 400,000 toneladas anuales (El Colombiano, 2024; LatinPyme, 2024). Este esfuerzo no solo responde a las presiones regulatorias, sino también a una estrategia sectorial para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad. A pesar de un entorno macroeconómico desafiante, que ha visto una contracción general en la producción manufacturera del -1.6% en el último año (febrero 2024 – enero 2025), la industria plástica ha demostrado una notable resiliencia, siendo uno de los pocos subsectores que registra crecimiento, impulsado en gran medida por el dinamismo de las exportaciones (DANE, 2025; Envapack, 2024). Este contexto de inversión y resiliencia crea un entorno competitivo donde las empresas que no adoptan tecnologías eficientes y modelos circulares corren el riesgo de quedar tecnológicamente rezagadas y perder cuota de mercado.

El Contexto Energético Nacional y su Impacto en la Competitividad Manufacturera

El entorno operativo de PH Plásticos Hogar S.A.S. se enmarca en un contexto de creciente presión sobre el sistema eléctrico nacional. Según proyecciones de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), la demanda de energía en Colombia crecerá anualmente entre el 1.98% y el 4.34% hasta 2038 (UPME, 2024; Valora Analitik, 2024).

Esta tendencia, impulsada por el crecimiento económico y la electrificación de otros sectores, anticipa un escenario de aumento de costos y volatilidad en el suministro para el sector manufacturero, que es un consumidor intensivo de energía. Datos recientes del primer trimestre de 2024 muestran que, si bien la demanda del mercado no regulado (industria y comercio) se ha mantenido relativamente estable, el sector de "Industrias manufactureras" en particular experimentó una contracción en su consumo del -2.88%, lo que sugiere que las empresas ya están sintiendo la presión de los costos y optimizando su demanda (UPME, 2024).

PH Plásticos Hogar S.A.S. enfrenta esta presión desde una posición de vulnerabilidad. Su consumo anual de 90,672 kWh, aunque alineado con el promedio de 90,000 kWh para Mipymes del sector, representa una brecha significativa de eficiencia en comparación con las mejores prácticas (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024a; Ruiz, 2024). La siguiente tabla posiciona a la empresa en relación con las tendencias sectoriales y las presiones del entorno, evidenciando la urgencia de la intervención propuesta.

Tabla 2. Posicionamiento Estratégico de PH Plásticos Hogar S.A.S. en el Contexto Sectorial

Indicador Estratégico	Desempeño de PH Plásticos Hogar S.A.S. (Línea Base)	Benchmark / Tendencia del Sector Colombiano	Presión del Entorno Externo
------------------------------	--	--	------------------------------------

<p>Consumo Energético Anual</p>	<p>90,672 kWh (representa 35% de costos de producción) (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024a)</p>	<p>Promedio Mipymes: ~90,000 kWh/año (Ruiz, 2024). Sector en búsqueda de eficiencias ante alza de costos.</p>	<p>Crecimiento proyectado de la demanda nacional (hasta 4.34% anual), presionando al alza las tarifas eléctricas (UPME, 2024).</p>
<p>Tasa de Reincorporación de Residuos</p>	<p>40% de reincorporación interna; 35% a relleno sanitario (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024a).</p>	<p>Creciente inversión sectorial en capacidad de reciclaje (400,000 ton/año) y enfoque en ecodiseño (El Colombiano, 2024).</p>	<p>Ley 2232 de 2022 que penaliza los plásticos de un solo uso y fomenta la circularidad. Aumento de costos de disposición final (Congreso de la República de Colombia, 2022).</p>

<p>Nivel de Monitoreo Energético</p>	<p>Ausencia de sistema de monitoreo en tiempo real o submedición por máquina (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024a).</p>	<p>Adopción creciente de tecnologías de Industria 4.0 para optimización de procesos y mantenimiento predictivo (Corzo et al., 2022).</p>	<p>La gestión proactiva de la energía es clave para la competitividad en un mercado de costos volátiles.</p>
<p>Dependencia de Materia Prima Virgen</p>	<p>Alta, dada la baja tasa de reincorporación y la ausencia de alianzas de simbiosis industrial.</p>	<p>Transición hacia el uso de material reciclado, con empresas invirtiendo en plantas de reciclaje PET grado alimenticio (LatinPyme, 2024).</p>	<p>Volatilidad en los precios de las resinas vírgenes, dependientes de los mercados internacionales de hidrocarburos (Aseplas, 2024).</p>

Nota. Elaboración propia (2025) con base en diversas fuentes: PH Plásticos Hogar S.A.S. (2024a), Ruiz (2024), UPME (2024), entre otras.

El análisis de esta tabla revela que, si bien el desempeño de la empresa puede parecer promedio en algunos indicadores, este "promedio" es una posición de alto riesgo en un entorno que cambia rápidamente. La falta de monitoreo energético la deja ciega ante las oportunidades de optimización, mientras que su tasa de reincorporación de residuos está por debajo del potencial que la industria está construyendo activamente, exponiéndola a mayores costos y riesgos regulatorios.

PH Plásticos Hogar S.A.S.: Perfil y Alineación Estratégica

PH Plásticos Hogar S.A.S. es una empresa manufacturera fundada en 2011, ubicada en Bogotá y dedicada a la fabricación y comercialización de artículos plásticos para el hogar y la industria juguetera. A pesar de su crecimiento y presencia en el mercado, la organización enfrenta los retos de eficiencia y sostenibilidad detallados anteriormente (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024a).

- **Misión:** Fabricar productos plásticos innovadores y sostenibles que satisfagan las necesidades de los consumidores, promoviendo la eficiencia energética y la economía circular en sus procesos (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024a).
- **Visión:** Ser referente en la industria del plástico en Colombia por su compromiso con la sostenibilidad, la eficiencia en el uso de recursos y la adopción de tecnologías limpias que minimicen el impacto ambiental (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024a).

La estructura organizacional sencilla y ágil, con una alta dirección compuesta por dos cargos, cuatro empleados directos y once indirectos, lo que facilita la toma de decisiones (PH Plásticos Hogar S.A.S., 2024a). Sin embargo, la visión de "ser referente... en sostenibilidad" es, en su estado actual, una aspiración no materializada por la brecha entre sus prácticas operativas y las mejores prácticas del sector. Este proyecto de consultoría se presenta, como el puente estratégico diseñado para cerrar esa brecha, alineando la realidad operativa de la empresa con su visión declarada y preparándola para competir exitosamente en el nuevo panorama industrial.

Marco Contextual y Conceptual

Este marco establece los fundamentos teóricos y empíricos que sustentan la propuesta de consultoría, integrando la literatura académica sobre eficiencia energética y economía circular con los principios de la ciencia de datos como disciplina habilitadora. El objetivo es construir un argumento sólido que no solo justifique las soluciones propuestas, sino que también las ancle en las mejores prácticas y en la evidencia científica, respondiendo a la necesidad de una argumentación teórica más robusta (Suarez, 2024).

Eficiencia Energética en la Industria de Transformación de Plásticos: Un Enfoque Basado en Evidencia

La eficiencia energética se define como la optimización en el uso de la energía para obtener un nivel de producción o servicio, manteniendo o mejorando su calidad y reduciendo el impacto ambiental asociado (Salazar & Mosquera, 2020). En la industria del plástico, caracterizada por procesos de alto consumo como la inyección y la extrusión, la gestión energética es un pilar fundamental de la competitividad (Caicedo Cuchimba & Tobar Escobar, 2016). La literatura académica subraya que una gran parte de las instalaciones industriales no operan a una tasa de eficiencia óptima o, de manera más fundamental, desconocen sus patrones de consumo reales, lo que genera oportunidades significativas de mejora (Fenerich et al., 2023).

Las fuentes principales de consumo en esta industria son los motores de las bombas hidráulicas, los sistemas de calentamiento de los husillos y los equipos auxiliares como los sistemas de enfriamiento (Serna, 2019). Investigaciones técnicas han identificado estrategias de alto impacto para mitigar este consumo. Por ejemplo, el aislamiento térmico de los cañones de inyección puede generar ahorros energéticos de entre el 20% y el 40%, mientras que la instalación de variadores de velocidad (VSD) en los motores de las bombas puede lograr ahorros de hasta el 25% al ajustar el consumo de energía a la demanda real del ciclo de producción (Serna, 2019).

Un indicador clave de desempeño (KPI) universalmente aceptado en el sector es el consumo específico de energía, medido en kilovatios-hora por kilogramo de material procesado (kWh/kg) (Salazar & Mosquera, 2020). El monitoreo sistemático de este KPI es el primer paso indispensable hacia una gestión energética eficaz, ya que permite establecer una línea base, identificar desviaciones y cuantificar el impacto de las medidas de mejora implementadas (Salazar & Mosquera, 2020). Sin embargo, uno de los

principales obstáculos para la implementación de estas mejoras no es tecnológico, sino cultural. La literatura identifica la cultura organizacional como una barrera significativa, donde los requisitos de eficiencia a menudo se perciben como un costo o una complicación en lugar de una oportunidad estratégica para la optimización de recursos y la mejora de la rentabilidad (Fenerich et al., 2023).

La Economía Circular como Modelo de Negocio para PYMES Manufactureras

La economía circular (EC) propone un cambio de paradigma frente al modelo lineal tradicional de "tomar, hacer, desechar". Se fundamenta en tres principios clave: diseñar para eliminar los residuos y la contaminación, mantener los productos y materiales en uso por el mayor tiempo posible, y regenerar los sistemas naturales (Fundación Ellen MacArthur, 2020). Para las Mipymes manufactureras, la adopción de modelos de negocio circulares representa tanto un desafío como una oportunidad estratégica significativa (Mishra et al., 2021).

Una revisión sistemática de la literatura sobre la implementación de la EC en empresas manufactureras revela que el campo ha avanzado desde trabajos puramente conceptuales hacia estudios empíricos y herramientas de implementación (Geissdoerfer et al., 2021). Las estrategias de EC se pueden agrupar en tres categorías principales: "cerrar los ciclos" (a través del reciclaje), "ralentizar los ciclos" (mediante la reutilización, reparación y remanufactura para extender la vida útil de los productos) y "estrechar los ciclos" (mejorando la eficiencia en el uso de recursos por producto) (Geissdoerfer et al.,

2021).

Sin embargo, las Mipymes enfrentan barreras específicas para la adopción de la EC. Estudios empíricos identifican obstáculos como la falta de apoyo financiero, sistemas de gestión de la información inadecuados para rastrear flujos de materiales, falta de recursos técnicos y tecnológicos, y un limitado interés de los consumidores en productos sostenibles, lo que reduce el incentivo de mercado (Rizos et al., 2016; Mishra et al., 2021). Superar estas barreras requiere un enfoque holístico que no solo se centre en la dimensión ambiental, sino que también demuestre un caso de negocio claro en términos económicos y sociales (Geissdoerfer et al., 2021; Mishra et al., 2021). La literatura advierte contra enfoques estrechos de sostenibilidad, que corren el riesgo de implementar soluciones que, aunque se enmarquen como circulares, no logren generar beneficios integrales (Geissdoerfer et al., 2021).

El Rol de la Ciencia de Datos en la Optimización de la Sostenibilidad Industrial

La transición hacia modelos de negocio más sostenibles y eficientes en la industria manufacturera está intrínsecamente ligada a la capacidad de las empresas para capturar, procesar y analizar datos. La Ciencia de Datos y el Análisis de Big Data (BDA) emergen como disciplinas habilitadoras clave para transformar la gestión energética y de recursos, pasando de un enfoque reactivo a uno proactivo y predictivo (Kumar & Singh, 2024). Este enfoque responde directamente a la necesidad de integrar el campo disciplinar de la maestría en el presente trabajo (Rodríguez, 2024).

