

PLAN DE ACCIÓN PARA EL MANEJO DE MATERIALES DE EMBALAJE EN UNA PLANTA DE ENSAMBLAJE DE MOTOVEHÍCULOS

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial Trabajo Final
de la Carrera Ingeniería Industrial

Justina Miguel
Joaquín Rodríguez

Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, abril de 2018



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Universidad Nacional de Mar del Plata

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

Trabajo Final

Plan de acción para el manejo de
materiales de embalaje en una planta de
ensamblaje de motovehículos

Autores

Justina Miguel

Joaquín Matías Rodríguez

Director

Lic. Juan Pablo Grammatico

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Co-Director

Ing. Daniel Laville

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Comisión Evaluadora

Ing. Marina Migueles

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Lic. Juan Pablo Grammatico

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Ing. Daniel Laville

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Mar del Plata, abril de 2018.

ÍNDICE

Índice de imágenes.....	iv
Índice de gráficos.....	iv
Índice de tablas	iv
Siglas	v
Glosario	vi
Resumen.....	vii
Palabras clave.....	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Norma ISO 14001	3
2.2. Legislación ambiental vigente	5
2.2.1. Ley Nacional	5
2.2.2. Leyes Provinciales.....	6
2.3. Ciclo de vida del producto.....	8
2.4. Reducir, reutilizar, reciclar	9
2.5. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS).....	10
2.6. Responsabilidad Social Empresaria.....	10
2.7. Distribución en planta	11
2.8. Manufactura esbelta	12
2.8.1. 5S.....	13
2.9. Capacitación de los recursos humanos	14
3. DESARROLLO	16
3.1. Estructura organizacional de la empresa	16
3.2. Actividad de la empresa	17
3.3. Política Ambiental de la empresa.....	18
3.4. Aspectos e impactos ambientales.....	19
3.5. Cuantificación de los residuos.....	25
3.5.1. Cuantificación de residuos por peso	26
3.5.2. Cuantificación de residuos por volumen.....	29
3.6. Caracterización de los residuos y propuesta de acción	31
3.6.1. Poliestireno expandido.....	31
3.6.2. Cartón y papel	36
3.6.3. Madera	37
3.6.4. Polietileno de baja densidad (PEBD)	42

3.6.5.	Polipropileno	43
3.6.6.	Residuos Domiciliarios.....	44
3.6.7.	Metales.....	44
3.6.8.	Residuos Especiales	44
3.7.	Balance de la gestión de residuos	46
3.7.1.	Beneficio económico	46
3.7.2.	Responsabilidad Social Empresaria.....	46
3.8.	Distribución en planta	48
3.8.1.	Análisis de la situación actual.....	48
3.8.2.	Propuestas de mejora para la distribución en planta	49
a)	Establecimiento de área de almacenamiento de materia prima.....	50
b)	Establecimiento de área de desembalaje de materia prima y separación de los residuos ..	50
c)	Diseño de galpón para almacenamiento de residuos	52
3.8.3.	Análisis del flujo de movimientos.....	53
3.8.4.	Presupuesto.....	56
3.8.5.	Ventajas de las propuestas realizadas.....	61
3.9.	Capacitación	62
3.9.1.	Plan de capacitación.....	62
4.	CONCLUSIONES	68
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	69
6.	ANEXOS.....	71
	Anexo I: Estimación de la cantidad de cajas de madera	71
	Anexo II: Cálculo del beneficio económico de la gestión de materiales de empaque.....	72
	Anexo III: Cálculo de volumen de materia prima	73
	Anexo IV: Plano de la planta actual.....	74
	Anexo V: Plano de planta actual y proyecto del almacén.....	75
	Anexo VI: Vista en detalle del proyecto	76
	Anexo VII: Vista en perspectiva del proyecto.....	77
	Anexo VIII: Primer módulo	78
	Anexo IX: Segundo módulo	79
	Anexo X: Tercer módulo.....	80
	Anexo XI: Vista en perspectiva del tercer módulo	81

Índice de imágenes

Imagen 1: EPS utilizado en el empaque	32
Imagen 2: Telgopor molido (izq.) y ladrillo de telgopor (der.)	34
Imagen 3: Cajas de cartón	36
Imagen 4: Cajas de madera	39
Imagen 5: Productos fabricados con madera reciclada de la empresa	40
Imagen 6: Baño seco (izq.) y puesto de feria (der.)	41
Imagen 7: Flejes de polipropileno	43
Imagen 8: Racks selectivos	57
Imagen 9: Contenedor industrial	58
Imagen 10: Estantería móvil	58
Imagen 11: Mesa de trabajo y contenedores industriales	59
Imagen 12: Tarjeta roja 5S	65
Imagen 13: Plano de planta actual	74
Imagen 14: Plano de planta actual y proyecto de almacén	75
Imagen 15: Plano del proyecto	76
Imagen 16: Vista en perspectiva del proyecto	77
Imagen 17: Primer módulo	78
Imagen 18: Segundo módulo	79
Imagen 19: Tercer módulo	80
Imagen 20: Tercer módulo	81

Índice de gráficos

Gráfico 1: Cantidad de unidades mensuales	27
Gráfico 2: Diagrama de Pareto por peso	29
Gráfico 3: Proporción del volumen de cada material	30
Gráfico 4: Porcentaje de unidades mensuales	71

