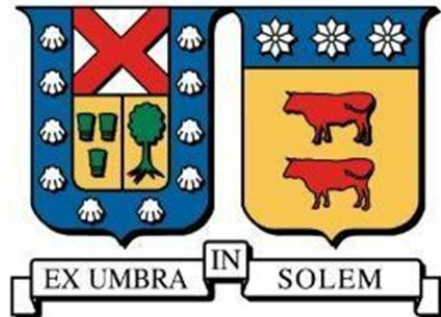


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA



**RECONOCIMIENTO DE PRÁCTICAS AMBIENTALES EN CASO DE ESTUDIO
DE UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE PERFILES DE ACERO**

Trabajo de Titulación para optar al título
Profesional Universitario de INGENIERO
DE EJECUCIÓN EN GESTIÓN Y
CONTROL AMBIENTAL.

Alumno:

Grace Amaya Paredes Salinas

Profesor Guía:

Rafael Solar Arcos

2024

ÍNDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	6
Capítulo 1: Antecedentes Generales.....	8
1.1. Planteamiento del problema y Justificación	9
1.2. Objetivos.....	10
1.2.1. Objetivo General.....	10
1.2.2. Objetivos Específicos	10
1.3. Alcance de Estudio y limitaciones	10
1.4. Metodología.....	11
1.5. Contexto del sector metalúrgico y metalmecánico de Chile	12
1.5.1. Principales Variables Económicas.....	13
1.6. Gestión Ambiental.....	13
1.6.1. Desempeño Ambiental	13
1.6.2. Manejo de Residuos	14
1.7. Descripción de la empresa ficticia.....	14
CAPÍTULO 2: Proceso Productivo	17
2.2 Definición del proceso Producción	18
2.2.1. Preparación de Materias Primas	18
2.2.2. Proceso de la Máquina Cortadora.....	18
2.2.3. Proceso Máquina Perfiladora.....	17
2.2.4 Proceso Fabricación Tubos de Acero	19
CAPÍTULO 3: IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS	23
3.1. Generación de Residuos	25
3.1.1. Tipos de Residuos peligrosos proceso productivo	26
3.2. Peligrosidad de los Residuos Industriales según el DS N° 148.....	27
3.2.1. Toxicidad Aguda	27
3.2.2. Toxicidad Crónica	28
3.2.3. Toxicidad Extrínseca	28
3.2.4. Inflamabilidad.....	28
3.2.5. Reactividad	29
3.2.6. Corrosividad	29
3.3. Característica de Peligrosidad	29

CAPÍTULO 4: Evaluación de Prácticas Ambientales.....	33
4.1 Listas de chequeo.....	34
4.2. Lista de chequeo sobre parámetros ambientales.....	35
4.3. Lista de chequeo sobre aspectos ambientales.....	37
4.4. Lista de chequeo sobre partes interesadas	38
4.5. Categorización de las prácticas ambientales	40
4.6 Oportunidades de mejora.....	41
4.4.1 Registro Medioambiental	42
Conclusiones y Recomendaciones	44
Bibliografía y referencias	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1. Distribución de residuos no peligrosos en Chile.....	12
Gráfico 1-2. Cantidad de trabajadores por área.	15
Gráfico 1-3. Porcentaje de producción mensual.....	16
Gráfico 3-1. Tipo de residuos en Chile.....	24
Gráfico 3-2. Origen de los residuos en Chile	25
Gráfico 4-1. Distribución de criterios parámetros ambientales.....	36
Gráfico 4-2. Porcentaje de parámetros ambientales	36
Gráfico 4-3. Distribución de criterios aspectos ambientales	37
Gráfico 4-4. Porcentaje de aspectos ambientales	38
Gráfico 4-5. Distribución de criterios partes interesadas	39
Gráfico 4-6. Porcentaje de partes interesadas.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Aspectos y detalles operativos de la producción	16
Tabla 3-1. Residuos generados del proceso general de producción	25
Tabla 3-2. Cuantificación residuos peligrosos.	27
Tabla 3-3. Residuo con características de peligrosidad.....	30
Tabla 3-4. Matriz de aspecto e impacto ambiental de residuos generados.....	31
Tabla 3-5. Valorización de impacto ambiental asociados a los residuos.	31
Tabla 3-6. Fórmula de nivel de significancia.	32
Tabla 3-7. Criterios de clasificación por nivel de impacto.....	32
Tabla 4-1. Lista de chequeo, parámetros ambientales.....	35
Tabla 4-2. Lista de chequeo, aspectos ambientales.....	37
Tabla 4-3. Lista de chequeo, Partes interesadas.	38

Tabla 4 - 4. Categoría de práctica ambiental identificada.	40
Tabla 4-5. Registro medioambiental.	42

ÍNDICE DE DIAGRAMA DE FLUJO

Diagrama de flujo 2-1. Proceso productivo con identificación de prácticas ambientales	14
Diagrama de flujo 2-2. Máquina cortadora	15
Diagrama de flujo 2-3. Línea de Perfilado	17
Diagrama de flujo 2-4. Línea fabricación de tubos.	19

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2-1. Desenrollador.....	16
Figura 2-2. Foso de almacenamiento.....	16
Figura 2-3. Cabezal cortador	16
Figura 2-4. Rebobinadora y sistema de apilamiento	17
Figura 2-5. Desenrollador de flejes	18
Figura 2-6. Rodillo de formación	18
Figura 2-7. Mesa de corte automático	19
Figura 2-8. Desbobinador	20
Figura 2-9. Acumulador de flejes	20
Figura 2-10. Soldadura por fusión.....	21
Figura 2-11. Carro de corte.....	21
Figura 2-12. Sistema de empaquetado.....	22

ÍNDICE ILUSTRACIÓN

Ilustración 2-1. Leyenda del gráfico.....	15
---	----

RESUMEN

La gestión ambiental y las herramientas que utiliza son cruciales en la industria para identificar y/o mitigar el impacto de las acciones diarias en el medio ambiente. De esta manera, las empresas buscan alternativas orientadas al mejoramiento continuo de las actividades productivas que generan; estrechando cada vez más su relación con el medio ambiente.

El Índice de Desempeño Ambiental clasifica el rendimiento de los países en temas ambientales en dos grandes áreas: protección de salud humana y protección de ecosistemas. En la última medición (2022) Chile alcanza los 467 puntos, el más alto para Sudamérica, posicionándose en el lugar N° 58 a nivel mundial. [1].

El presente trabajo analiza, como caso de estudio una empresa ficticia que fabrica perfiles de acero, que no contempla sistemas de control efectivos para sus procesos productivos. En ella se realizan procesos de producción con significancia que dan lugar a la fabricación de perfiles de acero abiertos y tubulares (cerrados), generando una cantidad significativa de residuos de todo tipo, pero siendo de relevancia los residuos peligrosos.

El objetivo general es llevar a cabo un reconocimiento de evaluación que identifique las prácticas ambientales existentes en el caso de estudio que se dedica a la fabricación de perfiles de acero, enfocándose en la identificación de sus procesos productivos clave: cortador de bobinas de acero, perfiladora y tubera. Se analizarán los principales residuos generados en estos procesos, evaluando las prácticas actuales de gestión de residuos y su nivel de cumplimiento normativo según las regulaciones vigentes. Con base en los resultados del diagnóstico, se propondrán recomendaciones de mejora.

INTRODUCCIÓN

En la última década, la industria de la construcción en Chile ha experimentado un notable avance en el uso de perfiles de acero en diversas aplicaciones. Los perfiles de acero son elementos estructurales fabricados a partir de acero laminado en caliente y/o en frío, que se utiliza ampliamente en el diseño de construcción de edificios, puentes, estructuras industriales y una variedad de proyectos de infraestructura [2]. El consumo aparente del material alcanzó las 2.289.000 toneladas durante el año 2022 en el país, con un 69% de origen importado y un 31% de producción nacional [3].

Existen diferentes tipos de perfiles de aceros, dentro de los más comunes están los perfiles abiertos y cerrados. Los perfiles abiertos conformados en frío son aquellos que presentan una sección transversal abierta. Por otro lado, los perfiles cerrados o tubulares, y se caracterizan por tener una sección transversal cerrada [4].

Para llevar a cabo el diseño de los perfiles de acero, se requiere de un proceso de producción con diferentes maquinarias, las cuales tienen repercusiones y efectos directos en el medio ambiente, si no se gestiona de la manera adecuada. La generación de los residuos y los impactos ambientales relacionados con los mismos se deben en parte al desconocimiento por parte de algunos de los empleados y/o empresarios de la importancia de la gestión ambiental en el desarrollo de los procesos. [5].

Entre las principales estrategias propuestas a nivel mundial para enfrentar los problemas ambientales se encuentran los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA). Los SGA están relacionados con los sistemas de gestión de calidad, en este sentido un SGA le permite a la empresa controlar procesos que generar posibles daños al medio ambiente, con el fin de minimizar los impactos ambientales de sus operaciones y mejorar la eficiencia de sus procesos [6]. Por ende, la implementación de sistemas de gestión ambiental (SGA) se ha vuelto crucial para identificar, evaluar y minimizar los impactos negativos y positivos sobre el medio, dando a cumplir con las normativas ambientales vigentes.

La empresa ficticia objeto de este estudio se dedica a la fabricación de perfiles de acero, un proceso que involucra operaciones que genera una serie de residuos derivados del proceso de producción, fomentando a realizar prácticas ambientales que gestionen de manera adecuada en este ámbito, con el fin, de proponer mejoras. Sin embargo, hasta la fecha, no se ha realizado un análisis detallado sobre sus prácticas ambientales actuales. Ante este escenario, surge la necesidad de realizar un reconocimiento de evaluación de las prácticas actuales de la empresa, que permita identificar oportunidades de mejora y establecer bases para un SGA más eficiente.

Se tiene como objetivo evaluar las prácticas ambientales del proceso de producción de perfiles de acero, identificando prácticas del manejo de residuos y proponer mejoras basadas en los resultados obtenidos. Para ello, se utilizarán herramientas como diagrama de flujo,

listas de verificación, tablas de normativa ambiental vigente aplicable. Finalmente, el estudio proporcionará recomendaciones en un formato ficha de registro ambiental para optimizar las prácticas ambientales de la empresa.

El propósito de esta identificación es obtener una evaluación clara y objetiva del desempeño ambiental actual en el proceso de producción de perfiles de acero, con una data ficticia de la generación de residuos. Así identificar las fortalezas y debilidades en el manejo ambiental de la empresa, con el fin de proponer mejoras específicas que permitan avanzar hacia una producción más respetuosa con el medio ambiente.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Planteamiento del problema y Justificación

El proceso industrial de fabricación de perfiles de acero es fundamental para diversas aplicaciones estructurales, que deriva a varios impactos ambientales significativos. Entre los problemas más comunes se encuentran la generación de residuos metálicos, un consumo intensivo de energía, emisiones fugitivas de gases contaminantes y una gestión inadecuada de derrames de hidrocarburos. La carencia de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) efectivo agrava estas problemáticas, dado que las practicas actuales, si bien existen, no siempre cumplen con las normativas ambientales vigentes ni están orientadas a la mejora continua.