La literatura académica y los casos de estudio industriales demuestran el potencial transformador de estas tecnologías. Las aplicaciones principales se centran en tres áreas:

1. **Monitoreo y Diagnóstico en Tiempo Real:** La implementación de sensores (IoT) y sistemas de submedición permite recolectar datos granulares sobre el consumo de energía de máquinas individuales, líneas de producción o turnos. El análisis de estos datos permite identificar patrones de consumo, detectar anomalías y diagnosticar ineficiencias que serían invisibles en los datos agregados de una factura eléctrica (Kumar & Singh, 2024; DataForest, 2024). Un caso de estudio en una planta manufacturera reveló que el 40% del consumo energético ocurría durante períodos de baja actividad, lo que llevó a la implementación de sistemas de apagado automático que generaron una reducción del 27% en los costos anuales de energía (DataForest, 2024).
2. **Mantenimiento Predictivo:** Los algoritmos de Machine Learning (ML) pueden analizar datos históricos de operación y sensores (vibración, temperatura) para predecir fallas en los equipos antes de que ocurran. Esta capacidad es crucial para la eficiencia energética, ya que los equipos que funcionan de manera subóptima o cerca de una falla a menudo consumen significativamente más energía. La implementación de mantenimiento predictivo en un entorno industrial ha demostrado reducir el tiempo de inactividad no planificado en un 85% y mejorar la eficiencia energética general en un 5% (DataForest, 2024).
3. **Optimización de Procesos:** Los modelos de datos pueden analizar la relación entre las variables del proceso (p. ej., temperatura, presión, velocidad) y el consumo de energía para identificar los parámetros operativos óptimos que minimizan el uso

de energía sin comprometer la calidad del producto. En la industria petroquímica, por ejemplo, los ajustes de procesos impulsados por el análisis de datos han llevado a mejoras de hasta un 10% en la eficiencia energética (Kumar & Singh, 2024).

La integración de la ciencia de datos no solo permite optimizar las operaciones existentes, sino que también habilita modelos de negocio más avanzados, como los propuestos por la economía circular. Un sistema robusto de gestión de datos es un prerrequisito para rastrear la circularidad de los materiales, validar la calidad de los insumos reciclados y optimizar la logística inversa, superando así la barrera de los "sistemas de información inadecuados" que a menudo enfrentan las Mipymes (Mishra et al., 2021).

Modelo de Ecosistema de Innovación y Aprendizaje Práctico: La Experiencia en TecnoCampus Mataró

En el marco de este trabajo de grado, se considera fundamental complementar la revisión teórica con el análisis de modelos prácticos y aplicados que validen la viabilidad de la transición circular en las pymes. Por ello, este marco conceptual se enriquece con los aprendizajes obtenidos durante la salida académica internacional a TecnoCampus Mataró-Maresme (Cataluña, España), donde se participó en el programa intensivo sobre economía circular (Programa Internacional en Economía Circular, 2024). Esta experiencia de primera mano permitió comprender no sólo los conceptos teóricos, sino también observar un ecosistema de innovación en pleno funcionamiento.

TecnoCampus Mataró se presenta como un modelo de quintuple hélice, una evolución del modelo de triple hélice (universidad-empresa-gobierno) que integra a la sociedad civil

y, fundamentalmente, al medio ambiente como un eje central para la innovación (Bernales, 2024). Este enfoque sitúa la sostenibilidad y la economía circular no como un resultado deseable, sino como el punto de partida para el desarrollo económico y social. Su Cátedra de Economía Circular y Sostenibilidad tiene como misión la investigación, formación y transferencia tecnológica, con un enfoque específico en acompañar a las pymes y startups en su transición hacia modelos de negocio circulares.

Durante la formación, se profundizó en las estrategias clave que TecnoCampus promueve a través de programas como StartCircular. Estos aprendizajes son directamente aplicables al caso de PH Plásticos Hogar y, por tanto, forman parte integral del marco de análisis (Buil, 2024; Ferrer, 2024):

- **Ecodiseño de productos:** Analizar el ciclo de vida de un producto para diseñarlo pensando en su durabilidad, reparabilidad y reciclabilidad, eliminando los residuos desde la concepción (Buil, 2024).
- **Estrategia de residuo-recurso:** Transformar los residuos en recursos valiosos, integrando esta lógica en el modelo de negocio para crear nuevos flujos de ingresos y reducir costos (Ferrer, 2024).
- **Simbiosis industrial:** Analizar modelos donde los subproductos o residuos de una empresa se convierten en la materia prima de otra, creando un ciclo cerrado a nivel industrial que es especialmente relevante para las pymes en un mismo territorio (Bernales, 2024).
- **Servitización:** Explorar el modelo de "producto como servicio", donde la empresa mantiene la propiedad del producto y gestiona su ciclo de vida completo, incentivando la durabilidad y la recuperación de materiales (Buil, 2024). Este modelo, al pasar de la venta de un producto a la oferta de una solución, fortalece

la relación con el cliente y crea flujos de ingresos recurrentes, mitigando el alto poder de negociación de los clientes identificado en el análisis de la industria.

La relevancia de esta experiencia se materializa en los casos de éxito estudiados, muchos de ellos impulsados por el congreso RECUWASTE y el Premio Alfonso Maíllo, que se celebran en el mismo TecnoCampus (Recuwaste, 2023). Proyectos como CIRCUTEX, un contenedor para ropa fabricado con un 70% de poliéster reciclado de los propios residuos textiles, o PACKTUM, un sistema para reparar y reutilizar packaging obsoleto, son ejemplos tangibles de cómo las pymes pueden innovar aplicando estos principios (Recuwaste, 2023; Solidança, s.f.).

Este enfoque de ecosistema es particularmente pertinente para PH Plásticos Hogar, cuya principal barrera identificada es la "Falta de liquidez" para invertir en tecnologías sostenibles (PH Plásticos Hogar SAS, 2024a). El modelo de quintuple hélice demuestra que la innovación no depende únicamente del capital interno. Al contrario, fomenta la colaboración estratégica con universidades para la investigación y desarrollo, con el gobierno para acceder a incentivos fiscales (como los de la Ley 2099 de 2021), y con otras empresas del sector para crear sinergias, ofreciendo una vía para superar las barreras financieras a través de la cooperación (Congreso de la República de Colombia, 2021).

Por lo tanto, la experiencia en TecnoCampus no se presenta como un caso de estudio aislado, sino como un marco de referencia validado que dota de un sustento práctico y aplicado a las recomendaciones teóricas. Los conocimientos adquiridos permiten conectar directamente los desafíos de PH Plásticos Hogar S.A.S. —como su baja tasa de reincorporación de residuos— con soluciones probadas y fomentadas en un

ecosistema de innovación líder en Europa, enriqueciendo así la calidad y aplicabilidad de las estrategias propuestas en este trabajo.

Diseño Metodológico del Trabajo de Grado en Modalidad Consultoría

Marco general. Este trabajo se estructura con base en CRISP-DM: (1) comprensión del negocio, (2) comprensión de los datos, (3) preparación, (4) modelado, (5) evaluación y (6) despliegue/comunicación. En coherencia con la modalidad consultoría, se entregan recomendaciones y hoja de ruta; no se implementan cambios en planta.

La relación objetivo → Etapas CRISP-DM → KPI/Unidad/Frecuencia se resume en el Mapa de trazabilidad incluido en esta sección, que sirve de puente entre los objetivos del proyecto y los procedimientos analíticos reportados en Resultados.

1) Comprensión del negocio

- Propósito del diagnóstico. Identificar oportunidades de eficiencia energética y economía circular en PH Plásticos Hogar S.A.S.
- Contexto estratégico. Se consideraron herramientas de diagnóstico de negocio (p. ej., PESTEL, Cinco Fuerzas de Porter y FODA para comprender presiones externas, estructura competitiva y capacidades internas.
- KPIs de seguimiento. kWh/kg, demanda máxima (kW), % de autoconsumo, % de reincorporación, % de residuos a vertedero, ahorro anual (COP) y ROI de medidas priorizadas.

- Alcance. Consultoría con resultados cuantitativos basados en evidencia disponible; se prioriza la trazabilidad problema → datos → método → recomendación.

2) Comprensión de los datos

- Fuentes disponibles. Información limitada a la consignada en el documento base (ECOS 2.0, fichas y cifras de línea).
- Estructura y granularidad. Variables energéticas agregadas (kWh, kW), producción en niveles de reporte global/por períodos, y residuos con estimaciones de reincorporación.
- Limitaciones. Ausencia de submedición intervalar por máquina/turno, desglose de producción por referencia/lote y registro causal de scrap.
- Implicación. El análisis cuantitativo que se presenta es determinístico con sensibilidades; el componente predictivo/segmentación se deja propuesto para una fase posterior condicionada a datos.

Con las fuentes actuales solo se realizan análisis determinísticos con sensibilidades ($\pm 10-20\%$) sobre supuestos clave (tarifas, irradiancia FV, cumplimiento operativo). La analítica avanzada (EDA completa, modelos, clustering, optimización) queda condicionada a datos de mayor granularidad.

3) Preparación de datos

- Limpieza y consistencia. Validación de rangos, unidades y coherencia temporal; tratamiento de faltantes en variables agregadas.

- Indicadores derivados. kWh/kg (intensidad energética), ratios de reincorporación y vertido, y normalización simple para comparabilidad temporal.
- Trazabilidad. Registro de supuestos (tarifa, perfiles operativos, potencia FV propuesta) y cortes de información para reproducibilidad.

Se documenta una tabla de supuestos y se aplican sensibilidades ($\pm 10\text{--}20\%$) para cuantificar incertidumbre de resultados por medida (FV ~ 10 kW, housekeeping, submedición).

4) Modelado

Capa A — Proactiva (con los datos actuales)

- Enfoque. Escenarios determinísticos para estimar impacto técnico-económico-ambiental de medidas (p. ej., FV ~ 10 kW, housekeeping, submedición).
- Cálculos. Ahorros energéticos y económicos, ROI simple por medida, y comparación de escenarios vs. línea base.
- Métricas. Reporte de kWh/kg, % autoconsumo, % reincorporación, % a vertedero, COP/año, ROI (años).

Capa B — Propositiva (condicionada a datos)

- Activación. Requiere submedición intervalar, producción por máquina/turno, scrap por lote, y variables de calendario/clima.
- Técnicas propuestas. EDA completa; modelado predictivo (Regresión OLS/Ridge/Lasso, árboles/Random Forest/XGBoost), clustering

(**k-means/**DBSCAN/GMM), y optimización lineal para asignación bajo restricción de demanda.

- Validación. MAE/RMSE/MAPE, R^2 ajustado, silhouette y backtesting temporal; comunicación de bandas de incertidumbre en tablero.

5) Evaluación y comunicación

- Comparación de escenarios. Se priorizan medidas por impacto/ROI, documentando supuestos y rango de resultados (sensibilidades).
- Hoja de ruta. Plan estratégico-operativo con responsables, horizonte y pre-requisitos de datos para fase B.
- Tablero. Visualización de KPIs (kWh/kg, kW, % autoconsumo, % reincorporación, % vertedero, COP/año) y metas del documento (p. ej., 50% y 58% de reincorporación en Años 1 y 2).

6) Reproducibilidad y gobernanza de datos

- Diccionario de datos. Variable, unidad, frecuencia y nivel (agregado vs. máquina/turno).
- Versionado. Control de versiones de supuestos, escenarios y resultados con fecha y responsable.
- Checklist para fase B. Submedición por máquina/área/turno; producción por lote/referencia; scrap por causalidad; calendario/clima; bitácora de eventos.
- Criterios de calidad y gobernanza. Completitud, consistencia, latencia de integración; roles de acceso con mínimo privilegio.