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de Aspectos e Impactos ambientales	21
Tabla 2: Valoración de frecuencia	22
Tabla 3: Valoración de magnitud	22
Tabla 4: Valoración de naturaleza	23
Tabla 5: Valoración total de los aspectos ambientales de la empresa	24
Tabla 6: Cantidades mensuales promedio octubre 2016 – agosto 2017	26
Tabla 7: Cantidades mensuales para una producción de 4500 un/mes	28
Tabla 8: Porcentaje de cada material por peso	28
Tabla 9: Cantidad mensual por volumen (m ³)	30
Tabla 10: Presupuesto del proyecto	60
Tabla 11: Presupuesto de los artículos necesarios	60
Tabla 12: Ahorro mensual de materiales de empaque	72
Tabla 13: Volumen de materia prima por modelo	73

Siglas

3D: Tres dimensiones

3R: Reducir, reutilizar, reciclar

AA: Aspecto Ambiental

AAPE: Asociación Argentina del Poliestireno Expandido

CFC: Clorofluorocarbonos

CURA: Común Unidad de Recuperadores Argentinos

EDEA: Empresa Distribuidora de Energía Atlántica SA.

EPS: Poliestireno expandido

GEI: Gases de efecto invernadero

HCFC: Hidroclorofluorocarbonos

IA: Impacto Ambiental

ISO: Organización Internacional de Normalización

ISPM15

MGP: Municipio de General Pueyrredón

ODS: Objetivos de desarrollo sostenible

ONG: Organización No Gubernamental

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PDCA: Plan, Do, Check, Act. (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)

PEBD: Polietileno de Baja Densidad

PP: Polipropileno

PS: Poliestireno

RSE: Responsabilidad Social Empresaria

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

SA: Sociedad Anónima

SGA: Sistema de Gestión Ambiental

US\$: Dólar estadounidense

Glosario

Packaging: Empaque

Stock: Existencias

Resumen

El presente Trabajo Final aborda la problemática de gestión de los residuos en una planta de ensamblaje de motovehículos radicada en la ciudad de Mar del Plata. Se trabaja sobre 3 pilares fundamentales. En primer lugar, se plantean estrategias para lograr un buen desempeño ambiental con respecto a la gestión de los residuos. Se caracterizan los materiales de desecho de la planta y se analiza la posibilidad de recuperación o reciclaje de cada uno. La gestión de los residuos tiene como fin ayudar en el cuidado del medio ambiente, generar conciencia ambiental en los trabajadores y dar una buena imagen corporativa a los clientes. Luego mediante el estudio de la distribución en planta actual, se evalúan las posibilidades de mejora con el objetivo de hacer más eficiente la gestión de residuos, contribuir al orden de la empresa y aumentar la productividad. Finalmente se elabora un plan de capacitación del personal para lograr que las medidas sean efectivas y duraderas en el tiempo. Se utilizan herramientas de administración de Recursos Humanos para la elaboración del plan de acción, donde se detallan las etapas del proceso de capacitación, el personal involucrado y los tiempos de implementación.

Palabras clave

Gestión ambiental, materiales reciclables, estandarización, capacitación.

1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Final tiene como objetivo solucionar la problemática de desechos de empaque de una compañía argentina en su planta radicada en Mar del Plata.

Se trata de una organización dedicada a la comercialización de motocicletas, cuatriciclos y kartings. La empresa se estableció en 1948 como una sociedad de coparticipación en la rama metalúrgica, en un principio fabricó aberturas y luego accesorios y repuestos para Fiat y Peugeot. En 1957 se fabricó la primera motocicleta con un diseño desarrollado en Italia. Parte de sus componentes se importaban de ese país y el restante se producía en su planta en Caseros, provincia de Buenos Aires.

A principios de la década del '60 se comenzó con la línea de ensamblaje de una motocicleta de 100 cc de cilindrada que fue la primera en ser totalmente fabricada en el país. En los años siguientes se lanzaron al mercado nuevos productos que tuvieron gran aceptación, y en 1987 se comenzó a exportar a diversos países. Sin embargo, con la apertura de las importaciones en la década del '90, la empresa sufre una gran caída de las ventas debido a sus altos precios en comparación a las motocicletas importadas.

A partir de ese momento, la empresa dejó de producir motocicletas de baja cilindrada y se dedicó exclusivamente a la fabricación de ciclomotores. La diferencia entre ellos es que un ciclomotor tiene un motor con una cilindrada menor a 50 cc y su velocidad no puede superar los 45 km/h. Por otro lado, una motocicleta tiene mayor tamaño, cilindrada y velocidad máxima, las cuales dependen del modelo.

A finales de la década se produjo un cambio de administración en la empresa que significó la implementación de nuevas formas de gestión y comercialización. En el año 2000 se formó una alianza estratégica con otra empresa y se comenzaron a importar nuevos productos. Se captó nuevamente el mercado argentino, permitiendo a la compañía un nuevo posicionamiento de la marca, convirtiéndose en líder de ventas del país en el segmento de las motocicletas de baja cilindrada.

Actualmente, la compañía cuenta con cuatro plantas de producción en el país: en Caseros (Buenos Aires), Cruz del Eje (Córdoba), Ciudad de San Luis (San Luis) y Mar del Plata (Buenos Aires). Los productos que comercializa son variados e incluye ciclomotores, motocicletas, bicicletas, cuatriciclos, kartings y motores de 4 tiempos.