En este contexto, la empresa ficticia GSR caso de estudio que produce perfiles de acero, enfrenta una serie de deficiencias en la gestión de residuos y en el uso de recursos. Esto se evidencia en una cantidad significativa de desperdicios y un alto consumo energético que derivan a faltas eficientes en sus medidas y prácticas ambientales, precisando un control riguroso, especialmente en lo que respecta a la gestión de residuos. Refiriéndose a evaluar dichas prácticas con el grado de cumplimiento con las normativas ambientales vigentes.

Por ende, se plantea la necesidad de realizar un reconocimiento enfocado en tres aspectos clave: primero, definir los procesos para identificar puntos de generación de residuos; segundo, caracterizar los residuos generados para evaluar su gestión; y tercero evaluar las prácticas actuales en conjunto con el cumplimiento normativo que aplica. Permitiendo desarrollar recomendaciones de mejora que optimice el desempeño ambiental. Sin una evaluación, se corre el riesgo de persistir dañando el entorno y exponiéndose a sanciones regulatorias.

La justificación de este estudio se centra en el impulso de mejorar las prácticas ambientales de la empresa ficticia GSR, que actualmente enfrenta deficiencias en la gestión de sus recursos, pero principalmente en el manejo de residuos. Evaluar estas prácticas ambientales no solo ayudará a minimizar estos desperdicios y/o residuos, sino que generará beneficios en el ámbito económico y operativo. Una gestión ambiental adecuada puede reducir costos a través de ahorro de energía, disminución de residuos y prevenir sanciones regulatorias.

Además, este reconocimiento tiene valor agregado al facilitar una base para futuras mejoras en el desempeño ambiental de la empresa. De esta forma, el proyecto no solo beneficiará a la organización, sino que también servirá de modelo replicable para otras industrias del sector.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Reconocer prácticas ambientales recurrentes, de una empresa ficticia que fabrica perfiles de acero, definiendo los principales procesos productivos, analizando los residuos generados, evaluando las prácticas actuales, con el propósito de proponer mejoras que permitan que su SGA existente sea más efectivo.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los procesos productivos de relevancia (cortador, perfiladora y tubera) mediante diagrama de procesos, identificando puntos claves de generación de residuos.
- Emplear matrices de identificación para caracterizar y describir los tipos de residuos generados en cada proceso productivo.
- Proponer listas de verificación para evaluar las prácticas ambientales actuales.
- Proponer recomendaciones de mejora centradas en la reducción de residuos.

1.3. Alcance de Estudio y limitaciones

El presente caso de estudio de reconocimiento de prácticas ambientales aplica a las actividades productivas de la empresa ficticia GSR, dedicada a la fabricación de perfiles de acero. Conlleva los procesos desarrollados de las áreas del cortador, máquina perfiladora y tubera, que representan las principales fuentes de generación de residuos peligrosos y no peligrosos. El objetivo es la evaluación de las prácticas ambientales existentes asegurando el cumplimiento normativo con las recomendaciones de mejora.

A continuación, se muestran las limitaciones del proyecto:

- El proyecto se aplicará a un caso de estudio de una empresa ficticia dedicada a la fabricación de perfiles de acero.
- El caso de estudio se basa en un tiempo de 3 meses.
- Los datos utilizados para evaluar la producción, cantidad de residuos y otros aspectos relevantes serán cifras estimadas, debido a la naturaleza ficticia de la empresa.
- Las recomendaciones de mejora a las prácticas ambientales identificadas no se implementarán, porque el alcance del proyecto se limita únicamente a la etapa de diagnóstico.

1.4. Metodología

El presente estudio tiene como objetivo realizar un reconocimiento de prácticas ambientales en una empresa ficticia dedicada a la fabricación de perfiles de acero, analizando los principales procesos productivos, los residuos generados, y evaluando sus prácticas ambientales actuales con el propósito de proponer mejoras para optimizar su Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Para ello, se utilizará una metodología que combina técnicas cualitativas y cuantitativas. El enfoque cualitativo permitirá analizar y describir las prácticas ambientales actuales, mientras que el cuantitativo se centrará en la medición de la cantidad de residuos generados y en la evaluación del cumplimiento normativo.

Este estudio se clasifica como una investigación descriptiva-exploratoria, ya que busca describir los procesos y su consideración ambiental, así como explorar áreas de mejora en el manejo de residuos y otras prácticas ambientales.

Esta fase inicial se centrará en la identificación de los procesos productivos y la evaluación preliminar de las prácticas ambientales vigentes en la empresa.

Se elaborarán diagramas de flujo para cada uno de los procesos productivos de relevancia (Cortador, máquina perfiladora y tubera), identificando las entradas y salidas de materiales y recursos en cada etapa.

Se aplicará una matriz de identificación para caracterizar los residuos generados en cada uno de los procesos productivos. Esta matriz clasificará los residuos según su tipo (sólidos, líquidos, emisiones) y evaluará su impacto en función de su peligrosidad, volumen y frecuencia.

El siguiente paso será evaluar las prácticas ambientales existentes en la empresa y su nivel de cumplimiento con las normativas vigentes. Se utilizarán listas de verificación basadas en las normativas ambientales aplicables, incluyendo la ISO 14001 y la legislación local, para evaluar las prácticas actuales. Estas listas permitirán medir el grado de cumplimiento de la empresa con las regulaciones establecidas.

Los resultados de la evaluación se compararán con las mejores prácticas ambientales de la industria metalmeccánica. Esta comparación permitirá identificar las áreas donde la empresa tiene potencial de mejora, tanto en términos de reducción de residuos como en el uso eficiente de recursos.

Finalmente, se elaborará una propuesta de mejoras con base en los hallazgos de la evaluación. Para cada una de las mejoras propuestas. Se prestará especial atención a las estrategias que permitan reducir la cantidad de residuos generados y optimizar el uso de recursos como energía.

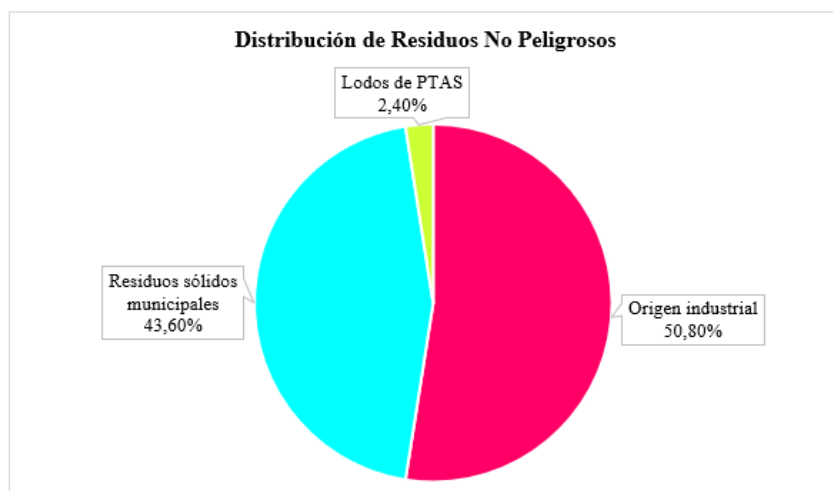
1.5. Contexto del sector metalúrgico y metalmecánico de Chile

La industria de producción de perfiles de acero tiene gran relevancia en el sector metalúrgico, por su impacto en múltiples sectores: como la construcción, industria automotriz y fabricación de maquinaria. Los perfiles de acero son componentes esenciales en estructuras metálicas y proyectos de infraestructura debido a sus características de resistencia y durabilidad. Alrededor del 70% del total de acero consumido en un año, va destinado a la construcción [7]. Como sabemos, la producción de cualquier material genera pérdidas que tienen impacto económico y ambiental.

El sector Metalmecánico en Chile agrupa una unión de actividades y procesos productivos de manufactura como: industrias básicas del hierro y del acero que elaboran hierro primario y productos terminados [8]. La fabricación de piezas y otros productos de metal puede generar residuos tóxicos, como virutas y escombros, que deben manejarse adecuadamente para disminuir su impacto en el medio ambiente. [9]

De acuerdo, al Séptimo Reporte del Estado del Medio Ambiente del año 2022, en Chile para el 2020, se generaron más de 18 millones de toneladas de residuos, donde el 96,7% corresponde a residuos no peligrosos, se puede observar la distribución en el gráfico 1, mientras que el 3,3% son de residuos peligrosos.

Gráfico1-1. Distribución de residuos no peligrosos en Chile



Fuente: Elaboración Propia en base al Séptimo Reporte del Estado del Medio Ambiente del año 2022.

En relación con los residuos no peligrosos generados, el 80% fue eliminado, en tanto un 20% fue valorizado.

1.5.1. Principales Variables Económicas

La producción total en 2020 fue de 55,6 millones de toneladas (Mt), Chile ha sido el país con mejor desempeño, en cuanto a aumento de producción de toneladas en los últimos años. Con 1,2 Mt y un incremento de 2,1% [10]. El consumo de acero, por su parte, se refleja en la mejora de la economía regional, registrando en noviembre de 2020 un aumento del 6%, comparado contra el mismo mes del año pasado [11].

El abastecedor principal de este sector es la industria de siderúrgica. No obstante, cabe señalar que sigue en aumento la utilización de materias primas importadas. En 2023 los 1,6 Mt provinieron básicamente de: China (1 Mt), Japón (234 mil t), Corea de Sur (122 mil t). Demuestra que casi todo el acero importado por Chile, 85%, viene del mercado asiático”.

El acero es un material de suma importancia para el desarrollo de la economía de cada país, ya que es un recurso cuyos usos abarcan diversos ámbitos de la industria. [12]

1.6. Gestión Ambiental

La gestión ambiental en las empresas industriales ha ganado importancia a medida que la presión por incorporar prácticas sostenibles y cumplir con exigencias ambientales ha aumentado. En particular, la industria de fabricación de perfiles de acero enfrenta desafíos relacionados con la generación y segregación de residuos, al igual que el consumo de recursos y emisiones atmosféricas difusas.

La implementación de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), alineados con normativas internacionales como la NCh ISO 14001, se ha convertido en una estrategia clave para mejorar la eficiencia en el uso de recursos y reducir los impactos negativos de las operaciones industriales. La norma NCh ISO 14001 establece los requisitos para un sistema de gestión ambiental.

En la industria manufacturera, la certificación ISO 14001 puede ayudar a garantizar que la empresa esté comprometida con la sostenibilidad y la protección del medio ambiente.

1.6.1. Desempeño Ambiental

El Desempeño ambiental busca identificar y evaluar los resultados medibles en base a los aspectos ambientales de las actividades operativas realizadas en las empresas, con el fin de obtener una perspectiva clara del rendimiento y el grado de cumplimiento del SGA.

1.6.2. Manejo de Residuos

La gestión de residuos es relevante para los procesos de producción ya que, al transformar la materia prima en un producto final, está pasa por un proceso que genera algún tipo de desperdicio y/o residuo. Por ende, es importante realizar un seguimiento desde la fuente de origen hasta su disposición final.