7) Herramientas tecnológicas (opcional)

Capa A (determinístico, sin datos sensibles): Amazon S3 (almacenamiento de insumos agregados), AWS Glue/DataBrew (limpieza y conformación), Amazon Athena (SQL serverless), Amazon QuickSight (tablero de KPIs).

Capa B (si se habilitan datos de detalle): Amazon SageMaker para EDA/modelado/evaluación y seguimiento de experimentos, con IAM mínimo privilegio, VPC endpoints y anonimización/agrupación cuando aplique.

Tabla 3. Mapa de trazabilidad (Objetivo → Método CRISP-DM → KPI/Unidad/Frecuencia)

Objetivo	Método / etapas CRISP-DM y técnicas	KPI (Unidad)	Frecuencia
Obj. 1. Establecer línea base y KPIs de eficiencia y circularidad	Comprensión del negocio y de los datos → EDA → limpieza/estandarización → cálculo de indicadores	kWh/kg, kW (pico), % autoconsumo, % reincorporación, % a vertedero, COP/año (ahorro)	Mensual (kWh/kg, % autoconsumo, ahorro); Trimestral (circularidad)
Obj. 2. Evaluar medidas (housekeeping,	Modelado energético (regresión/árboles gradiente) → escenarios	Δ kWh/kg (%), Δ % autoconsumo (pp), Payback (años),	Trimestral (impacto); Anual (ROI)

submedición, FV ~10 kW) y su ROI	determinísticos y sensibilidad → análisis de carga → dimensionamiento FV preliminar	ROI (%), CAPEX/OPEX	
Obj. 3. Priorizar e implementar hoja de ruta	Matriz multicriterio (impacto, costo, tiempo, facilidad) → restricciones operativas → gobierno de datos/KPIs	Índice de priorización (0–1), % avance del plan, cumplimiento de meta (%)	Mensual (tablero)
Obj. 4. Asegurar la trazabilidad técnico- metodológica y la calidad de la evidencia	Marco conceptual de ciencia de datos aplicado → normalización bibliográfica APA 7 → ≥3 Scopus/WOS (≈30 académicas) → matriz de respuesta a jurados	# fuentes académicas (≈30), # indexadas (≥3), cumplimiento APA 7 (sí/no)	Hito de cierre (entregable final)

Diagnóstico Organizacional

Este diagnóstico organizacional complementa la Metodología (CRISP-DM) como insumo de *Comprensión del Negocio*. Su propósito es conectar procesos, roles, prácticas y brechas de PH Plásticos Hogar S.A.S. con los objetivos y KPIs del estudio (kWh/kg, kW, % de reincorporación, % de autoconsumo, vertido y ahorro COP/año). Los hallazgos aquí identifican requisitos de datos y gobernanza (p. ej., submedición por máquina/turno, producción por lote/referencia, scrap con causalidad) que habilitan la Fase 2 propositiva (EDA/modelado/clustering) cuando la empresa disponga de dicha información. Este análisis permitirá identificar oportunidades de mejora y proponer estrategias sostenibles alineadas con los principios del programa ECOS 2.0 (PH Plásticos Hogar SAS, 2024b).

Análisis del Entorno Externo

El entorno en el que opera PH Plásticos Hogar S.A.S. está marcado por una creciente presión regulatoria y una mayor conciencia del consumidor hacia la sostenibilidad. El análisis PESTEL y de las Cinco Fuerzas de Porter revela un panorama de oportunidades y amenazas que definen el contexto estratégico de la empresa.

Tabla 4. Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter para la Industria del Plástico en Colombia

Fuerza	Nivel de Intensidad	Descripción y Justificación
Poder de negociación de los proveedores	Moderado	La empresa depende de proveedores de materias

		<p>primas plásticas, tanto vírgenes como recicladas. Aunque existen múltiples proveedores, la volatilidad en los precios de las resinas y la creciente demanda por material reciclado de alta calidad pueden limitar el poder de negociación de una pyme.</p>
<p>Poder de negociación de los clientes</p>	<p>Alto</p>	<p>El mercado de productos plásticos para el hogar y juguetes es competitivo, con múltiples oferentes. Los clientes, tanto distribuidores como consumidores finales, tienen un alto poder para exigir precios competitivos y, cada vez más, productos con atributos de sostenibilidad. La diferenciación es clave para mitigar esta presión.</p>
<p>Amenaza de nuevos entrantes</p>	<p>Moderada</p>	<p>Aunque las barreras de entrada en términos de capital para maquinaria básica no son prohibitivas, consolidar canales de distribución y construir una marca reconocida requiere tiempo e inversión. La lealtad del cliente y las economías de escala de los actores establecidos representan una barrera moderada.</p>

<p>Amenaza de productos sustitutos</p>	<p>Alta</p>	<p>La amenaza de sustitutos es significativa, impulsada por la tendencia hacia materiales más ecológicos como bioplásticos, madera, vidrio o metal. La regulación, como la Ley 2232 de 2022, acelera esta transición, obligando a la industria plástica a innovar para no perder relevancia.</p>
<p>Rivalidad entre competidores</p>	<p>Alta</p>	<p>El sector presenta una alta rivalidad con numerosos competidores que compiten principalmente en precio. La diferenciación a través de la calidad, el diseño y, crecientemente, la sostenibilidad, se convierte en una estrategia fundamental para destacar en un mercado saturado.</p>

Tabla 5. Matriz de Análisis PESTEL para PH Plásticos Hogar S.A.S.

Factor	Descripción	Impacto en PH Plásticos Hogar S.A.S.
<p>Político</p>	<p>Regulaciones ambientales como la Ley</p>	<p>Amenaza/Oportunidad: Presión para adaptarse a</p>

	<p>2232 de 2022 sobre plásticos de un solo uso. Incentivos gubernamentales para energías renovables y economía circular (ej. Ley 2099 de 2021, programa ECOS 2.0).</p>	<p>nuevas normativas, pero también oportunidad para acceder a beneficios fiscales y apoyo técnico para la transición.</p>
<p>Económico</p>	<p>Volatilidad en los precios de las materias primas (resinas vírgenes) y costos energéticos crecientes. Creciente mercado para productos sostenibles y reciclados.</p>	<p>Amenaza/Oportunidad: Aumento de costos operativos, pero también una oportunidad para reducir la dependencia de insumos vírgenes y capturar un segmento de mercado en crecimiento.</p>
<p>Social</p>	<p>Mayor conciencia ambiental de los consumidores, que demandan productos con menor impacto ecológico y mayor transparencia en la cadena de producción.</p>	<p>Oportunidad: Ventaja competitiva al adoptar y comunicar prácticas sostenibles, fortaleciendo la lealtad de marca y atrayendo a nuevos consumidores.</p>
<p>Tecnológico</p>	<p>Disponibilidad de tecnologías más eficientes para la transformación de plásticos, sistemas de monitoreo energético y soluciones de energía solar fotovoltaica a costos decrecientes.</p>	<p>Oportunidad: Posibilidad de modernizar la infraestructura para reducir costos energéticos, optimizar la gestión de residuos y mejorar la calidad del producto final.</p>
<p>Ecológico</p>	<p>Presión para reducir la huella de carbono y el impacto ambiental de los procesos productivos.</p>	<p>Amenaza/Oportunidad: Necesidad de gestionar activamente el impacto ambiental para evitar</p>

	Riesgos asociados al cambio climático que pueden afectar la cadena de suministro.	sanciones y riesgos reputacionales. Oportunidad de liderar en sostenibilidad en su nicho de mercado.
Legal	Normativas sobre gestión de residuos, responsabilidad extendida del productor (REP) y seguridad y salud en el trabajo.	Amenaza: Cumplir con un marco legal cada vez más estricto requiere inversión y sistemas de gestión robustos. El incumplimiento puede acarrear sanciones significativas.

Análisis Interno y de Desempeño (Línea Base)

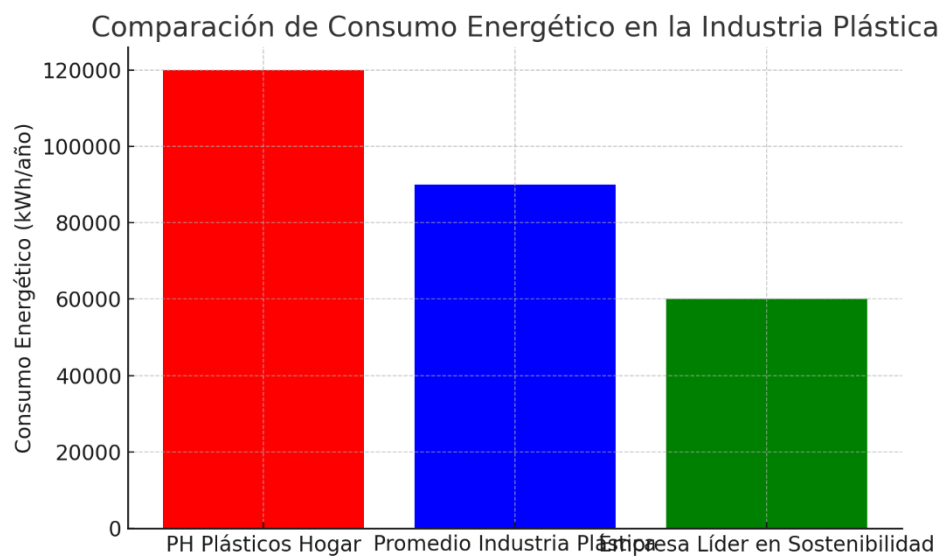
El análisis de la información interna de la empresa, proporcionada a través del programa ECOS 2.0, permite establecer una línea base cuantitativa sobre su desempeño actual en áreas críticas para la sostenibilidad (PH Plásticos Hogar SAS, 2024a; Ruiz, 2024).

Consumo Energético

El consumo mensual de la empresa es de 7,556 kWh, lo que se traduce en un consumo anual de aproximadamente 90,672 kWh (PH Plásticos Hogar SAS, 2024a). Esta cifra se encuentra en línea con el promedio de 90,000 kWh para las pymes del sector manufacturero plástico en Colombia, lo que indica que, si bien no hay una

sobredemanda excesiva, existen oportunidades de optimización para mejorar la competitividad (Ruiz, 2024). Las principales áreas de consumo son los procesos de inyección y la climatización. Se identificó una carencia crítica de un sistema de monitoreo en tiempo real, lo que impide una gestión proactiva de la energía (PH Plásticos Hogar SAS, 2024a).

Figura 1. Comparación del Consumo Energético Anual



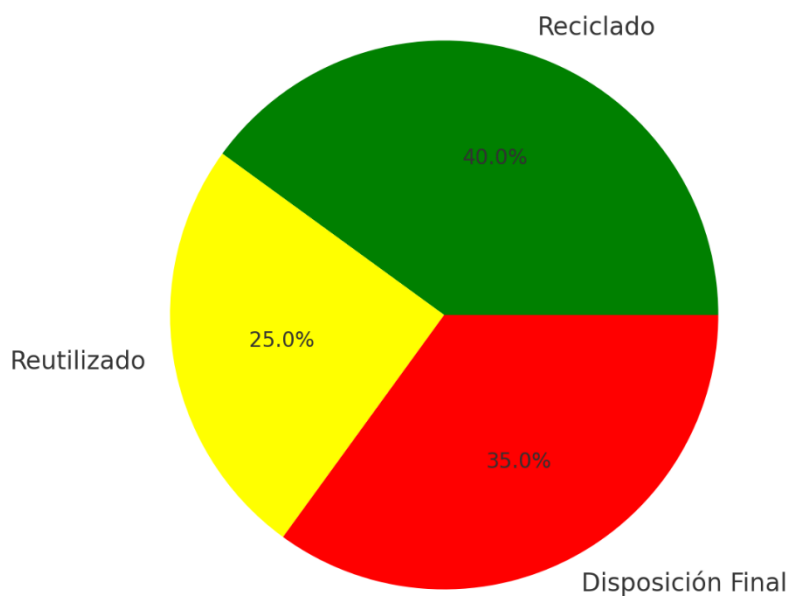
Nota. Datos extraídos del Diagnóstico Organizacional (PH Plásticos Hogar SAS, 2024a) y el Informe Ejecutivo (Ruiz, 2024). La gráfica muestra que el consumo de la empresa es comparable al promedio del sector, destacando el potencial de mejora competitiva a través de la optimización.