En la planta ubicada en el Parque Industrial General Savio (Mar del Plata) trabajan actualmente 75 empleados y su capacidad de producción es de 4800 motocicletas por mes, aunque se planea aumentarla en el corto plazo.

En esta planta sólo se realiza el ensamblaje de los motovehículos, cuyas partes son importadas desde China. Las piezas contienen una gran cantidad de empaque de distintos materiales para su protección durante el transporte. La cantidad de materiales de embalaje es proporcional al volumen de producción de la planta, por lo tanto, se encuentra en aumento. Esta situación representa un problema para la empresa por distintos factores. Por un lado, los materiales son desechados causando una pérdida constante de recursos aprovechables. Por otro lado, favorecen la disminución de la productividad debido al desorden y la falta de espacio en las áreas de trabajo.

El objetivo principal del presente Trabajo Final es desarrollar un plan de acción para el manejo de los residuos recuperables de la empresa. Para lograrlo, se plantean objetivos específicos de tres categorías distintas:

- Económico: Se aplicarán los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial para encontrar soluciones que mejoren la productividad de la empresa y, por lo tanto, su beneficio.
- Medioambiental: Se elegirán aquellas alternativas que supongan la mayor reducción de impactos ambientales negativos producto de los desechos de la organización.
- Social: Se dedicarán recursos de la empresa a la concientización y capacitación de los recursos humanos como parte interesada del programa de Responsabilidad Social Empresaria.

El Trabajo Final se desarrolla en los siguientes capítulos:

- Marco Teórico en el cual se sustenta la realización del Trabajo.
- En el Desarrollo se analiza la situación actual de la organización y a partir de la información recabada se elaboran propuestas de mejora basadas en tres pilares fundamentales: el manejo de residuos, la redistribución en planta y la capacitación de los recursos humanos.
- En las Conclusiones se resume el trabajo realizado y los resultados obtenidos.
- Bibliografía: se enlistan las referencias bibliográficas mencionadas en el Trabajo Final.
- Anexos: un apartado con la información adicional utilizada.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Norma ISO 14001

La empresa certificó la Norma ISO 14001:2015 en el año 2017, con el objetivo de aplicar un plan de manejo ambiental. Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), destinados a permitir que la organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización considere, tanto como la información relativa a los aspectos ambientales significativos. El SGA establece los procesos generales, las pautas y las herramientas que la empresa utilizará para gestionar todos los aspectos su programa medioambiental.¹ En la Figura 1 se pueden apreciar algunas definiciones de la Norma ISO 14001:2015.



Figura 1: Definiciones Norma ISO 14001:2015
Fuente: Elaboración propia

El procedimiento de un SGA se basa en las cuatro etapas del Ciclo de Deming (o PDCA, por sus siglas en inglés): planificar, hacer, verificar y actuar. Este es un proceso reiterativo utilizado por las organizaciones para lograr la mejora continua, y se describe brevemente a continuación:

- Planificar: se establecen los procesos y objetivos para alcanzar los resultados establecidos por la Política Ambiental de la empresa. Se fija la estrategia para lograrlos, asignando las responsabilidades, los recursos necesarios y los plazos de cumplimiento. Se identifican los aspectos ambientales desprendidos de las actividades de la empresa con sus respectivos impactos ambientales. Además, se debe contemplar el cumplimiento de la legislación vigente en materia ambiental. Es conveniente documentar y difundir lo resuelto, para que el personal tome conocimiento en forma general de los objetivos medioambientales de todo el organigrama, y en forma detallada de su propia función.
- Hacer: se llevan a cabo los procesos de la manera planificada.

¹ Norma ISO 14001:2015

- Verificar: se realiza el seguimiento y medición de los procesos según la Política Ambiental, los objetivos, las metas y los requisitos, y se documentan los resultados.
- Actuar: se toman acciones correctivas, se revisan las causas de desvío de los objetivos medioambientales y se toman decisiones para el mejoramiento continuo del SGA.

Una vez finalizado el ciclo, se comienza nuevamente por el primer paso realizando los ajustes que sean necesarios, de esta manera se logra la mejora continua de la actuación ambiental de la empresa.

Política Ambiental

La Política Ambiental es el documento donde se establecen formalmente las metas y compromisos de una organización relacionadas con su desempeño ambiental, como las ha expresado formalmente la Dirección.

Se debe establecer y mantener una Política Ambiental apropiada al contexto de la empresa y que contemple los impactos ambientales derivados de sus procesos y productos. Asimismo, el documento debe incluir un compromiso para la protección del medio ambiente y los objetivos para lograrlo.

Según establece la Norma ISO 14001:2015, la Política Ambiental debe incluir el compromiso de cumplir los requisitos legales y otros requisitos, el compromiso de mejora continua del SGA y también debe mantenerse como información documentada, comunicarse al personal y estar disponible para las partes interesadas.

Auditoría Ambiental

Una auditoría ambiental es una herramienta de gestión que consiste en una evaluación objetiva, sistemática, documentada y periódica de una organización, su SGA y todos aquellos procedimientos cuyo objetivo sea la conservación del medioambiente. Además de evaluar la eficacia del Sistema de Gestión Ambiental de una empresa, permite valorar el cumplimiento de la legislación ambiental de aplicación.