El procedimiento del sistema de gestión de residuos se basa en 3 etapas:

- Clasificación e identificación de los residuos
- Segregación desde el origen del proceso de producción
- Disposición final

1.7. Descripción de la empresa ficticia

GSR S.A fundada en 2009 por un grupo de empresarios con conocimientos en el sector metalmecánico, GSR S.A comenzó en un pequeño taller dedicado a la producción de perfiles de acero para el mercado local. En 2016, la empresa se expandió, triplicando su capacidad de producción para atender pedidos personalizados. A lo largo de los años, GSR S.A ha trabajado para mejorar sus prácticas de sostenibilidad.

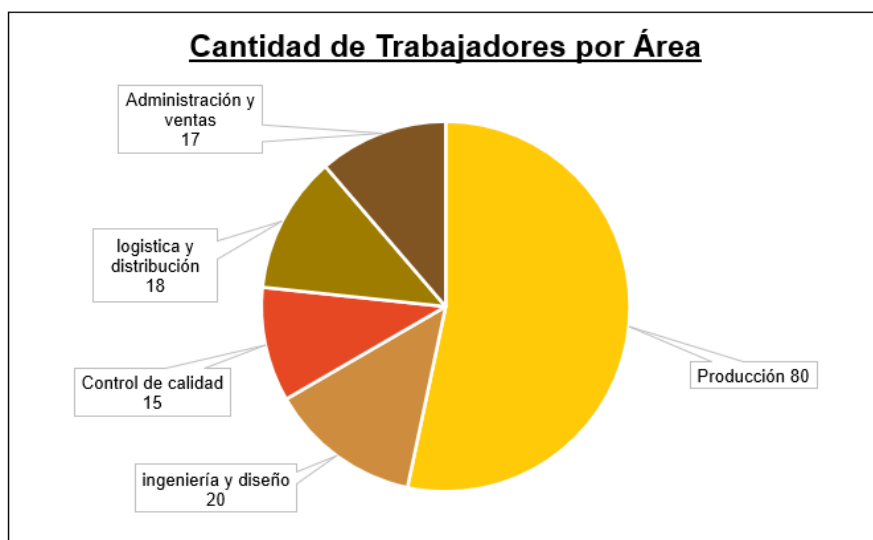
Se ubica en AV. Gran Bretaña zona industrial de Talcahuano, Región del Biobío.

Ofrece productos de alta resistencia y durabilidad que cumplen con las normas nacionales e internacionales de calidad. GSR S.A se distingue por su capacidad de fabricar perfiles personalizados según especificaciones del cliente, manteniendo precios competitivos.

Es del área de metalurgia y manufactura en el sector metalmecánico, con enfoque en la construcción y el sector industrial.

Tiene una cantidad de 150 trabajadores, distribuidos en las siguientes áreas representado en el gráfico 1-2.

Gráfico 1-2. Cantidad de trabajadores por área.



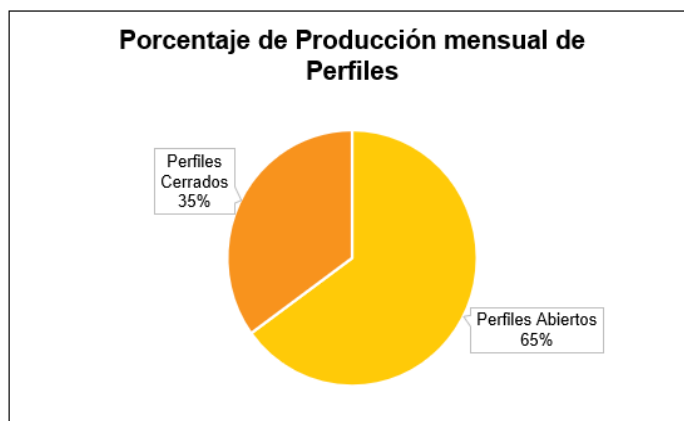
Fuente: Elaboración propia con datos ficticios

Los procesos productivos y capacidad técnica:

1. **Recepción y clasificación de materia prima:** Recepción mensual de 7.000 toneladas de acero, clasificadas por tamaño, tipo y propiedades.
2. **Corte y desbobinado de acero:** Máquina cortadora que permite cortar en láminas de 15mm de grosor y flejes de diferentes anchos. Capacidad de 5.700 kilogramos diarios.
3. **Perfilado:** Perfiladora industrial de múltiples etapas para crear secciones como U y L. Capacidad de producción 160 kg diarios, aproximado de 3.840 toneladas mensual.
4. **Fabricación de tubos (Tubera):** Máquina de tubos estructurales cerrados en formas cuadradas, redondas y rectangulares. Capacidad de 2.410 toneladas mensuales.
5. **Embalaje y almacenamiento:** uso de tacos de madera para apilamiento con capacidad de almacenamiento de 7.200 toneladas en inventario.

La producción mensual aproximadamente es de 6.300 toneladas distribuidas en perfiles abiertos y tubos observada en el gráfico 3.

Gráfico 1-3. Porcentaje de producción mensual



Fuente: Elaboración propia con datos ficticios

Otros detalles operativos, en la siguiente tabla 1-1.

Tabla 1-1. Aspectos y detalles operativos de la producción

Aspecto	Detalle
Ciclo de Producción	16 horas diarias
Turnos	2 turnos
Tiempo de producción por turno	8 horas
Días hábiles por mes	22 a 26 días
Producción mensual	6,250 kilogramos
Producción diaria	284 kilogramos entre ambos turnos
Producción por turno	142 kilogramos por turno
Personal por turno	8 trabajadores por turno
Roles	2 supervisores, 4 operarios, 2 técnicos de mantenimiento
Porcentaje de eficiencia	95% (proporción de producción efectiva vs. Capacidad total de producción)
Tiempo de inactividad	45 minutos promedio diario (cambio turno y ajustes)
Cantidad de maquinaria	3 cortadores, 7 perfiladoras y 6 tuberías.

Fuente: Elaboración propia con datos ficticios

CAPÍTULO 2: PROCESO PRODUCTIVO

2.2 Definición del proceso Producción

El proceso productivo de la empresa ficticia GSR comienza con la solicitud de materia prima a proveedores de acero, se inicia con la recepción del material que se denomina bobina de acero galvanizado o acero carbono con un espesor determinado. Posteriormente, el material se dirige al proceso de ajuste de dimensiones, en el que una máquina cortadora define el ancho específico requerido por el cliente.

A continuación, el material ajustado denominado fleje se traslada a las líneas de fabricación, las cuales se dividen en dos áreas: línea de conformado de tubos (tubera) y línea de perfilado (perfiladora). El conformado moldea y sueldan los flejes para crear tubos, en el perfilado, el fleje se transforma en perfiles de diversas formas mediante deformación por rodillos.

Una vez que los productos se encuentren fabricados, se realiza un control de calidad para asegurar que cumplan con las especificaciones requeridas. Finalmente, los productos terminados son empaquetados y organizados, listos para el área de almacenamiento en donde se preparan para ser cargados en camiones y distribuidos al cliente. El gráfico N°4 muestra el diagrama de flujo del proceso productivo y la ilustración N°1 se aprecia la referencia de los símbolos utilizados.

2.2.1. Preparación de Materias Primas

La preparación de materias primas en la fabricación de flejes, perfiles, y tubos de acero, incluye un sistema automatizado que gestiona las etapas de descarga, clasificación, pesaje y almacenamiento. Se emplean grúas para la descarga asistida, seguido de una inspección digital que verifica la calidad del material. Un algoritmo clasifica automáticamente las materias primas por tipo y fecha de recepción, optimizando la rotación.

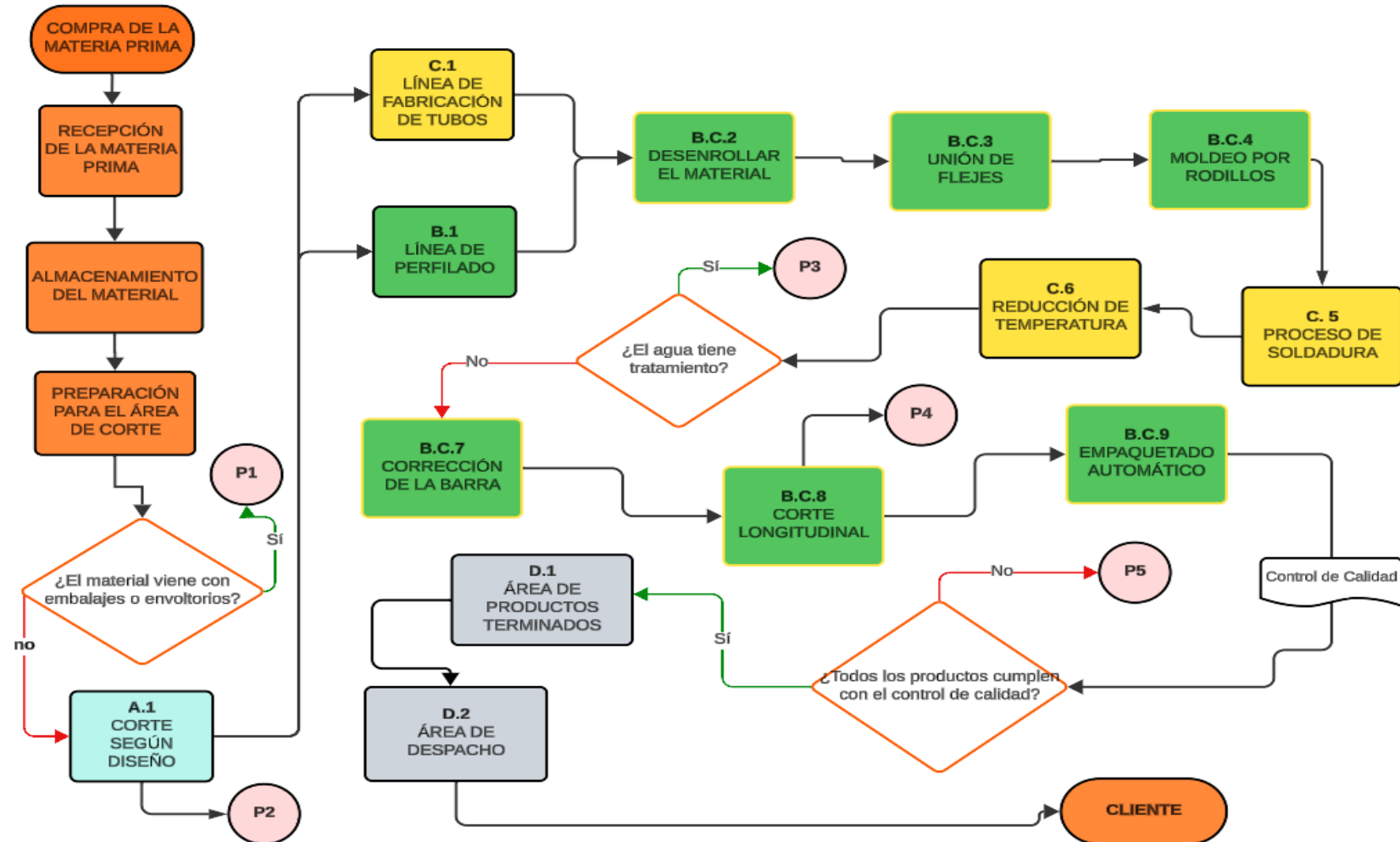
Las básculas digitales conectadas registran el peso exacto, y el almacenamiento inteligente con etiquetas RFID y sensores monitorea las condiciones ambientales, todo gestionado por un software central que rastrea y reporta en tiempo real.