Gestión de Residuos

Aunque el diagnóstico inicial indica una baja tasa de aprovechamiento formal, la operación de la empresa incluye la reincorporación de material reciclado (PH Plásticos Hogar SAS, 2024a). Se estima que solo el 40% de los residuos plásticos de producción son reciclados internamente. Un 35% se destina a vertederos, representando un costo operativo y una pérdida de material valioso (Ruiz, 2024). La infraestructura, con equipos de más de 10 años de antigüedad, contribuye a estas ineficiencias (Ruiz, 2024).

Figura 2. Distribución de Residuos en PH Plásticos Hogar S.A.S.

Distribución de Residuos en PH Plásticos Hogar S.A.S



Nota. Datos extraídos del Diagnóstico Organizacional (PH Plásticos Hogar SAS, 2024a). Se evidencia que solo el 40% de los residuos son reciclados, mientras que un 35% aún se dispone en vertederos. Esto resalta la necesidad de fortalecer estrategias de economía circular en la empresa.

Análisis Estratégico Consolidado (FODA)

La matriz FODA integra los hallazgos del análisis externo e interno, proporcionando una base para la formulación de estrategias que aprovechen las fortalezas y oportunidades, mientras se mitigan las debilidades y amenazas.

Tabla 6. Matriz FODA de PH Plásticos Hogar S.A.S.

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Interno	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad técnica y conocimiento del proceso productivo. - Interés y disposición de la dirección hacia la sostenibilidad. - Presencia consolidada en el mercado nacional. - Experiencia en el uso parcial de materiales reciclados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto consumo energético relativo sin monitoreo. - Infraestructura con equipos de más de 10 años de antigüedad. - Falta de una estrategia formal de sostenibilidad y economía circular. - Falta de liquidez para inversiones en tecnología.
Externo	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	<ul style="list-style-type: none"> - Tendencias de mercado favorables a productos sostenibles. - Acceso a tecnologías de energías renovables (solar FV) a costos decrecientes. - Posibilidad de obtener certificaciones ambientales (ej. ISO 14001) para acceder a nuevos mercados. - Apoyo gubernamental e incentivos fiscales para proyectos de sostenibilidad (ECOS 2.0, Ley 2099). 	<ul style="list-style-type: none"> - Competencia de empresas con estrategias de sostenibilidad más avanzadas. - Regulaciones ambientales cada vez más estrictas (Ley 2232). - Volatilidad en los precios de las materias primas y la energía. - Amenaza de productos sustitutos de materiales no plásticos.

Integración con la Metodología y la Hoja de Ruta. A partir de las brechas y capacidades detectadas, se priorizan medidas (p. ej., housekeeping, submedición, FV ~10 kW), se asignan responsables y plazos y se definen mecanismos de seguimiento en tablero (KPIs y metas de reincorporación 50%/58% y reducción de kWh/kg). Cuando la

organización habilite los datos de detalle, se activará la Fase 2

(EDA/modelado/clustering), manteniendo el alcance de consultoría y la trazabilidad

Resultados de la Solución

A partir del diagnóstico organizacional, operacionalizamos las medidas priorizadas mediante la presente hoja de ruta, con responsables, plazos y esquema de seguimiento en tablero (KPIs y metas), e indicamos los prerrequisitos de datos para activar la Fase 2 (EDA/modelado/clustering)

Con base en el diagnóstico organizacional y el análisis de las mejores prácticas del sector, se ha diseñado una propuesta de solución integral que aborda los desafíos clave de PH Plásticos Hogar S.A.S. en eficiencia energética y economía circular. La solución se estructura en dos ejes estratégicos interconectados, acompañados de una hoja de ruta para su implementación, un análisis de los recursos necesarios y un marco de seguimiento para medir el progreso.

Línea base y KPIs

A continuación, se consolidan los KPIs de eficiencia, circularidad y negocio, con su definición operativa, unidad y frecuencia de seguimiento. Estos indicadores son los mismos del *Mapa de trazabilidad (Objetivo → Método CRISP-DM → KPI)* y serán utilizados para reportar la línea base, evaluar impactos y alimentar el tablero de control.

Tabla 7. Indicadores clave de desempeño (KPIs) para el monitoreo energético y operativo en PH Plásticos Hogar S.A.S.

KPI	Definición / Fórmula	Unidad	Frecuencia	Meta (2025)	Responsable	Fuente de datos
kWh/kg	Energía total consumida / kg producidos (línea/planta).	kWh/kg	Mensual (semanal si hay submedición)	↓ 8–12% vs. línea base	Operaciones Energía	Medidores; ERP/Producción
Demanda pico	Máxima potencia registrada en el período.	kW	Mensual	↓ 5–8%	Mantenimiento	Medidor principal/registrador
Factor de carga	kWh / (kW pico × horas del período).	0–1	Mensual	≥ 0,70	Operaciones Energía	Medidor principal
Factor de potencia	kW / kVA promedio del período.	0–1	Mensual	≥ 0,95	Mantenimiento	Analizador de red
% autoconsumo FV	kWh FV autoconsumido / kWh FV generado.	%	Mensual	+6–10 pp	Energía / FV	Inversor FV + medidor

% cobertura FV	kWh FV / kWh total consumido.	%	Mensual	+4–8 pp	Energía / FV	Inversor FV + medidor
% reincorporaci ón	Material reincorporado / insumo total.	%	Trimestr al	+5–8 pp	Calidad / Sostenibilida d	ERP / Almacén
% a vertedero	Residuos a disposición final / residuos totales.	%	Trimestr al	–5 pp	Ambiental / Sostenibilida d	Gestor residuos
Scrap de proceso	kg scrap / kg producidos.	%	Mensual (por línea)	–2–4 pp	Producción	ERP/Cali dad
OEE (si aplica)	Disponibilidad × Rendimiento × Calidad.	%	Mensual	+3–5 pp	Producción / Manto.	MES/Prod ucción
Ahorro energético	(kWh base – kWh actual) × tarifa media.	CO P/mes	Mensual	Según hoja de ruta	Finanzas / Energía	Medición + tarifa

tCO ₂ e asociadas	kWh × factor de emisión (FE) oficial.	tCO ₂ e	Mensual	↓ proporción al ahorro	Sostenibilidad	Medición + FE oficial
Payback estimado	CAPEX / ahorro anual esperado.	años	Hito (pre/post)	≤ 4 años	Finanzas / Proyectos	Modelo financiero
ROI	Ahorro neto anual / CAPEX.	%	Anual	> 0%	Finanzas	Modelo financiero
Índice de priorización	Ranking multicriterio (impacto, costo, tiempo, facilidad).	0–1	Mensual	≥ 0,65	PMO / Sostenibilidad	Matriz hoja de ruta

Nota. Elaboración propia (2025).

El cálculo de **tCO₂e** utilizará el factor de emisión oficialmente reportado para la red/localidad vigente al momento del análisis. Cuando haya submedición, la frecuencia de kWh/kg podrá aumentarse a semanal.

Propuesta Estratégica Integral

La propuesta se centra en transformar las debilidades identificadas —alto consumo energético y baja reincorporación de residuos— en fortalezas competitivas. Esto se logrará mediante la adopción de tecnologías limpias y la formalización de un modelo de economía circular, alineando la operación de la empresa con su visión de sostenibilidad y las exigencias del mercado.

Eje 1: Optimización Energética y Transición a Fuentes Renovables

El objetivo de este eje es reducir la dependencia de la red eléctrica convencional, disminuir los costos operativos y mejorar la huella de carbono de la empresa. La acción central es la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica.

Implementación de un Sistema Solar Fotovoltaico de 10 kW

Se sugiere la instalación de un sistema solar fotovoltaico con una capacidad de 10 kW, compuesto por 24 paneles solares y 6 microinversores (PH Plásticos Hogar SAS, 2024b; Ruiz, 2024). Este sistema permitirá a la empresa generar su propia energía limpia, la cual se destinará principalmente a alimentar una de las máquinas de producción que actualmente debe permanecer inactiva debido a limitaciones en la capacidad energética suministrada por la red (PH Plásticos Hogar SAS, 2024b). Esto no solo reducirá el consumo de energía de la red, sino que también aumentará la capacidad productiva de la línea de juguetería.

Tabla 8. Estudio de Viabilidad Financiera del Sistema Solar Fotovoltaico (10 kW)

Concepto	Valor (COP)
Inversión Inicial (CAPEX)	
Equipos (paneles, inversores, estructura, etc.)	35,415,266
IVA y análisis técnico	4,100,000
Total Inversión	39,515,266
Beneficios y Ahorros Anuales (Estimados)	
Ahorro en facturación eléctrica (20% del consumo)	18,134,400
Indicadores de Viabilidad	
Retorno de la Inversión (ROI) Simple	2.18 años

Nota. Los costos de inversión se basan en la Ficha del Proyecto ECOS 2.0 (PH Plásticos Hogar SAS, 2024b). El ahorro anual se estima sobre un consumo de 90,672 kWh/año y un costo promedio de 1,000 COP/kWh.

Eje 2: Fortalecimiento del Modelo de Economía Circular

Este eje busca transformar la gestión de residuos de un centro de costos a una fuente de valor, aumentando la eficiencia en el uso de materiales y reduciendo el impacto ambiental.

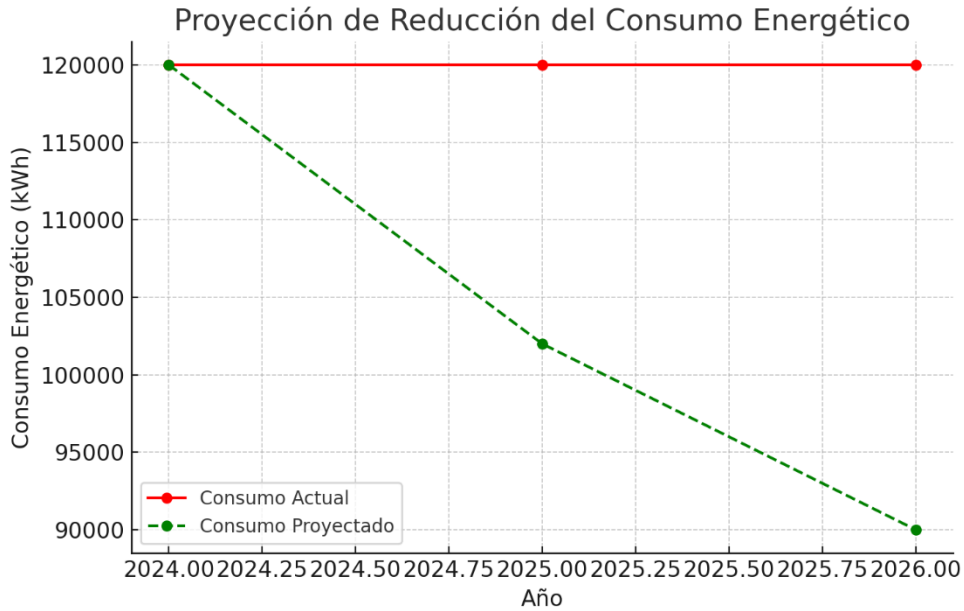
Modelo de Reincorporación de Residuos Plásticos

Se propone un plan para aumentar la tasa de reincorporación de residuos plásticos generados internamente del 40% actual a una meta del 65% en un plazo de tres años.