La auditoría interna del SGA puede realizarse por personal interno de la organización o por personas externas que trabajen en su nombre. Es la herramienta clave de mejora de la norma ISO 14001, para detectar los puntos débiles y realizar correcciones.

Se debe definir un objetivo claro, el alcance de cada auditoría y la frecuencia con que se audita cada proceso, priorizando aquellos que son críticos para el negocio. Se debe elegir un equipo auditor adecuado para asegurar la objetividad e imparcialidad, preferentemente que tenga conocimientos de los procesos de la organización.

El responsable de cada área debe actuar sobre los resultados de la auditoría, implementando acciones correctivas a cada no conformidad que se haya detectado. La Dirección debe estar comprometida con el Sistema de Gestión y brindar el apoyo y los recursos necesarios.

Finalmente, se debe realizar un seguimiento para asegurar que las acciones tomadas sean eficaces.

Una empresa puede acceder a la obtención de certificados de Gestión Ambiental a través de un proceso de auditoría ambiental, que debe llevar a cabo una entidad certificadora.

Beneficios de la Gestión Ambiental

El hecho de que la empresa le brinde importancia a la Gestión Ambiental resulta beneficioso para la propia organización y también para su entorno.

En primer lugar, la aplicación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) está alineada con los objetivos de competitividad de una empresa porque implica la mejora de la gestión de los recursos y por ende disminuye los costos. Se ahorra en consumo de agua, materia prima y energía debido a que se lleva sobre ellos un control y seguimiento eficientes, optimizando también los procesos productivos. La reducción de costos aumenta la competitividad de la organización, por lo cual la gestión ambiental se alinea con las metas empresariales.

Además, ser una empresa ambientalmente responsable mejora la imagen corporativa ante proveedores y clientes. Al mismo tiempo, facilita la comercialización de los productos, ya que cada vez más la sociedad exige compromiso ambiental por parte de las empresas.

La implantación de un Sistema de Gestión Ambiental facilita el cumplimiento de la legislación vigente, de manera que se evitan sanciones. También contribuye con la unión y motivación del personal en busca de un objetivo común.

En lo que respecta al entorno de la organización, la aplicación de un SGA impacta positivamente en el cuidado del medio ambiente, ya que posibilita la reducción de los residuos generados y contribuye a la conservación de recursos naturales y la preservación del patrimonio ambiental local. Se toman medidas que logran prevenir y corregir los riesgos ambientales derivados de las actividades de la empresa.

2.2. Legislación ambiental vigente

2.2.1. Ley Nacional

La Ley General del Ambiente (Ley 25675) establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

Esta ley promulgada el 27 de noviembre del 2002 regula principios del derecho ambiental, define presupuesto mínimo, establece instrumentos de política y gestión ambiental, desarrolla una serie de objetivos de la política ambiental nacional, define daño ambiental y establece un sistema de responsabilidad objetiva para quien lo causare.

El Artículo 4° establece que la aplicación de la ley se basa en el cumplimiento de los siguientes principios:

“Principio de congruencia: La legislación provincial y municipal referida a lo ambiental deberá ser adecuada a los principios y normas fijadas en la presente ley; en caso de que así no fuere, éste prevalecerá sobre toda otra norma que se le oponga.

Principio de prevención: Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se pueden producir.

Principio precautorio: Cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción

de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente.

Principio de equidad intergeneracional: Los responsables de la protección ambiental deberán velar por el uso y goce apropiado del ambiente por parte de las generaciones presentes y futuras.

Principio de progresividad: Los objetivos ambientales deberán ser logrados en forma gradual, a través de metas interinas y finales, proyectadas en un cronograma temporal que facilite la adecuación correspondiente a las actividades relacionadas con esos objetivos.

Principio de responsabilidad: El generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.

Principio de subsidiariedad: El Estado nacional, a través de las distintas instancias de la administración pública, tiene la obligación de colaborar y, de ser necesario, participar en forma complementaria en el accionar de los particulares en la preservación y protección ambientales.

Principio de sustentabilidad: El desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.

Principio de solidaridad: La Nación y los Estados provinciales serán responsables de la prevención y mitigación de los efectos ambientales transfronterizos adversos de su propio accionar, así como de la minimización de los riesgos ambientales sobre los sistemas ecológicos compartidos.

Principio de cooperación: Los recursos naturales y los sistemas ecológicos compartidos serán utilizados en forma equitativa y racional, El tratamiento y mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos serán desarrollados en forma conjunta.”

Se definen los 10 principios de la Ley General Ambiental ya que en ellos se basa la Ley Provincial N°13592.

2.2.2. Leyes Provinciales

2.2.2.1. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

La Ley 13592 de la Provincia de Buenos Aires define los siguientes términos:

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): “Son aquellos elementos, objetos o sustancias generados y desechados producto de actividades realizadas en los núcleos urbanos y rurales, comprendiendo aquellos cuyo origen sea doméstico, comercial, institucional, asistencial e industrial no especial asimilable a los residuos domiciliarios. Quedan excluidos del régimen de la presente Ley aquellos residuos que se encuentran regulados por las Leyes 11.347 (residuos patogénicos, excepto los residuos tipo “A”), 11.720 (residuos especiales), y los residuos radioactivos.”

Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos: “Conjunto de operaciones que tienen por objeto dar a los residuos producidos en una zona, el destino y tratamiento adecuado, de una manera ambientalmente sustentable, técnica y económicamente factible y socialmente aceptable. La gestión integral comprende las siguientes etapas: generación, disposición

inicial, recolección, transporte, almacenamiento, planta de transferencia, tratamiento y/o procesamiento y disposición final.”

La política de Gestión Integral de RSU se basa en los siguientes principios:

1. Los principios de precaución, prevención, monitoreo y control ambiental.
2. Los principios de responsabilidad compartida que implican solidaridad, cooperación, congruencia y progresividad.
3. La consideración de los residuos como un recurso.
4. La incorporación del principio “de Responsabilidad del Causante”, por el cual toda persona física o jurídica que produce detenta o gestiona un residuo, está obligada a asegurar o hacer asegurar su eliminación conforme a las disposiciones vigentes.
5. La minimización de la generación, así como la reducción del volumen y la cantidad total y por habitante de los residuos que se producen o disponen, estableciendo metas progresivas, a las que deberán ajustarse los sujetos obligados.
6. La valorización de los residuos sólidos urbanos, entendiéndose por “valorización” a los métodos y procesos de reutilización y reciclaje en sus formas químicas, física, biológica, mecánica y energética.
7. La promoción de políticas de protección y conservación del ambiente para cada una de las etapas que integran la gestión de residuos, con el fin de reducir o disminuir los posibles impactos negativos.
8. La promoción del desarrollo sustentable mediante la protección del ambiente, la preservación de los recursos naturales provinciales de los impactos negativos de las actividades antrópicas y el ahorro y conservación de la energía, debiendo considerarse los aspectos físicos, ecológicos, biológicos, legales, institucionales, sociales, culturales y económicos que modifican el ambiente.
9. La compensación a las Jurisdicciones receptoras de Polos Ambientales Provinciales será fijada con expresa participación del Ejecutivo Municipal. Los Municipios no podrán establecer gravámenes especiales a dicha actividad.
10. El aprovechamiento económico de los residuos, tendiendo a la generación de empleo en condiciones óptimas de salubridad como objetivo relevante, atendiendo especialmente la situación de los trabajadores informales de la basura.
11. La participación social en todas las formas posibles y en todas las fases de la gestión integral de residuos sólidos urbanos.
12. La recolección y tratamiento de residuos es un servicio de carácter esencial para la comunidad, en garantía de la salubridad y la preservación del ambiente.

Es importante la mención de estos 12 principios ya que sobre ellos se basará la gestión de residuos de empaque de la planta.

2.2.2.2. Ley de Residuos Especiales

La Ley N°11720 de la Provincia de Buenos Aires enlista todos los residuos que se consideran especiales, y no incluye residuos domiciliarios, patogénicos o radiactivos.

La ley establece en sus distintos artículos las medidas que se deben tomar para “reducir la cantidad de residuos especiales generados, minimizar sus potenciales riesgos del tratamiento, transporte y disposición, y promover la utilización de las tecnologías más adecuadas desde el punto de vista ambiental”

2.3. Ciclo de vida del producto

El Análisis del Ciclo de Vida es una metodología integral que permite cuantificar el desempeño ambiental de un producto o sistema “desde la cuna hasta la tumba”, desde la materia prima y otros elementos iniciales necesarios para su fabricación, pasando por su proceso productivo, distribución y uso, hasta llegar a su disposición final. Brinda un enfoque superior al del control de la contaminación durante el proceso de producción ya que se considera la totalidad de la cadena. En el Análisis del Ciclo de Vida, se realiza una descripción de las entradas y salidas del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, y se interpretan los resultados estableciendo prioridades de actuación.

Este Análisis suele facilitar el Plan de Gestión Ambiental y también usarse con distintos fines, como la valoración del producto individual, comparaciones del producto, determinación de rendimientos, costos involucrados, entre otros. También permite evaluar las oportunidades, riesgos y compensaciones, asociados a los productos y servicios durante todas sus etapas.

A continuación, se ve un gráfico de Análisis de Ciclo de Vida (Figura 2), donde se puede observar que abarca todas las actividades referidas a un producto: materias primas, procesamiento, transporte, fabricación de componentes, ensamblaje del producto, distribución y comercialización, uso del producto por parte del consumidor, y disposición final: vertido, reutilización o reciclaje.



Figura 2: Análisis Ciclo de Vida
Fuente: Sitio web GestioPolis (2017)

En el caso de las motocicletas, se evaluarán las etapas de recepción de componentes, ensamblado y embalaje, ya que no se realiza procesamiento de materia prima.

En cada una de estas fases del ciclo de vida hay que identificar los problemas medioambientales: desechos, retrabajos o reprocesos, gasto energético mayor al necesario,

etc. Una gran ventaja de esta herramienta es que permite la comparación de los aspectos ambientales, de forma de prestar atención a aquello que sea más importante. Para encontrar la solución o mejora es necesario relacionar dos funciones tradicionalmente separadas: Producción y Dirección Medioambiental.