2.2.2. Proceso de la Máquina Cortadora

La cortadora es una máquina de procesamiento diseñada para cortar bobinas metálicas anchas de diferentes metales, como el acero de manera longitudinal en varias tiras a un ancho determinado, y es adecuado para bobinas de diferentes espesores según las necesidades de producción, corte y bobinado final.

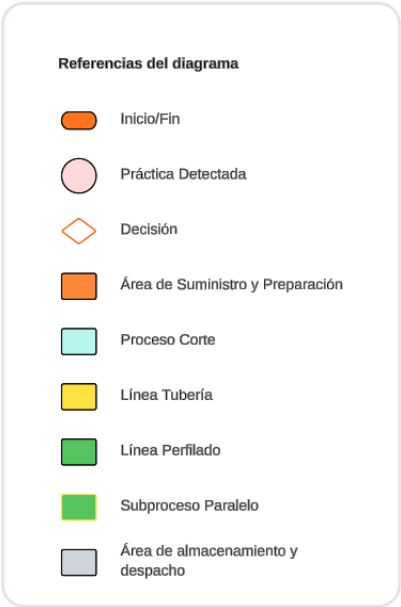
A continuación, en el gráfico N°5 se describe el proceso de preparación de la bobina de acero para su transformación en flejes. La bobina de acero es sujeta y desenrollada, desplegándose al dispositivo de nivelación donde ajusta la superficie del material para asegurar uniformidad, luego pasa el foso de almacenamiento donde se permite un flujo continuo que no provoque tensiones de tal modo que no sufra abolladuras o deformaciones, seguido por un rodillo que presiona el material para ser dirigido al cabezal cortador en que divide la plancha en tiras llamadas flejes según las especificaciones correspondiente. Finalmente, los flejes se envuelven en la rebobinadora sellados con zunchos siendo transferidos al sistema de apilamiento para su posterior uso.

Diagrama de flujo 2-1. Proceso productivo con identificación de prácticas ambientales



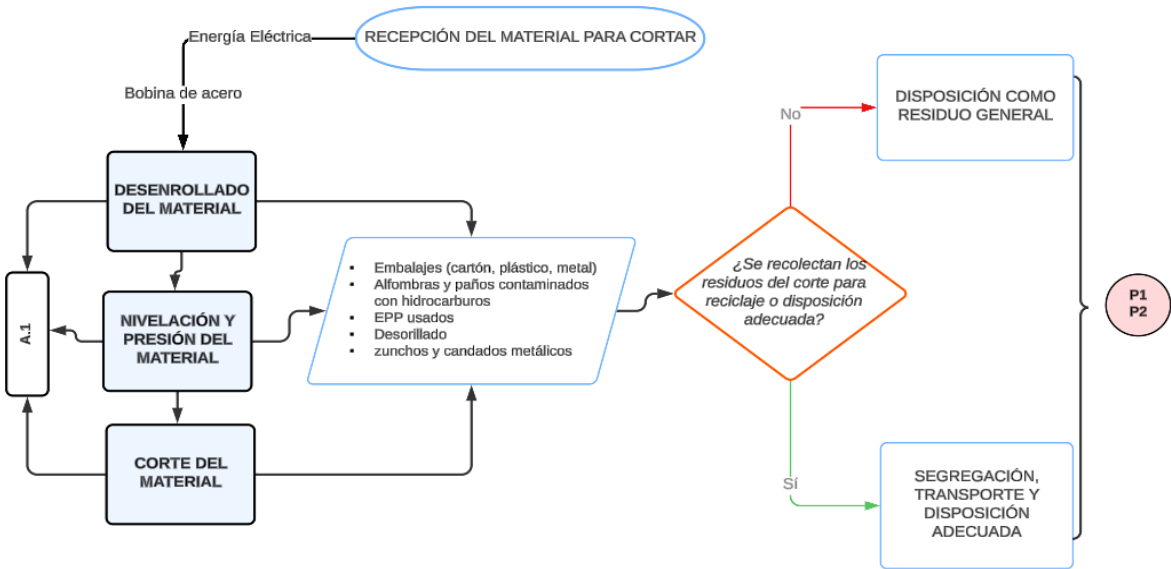
Fuente: Elaboración Propia empresa ficticia GSR. S.A

Ilustración 2-1. Leyenda del gráfico



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de flujo 2-2. Máquina cortadora



Fuente: Elaboración propia en base a cortador genérico. (Artizono, 2024).

Las siguientes figuras 1, 2, 3 y 4; muestran el funcionamiento real de la transformación.

Figura 2-1. Desenrollador



Fuente: Desenrollador hidráulico. Gran Metal, 2023.

Figura 2-2. Foso de almacenamiento



Fuente: Foso de almacenamiento. (Gran Metal, 2023).

Figura 2-3. Cabezal cortador



Fuente: Cortador Hidráulico. Vistmac, 2023

Figura 2-4. Rebobinadora y sistema de apilamiento

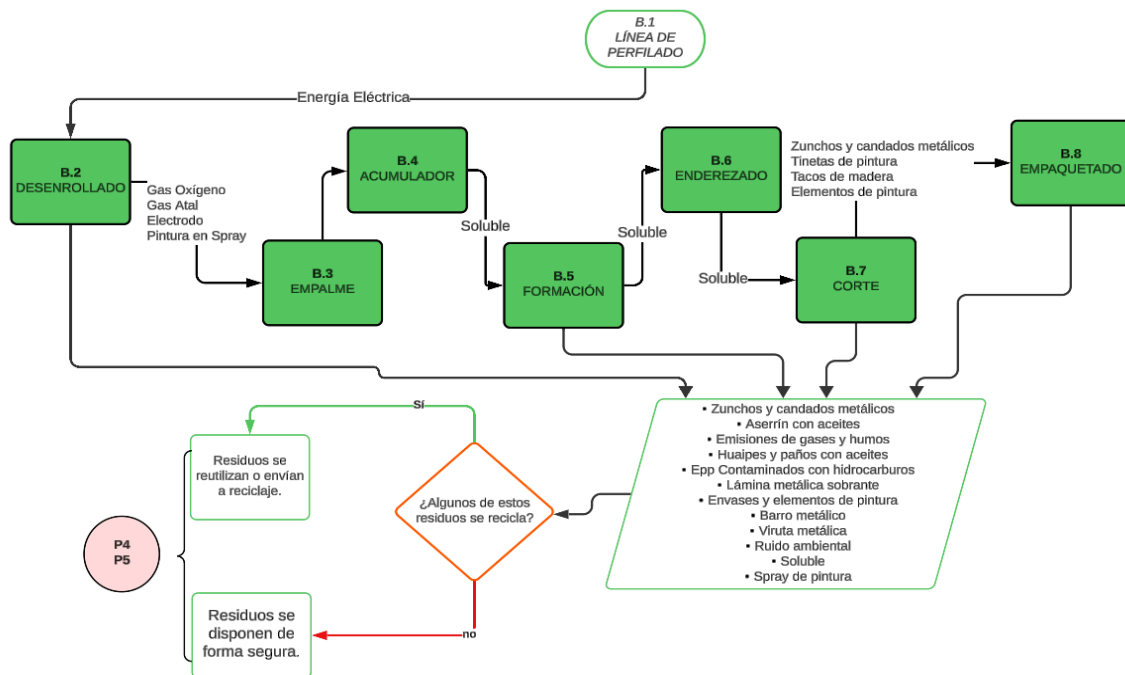


Fuente: Prensa Tensora con Enrollador y Brazo de Descarga Doble. (Indeco, s.f.)

2.2.3. Proceso Máquina Perfiladora

La máquina perfiladora es diseñada para formar perfiles de acero. La máquina toma bobinas dimensionas (flejes) y las somete a un proceso de perfilado en frío, donde el material pasa por una secuencia de rodillos que le van dando la forma de manera paulatina hasta obtener el perfil deseado, como canales y vigas. El gráfico n°6 muestra el proceso.

Diagrama de flujo 2-3. Línea de Perfilado



Fuente: Elaboración propia en base a perfiladora genérica.

A continuación, explico las etapas del proceso. Inicia el proceso de carga del material en el desenrollador son sujetas para alimentar de manera continua a la línea de producción, luego se unen dos flejes cuando está por terminar el anterior, asegurando la continuidad sin interrupciones, pasado al corazón del proceso, en donde el acero pasa por una serie de rodillos que moldean hasta obtener el perfil deseado, dando un ajuste final en el cabezal de turco para garantizar dimensiones y formas precisas, finalmente los perfiles son cortados en longitud específica del diseño del producto, siendo agrupados y empaquetados automáticamente.

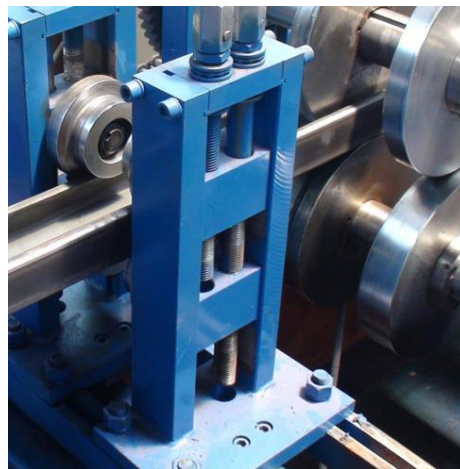
Las siguientes figuras N°5, 6, 7, muestran partes de la máquina perfiladora.