Las acciones clave para lograrlo incluyen:

1. **Clasificación en Origen:** Implementar un sistema riguroso de separación de residuos plásticos directamente en las estaciones de trabajo para garantizar la calidad del material a reciclar.
2. **Mejora del Proceso de Molienda:** Evaluar y, si es necesario, modernizar el equipo de molienda para obtener un material reciclado de granulometría homogénea, apto para ser reintroducido en el proceso de inyección sin afectar la calidad del producto final.
3. **Alianzas Estratégicas:** Establecer colaboraciones con proveedores de materia prima reciclada y otras empresas del sector para explorar modelos de simbiosis industrial, donde los residuos de una empresa puedan ser valorizados en otra (Bernales, 2024).

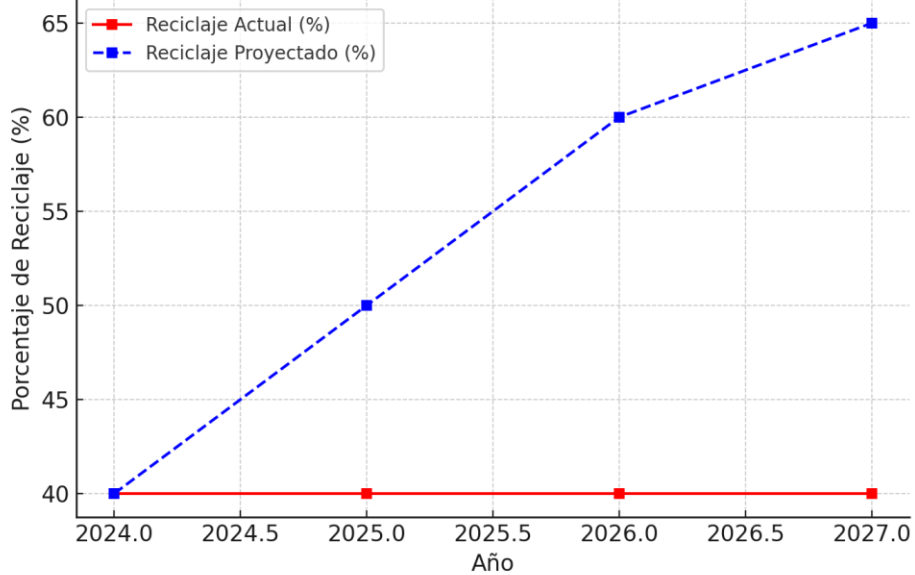
Figura 3. Proyección de Reducción del Consumo Energético



Nota. La proyección se basa en las metas de reducción del 15% al 25% en los primeros dos años tras la implementación de las medidas de eficiencia y el sistema FV.

Figura 4. Proyección del Incremento en la Reincorporación de Residuos Plásticos

Proyección del Incremento en la Reincorporación de Residuos Plásticos



Nota. La proyección sigue la meta de alcanzar el 65% de reincorporación en un plazo de tres años, con incrementos graduales anuales.

Hoja de Ruta para la Implementación

Para guiar la transición de la empresa hacia un modelo más sostenible, se propone la siguiente hoja de ruta, que detalla las acciones, responsabilidades y métricas de seguimiento en horizontes de corto, mediano y largo plazo.

Tabla 9. Matriz de Recursos y Capacidades Requeridas

Tipo de Recurso	Descripción
Financieros	Capital para la adquisición de tecnología y servicios de consultoría.
Humanos	Personal capacitado para operar nuevas tecnologías y gestionar los sistemas de sostenibilidad.
Tecnológicos	Equipos de hardware y software para monitoreo, generación de energía y reciclaje.

Tabla 10. Hoja de Ruta Sugerida para la Transición Sostenible (2025-2027)

Fase	Eje Estratégico	Acciones Específicas	Responsable Sugerido	Indicadores de Seguimiento (KPIs)	Nivel de Inversión
Corto Plazo (0-6 meses)	Eficiencia Energética	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar sistema de monitoreo y submedición en la línea de inyección. - Capacitar al personal en prácticas de ahorro energético (housekeeping). 	Gerencia de Producción	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo específico (kWh/kg). - Reducción del consumo en vacío. 	Bajo
	Economía Circular	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar e implementar el sistema de clasificación de residuos en origen. - Realizar diagnóstico técnico de equipos de molienda. 	Gerencia de Producción	<ul style="list-style-type: none"> - Tasa de reincorporación (%). - Pureza del material clasificado. 	Bajo
Mediano Plazo (6-18 meses)	Eficiencia Energética	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar el sistema solar fotovoltaico de 10 kW. - Realizar primera auditoría energética bajo 	Alta Dirección / Gerencia de Producción	<ul style="list-style-type: none"> - % de autoconsumo solar. - Ahorro en facturación (COP). 	Alto

		lineamientos ISO 50001.			
	Economía Circular	- Modernizar o ajustar el equipo de molienda. - Iniciar piloto de reincorporación con metas incrementales.	Gerencia de Producción	- Tasa de reincorporación (%). - Tasa de rechazo del producto final.	Medio
Largo Plazo (18-36 meses)	Eficiencia Energética	- Evaluar la expansión del sistema FV. - Implementar un Sistema de Gestión de Energía (SGE) formal.	Alta Dirección	- ROI del sistema FV. - Certificación ISO 50001 (opcional).	Medio
	Economía Circular	- Alcanzar la meta del 65% de reincorporación de residuos. - Formalizar alianzas de simbiosis industrial.	Alta Dirección / Gerencia Comercial	- Tasa de reincorporación (%). - Volumen de residuos valorizados externamente (kg).	Bajo

Marco de Seguimiento y Medición (KPIs)

Para asegurar que las estrategias implementadas generen los resultados esperados y permitan una mejora continua, se sugiere adoptar un tablero de control con los siguientes indicadores clave de desempeño.

Tabla 11. Marco Sugerido de Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) para Sostenibilidad

Dimensión	KPI	Fórmula	Meta Año 1	Meta Año 2
Energética	Consumo Específico de Energía	kWh totales / kg de plástico procesado	Reducción del 5%	Reducción del 10%
	% de Autoconsumo Solar	$(\text{Energía FV generada y consumida} / \text{Energía total consumida}) * 100$	15%	20%
Circularidad	Tasa de Reincorporación de Residuos	$(\text{kg de residuo reincorporado} / \text{kg de residuo total generado}) * 100$	50%	58%
	Reducción de Residuos a Vertedero	$(\text{kg de residuos a vertedero año base} - \text{kg de residuos a vertedero año actual}) / \text{kg de residuos a vertedero año base} * 100$	20%	35%

Financiera	Ahorro Energético Anual	(Costo energía año base) - (Costo energía año actual)	COP 9,000,000	COP 18,000,000
-------------------	-------------------------	---	------------------	-------------------

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El análisis integral realizado en PH Plásticos Hogar S.A.S. permitió evidenciar la estrecha relación entre la eficiencia energética, la economía circular y la sostenibilidad empresarial como pilares de competitividad. La recopilación, estructuración y análisis de la información bajo la metodología CRISP-DM permitió construir una línea base confiable, identificar brechas operativas y formular estrategias de alto impacto técnico y financiero.

1. **Sobre el estado actual de la empresa:** Se concluye que PH Plásticos Hogar S.A.S. opera con un consumo energético anual de 90,672 kWh, cifra comparable al promedio del sector, pero sin sistemas de monitoreo que permitan una gestión proactiva. En cuanto a la gestión de residuos, la tasa de reincorporación interna es del 40%, con un 35% destinado a vertederos, lo que evidencia una oportunidad significativa para mejorar la circularidad y reducir costos.
2. **Sobre el impacto de las medidas propuestas:** Se determina que la adopción de un sistema solar fotovoltaico de 10 kW y la implementación de un modelo de economía circular para aumentar la reincorporación de residuos al 65% tienen un impacto económico y ambiental positivo. Se proyectan ahorros anuales potenciales

- de hasta COP 26,000,000 y una reducción de la dependencia de la red eléctrica, lo que fortalece la resiliencia operativa y la competitividad.
3. **Sobre las estrategias de energía:** Se concluye que la implementación de un sistema solar fotovoltaico es técnicamente viable y financieramente atractiva, con un período de retorno de la inversión estimado en aproximadamente 2.2 años. Esta medida, complementada con prácticas de eficiencia energética como el monitoreo y la capacitación, puede reducir el consumo total de energía entre un 15% y un 25% en dos años.
 4. **Sobre el modelo de economía circular:** Se ha diseñado un modelo de reincorporación de residuos plásticos basado en la clasificación en origen, la optimización del proceso de molienda y la exploración de alianzas estratégicas. Este modelo no solo reduce la cantidad de desechos enviados a vertedero, sino que también disminuye la dependencia de materias primas vírgenes, alineando a la empresa con las mejores prácticas del sector y la normativa vigente.
 5. **Sobre la hoja de ruta para la implementación:** Se ha elaborado una hoja de ruta detallada y gradual (corto, mediano y largo plazo) que proporciona a la empresa un plan de acción claro y realista. Esta hoja de ruta, junto con el marco de recursos y el tablero de KPIs, constituye una herramienta estratégica para guiar la transición de la empresa hacia un modelo de negocio más sostenible y competitivo.

Recomendaciones

Con base en las conclusiones anteriores, se emiten las siguientes recomendaciones estratégicas dirigidas a la alta dirección de PH Plásticos Hogar S.A.S. para capitalizar las oportunidades identificadas:

1. Aprobar formalmente el portafolio de iniciativas y asignar un presupuesto

inicial: Se recomienda a la dirección aprobar la hoja de ruta propuesta y destinar los recursos necesarios para la ejecución de las acciones de corto plazo, especialmente los pilotos de submedición energética y clasificación de residuos en origen, para generar resultados tempranos y validar los modelos a mayor escala.

2. Designar un líder de sostenibilidad: Para asegurar el éxito de la implementación, es crucial designar a un responsable interno ("Líder de Sostenibilidad") que supervise la ejecución de la hoja de ruta, monitoree los KPIs y actúe como punto de contacto para coordinar las diferentes iniciativas, fomentando una cultura de mejora continua en toda la organización.

3. Iniciar gestiones para el acceso a financiamiento y beneficios fiscales: Se recomienda iniciar de manera proactiva las gestiones para acceder a los beneficios tributarios contemplados en la Ley 2099 de 2021 y explorar líneas de crédito verde ofrecidas por entidades como Bancoldex. Esto permitirá apalancar financieramente las inversiones de mediano plazo, como la instalación del sistema fotovoltaico, y acelerar la transición sostenible.

4. Fortalecer la comunicación de los avances en sostenibilidad: A medida que se implementen las mejoras, se recomienda desarrollar una estrategia de comunicación para divulgar los logros en sostenibilidad a clientes, proveedores y otras partes interesadas. Esto no solo mejorará la reputación de la marca, sino que también

puede abrir nuevas oportunidades de negocio en mercados que valoran la
responsabilidad ambiental.