De manera general, se puede agrupar el Análisis de Ciclo de Vida en 4 pasos²:

- a. Definición de objetivos y alcance: Se debe precisar los objetivos que motivan el estudio, así como los límites del sistema a analizar e identificar los componentes del ciclo de vida (ej. extracción, transporte, almacenamiento, producción, consumo, reciclaje, disposición final de residuos, etc.).
- b. Análisis de inventario: se desarrolla aquí los balances de materia y energía a través de los diferentes componentes del ciclo de vida. Comprende la recopilación de los datos y la realización de los cálculos adecuados para cuantificar las entradas (materias primas y fuentes de energía) y salidas (emisiones al aire, agua y suelo) del sistema.
- c. Evaluación de los impactos ambientales potenciales: debe considerar la salud y seguridad de las personas, y las cargas ambientales. Se debe identificar y caracterizar, previamente, los compartimentos ambientales a incluir en el análisis y su relación con las etapas del ciclo de vida del producto.
- d. Interpretación: en base al análisis anterior, se debe identificar y evaluar medidas de mejoramiento que permitan reducir aquellos impactos de mayor relevancia

2.4. Reducir, reutilizar, reciclar

El concepto de las 3R (Reducir, reutilizar, reciclar) es el pilar fundamental en la minimización de la contaminación. Lograr que los trabajadores sean conscientes de su importancia y que éstas sean un objetivo común en la política ambiental de la organización no es tarea fácil. Es un proceso que para ser exitoso debe ser sostenido en el tiempo.

1. Reducir

Este término se refiere a la reducción de los residuos generados mediante la disminución o simplificación de los productos directos que se adquieren.

Algunas medidas que contribuyen a la reducción son: cambios de materias primas y/o insumos en la fuente de origen; reingeniería de los procesos, equipos o productos; ajustes de controles operacionales; administración de inventarios, para evitar el desperdicio de materias primas y piezas en buen estado; mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones; educación de los operarios y uso eficiente de energía y agua.³

2. Reutilizar

En algunos casos es posible volver a utilizar un producto, para darle el mismo uso o destinarlo a otro proceso.

3. Reciclar

² Modelo establecido por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Provincial de Córdoba (UPC)

³ "Manual para autogestión medioambiental en industrias y asentamientos industriales" del Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente.

Reciclar es someter los materiales a un proceso en el cual se puedan volver a utilizar, reduciendo de forma verdaderamente significativa la utilización de nuevos materiales, y con ello, reducir la generación de nueva basura.

El reciclaje es una manera de aprovechar los materiales, pero es un proceso que insume energía y también genera contaminaciones. Por lo tanto, debe ser la última opción para los casos en que no sea posible reducir o reutilizar.

2.5. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

El desarrollo sostenible se ha definido como el desarrollo capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Informe "Nuestro futuro común", 1987). Para alcanzar el desarrollo sostenible es fundamental armonizar tres elementos básicos: el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente. Estos elementos están interrelacionados y son todos esenciales para el bienestar de las personas y las sociedades.

A partir de dicha definición, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció 17 objetivos para lograr el desarrollo sostenible a nivel mundial. Se estudiará uno de ellos, el objetivo número 12, titulado "Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles"⁴. Según la ONU, el consumo y la producción sostenibles consisten en "fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía, la construcción de infraestructuras que no dañen el medio ambiente, la mejora del acceso a los servicios básicos y la creación de empleos ecológicos, justamente remunerados y con buenas condiciones laborales."

El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos. Se trata de crear ganancias netas de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida. En ese proceso participan distintos agentes, entre ellos empresas, comerciantes, consumidores, políticos, investigadores, científicos, medios de comunicación y organismos de cooperación para el desarrollo.

También es necesario adoptar un enfoque sistémico y lograr la cooperación entre los participantes de la cadena de suministro, desde el productor hasta el consumidor final. Consiste en sensibilizar a los consumidores mediante la educación sobre los modos de vida sostenibles, facilitándoles información adecuada a través del etiquetaje y las normas de uso.

2.6. Responsabilidad Social Empresaria

La Responsabilidad Social Empresaria (RSE) es el conjunto de actividades y políticas desarrolladas por una organización para contribuir al bienestar de la sociedad y el medio ambiente. Es una filosofía corporativa adoptada por la Dirección de una empresa para actuar en beneficio de sus propios trabajadores, sus familias y el entorno social en su zona de influencia. Se logra mediante comportamientos de negocio basados en valores éticos y principios de transparencia, el cumplimiento de la legislación vigente, y la aplicación de una

⁴ "Objetivos de Desarrollo Sostenible" de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

estrategia de mejoramiento continuo en la relación entre la empresa y su entorno (proveedores, clientes, socios, medio ambiente, gobierno y sociedad en general).

La guía internacional que ofrece asesoramiento en esta temática es la ISO 26000 "Guía sobre Responsabilidad Social". Esta guía está diseñada para ser utilizada por organizaciones de todo tipo que busquen la manera de operar de la manera socialmente responsable que la sociedad exige.

En 2016, en Mar del Plata, se estableció el Club de Responsabilidad Social Empresaria con la adhesión inicial de 17 empresas. Es un proyecto impulsado por la Universidad Nacional de Mar del Plata cuyo objetivo es promover la asociación de empresas socialmente responsables, para desarrollar programas de inversión social con planificación estratégica a un horizonte mínimo de 15 años.