Figura 2-5. Desenrollador de flejes



Fuente: Desenrollador de flejes (zhongtuo, s.f)

Figura 2-6. Rodillo de formación



Fuente: Formación y cabezal turco (Superda, s.f)

Figura 2-7. Mesa de corte automático

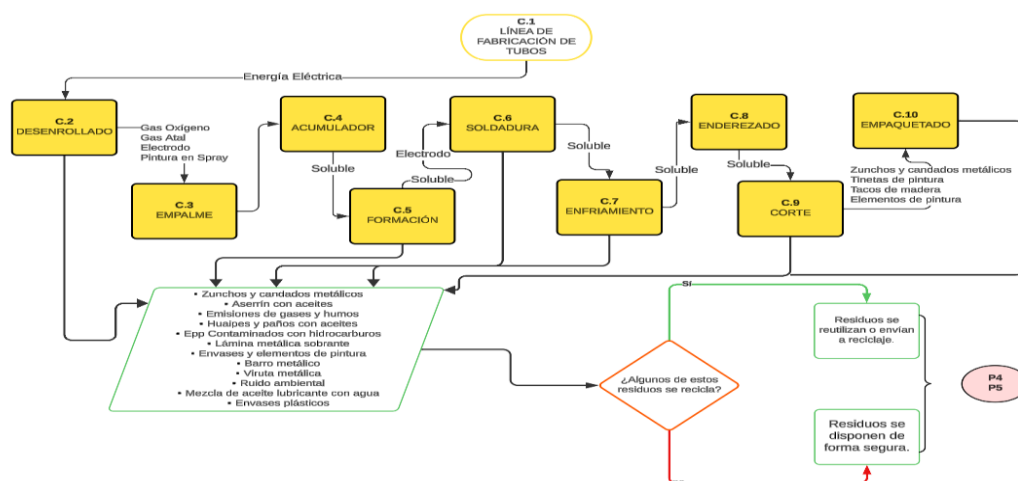


Fuente: Máquina cortadora automática de tubos (b2brasil, f.s)

2.2.4 Proceso Fabricación Tubos de Acero

La tubera es una máquina industrial utilizada en la fabricación de tubos de acero de diversas formas y tamaños, tal como lo dice su nombre. Su principal función es transformar bobinas de acero en tubos mediante un proceso continuo de formación, soldadura y acabado. El gráfico n°2.3 muestra el diagrama de flujo del proceso de manera detallada.

Diagrama de flujo 2-4. Línea fabricación de tubos.

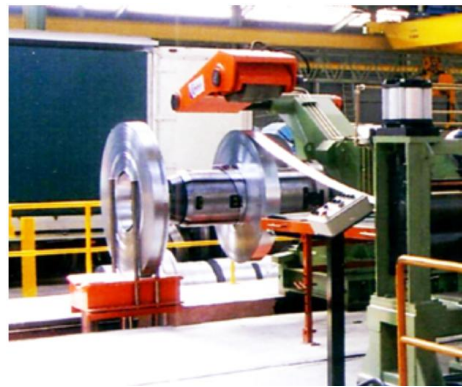


Fuente: Elaboración propia fundado en una máquina genérica de tubos de acero. (Shijiazhuang Zhongtai Pipe Technology Development Co, s.f)

El diagrama presenta el comienzo de la operación, donde se prepara el sistema para iniciar el proceso, las bobinas se colocan en el porta rollo para suministrar material, se unen los flejes para hacer una cadena suficiente de material sin detener la línea de producción, se acumula el material ya unido para que siga funcionando de manera lineal, pasando el fleje por una serie de rodillos que se dan forma cilíndrica, conformando el tubo en una estructura básica, una vez formado el tubo se une mediante soldadura por fusión que va juntado los bordes hasta crear un tubo continuo y sólido, el tubo caliente pasa por una tina de enfriamiento, para reducir su temperatura y evitar deformaciones, se calibra para cumplir los estándares y especificaciones requeridas, en donde el carro de corte secciona en longitudes referentes, finalmente los tubos cortados son agrupados y empaquetados automáticamente.

Las siguientes figuras 8, 9, 10, 11 y 12 muestran partes del proceso de fabricación de tubos de acero:

Figura 2-8. Desbobinador



Fuente: Desenrollador de bobinas. (Indeco, s.f)

Figura 2-9. Acumulador de flejes



Fuente: Acumulador en espiral (Shijiazhuang Taoguan Technology Co, 2024)

Figura 2-10. Soldadura por fusión



Fuente: Soldadora de alta frecuencia (Líneas de Producción de Tuberías, s. f.)

Figura 2-11. Carro de corte



Fuente: Carro corte (Shijiazhuang Zhongtai Pipe Technology Development Co, s.f)

Figura 2-12. Sistema de empaquetado



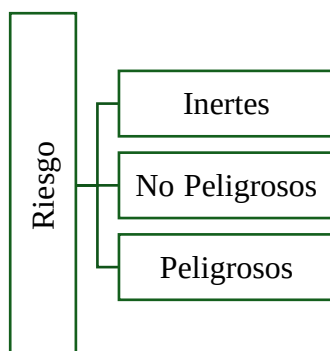
Fuente: Apiladora automática (Shijiazhuang Zhongtai Pipe Technology Development Co, s.f)

CAPÍTULO 3: IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS

Los conceptos en relación con el manejo de residuos en Chile se describen en la legislación, cuando la ley 20.920 define como “residuo” a cualquier sustancia y objeto que su generador desecha o existe la intención y obligación de desechar en base a la legislación vigente”.

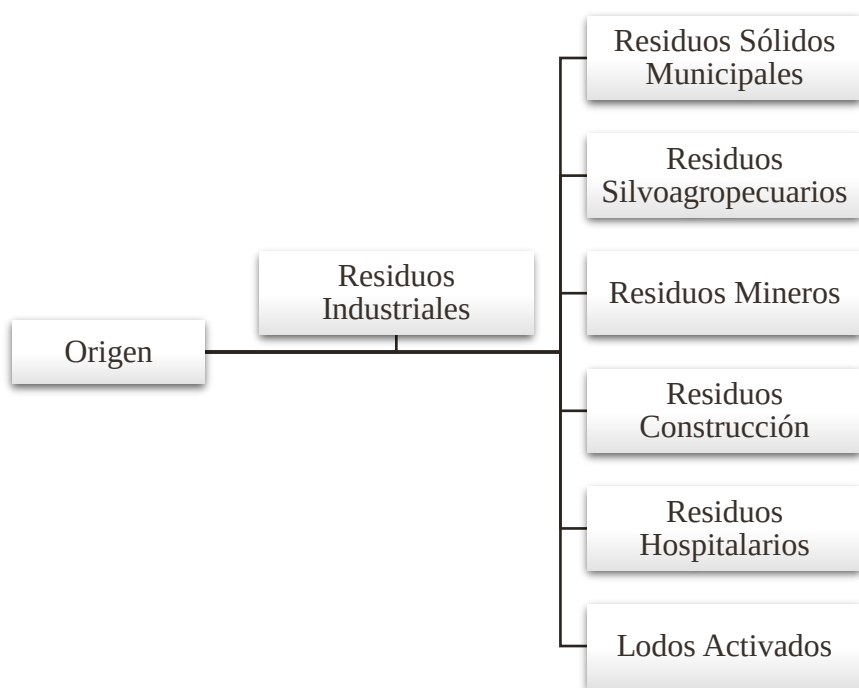
La Política de Gestión Integral de Residuos de 2005, determina el riesgo y origen de los residuos, clasificando de la siguiente manera:

Gráfico 3-1. Tipo de residuos en Chile



Fuente: Elaboración propia en base al documento Política de Gestión Integral de Residuos, 2005.

Gráfico 3-2. Origen de los residuos en Chile



Fuente: Elaboración propia en base al documento Política de Gestión Integral de Residuos, 2005.

3.1. Generación de Residuos

En la siguiente sección, se identifican los residuos, sus cantidades, la clasificación y disposición final.

La tabla N°3-1 muestra el código del proceso en donde se genera el residuo, cantidad aproximada, frecuencia y disposición final

Tabla 3-1. Residuos generados del proceso general de producción

Etap del proceso	Residuo Generado	Cantidad generada Kg	Frecuencia	Tipo de Residuo	Destino actual
A.1	Embalajes (Cartón, plástico, metal)	3500	Mensual	Residuo No peligroso	Contenedor Común
	Alfombras contaminadas con hidrocarburos	1400	Mensual	Residuo Peligroso	Bodega de RESPOL

	Huapes y paños contaminados con aceites	3800	Mensual	Residuo Peligroso	Bodega de RESPEL
	Epp usados	2100	Mensual	Residuo Peligroso	Bodega de RESPEL
	Desorillado	4300	Mensual	Residuo Peligroso	Bodega de RESPEL
	Zunchos y candados metálicos	1500	Mensual	Residuos No peligrosos	Contenedor Especial
B.1 C.1	Borra metálica	4100	Mensual	Residuo Peligroso	Bodega de RESPEL
	Agua Contaminada con aceites y grasas	400	Mensual	Residuos peligrosos	Bodega de RESPEL
	Aserrín contaminado con aceite y grasas	1050	Mensual	Residuos peligrosos	Bodega de RESPEL
	Aceite usado	800	Mensual	Residuos peligrosos	Bodega de RESPEL
	Material sólido contaminado con aceites y grasas	5600	Mensual	Residuos peligrosos	Bodega de RESPEL
	Material con pintura	250	Mensual	Residuos peligrosos	Bodega de RESPEL
	Viruta Metálica contaminada con aceite y grasas	2200	Mensual	Residuos peligrosos	Bodega de RESPEL
	Despunte madera contaminado con aceite y grasas	4500	Mensual	Residuos peligrosos	Bodega de RESPEL
	Filtros de aceite	40	Mensual	Residuos peligrosos	Bodega de RESPEL
	Material de rechazo	12000	Mensual	Residuo No peligroso	Contenedor Especial

Fuente: Elaboración propia en base a datos estimativos del sector metalmeccánico.

3.1.1. Tipos de Residuos peligrosos proceso productivo

Los principales tipos de residuos identificados han sido agrupados utilizando los siguientes criterios:

- Características químicas generales.
- Procesos o actividades que la generan.

- Potencial de usos y/o destinos.

Tabla 3-2. Cuantificación residuos peligrosos.

Grupo de residuos identificado	Detalle residuo identificado	Cantidad estimada anual Kg
Borra	Barro metálico	4100
Residuos Varios Contaminados con Aceites y Grasas.	Huaipe, Paños, EPP, alfombras, filtros, aserrín contaminados con aceite y/o grasas.	9410
Agua contaminada con aceite	Mezclas Aceite y Agua (soluble)	4000
Envases de pintura	Envases aerosoles de pintura, barniz, antioxidante, etc.	80
Aceites usados	Desechos Residuo de Aceite	150

Fuente: Elaboración propia en base a datos estimativos del sector metalmecánico.[13]

3.2. Peligrosidad de los Residuos Industriales según el DS N° 148

De acuerdo con el DS N° 148, se distinguen 6 características de peligrosidad para los Residuos Industriales Sólidos. Estas son:

3.2.1. Toxicidad Aguda

Un residuo tendrá características de toxicidad aguda en los siguientes casos:

- Cuando su toxicidad por ingestión en ratas, expresada como Dosis Letal 50, DL50 oral, arroja en un ensayo de laboratorio un valor igual o menor que 50 mg de residuo/kg de peso corporal
- Cuando el valor de su toxicidad por inhalación en ratas, expresada como Concentración Letal 50, CL50 inhalación, arroja en un ensayo de laboratorio un valor igual o menor que 2 mg de residuo/l.
- Cuando su toxicidad por absorción cutánea en conejos, expresada como Dosis Letal 50, DL50 dermal, arroja en un ensayo de laboratorio un valor igual o menor que 200 mg de residuo/kg de peso corporal.

Se considerará que un residuo tiene la característica de toxicidad aguda, cuando el contenido porcentual en el residuo de una sustancia tóxica listada en el artículo 88 o de otra sustancia tóxica aguda reconocida como tal mediante Decreto Supremo del Ministerio de Salud, sea

superior a la menor de las concentraciones tóxicas agudas límites, CTAL, definidas para ese constituyente.