Referencias Bibliográficas

Acoplásticos. (s.f.). *La industria en cifras*. Recuperado el 29 de octubre de 2025, de <https://acoplasticos.org/>

Acoplásticos. (2024, 9 de diciembre). Acoplásticos reporta un crecimiento del 15,6 % en exportaciones en medio de la prohibición de plásticos de un solo uso. *Semana*. <https://www.semana.com/economia/macroeconomia/articulo/acoplasticos-reporta-un-crecimiento-del-156-en-exportaciones-en-medio-de-la-prohibicion-de-plasticos-de-un-solo-uso/202407/>

Aseplas. (2024). *Informe de Gestión Aseplas 2024*. Issuu. https://issuu.com/aseplasasocecuaplasticos/docs/informe_de_gestio_n_aseplas_2024_para_web_002_

AWS. (s.f.). *¿Qué es la ciencia de datos?* Amazon Web Services. Recuperado el 29 de octubre de 2025, de <https://aws.amazon.com/es/what-is/data-science/>

Bernales, A. (2024). *Iniciativas público-privadas de sostenibilidad a nivel europeo* [Presentación de diapositivas]. Programa Internacional en Economía Circular, TecnoCampus Mataró-Maresme.

BSG Institute. (2024). *Metodología CRISP-DM: Guía para Científicos de Datos*. <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Metodología-CRISP-DM-Guía-para-Científicos-de-Datos-0>

Caicedo Cuchimba, C. A., & Tobar Escobar, D. F. (2016). *Diseño de un sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001 para la empresa Plásticos D&M*. Repositorio Institucional UAO.

Congreso de la República de Colombia. (2021). *Ley 2099 de 2021*. Diario Oficial.

Congreso de la República de Colombia. (2022). *Ley 2232 de 2022*. Diario Oficial.

Corzo, G., Alvarez-Aros, E. L., & Chavarro Miranda, F. (2022). La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar: Oportunidad estratégica para Latinoamérica. *Revista Científica General José María Córdova*, 20(39), 579-596.
<https://doi.org/10.21830/19006586.958>

DANE. (2025, 14 de marzo). *Encuesta Mensual Manufacturera con Enfoque Territorial (EMMET) - Boletín Técnico Enero 2025*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/EMMET/bol-EMMET-ene2025.pdf>

Datalytics Pro. (2024). *Proyectos de analítica de datos con CRISP-DM*.
<https://www.danalyticspro.com/proyectos-analitica-de-datos-con-crispdm/>

Departamento Nacional de Planeación. (s.f.-a). *ODS 9: Industria, innovación e infraestructura*. ODS - Agenda 2030. Recuperado el 29 de octubre de 2025, de <https://ods.dnp.gov.co/es/objetivos/industria-innovacion-e-infraestructura>

Departamento Nacional de Planeación. (s.f.-b). *ODS 12: Producción y consumo responsables*. ODS - Agenda 2030. Recuperado el 29 de octubre de 2025, de <https://ods.dnp.gov.co/es/objetivos/produccion-y-consumo-responsables>

EGADE Business School. (2025). *Casos de éxito en economía circular en América Latina*. Tecnológico de Monterrey.

El Colombiano. (2024, 10 de diciembre). Industria del plástico en Colombia: crecimiento en exportaciones y reciclaje. *El Colombiano*.

<https://www.elcolombiano.com/negocios/industria-del-plastico-en-colombia-crecimiento-en-exportaciones-y-reciclaje-KH26036914>

Enterprise Knowledge. (2024). *Understanding the Role of Knowledge Intelligence in the CRISP-DM Framework: A Guide for Data Science Projects*. <https://enterprise-knowledge.com/understanding-the-role-of-knowledge-intelligence-in-the-crisp-dm-framework-a-guide-for-data-science-projects/>

Envapack. (2024, 10 de diciembre). Acoplásticos: Creció la industria de los plásticos en 2024. *Envapack*. <https://www.envapack.com/2024/12/acoplásticos-creció-industria-plásticos-2024/>

Envapack. (2024, 19 de septiembre). Colombia ocupa el tercer lugar entre los países con mayor exportación de plásticos en América Latina. *Envapack*. <https://www.envapack.com/2024/09/colombia-ocupa-el-tercer-lugar-entre-los-paises-con-mayor-exportacion-de-plasticos-en-america-latina/>

Fundación Ellen MacArthur. (2020). *La economía circular en la industria manufacturera*.

IBM. (s.f.). *Conceptos básicos de ayuda de CRISP-DM*. IBM Documentation. Recuperado el 29 de octubre de 2025, de <https://www.ibm.com/docs/es/spss-modeler/saas?topic=dm-crisp-help-overview>

LatinPyme. (2024, 11 de diciembre). *Un balance positivo para el sector plástico en 2024*. <https://latinpyme.com/un-balance-positivo-para-el-sector-plastico-en-2024/>

Latino, F., Paolanti, M., Tassetti, A., Squartini, S., & Frontoni, E. (2024). A New Hybrid Artificial Intelligence Use Strategy for Energy Consumption Analysis and Optimization in the Plastic Injection Molding Process. *Processes*, 12(12), 2798. <https://doi.org/10.3390/pr12122798>

MyTaskPanel. (2024). *La metodología CRISP-DM para el desarrollo de modelos de Machine Learning*. <https://www.mytaskpanel.com/la-metodologia-crisp-dm-desarrollo-de-modelos-de-machine-learning/>

Pacto Mundial de la ONU. (s.f.-a). *ODS 9: Industria, innovación e infraestructura*. Recuperado el 29 de octubre de 2025, de <https://www.pactomundial.org/ods/9-industria-innovacion-e-infraestructura/>

PH Plásticos Hogar S.A.S. (2024a). *Diagnóstico Programa ECOS 2.0*. Programa ECOS 2.0 – INNpulsa.

PH Plásticos Hogar S.A.S. (2024b, 28 de junio). *Ficha de proyecto: Implementación de energías renovables en PH Plásticos Hogar SAS*. Programa ECOS 2.0 – INNpulsa.

PwC. (2024). *Encuesta Global de Consumidores 2024*.

Ruiz, N. (2024). *Informe ejecutivo empresarial Programa ECOS 2.0: PH Plásticos Hogar SAS*. Programa ECOS 2.0 – INNpulsa.

Salazar, D., & Mosquera, J. (2020). *Gestión de la eficiencia energética en la industria manufacturera*. Ediciones de la U.

Serna, A. (2019). *Eficiencia energética en procesos de transformación de plásticos*. Interempresas Media, S.L.U.

Udacity. (2025, 15 de marzo). *CRISP-DM Explained: A Proven Data Mining Methodology*. <https://www.udacity.com/blog/2025/03/crisp-dm-explained-a-proven-data-mining-methodology.html>

UPME. (2024, julio). *Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima 2024-2038*. Unidad de Planeación Minero-Energética. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Proyeccion_demanda_energia_electrica_y_potencia_maxima_rev_jul2024.pdf

Valora Analitik. (2024, 29 de agosto). *UPME espera alza en la demanda de energía de Colombia entre 2024-2038*. <https://www.valoraanalitik.com/upme-espera-alza-en-la-demanda-de-energia-de-colombia-entre-2024-2038/>

Voltek. (s.f.). *Economía circular en la industria: el impacto de los perfiles de plástico reciclado*. Recuperado el 29 de octubre de 2025, de <https://voltek.com.co/economia-circular-en-la-industria-el-impacto-de-los-perfiles-de-plastico-reciclado/>

Willenbacher, N., Geist, J., & Westkämper, E. (2022). Predicting energy consumption in injection molding using random forests. *Procedia CIRP*, 107, 142-147. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.023>

Zhang, Y., Li, S., Zhang, Y., Wang, Y., & Li, K. (2024). RL-Informer: An Energy Consumption Prediction Model for Injection Molding Processes Based on Rolling Learning. *Polymers*, 16(21), 3097. <https://doi.org/10.3390/polym16213097>

Anexos

Anexos Informe ejecutivo empresarial Programa ECOS 2.0

ANEXO 1 – ANÁLISIS DE ALGUNOS ESCENARIOS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

a. Escenario 1: Crecimiento General

- **Hallazgo:** Los ingresos y las utilidades crecen cada año, mientras que los costos e inversiones en innovación se mantienen estables o con incrementos moderados.

- **Interpretación:**

- La empresa está en una etapa de expansión.
- Es sostenible si los costos están bajo control y las inversiones en innovación apoyan este crecimiento.

- **Acción recomendada:**

- Aumentar las inversiones en innovación para mantener el crecimiento.
- Monitorear los costos para evitar que comprometan las utilidades.

b. Escenario 2: Estancamiento

- **Hallazgo:** Los ingresos y las utilidades permanecen constantes, mientras que los costos aumentan.

- **Interpretación:**

- Existe un riesgo de reducción de márgenes de ganancia.
- La falta de inversión en innovación puede limitar la competitividad.

- **Acción recomendada:**

- Identificar los factores que afectan los costos (energía, materias primas, etc.).
- Considerar estrategias de innovación para reducir costos y aumentar ingresos.

c. Escenario 3: Decrecimiento

- **Hallazgo:** Los ingresos y las utilidades disminuyen, y los costos superan los ingresos.

- **Interpretación:**

- La empresa podría estar enfrentando problemas de mercado, eficiencia o modelo de negocio.

- **Acción recomendada:**

- Realizar un diagnóstico profundo para identificar causas (ej. pérdida de clientes, altos costos operativos).



- Redirigir recursos hacia la innovación para explorar nuevos productos o procesos.

d. Escenario 4: Crecimiento Parcial

- **Hallazgo:** Los ingresos aumentan, pero las utilidades no crecen al mismo ritmo debido al aumento en los costos.
- **Interpretación:**

- La empresa está generando más ingresos, pero sus costos están absorbiendo el crecimiento.

- **Acción recomendada:**

- Implementar estrategias de optimización en la cadena de suministro y producción.
- Analizar la relación costo-beneficio de los productos o servicios.

e. Escenario 5: Alta Innovación, Bajo Retorno

- **Hallazgo:** Las inversiones en innovación crecen, pero las utilidades no muestran un incremento significativo.
- **Interpretación:**

- La empresa puede estar en una etapa de inversión que aún no se traduce en beneficios tangibles.

- **Acción recomendada:**

- Monitorear indicadores de desempeño de las innovaciones (ej. tiempo de retorno, impacto en ventas).
- Ajustar estrategias para garantizar que las inversiones sean efectivas.

Anexo 2. Análisis conocimiento de costos y gastos



ANEXO 2. ANÁLISIS CONOCIMIENTO DE COSTOS Y GASTOS

Escenario 1: Baja claridad (Calificación 1 o 2)

Interpretación:

- La empresa tiene un conocimiento limitado o nulo sobre sus costos y utilidades.
- Esto puede deberse a una falta de herramientas de gestión financiera, ausencia de procesos de registro, o una baja prioridad en el control de costos.
- Existe un alto riesgo de que las decisiones empresariales no sean estratégicas, lo que podría afectar la rentabilidad y sostenibilidad.

Acción recomendada:

1. **Capacitación básica en gestión financiera:** Entrenar al equipo en la importancia de identificar y gestionar costos y utilidades.
2. **Implementación de herramientas de registro:** Introducir un sistema sencillo de contabilidad o software básico.
3. **Acompañamiento inicial:** Ofrecer asesoría para mapear los costos principales y calcular las utilidades por producto o servicio.

Escenario 2: Conocimiento parcial (Calificación 3)

Interpretación:

- La empresa tiene cierto conocimiento, pero este no es completo ni sistematizado.
- Podría conocer los costos generales, pero no desglosar detalles importantes, como la utilidad por unidad de producto o costos indirectos.
- Esto puede limitar su capacidad de optimizar procesos y tomar decisiones fundamentadas.