En 2017, el Club de Responsabilidad Social Empresaria se fusionó con FortaleceRSE, un equipo de trabajo integrado por empresarios, profesionales y docentes. Su objetivo es ayudar a organizaciones y empresas a incorporar conocimiento y nuevas formas de gestión que integren a sus negocios la RSE para generar valor social y ambiental en la cadena de valor de sus empresas.

A partir de la alianza estratégica se conformó la asociación FortaleceRSE – Club de RSE, que definió los siguientes ejes de trabajo: promoción de la RSE, inclusión laboral de jóvenes en situación de vulnerabilidad social, condiciones de trabajo, cuidado del medio ambiente y Emprendedorismo tecnológico.

Por otro lado, la Universidad Nacional de Mar del Plata desarrolló un "Protocolo para el reconocimiento de empresas con RSE" basado en la Norma ISO 26000:2010. La finalidad del protocolo es promover el interés de las empresas del Partido de General Pueyrredón en cuestiones relacionadas con RSE. El protocolo sirve para certificar empresas del municipio como socialmente responsables, y también para que las organizaciones puedan realizar una autoevaluación inicial a modo de diagnóstico y así elaborar planes para mejorar su desempeño.

El protocolo consta de 84 requisitos, de los cuales 30 han sido definidos como requisitos básicos. La vigencia de la certificación RSE-MGP depende del porcentaje de requisitos totales y básicos que cumpla la empresa, pudiendo ser de 1, 2 o hasta 3 años. Siguiendo la misma lógica que los apartados de la guía ISO 26000, los requisitos se agrupan en las siguientes categorías: Gobernanza de la organización, Derechos humanos, Prácticas laborales, Medio ambiente, Prácticas justas de operación, Asuntos de consumidores y Participación activa y desarrollo de la comunidad.

El objetivo de este protocolo es dar visibilidad a las buenas prácticas sociales de las empresas del Partido de General Pueyrredón. Cabe destacar que, en noviembre de 2017, seis empresas recibieron el certificado RSE-MGP siendo una de ellas la empresa en que se basa el presente Trabajo Final.

2.7. Distribución en planta

La distribución en planta, o Lay Out, es la ordenación física de los elementos que constituyen la instalación industrial, tales como equipos, materiales, líneas de producción, áreas de servicio para el personal o cualquier otro. Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente, como es el caso del presente trabajo, o en un proyecto de instalación.

El objetivo de un rediseño de distribución en planta es hacer más eficientes los procesos productivos y optimizar los costos, teniendo siempre en consideración la salud y seguridad de los trabajadores. Es muy importante porque es un conjunto de decisiones que se toman una única vez y conducen a alcanzar un mayor rendimiento del proceso productivo. Concretamente, un buen rediseño de planta logrará reducir los costos de fabricación a través de las siguientes ventajas:

- Incremento de la productividad.
- Optimización del espacio.
- Optimización del tiempo, ya que disminuyen los retrasos.
- Reducción de las distancias recorridas.
- Reducción de riesgos de accidentes de trabajo.

En su libro "Distribución en planta", el Ing. Industrial Richard Muther (1981) establece seis principios básicos establecidos para lograr un buen Lay out. Estos son:

1. Principio de la integración de conjunto. Establece que la mejor distribución es la que integra a los trabajadores, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el mejor compromiso entre todas las partes.
2. Principio de la mínima distancia recorrida. En igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la más corta posible.
3. Principio de la circulación o flujo de materiales. En igualdad de condiciones, es mejor la distribución que ordene las áreas de trabajo de forma tal que cada operación esté en el mismo orden en que se transforman, tratan o montan los materiales.
4. Principio de espacio cúbico. Se utiliza de modo efectivo todo el espacio disponible, tanto horizontal como vertical.
5. Principio de la satisfacción y seguridad. En igualdad de condiciones, es más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
6. Principio de la flexibilidad. En igualdad de condiciones, es más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

2.8. Manufactura esbelta

El término "manufactura esbelta" se refiere a una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y minimizar todo tipo de desperdicios (Womack y Jones, 1996).

Un desperdicio es cualquier gasto que no ayuda a producir valor o que no es esencial la actividad de una empresa. Los tipos de desperdicio se pueden clasificar en ocho categorías:

- Sobreproducción: es la fabricación de más cantidad de la requerida o la inversión en equipos con mayor capacidad de la necesaria. Supone un costo extra de almacenamiento y tiempo de producción de un producto que no tiene demanda.
- Transporte: cualquier movimiento innecesario de materia prima, piezas y productos terminados entre las áreas de una planta, inclusive cuando las distancias sean cortas.

- Movimiento: cualquier desplazamiento que realizan los trabajadores y no agrega valor al producto
- Tiempo de espera: es el tiempo perdido debido a un proceso productivo ineficiente, falta de insumos o herramientas, maquinaria parada o cualquier otra situación anómala que produzca demoras.
- Excedentes de almacén: es el exceso de stock de materia prima, trabajo en proceso o productos terminados. El hecho de que haya más existencias de las necesarias indica que el flujo de producción no es continuo.
- Defectos: se deriva de los errores en el proceso e implica el trabajo extra de tener que repetir la actividad.
- Sobreprocesamiento: realización de procesos innecesarios o no solicitado por el cliente, o producir con niveles de calidad más altos que lo requerido.
- Talento humano: no aprovechar los conocimientos, creatividad e inteligencia del personal para reducir desperdicios y mejorar la productividad.