3.2.2. Toxicidad Crónica

Un residuo tendrá la característica de toxicidad crónica en los siguientes casos:

- a. Si contiene alguna sustancia no incluida en el Artículo 89 del presente Reglamento, que sea declarada tóxica crónica mediante Decreto Supremo del Ministerio de Salud por presentar efectos tóxicos acumulativos, carcinogénicos, mutagénicos o teratogénicos en seres humanos. La Autoridad Sanitaria deberá fundar su decisión en estudios científicos nacionales o extranjeros.
- b. Cuando contiene alguna sustancia incluida en el Artículo 89 del presente Reglamento que sea cancerígena y cuya concentración en el residuo, expresada como porcentaje, es superior a CTAL/1000, en donde CTAL es la concentración tóxica aguda límite de dicha sustancia.
- c. Si contiene alguna de las sustancias que presentan efectos acumulativos, mutagénicos o teratogénicos incluidas en el Artículo 89, cuya concentración en el residuo, expresada como porcentaje, es superior a CTAL/100, en donde CTAL es la concentración tóxica aguda límite de la sustancia tóxica crónica

3.2.3. Toxicidad Extrínseca

Un residuo tendrá la característica de toxicidad extrínseca cuando su eliminación pueda dar origen a sustancias tóxicas agudas o crónicas, en concentraciones tales que puedan poner en riesgo a la población.

3.2.4. Inflamabilidad

Un residuo se considerará inflamable si:

- Es líquido y presenta un punto de inflamación inferior a 61°C en ensayos de copa cerrada o no superior a 65,6 °C en ensayos de copa abierta. No incluyéndose en esta definición las soluciones acuosas con una concentración en volumen de alcohol inferior o igual al 24%.
- No es líquido y es capaz de provocar, bajo condiciones estándares de presión y temperatura (1 atm y 25 °C), fuego por fricción, por absorción de humedad o cambios químicos espontáneos y, cuando se inflama, lo hace en forma tan vigorosa y persistente que ocasiona una situación de peligro.
- Es un gas comprimido inflamable. Se dice que un gas o una mezcla de gases es Inflamable cuando al combinarse con aire constituye una mezcla que tiene un punto de inflamación inferior a 61 °C.

- Es una sustancia oxidante, tal como los cloratos, permanganatos, peróxidos inorgánicos o nitratos, que genera oxígeno lo suficientemente rápido como para estimular la combustión de materia orgánica.

3.2.5. Reactividad

Un residuo será considerado reactivo si presenta alguna de las siguientes propiedades:

- Es normalmente inestable y sufre, con facilidad, cambios violentos sin detonar.
- Reacciona violentamente con el agua.
- Forma mezclas explosivas con el agua.
- Cuando mezclado o en contacto con agua, genera gases, vapores o humos tóxicos, en cantidades suficientes como para representar un peligro para la salud humana.
- Contiene cianuros o sulfuros y al ser expuesto a condiciones de pH entre 2 y 12,5, puede generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes como para representar un peligro para la salud humana.
- Cuando es capaz de detonar o explosionar por la acción de una fuente de energía de activación o cuando es calentado en forma confinada.
- Cuando es capaz de detonar, descomponerse explosivamente o reaccionar con facilidad, bajo condiciones estándares de temperatura y presión (1 atm y 25 °C).
- Cuando tenga la calidad de explosivo de acuerdo con la legislación y reglamentación vigente.

3.2.6. Corrosividad

Un residuo será considerado corrosivo si presenta una de estas características:

- Es acuoso y tiene un pH inferior o igual a 2 o mayor o igual a 12,5;
- Corroe el acero (SAE 1020) a una tasa mayor de 6,35 mm por año, a una temperatura de 55 °C según el Método de la Tasa de Corrosión.

3.3. Característica de Peligrosidad

Los residuos considerados peligrosos, ya identificados. Se verifica que presentan una característica de peligrosidad señalada en los artículos 12 al 17 del D.S N°148/03.

A continuación, se presentan características de peligrosidad para los 3 grupos de residuos peligrosos identificados en la planta GSR. S. A:

Tabla 3-3. Residuo con características de peligrosidad.:

N°	Residuo identificado	Característica de Peligrosidad						Fundamento Técnico
		TA	TC	TE	I	R	C	
1	Residuos Varios Contaminados con Aceites y Grasas.			X	X			Al ser residuos contaminados principalmente con aceites y/o grasas lubricantes, se consideran toxico extrínseco, y como peligrosidad secundaria se considera inflamable debido que en general todos los derivados del petróleo presentan características de inflamabilidad (Guía de Lubricantes Shell, Edición 2003 – 2004)
2	Aceites usados				X			En general todos los derivados del petróleo presentan características de inflamabilidad (CANUTEC ERGO 2004 “Guía de respuesta en caso de emergencia”, NU 1270: Aceite de Petróleo, Guía de Lubricantes Shell, Edición 2003 – 2004)
3	Envases de pintura				X			Al ser residuos que en su interior tenían una sustancia inflamable, se les da la característica de inflamabilidad.

Fuente: Elaboración Propia con datos guía lubricantes.

TA= Toxicidad Aguda

I= Inflamabilidad

TC= Toxicidad Crónica

R= Reactividad

TE= Toxicidad Extrínseca

C= Corrosividad

Luego, se presenta la tabla N°3-4 que muestra el impacto de los residuos peligrosos y no peligrosos, agregando aspectos ambientales. Dando valor para su jerarquización y priorización con el fin de observar los impactos más significativos.

Tabla 3-4. Matriz de aspecto e impacto ambiental de residuos generados.

Caracterización de residuo	Impacto	Frecuencia de Ocurrencia	Intensidad del Efecto	Reversibilidad	Extensión	Impacto de riesgo	Aspecto Ambiental
Residuos metálicos	Contaminación del suelo	5	5	4	1	3,75	Moderado
Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos	10	5	10	10	8,75	Significativo
Ruido Ambiental	Contaminación acústica	5	5	5	10	6,25	Significativo
Emisiones fugitivas, polvo y partículas en suspensión	Contaminación atmosférica	5	5	5	1	4	Moderado
Generación de residuos contaminados con hidrocarburos	Contaminación del suelo	10	5	10	1	6,5	Significativo
Consumo de recurso hídrico	Pérdida de recursos hídricos	1	1	5	1	2	Bajo

Fuente: Elaboración propia [14].

Tabla 3-5. Valorización de impacto ambiental asociados a los residuos

Categoría	Porcentaje	Subcategoría	Valor	Descripción
Frecuencia de ocurrencia	35%	Baja	1	La actividad que causa el impacto ocurre en periodos mayores o iguales a un mes, o de manera ocasional.
		Media	5	La actividad que causa el impacto ocurre semanalmente o de manera frecuente.

		Alta	10	La actividad que causa el impacto se realiza diariamente o de manera continua.
Intensidad del efecto	25%	Baja	1	La intensidad del efecto es mínima, con alteraciones insignificantes.
		Media	5	La intensidad del efecto es moderada, con alteraciones significativas pero controlables.
		Alta	10	La intensidad del efecto es máxima, con alteraciones graves e irreversibles.
Reversibilidad	10%	Reversible	1	Puede eliminarse el efecto por medio de actividades humanas tendientes a la recuperación de los recursos afectados.
		Recuperable	5	Se puede disminuir el efecto por medio de medidas de control (recuperar, reutilizar en el proceso).
		Irrecuperable	10	Los recursos afectados no se pueden retornar a las condiciones originales.
Extensión	30%	Puntual	1	Se produce en el lugar de trabajo o fuera de este.
		Local	5	Trasciende los límites del área de influencia.
		Regional	10	Tiene consecuencias a nivel comunidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-6. Fórmula de nivel de significancia

Nivel de Significancia	$(\text{Criterio de Frecuencia de ocurrencia} \times 0,35\%) + (\text{Intensidad del efecto} \times 0,25) + (\text{Reversibilidad} \times 0,10\%) + (\text{Extensión} \times 0,30\%)$
	$(F \times 0,35) + (I \times 0,25) + (R \times 0,10) + (E \times 0,30)$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-7. Criterios de clasificación por nivel de impacto.

Nivel	Clasificación
Bajo	0 a 3 Puntos
Moderado	3 a 6 Puntos
Alto	6 a 10 Puntos

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS AMBIENTALES

Las causas fundamentales del uso de prácticas ambientales se deben a la contaminación que se genera de manera directa o indirecta en un proceso, surgen de problemas que exigen tomar medidas de forma personal e institucional. Las prácticas ambientales son acciones y actividades que colaboran a la reducción en utilización y optimización de recursos; con ello la disminución de un impacto negativo de las tareas diarias en el medio ambiente. [15].

Los objetivos principales de la efectividad de buenas prácticas ambientales son:

- Crear una cultura ambiental con los funcionarios y empleados privados.
- Establecer medidas que fomenten la eficiencia en el manejo de recursos y desechos que tengan un impacto ambiental.
- Promover la sensibilización, formación y participación del personal en la aplicación de buenas prácticas ambientales.
- Disminuir el consumo innecesario de agua, energía eléctrica, suministros y combustibles, al igual que la cantidad de residuos sólidos generados. Facilitando su reutilización y reciclaje.

Las empresas que aplican un buen funcionamiento de un sistema de buenas prácticas notan los resultados en reducción del consumo de recursos como el agua, electricidad y el combustible. [16]

La puesta en marcha de prácticas conscientes con el medio ambiente favorece de manera social y económica, ya que al aplicarlas influye en la calidad de vida de la población y reduce costos.

Lo observado anteriormente, tiene relación con las siguientes prácticas ambientales identificadas. La mayoría tiene una similitud ya que como los subprocesos de las líneas de perfilado y fabricación de tubos se realizan de la misma manera. Estas prácticas están basadas en la gestión de residuos que se genera del proceso de producción. Algunas de ellas se vieron unificadas porque sus procedimientos son similares.

4.1 Listas de chequeo

Para lograr la elaboración de las listas de chequeo, se utilizaron herramientas de apoyo como observación en terreno, entrevistas con los trabajadores de diferentes áreas de la empresa y posterior se realizó la elaboración de listas de chequeo, las que permitieron identificar, documentar y analizar de manera clara la situación ambiental de la organización y las actividades de los procesos que se llevan a cabo. Todo a raíz de un caso netamente ficticio.

En la revisión ambiental se identificó los aspectos ambientales relacionados directamente con la generación de residuos del área de producción. La empresa no cuenta con ningún tipo de

documentación relacionada con la forma de funcionamiento, por lo cual, se utilizan herramientas que permitan ejecutar el levantamiento de información concisa, mediante las observaciones al interior de la planta específicamente el sistema de producción.

La gestión de residuos sólidos en la planta tiene como objetivo minimizar el impacto ambiental mediante la segregación, reciclaje y disposición adecuada de desechos. Actualmente, los residuos se clasifican en reciclables, peligrosos y no peligrosos, utilizando contenedores diferenciados por etiquetas.