Acción recomendada:

1. **Diagnóstico de brechas:** Identificar qué costos no están siendo considerados (ej. indirectos o variables).
2. **Sistematización de datos:** Implementar herramientas que permitan automatizar el seguimiento de costos y utilidades.
3. **Taller de optimización:** Diseñar un programa práctico para analizar y optimizar la estructura de costos.





Escenario 3: Alta claridad (Calificación 4 o 5)

Interpretación:

- La empresa tiene un conocimiento claro y detallado de sus costos y utilidades, lo que le permite tomar decisiones estratégicas.
- Esto indica una gestión financiera sólida y una posible orientación hacia la competitividad.

Acción recomendada:

1. **Optimización continua:** Realizar análisis periódicos para identificar oportunidades de reducción de costos y mejora de márgenes.
2. **Estrategias avanzadas:** Implementar iniciativas como el cálculo del costo por ciclo de vida del producto o prácticas de ecodiseño para reducir costos ambientales.
3. **Compartir buenas prácticas:** Colaborar con otras empresas del programa para transferir conocimiento sobre gestión eficiente de costos.

Anexo 3. Análisis dimensión social – relacionamiento empresa



ANEXO 3. ANÁLISIS DIMENSIÓN SOCIAL – RELACIONAMIENTO EMPRESA

Escenario 1: Respuestas "No" a todas las preguntas

Hallazgo:

La empresa no realiza actividades orientadas al bienestar de sus empleados ni a la interacción con comunidades vecinas.

Interpretación:

- Existe una ausencia de iniciativas de responsabilidad social empresarial (RSE).
- Esto podría ser resultado de falta de recursos, desconocimiento de su importancia o una visión empresarial enfocada únicamente en resultados económicos.
- Podría tener un impacto negativo en la percepción de la empresa por parte de empleados y comunidades locales, lo que podría afectar la sostenibilidad a largo plazo.

Acción recomendada:

1. **Sensibilización en RSE:** Ofrecer talleres o programas que muestren los beneficios de invertir en el bienestar social.
2. **Plan piloto de actividades:** Diseñar pequeñas iniciativas, como programas de bienestar para empleados (salud, capacitación) o actividades comunitarias básicas (reforestación, limpieza de áreas comunes).
3. **Búsqueda de aliados estratégicos:** Vincularse con organizaciones locales para implementar programas sociales conjuntos.

Escenario 2: Respuestas "Sí" únicamente a la primera pregunta

Hallazgo:

La empresa realiza actividades para el bienestar de sus empleados, pero no interactúa con comunidades locales.

Interpretación:

- Existe un enfoque interno en mejorar las condiciones laborales, lo cual es positivo.
- Sin embargo, la falta de conexión con las comunidades cercanas podría limitar su aceptación social y oportunidades de cooperación.
- La empresa podría ser percibida como poco comprometida con su entorno social más amplio.





Acción recomendada:

1. **Extender alcance de iniciativas:** Incorporar programas comunitarios simples, como eventos de integración o apoyo a escuelas locales.
2. **Identificar necesidades locales:** Realizar un diagnóstico para conocer las prioridades de la comunidad y diseñar actividades alineadas con ellas.
3. **Medir impacto social:** Evaluar el impacto de las actividades internas en empleados y utilizar esos aprendizajes para replicar el éxito en la comunidad.

Escenario 3: Respuestas "Sí" a todas las preguntas

Hallazgo:

La empresa está activa tanto en el bienestar de sus empleados como en el desarrollo de actividades con comunidades locales.

Interpretación:

- Existe un nivel alto de compromiso con el bienestar social interno y externo.
- Esto refleja una visión integral de sostenibilidad social y un enfoque en fortalecer su capital humano y social.
- La empresa está bien posicionada para generar impactos positivos en su entorno y aumentar su reputación.

Acción recomendada:

1. **Ampliar programas existentes:** Escalar las actividades exitosas, integrando componentes de economía circular o sostenibilidad ambiental.
2. **Documentar buenas prácticas:** Crear casos de éxito para compartir con otras empresas, fortaleciendo su imagen como líder en RSE.
3. **Medir resultados:** Implementar métricas para evaluar el impacto de las actividades y buscar mejoras continuas.

Anexo 4. Análisis dimensión social – datos de género, inclusión y diversidad



ANEXO 4. ANÁLISIS DIMENSIÓN SOCIAL – DATOS DE GÉNERO, INCLUSIÓN Y DIVERSIDAD

Escenario 1: Baja representación femenina en cargos directivos, respuesta "No" a la inclusión de género, y diversidad limitada entre colaboradores.

Interpretación:

- **Cargos directivos:** Una participación femenina baja (por debajo del 30%) refleja barreras estructurales y culturales que limitan la equidad de género en la empresa.
- **Inclusión de género en cargos:** Responder "No" indica la presencia de roles tradicionalmente masculinizados o sesgos que dificultan la igualdad de oportunidades.
- **Diversidad limitada:** La ausencia de varios grupos (personas en situación de discapacidad, indígenas, afrodescendientes, etc.) evidencia poca apertura o falta de esfuerzos en contratación inclusiva.

Acciones recomendadas:

1. **Implementar políticas de equidad de género:** Establecer cuotas o metas para aumentar la participación de mujeres en la toma de decisiones.
2. **Capacitación sobre inclusión y sesgos:** Ofrecer talleres a líderes y colaboradores para fomentar igualdad de oportunidades y eliminar sesgos de género.
3. **Promover la diversidad en contratación:** Revisar procesos de reclutamiento para incluir activamente a grupos subrepresentados.

Escenario 2: Representación femenina moderada (30-50%) en cargos directivos, respuesta "Sí" a la inclusión de género, pero diversidad moderada en colaboradores.

Interpretación:

- **Cargos directivos:** Un progreso hacia la paridad, pero aún no se ha alcanzado un balance ideal (50%).
- **Inclusión de género en cargos:** La respuesta "Sí" denota un entorno favorable para la igualdad de oportunidades.
- **Diversidad moderada:** Algunos segmentos (como jóvenes, mujeres cabeza de familia, o minorías étnicas) están presentes, pero no todos, lo que indica un avance parcial.

Acciones recomendadas:

1. **Establecer programas de mentoría:** Facilitar el desarrollo profesional de mujeres y otros grupos subrepresentados para que accedan a roles de liderazgo.





2. **Incentivar iniciativas de diversidad interna:** Fomentar actividades o proyectos que incluyan a colaboradores de diferentes segmentos y promuevan su integración.
3. **Ampliar los criterios de contratación inclusiva:** Priorizar la búsqueda activa de candidatos en grupos ausentes en la plantilla actual.

Escenario 3: Alta representación femenina en cargos directivos (>50%), respuesta "Sí" a la inclusión de género, y diversidad amplia entre colaboradores.

Interpretación:

- **Cargos directivos:** La empresa ha alcanzado o superado el objetivo ideal de representación femenina, lo que demuestra un compromiso con la equidad de género.
- **Inclusión de género en cargos:** Un entorno inclusivo y accesible para todos los roles de la empresa.
- **Diversidad amplia:** La presencia de la mayoría o todos los grupos refleja una estrategia clara de inclusión social en la organización.

Acciones recomendadas:

1. **Mantener y documentar buenas prácticas:** Consolidar las políticas implementadas y compartirlas como referencia para otras empresas del sector.
2. **Monitorear avances:** Establecer indicadores para asegurar la continuidad de la equidad de género y la diversidad en el tiempo.
3. **Fomentar liderazgo inclusivo:** Posicionar a líderes de diferentes segmentos como modelos de referencia dentro y fuera de la empresa.

Anexo 5. Análisis consumo de energía al año



ANEXO 5. ANÁLISIS CONSUMO DE ENERGÍA AL AÑO

- **Oficina pequeña:** Las empresas dedicadas a gestoría, actividades administrativas, prestación de servicios, etc. consume, entre 5.000 (bajo) y 20.000 kWh o más (alto) por año.
- **Tienda minorista:** El consumo de este tipo de pymes, como son las tiendas de ropa, de alimentación o de servicios como ferretería, inmobiliaria, etc. puede oscilar entre 10.000 (bajo) y 50.000 kWh (alto) al año.
- **Restaurante:** Los establecimientos como bares y restaurantes tienen un consumo mucho más variable en función de tamaño, equipo, volumen de negocio, etc. De forma general, podemos estimar ese consumo entre 20.000 (bajo) y 100.000 (alto) kWh anuales.
- **Pequeña fábrica:** Por supuesto, en este punto también influyen muchos condicionantes, pero podemos estimar que el consumo medio de la fábrica será de unos 50.000 kWh al año.
- **Negocio en línea:** Para las pymes online o e-commerce el consumo se reduce notablemente. Puede moverse entre los 1.000 (bajo) y los 10.000 (alto) kWh al año, dependiendo de los servidores y equipos utilizados.

Anexo 6. Análisis consumo de agua



ANEXO 6. ANÁLISIS CONSUMO DE AGUA

Escenario 1: La empresa no tiene plan de ahorro, ni sistemas de aprovechamiento o tratamiento de agua.

Hallazgo:

- Respuestas "No" en las tres preguntas muestran una carencia total de estrategias de gestión hídrica sostenible.

Interpretación:

- Esto implica que la empresa no está considerando el impacto de su consumo de agua, lo que puede llevar a desperdicio, mayores costos operativos y riesgos regulatorios.
- Además, no tener un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias implica una mayor presión sobre el recurso hídrico, ya que depende exclusivamente del suministro convencional.

Acción recomendada:

1. **Sensibilizar al equipo directivo** sobre la importancia de la sostenibilidad hídrica, mostrando casos de éxito de empresas similares.
2. **Diseñar un plan inicial de ahorro**, incluyendo medidas simples como mantenimiento de infraestructura para evitar fugas y sensibilización de colaboradores.
3. **Priorizar el diseño e instalación de un sistema de captación de aguas lluvias**, comenzando por usos de bajo riesgo como limpieza o riego, para reducir su dependencia del suministro externo y aprovechar un recurso abundante en épocas de lluvia.

Escenario 2: La empresa tiene un plan de ahorro de agua, pero no cuenta con sistemas de tratamiento o aprovechamiento.

Hallazgo:

- La respuesta "Si" a la primera pregunta y "No" a las dos siguientes revela un enfoque inicial en la reducción del consumo, pero sin una gestión más holística que contemple reutilización o aprovechamiento.

Interpretación:

- Si bien el compromiso inicial es positivo, no contar con un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias implica que la empresa sigue ejerciendo presión sobre el recurso hídrico, desperdiciando una fuente alternativa disponible.
- Asimismo, la ausencia de tratamiento podría derivar en impactos ambientales por vertimientos no controlados.





Acción recomendada:

1. **Ampliar el plan de ahorro existente**, incluyendo metas relacionadas con la implementación de tecnologías de reutilización y aprovechamiento del agua.
2. **Incorporar un sistema de captación de aguas lluvias**, empezando por usos no potables como sanitarios o limpieza, lo que podría reducir costos y garantizar resiliencia frente a posibles restricciones en el suministro.
3. **Evaluar viabilidad de un sistema de tratamiento básico**, como biodigestores o humedales artificiales, según las necesidades de la empresa.

Escenario 3: La empresa tiene un plan de ahorro, un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias, pero no un sistema de tratamiento.

Hallazgo:

- Respuestas "Sí" a las primeras dos preguntas y "No" a la tercera indican un avance significativo hacia la sostenibilidad, aprovechando recursos alternativos como las aguas lluvias, pero con oportunidades de mejora en la gestión de efluentes.

Interpretación:

- Aprovechar las aguas lluvias reduce significativamente la presión sobre el recurso hídrico y los costos asociados al consumo. Sin embargo, no tratar las aguas residuales podría contrarrestar los beneficios obtenidos, generando impactos negativos en el medio ambiente.