4.2. Lista de chequeo sobre parámetros ambientales

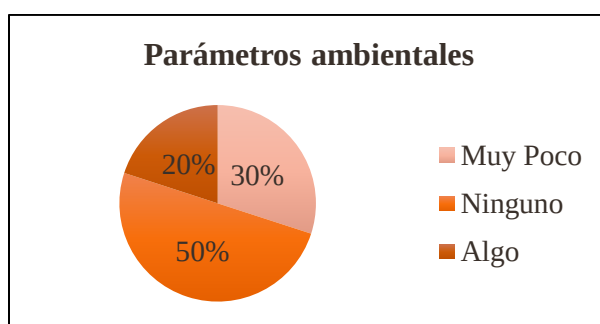
Tabla 4-1. Lista de chequeo, parámetros ambientales.

CHECK LIST									
No.	Parámetros Ambientales	No Aplica	Ninguno	Muy Poco	Algo	Mucho	Demasiado	¿Realiza Acciones Significativas? (Sí/No)	
								Sí	No
1	¿Se realiza la segregación adecuada de los residuos generados en los procesos productivos?			X					No
2	¿Se implementan controles para reducir la emisión de partículas durante el corte y soldadura de los tubos/perfiles?				X				No
3	¿Se han establecido metas para la reducción del consumo energético de las máquinas principales?			X					No
4	¿Se monitorean y controlan los niveles de ruido ambiental generados en el área de producción?		X						No
5	¿Se cuenta con planes de manejo para aceites usados, grasas y otros residuos peligrosos de los equipos?		X						No
6	¿Existen campañas de capacitación para los operarios sobre el manejo seguro de los residuos y		X						No

	cumplimiento de normativas ambientales?							
7	¿Se verifica regularmente los límites permisibles de emisiones atmosféricas?		X					No
8	¿Se utiliza una matriz de identificación de aspectos ambientales significativos en cada etapa del proceso productivo?			X				No
9	¿Se han implementado acciones para reutilizar o reciclar chatarra metálica generada?					X		No
10	¿Se evalúa el cumplimiento con requisitos de la NCh 14.001:2015?		X					No

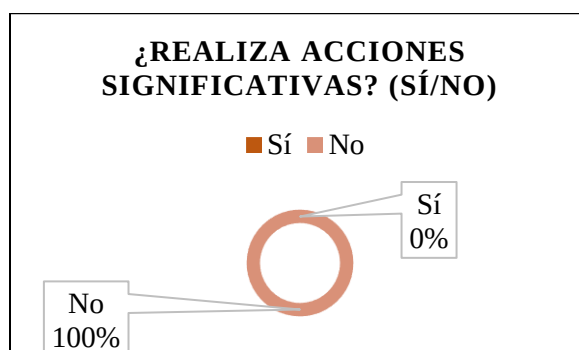
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4-1. Distribución de criterios parámetros ambientales



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4-2. Porcentaje de parámetros ambientales



Fuente: Elaboración Propia

El mecanismo de lista de chequeo se analiza que las personas que ejercen en el área de producción no poseen un conocimiento claro de cuidado e impacto ambiental que debe considerarse al realizar las actividades de transformación del material, para las necesidades de terceras personas. Por lo que se concluye que no existe responsabilidad al impacto que se pueda considerar en el entorno de las acciones que desarrollan.

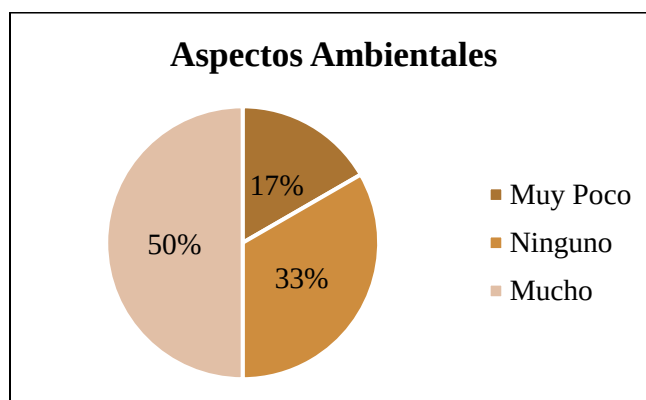
4.3. Lista de chequeo sobre aspectos ambientales

Tabla 4-2. Lista de chequeo, aspectos ambientales.

CHECK LIST									
No.	Aspectos Ambientales	No Aplica	Ninguno	Muy Poco	Algo	Mucho	Demasiado	¿Realiza Acciones Significativas? (Sí/No)	
								Sí	No
Indica que tan grave o leve podría ocasionarse si no se toman acciones ante los aspectos ambientales cotidianos de la empresa GSR. S.A									
11	Consumo de energía					X		X	
12	Consumo de agua			X					X
13	Emisiones al aire		X						X
14	Contaminación del suelo					X		X	
15	Generación de residuos peligrosos					X		X	
16	Generación de ruido		X						X

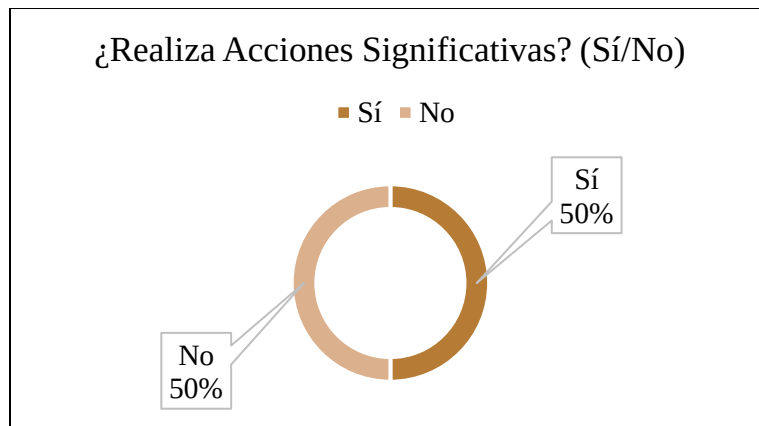
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4-3. Distribución de criterios aspectos ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 4-4. Porcentaje de aspectos ambientales



Fuente: Elaboración propia

Al verificar los aspectos ambientales el cual se ven reflejados con las actividades, se analiza que los operarios poseen conocimiento del consumo de los recursos naturales que se utilizan dentro de sus acciones diarias, aunque los impactos se perciben como significativos, no se están tomando suficientes acciones en todos ellos. Existe oportunidad de mejora en términos de implementación de estrategias en generación de ruido y residuos peligrosos, que son prioritarios por su impacto potencial.

4.4. Lista de chequeo sobre partes interesadas

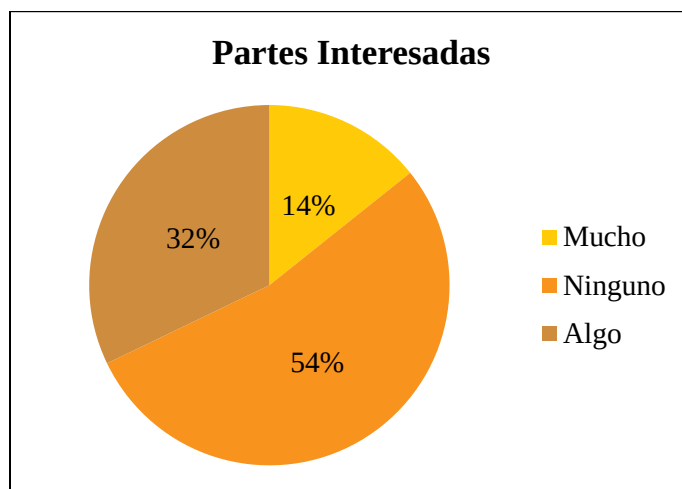
Tabla 4-3. Lista de chequeo, Partes interesadas

CHECK LIST									
No.	Partes Interesadas	No Aplica	Ninguno	Muy Poco	Algo	Mucho	Demasiado	¿Realiza Acciones Significativas? (Sí/No)	
								Sí	No
Qué grado de presión ejercen las partes interesadas para la mejora del desempeño ambiental de la empresa GSR. S.A									
17	Cliente		X						X
18	Comunidad					X			X
19	Proveedores		X						X
20	Accionistas		X						X

21	Competencia				X				X
22	Financiadoras		X						X
23	Trabajadores de la empresa		X						X
24	Organizaciones no gubernamentales				X				X

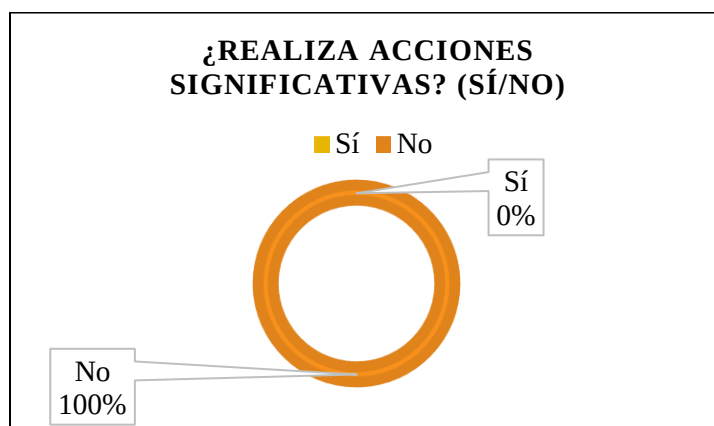
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4-5. Distribución de criterios partes interesadas



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4-6. Porcentaje de partes interesadas



Fuente: Elaboración propia

Se concluyo que la parte más afectada dentro de las actividades es la comunidad aledaña, por los constantes ruidos y las emisiones fugitivas dentro del galpón en el proceso de soldadura

del producto. Se considera la parte más relevante por el hecho, que la comunidad se encuentra constante en el área-radio de la empresa, en cambio los clientes y otras partes son de paso.

Las prácticas ambientales de mayor relevancia identificadas con grado de impacto ambiental se presentan en la siguiente tabla N°4.4 con el fin de observar detalles, posibles hallazgos con métrica actual estimada y recomendación de mejora general.

4.5. Categorización de las prácticas ambientales

Tabla 4-4. Categoría de práctica ambiental identificada.

Categoría	Práctica Ambiental	Detalle	Hallazgo	Métrica Actual	Recomendación de mejora
Gestión residuos reciclables	Implementación de reciclaje de material de descarte	Se disponen contenedores dentro del área de producción destinados exclusivamente a chatarra que se puede reutilizar, siendo esto todo lo relacionado con acero.	No existe registro del volumen reciclado ni periodicidad del retiro	38% del material descartado.	Implementar registro de pesaje de chatarra. Capacitar al personal. Reunión con área de producción por ajuste de maquinaria.
Generación de residuos peligrosos y no peligrosos	Recepción de contenedores en bodega de residuos peligrosos	Se disponen contenedores de 200L en áreas de producción, con el fin de almacenar los residuos peligrosos.	No se dispone de etiquetas para identificar los contenedores. No segrega los residuos por peligrosidad.	4 contenedores llenos diarios	Etiquetar los contenedores y llevar registro de generados y gestionados. Capacitación al personal, método de segregación.
Consumo de energía eléctrica	Monitoreo del consumo energético	Sin detalle	No se tiene medidores específicos por área	3,500 kWh/mes	Instalación submedidores por áreas y analizar horarios de mayor consumo para

					proponer medidas de eficiencia.
Ruido Ambiental	Evaluación de niveles de ruido	Sin detalle	No se realiza estudio acústico en áreas de producción.	>85 dB en puntos clave. (DS. 594, Ministerio de salud).	Realizar un estudio acústico, instalar barreras de ruido y establecer turnos para reducir exposición prolongada. Dentro y fuera del área de producción.
Emisiones fugitivas, polvo y partículas en suspensión	Control de emisiones	Sin detalle	No se utilizan sistema de extracción o filtros en áreas críticas	Concentración desconocida	Implementar sistemas de extracción efectivos y realizar mediciones periódicas de calidad del aire en el entorno de trabajo.
Generación de residuos contaminados con hidrocarburos	Manejo y control de residuos	Aplicación de aserrín al perímetro afectado.	Prácticas actuales no incluyen contingencia en caso de derrames	10 kg/mes de residuo peligroso.	Desarrollar plan de contingencia y realizar capacitaciones para evitar derrames y optimizar almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia

4.6 Oportunidades de mejora

Las oportunidades de mejora serán reflejadas en una hoja de recomendaciones de buenas prácticas. En base a lo observado, anteriormente se propone una ficha de registro medioambiental, con descripción de la práctica que se puede observar en terreno. Teniendo relación a las categorías mencionadas anteriormente, para llevar a cabo observaciones del nivel de magnitud, si es recurrente con integración de responsabilidad.

4.4.1 Registro Medioambiental

El registro medioambiental diseñado tiene como objetivo identificar y documentar prácticas ambientales dentro de la organización, para evaluar su impacto y proponer mejoras que fortalezcan el Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Este registro está estructurado de la forma que permita:

1. **Identificación de la práctica ambiental:** Incluye nombre de la práctica, una descripción detallada de la acción realizada, y los impactos ambientales generados, como emisiones a la atmósfera, consumo energético, generación de residuos, contaminación del agua, entre otros.
2. **Gestión de impactos:** Clasifica los impactos según su magnitud y establece el tipo de medida a tomar: Prevención, mitigación o reparación. Esto ayuda a priorizar las acciones necesarias.
3. **Aplicación de medidas:** Define las etapas del proceso en que se aplicarán las medidas y los lugares específicos donde tendrán efecto, asegurando que las acciones sean prácticas y localizables.
4. **Responsabilidad:** Asigna ejecutores responsables y área de coordinación, lo cual fomenta la claridad y el seguimiento en la implementación de medidas correctivas.
5. **Hallazgos:** Sección destinada a registrar observaciones importantes que puedan orientar futuras acciones de mejora o documentar no conformidades.

En la siguiente tabla N° se puede apreciar lo descrito anteriormente con la finalidad de entregar una documentación para el Sistema de Gestión Ambiental.

Tabla 4-5. Registro medioambiental

Registro Medioambiental		
Área/Departamento		Fecha
Responsable del Registro		
II IDENTIFICACIÓN PRÁCTICA		
Nombre de la Práctica		
Descripción de la acción		Impacto Ambiental Generado
		Emisiones a la atmósfera
		Consumo energético

		Generación de residuos	
		Contaminación del agua	
		Otros	
IMPACTOS A MANEJAR			
Magnitud	Tipo de medida		
	Prevención	Mitigación	Reparación
APLICACIÓN DE MEDIDAS			
Etapa de aplicación		Lugar de aplicación	
RESPONSABILIDAD			
Ejecutor		Áreas de coordinación	
HALLAZGOS			

Fuente: Elaboración propia en base a prototipos de documentación ambiental

Este registro constituye una herramienta valiosa para la mejora continua del SG, ya que permite identificar oportunidades, planificar acciones correctivas o preventivas, y crear una base documental que respalde la gestión ambiental de la empresa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo de título expone conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis del estudio de caso de la empresa ficticia GSR S.A, dedicada a la fabricación de perfiles de acero. La investigación se centro en la identificación y evaluación de practicas ambientales actuales, con el fin de detectar oportunidades de mejora en la gestión de residuo, eficiencia en el consumo de recursos y cumplimiento con la normativa.

Actualmente, la empresa no cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) estructurado, lo que ha llevado a deficiencias en el control de impactos ambientales. La ausencia de un sistema formal impide gestión efectiva de residuos, consumo de recursos y cumplimiento con regulaciones ambientales vigentes.

Existe deficiencias en el manejo de residuos, se generan aproximadamente 12.000kg/mes de materia de rechazo y 5600kg/mes de residuos contaminados con hidrocarburos sin una segregación adecuada. No se han propuesto estrategias de reducción y valorización de residuos metálicos, a pesar de que el 38% del material descartado podría ser aprovechado de una manera diferente al reciclado.

La empresa consume aproximadamente 3500 kWh/mes sin contar con medidores específicos por área para identificar puntos críticos de consumo. No se han establecido metas de reducción ni estrategias de eficiencia energética en los procesos productivos.

Se han identificado emisiones fugitivas de partículas y vapores de procesos de corte y soldadura, sin contar con sistemas de extracción adecuados. La concentración de emisiones en áreas de producciones no se encuentra cuantificada, lo que impide evaluar el cumplimiento normativo.

Los niveles de ruido en zonas de producción superan los 85 db, que sobrepasan límites permitidos por el DS 594 del ministerio de Salud, no se han implementado medidas de mitigación como barreras de ruido o programas de rotación de turnos.

No existen programas formales de capacitación para los trabajadores en manejo adecuado de residuos y la afectación que podría provocar la inexistencia de esto. La falta de constancia impide que los operarios reconozcan el impacto ambiental de sus actividades y adopten buenas acciones ambientales.

Se recomienda establecer un SGA que incluya procedimientos formales para gestión de residuos, control de emisiones y optimización de recursos. Realizar auditorias y definir indicadores clave para evaluar el desempeño ambiental.

Establecer programa constante de capacitación de segregación y etiquetado de residuos peligrosos para mejorar almacenamiento y disposición final. Implementar estrategias para tratar de minimizar a lo menos 15% el material de rechazo. Regularizar la disposición de aceites usados y borra metálica.

Implementar medidas de eficiencia, como el uso de monitores que registren cada cierto periodo de tiempo motores de alta eficiencia y la optimización de horarios de operación de la maquinaria.

La evaluación ambiental de la empresa ficticia GSR S.A demuestra la necesidad de implementar medidas correctivas y de mejora en la gestión de residuos, control de emisiones y eficiencia de recursos. La adopción de un SGA con documentación concisa permita no solo reducir los impactos significativos al medio ambiente, sino también reducir costos operativos en relación menor cantidad de residuos, menor costo de disposición final y garantizar el cumplimiento normativo.

La entrega del registro medioambiental permitirá levantar información con parámetros clave para la mejora continua de la gestión ambiental en la empresa, ya que entregarán datos para ser gestionados y controlados en base a lo señalado en dicha ficha.

Este proyecto se rige como un modelo replicable, capaz de contribuir a la reducción del impacto ambiental en la industria metalmecánica, mejorando la eficiencia en el uso de recursos y promoviendo prácticas sostenibles. Asimismo, abre la puerta a futuras investigaciones que profundicen en la optimización de tecnología limpias, estrategias de mitigación y adaptación de sistemas diferentes contextos productivos.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] MMA. (2023) <https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2023/>
- [2] Admin, & Admin. (2023, 5 septiembre). Los perfiles de acero y sus usos en la construcción en Chile. INTUPAC LTDA. – Tubos y Perfiles de Acero. <https://intupac.cl/2023/06/12/los-perfiles-de-acero-y-sus-usos-en-la-construccion-en-chile-una-mirada-a-la-ultima-decada/#:~:text=Uno%20de%20los%20principales%20usos,livianas%20sin%20comprometer%20la%20resistencia.>
- [3] radiografía a la industria del acero en chile. (2023, 29 mayo). diario financiero. https://www.df.cl/noticias/site/docs/20230526/20230526203740/suplemento_20230529.pdf
- [4] Constructor. (2023, diciembre). ¿Qué son los perfiles de acero? Conozca la importancia que tienen en la creación de estructuras - La Cuarta Constructor. La Cuarta Constructor. <https://constructor.lacuarta.com/noticias/tema-central/que-son-los-perfiles-de-acero-conozca-la-importancia-que-tienen-en-la-creacion-de-estructuras.html>
- [5] William, & William. (2022, 2 mayo). El impacto ambiental en la construcción con acero | Cintac. Cintac. <https://www.cintac.cl/impacto-ambiental-en-la-construccion/>
- [6] Influencia de los Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001 en las organizaciones: caso estudio empresas manufactureras de Barranquilla. (2007, enero). Scielo.
- [7] La escoria de la siderurgia para la construcción circular. (2022, 9 junio). Instituto Chileno del Acero. <https://icha.cl/la-escoria-de-la-siderurgia-para-la-construccion-circular/>
- [8] Metalmecánica. (s. f.). Curriculum Nacional. MINEDUC. Chile. <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Educacion-Tecnico-Profesional/Metalmecanica/>
- [9] Planes, F. (2023, octubre 28). Impacto ambiental de la metalurgia: desafíos y posibles soluciones. Ferrosplanes. <https://ferrosplanes.com/impacto-ambiental-de-la-metalurgia/>
- [10] Hitpass, N. (2021, 28 febrero). Producción de Acero 2020: Chile fue el país con mejor desempeño en AL y un incremento de 2,1% en producción. Guía Minera de Chile. <https://www.guiaminera.cl/produccion-de-acero-2020-chile-fue-el-pais-con-mejor-desempeno-en-al-y-un-incremento-de-21-en-produccion/>
- [11] Vh, T. (2024, 11 julio). El rol del acero dentro de la industria en Chile. VH. <https://vh.cl/blog/acero-dentro-de-la-industria-en-chile/>
- [12] Torices, G. (2023, 19 diciembre). Acero y medio ambiente: Siderurgia contra la contaminación. Grupo Torices. <https://grupotorices.com/blog/acero-y-medio-ambiente/>

- [13] Villarraga, J. (2018). análisis de las estrategias de gestión ambiental y gestión integral de residuos industriales y peligrosos en las plantas metalmecánicas de la zona industrial de pensilvania.
- [14] Viluñir, J. (2021). plan de mantenimiento preventivo perfiladora daltec.
- [15] Universidad de Guanajuato. (s.f.). Buenas prácticas ambientales. Recuperado de <https://www.ugto.mx/ugsustentable/buenas-practicas-ambientales>
- [16] Incinerox. (2020, 22 de enero). Buenas prácticas ambientales para las empresas. Recuperado de <https://incinerox.com.ec/buenas-practicas-ambientales-empresariales/>