Acción recomendada:

1. **Optimizar el sistema de captación y uso de aguas lluvias**, midiendo los beneficios en términos de reducción de consumo y costos.
2. **Incorporar un sistema de tratamiento básico o modular**, idealmente adaptado al tamaño y tipo de operaciones de la empresa, para garantizar el cumplimiento de normativas ambientales.
3. **Capacitar al personal** sobre el manejo integrado del agua, destacando cómo el aprovechamiento y tratamiento pueden contribuir a una operación más sostenible.

Anexo 7. Análisis generación de Residuos



ANEXO 7. ANÁLISIS GENERACIÓN RESIDUOS

Escenario 1: Bajo porcentaje de residuos aprovechados + alto porcentaje de residuos dispuestos + generación de residuos peligrosos sin tratamiento adecuado.

Hallazgo:

- La empresa dispone una gran proporción de sus residuos en rellenos sanitarios u otras formas de disposición final, sin aprovechar su potencial de reciclaje o reutilización.
- Genera residuos peligrosos, pero carece de un tratamiento adecuado para gestionarlos de manera responsable.

Interpretación:

- Este escenario revela un bajo nivel de sostenibilidad en la gestión de residuos. La empresa no está aprovechando recursos valiosos que podrían reincorporarse a la economía circular.
- La falta de tratamiento de residuos peligrosos representa riesgos ambientales, regulatorios y reputacionales significativos.

Acción recomendada:

1. **Realizar un diagnóstico de residuos**, identificando tipos, cantidades y oportunidades de valorización.
2. **Implementar programas de separación en la fuente y reciclaje**, enfocados en reducir el porcentaje de residuos dispuestos.
3. **Diseñar e implementar un plan de manejo de residuos peligrosos**, cumpliendo con normativas ambientales y explorando opciones como empresas especializadas en su gestión.

Escenario 2: Moderado porcentaje de residuos aprovechados + moderado porcentaje de residuos dispuestos + generación de residuos peligrosos con tratamiento externo.

Hallazgo:

- La empresa ha comenzado a aprovechar algunos residuos, pero aún mantiene una proporción significativa de residuos destinados a disposición final.
- Genera residuos peligrosos y recurre a servicios externos para tratarlos, lo cual indica cierto nivel de cumplimiento normativo.





Interpretación:

- Si bien este escenario muestra progreso, la empresa no está maximizando el aprovechamiento de residuos ni explorando soluciones internas o colaborativas para los peligrosos. Esto podría limitar su competitividad y eficiencia.

Acción recomendada:

1. **Ampliar las iniciativas de aprovechamiento de residuos**, incorporando alianzas con empresas de economía circular para la valorización de materiales.
2. **Evaluar alternativas de reutilización de residuos peligrosos** dentro de la misma empresa o en otras organizaciones (ej., coprocesamiento en cementeras).
3. **Capacitar al personal** en buenas prácticas de gestión de residuos para mejorar la separación y aprovechamiento.

Escenario 3: Alto porcentaje de residuos aprovechados + bajo porcentaje de residuos dispuestos + generación de residuos peligrosos con tratamiento interno.

Hallazgo:

- La empresa tiene un desempeño destacado en el aprovechamiento de residuos y minimiza los destinados a disposición final.
- Genera residuos peligrosos, pero cuenta con sistemas internos de tratamiento que cumplen con los estándares regulatorios.

Interpretación:

- Este escenario refleja un avance considerable en sostenibilidad, aunque la generación de residuos peligrosos sigue siendo una preocupación que podría mejorarse mediante su minimización o transformación.

Acción recomendada:

1. **Identificar oportunidades para reducir la generación de residuos peligrosos** a través de cambios en materias primas, procesos o insumos.
2. **Optimizar el tratamiento interno**, incorporando tecnologías más eficientes y reduciendo los costos operativos.
3. **Divulgar las mejores prácticas** en foros y redes sectoriales para consolidar la reputación de la empresa como líder en gestión de residuos.



©Universidad Ean: SNIES 2012 | Vigilada Mineducación | Personería Jurídica Res. nº. 2098 del Mijusticia - 16/05/00

El Nogal | Cr- 79 nº. 11 - 45 | INT: 860 026.058-1

Centro de contacto: (+57-1) 593 6464 | Bogotá D.C., Suramérica
universidadean.edu.co





ANEXO 8. ANÁLISIS ACCIÓN CLIMÁTICA

Escenario 1: No tiene evaluación de huella de carbono + no tiene un plan de mitigación/adaptación + emplea combustibles fósiles en manufactura.

Hallazgo:

- La empresa no mide su huella de carbono, lo que limita su capacidad de identificar y gestionar sus emisiones.
- No cuenta con estrategias de mitigación o adaptación al cambio climático, dejando sus operaciones vulnerables a los riesgos climáticos.
- Utiliza combustibles fósiles (diésel, gas natural o carbón) en sus procesos de manufactura, lo que incrementa significativamente sus emisiones.

Interpretación:

- Este escenario revela un enfoque limitado hacia la sostenibilidad climática y un alto impacto ambiental. La dependencia de combustibles fósiles aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y los costos operativos a largo plazo.

Acción recomendada:

1. **Realizar un diagnóstico inicial de huella de carbono** para identificar las principales fuentes de emisión y establecer una línea base.
2. **Elaborar un plan de transición energética**, incluyendo la evaluación de energías renovables y medidas de eficiencia energética para reducir el consumo de combustibles fósiles.
3. **Diseñar un plan de acción climático** que incluya objetivos de reducción de emisiones y estrategias de resiliencia frente al cambio climático.

Escenario 2: Tiene evaluación de huella de carbono + no tiene plan de mitigación/adaptación + emplea combustibles fósiles.

Hallazgo:

- La empresa mide su huella de carbono, pero no traduce esta medición en acciones concretas de mitigación o adaptación.
- Aún depende de combustibles fósiles para sus procesos, lo que contribuye significativamente a su huella de carbono.

Interpretación:

- La medición de la huella de carbono es un avance importante, pero sin un plan de acción asociado, el impacto positivo es limitado. La





dependencia de combustibles fósiles sugiere oportunidades no aprovechadas para mejorar su desempeño climático.

Acción recomendada:

1. **Utilizar los datos de la huella de carbono** para priorizar áreas de intervención, como eficiencia energética o sustitución de combustibles.
2. **Diseñar e implementar un plan de mitigación**, estableciendo metas específicas de reducción de emisiones a corto y largo plazo.
3. **Explorar alianzas estratégicas** con proveedores de tecnologías limpias y renovables para reducir el consumo de combustibles fósiles.

Escenario 3: Tiene evaluación de huella de carbono + tiene plan de mitigación/adaptación + emplea combustibles fósiles parcialmente en procesos críticos.

Hallazgo:

- La empresa mide su huella de carbono y ha desarrollado un plan de mitigación/adaptación, pero aún depende de combustibles fósiles para procesos críticos donde las alternativas renovables no están completamente implementadas.

Interpretación:

- Este escenario muestra progreso en sostenibilidad climática, aunque persiste un desafío en la transición total hacia fuentes de energía más limpias. La dependencia parcial de combustibles fósiles puede reflejar barreras técnicas o económicas.

Acción recomendada:

1. **Actualizar el plan de mitigación** para incluir metas de reducción de combustibles fósiles y promover procesos más limpios.
2. **Adoptar tecnologías innovadoras** que permitan reemplazar combustibles fósiles en procesos críticos, como el uso de biomasa o hidrógeno verde.
3. **Buscar certificaciones climáticas** (ej., Carbon Neutral Certification) que promuevan la reputación de la empresa y generen ventajas competitivas.

Escenario 4. Ideal:

- **Hallazgo:** La empresa tiene evaluación de huella de carbono, cuenta con un plan de mitigación/adaptación al cambio climático y no utiliza combustibles fósiles en sus procesos.
- **Interpretación:** Refleja un compromiso sólido con la sostenibilidad climática y una operación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).



©Universidad Ean: SNIES 2812 | Vigilada Mineducación | Personería Jurídica Res. nº. 2898 del Ministerio - 16/05/69

El Nogal: Cl- 79 nº. 11 - 45 | NIT: 860.026.058-1

Centro de contacto: (+57-1) 593 6464 | Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica
universidadean.edu.co





ANEXO 9. ANÁLISIS ECODISEÑO Y ECONOMÍA CIRCULAR

Escenario Ideal

Hallazgo: La empresa trabaja en ecodiseño, realiza actividades de restauración, conservación o educación ambiental, posee certificaciones ambientales, genera y divulga reportes de sostenibilidad o ambientales, y ya había trabajado en economía circular antes del proyecto. Esto refleja una empresa líder en sostenibilidad, que combina innovación, responsabilidad ambiental, transparencia y un compromiso previo con la economía circular.

Escenario 1: La empresa no trabaja en ecodiseño + no cuenta con certificaciones ambientales + no divulga reportes de sostenibilidad.

Hallazgo:

La empresa no ha integrado prácticas estructurales relacionadas con el ecodiseño, certificaciones ambientales o transparencia en la divulgación de su gestión ambiental.

Interpretación:

- La falta de ecodiseño y certificaciones puede limitar su capacidad para reducir impactos ambientales y mejorar su competitividad en mercados sostenibles.
- La ausencia de reportes de sostenibilidad sugiere que no está comunicando adecuadamente su compromiso ambiental, lo que afecta su reputación frente a clientes y partes interesadas.

Acción recomendada:

1. **Diseñar una estrategia para incorporar ecodiseño** en la planificación de productos o procesos, iniciando con capacitaciones específicas.
2. **Explorar opciones de certificación ambiental** para generar confianza en sus prácticas sostenibles, como ISO 14001 o programas locales de certificación.
3. **Implementar un sistema básico de reporting ambiental**, comenzando con la comunicación interna y luego ampliándolo hacia las partes interesadas externas.





Escenario 2: La empresa cuenta con certificaciones ambientales + divulga reportes de sostenibilidad, pero no realiza actividades de restauración o educación ambiental ni trabaja en ecodiseño.

Hallazgo:

La empresa demuestra avances en aspectos técnicos de sostenibilidad, como certificaciones y reportes, pero no desarrolla actividades de impacto directo en la comunidad ni aplica ecodiseño en sus operaciones.

Interpretación:

- Si bien está alineada con estándares técnicos, la falta de actividades de restauración y ecodiseño puede limitar el impacto tangible de sus esfuerzos en sostenibilidad y restringir el valor agregado que perciben sus partes interesadas.

Acción recomendada:

1. **Iniciar actividades de restauración o educación ambiental**, vinculándolas a su contexto local o cadena de valor.
2. **Fomentar la integración de principios de ecodiseño** en sus procesos, lo que puede incluir rediseño de productos para mayor eficiencia y reciclabilidad.
3. **Potenciar sus reportes**, incluyendo metas específicas relacionadas con actividades comunitarias y ecodiseño.

Escenario 3: La empresa realiza actividades de restauración y educación ambiental + trabaja en economía circular, pero no posee certificaciones ambientales ni divulga reportes de sostenibilidad.

Hallazgo:

La empresa está enfocada en la acción ambiental directa y en la implementación de prácticas circulares, pero carece de certificaciones que respalden su compromiso ambiental ni informa formalmente sus avances a las partes interesadas.

Interpretación:

- La falta de certificaciones puede reducir la credibilidad y valor percibido de sus prácticas sostenibles.
- La ausencia de reportes de sostenibilidad limita la transparencia y puede generar desconocimiento de sus avances entre clientes, inversionistas y comunidades.