Por otro lado, se define como valor añadido a aquellas actividades que contribuyen al proceso productivo de una empresa o son necesarias, aunque no agreguen valor.

El objetivo de la manufactura esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua, basada en la minimización de desperdicios según la técnica más adecuada, contribuyendo a la reducción de costos y aumento de la productividad.

El reconocimiento de los desperdicios de una planta es el punto de partida para elegir la técnica de manufactura esbelta más apropiada.

2.8.1. 5S

La técnica de 5S se refiere a la creación y mantenimiento de un lugar de trabajo óptimo que permita una producción eficiente. Significa incorporar a la cultura organizacional técnicas de trabajo más limpias, organizadas y seguras.

Su nombre se desprende de cinco palabras japonesas que son las etapas para aplicar la técnica, como se ve en la Figura 3:



Figura 3: 5S
Fuente: Elaboración propia

1. Clasificar (Seiri): consiste en eliminar del área de trabajo todos los elementos que no son necesarios para realizar la tarea del puesto. Los elementos que no sirven en cada área se trasladan a un lugar de almacenamiento temporal y si no son utilizados en ningún proceso, deben desecharse.
2. Ordenar (Seiton): se organizan los elementos que se consideraron necesarios en la etapa anterior. Se debe cumplir "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar",

- estableciendo para cada artículo su ubicación y cantidad. El orden permite encontrar los elementos con facilidad lo cual se traduce en reducción de tiempos de búsqueda.
3. Limpieza (Seiso): consiste en limpiar el área de trabajo, incluyendo maquinaria, equipos y herramientas. Además, mientras se realiza la limpieza, se debe inspeccionar las máquinas para detectar posibles defectos de funcionamiento. El mantenimiento de un área de trabajo limpia y la identificación temprana de averías o fallos en el equipo hace que los ambientes de trabajo sean más seguros para los trabajadores.
 4. Estandarizar (Seiketsu): busca mantener el orden y limpieza alcanzado con las tres acciones anteriores trabajando en ello de forma continua. La estandarización hace que los resultados obtenidos perduren en el tiempo. Establecer estándares es una manera fácil y práctica de asegurarse de hacer todos los días lo mismo, y puede ser mediante documentos, fotografías, carteles, o cualquier otra medida que ayude al trabajador.
 5. Disciplina (Shitsuke): busca el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos y la creación del hábito de utilizar los métodos estandarizados. Significa repetir periódicamente las etapas anteriores, por lo cual es muy importante que los trabajadores se hayan interiorizado con la filosofía de las 5S.

La aplicación de las 5S presenta varias ventajas para la compañía. En primer lugar, la implementación de esta técnica se basa en el trabajo en equipo y en lograr la mejora continua a través del compromiso de todos los trabajadores, aumentando su sentido de pertenencia y motivación. Además, es una herramienta que contribuye al aumento de productividad de la empresa, ya que se realizan menos movimientos innecesarios, disminuye la cantidad de productos defectuosos y los tiempos en general son más cortos. Finalmente, se logra un mejor ambiente de trabajo, limpio y ordenado, alcanzando mayores niveles de seguridad y aumentando la vida útil de los equipos. De esta manera mejora la imagen de la empresa tanto para los trabajadores como para los clientes.

2.9. Capacitación de los recursos humanos

La administración de una empresa es la integración y coordinación de los recursos organizacionales con el fin de alcanzar los objetivos definidos, de la manera más eficaz y eficiente posible. Los recursos con que cuenta toda organización son: recursos físicos y materiales, financieros, de mercado, administrativos y recursos humanos.

Los recursos humanos son todas las personas que participan en la empresa, independientemente de su nivel jerárquico o actividad que realice. Las personas aportan a las organizaciones sus habilidades, conocimientos, conducta, actitudes y percepciones, entre otros activos intangibles. Según Mohn (2000), "el éxito de una empresa depende decisivamente del desarrollo y potenciación de su capital humano" ya que son un recurso indispensable para alcanzar los objetivos empresariales.

Un método eficiente para que las personas adquieran conocimientos y desarrollen habilidades y competencias es realizar capacitaciones. Una capacitación se define como un proceso educativo de corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, que se realiza en función de objetivos definidos.⁵ En un sentido más amplio, la capacitación es un esfuerzo

⁵ Chiavenato (1999), "Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones".

dirigido hacia el equipo de trabajo con el objeto de facilitar que éste alcance, de la forma más económica posible, los objetivos de la empresa. Por esto la capacitación no es un gasto, sino una inversión que la organización realiza para obtener un rendimiento esperado.

Los principales objetivos de la capacitación son:

- Preparar a los trabajadores para que puedan realizar las tareas de su puesto de manera eficiente.
- Mejorar los procesos de aprendizaje del personal, aumentar su motivación y fomentar el buen clima laboral.
- Lograr el aumento de conocimiento y el desarrollo de habilidades que no están relacionadas con su puesto actual, pero que de todos modos contribuyen a alcanzar las metas de la organización.

Se analizaron dos modelos referidos al proceso de capacitación. Por un lado, el modelo establecido en la Norma ISO 10015 "Gestión de la Calidad - Directrices para la formación" hace referencia al ciclo de Deming ya mencionado.

Por otro lado, el autor Chiavenato (1999), muy reconocido en el área de administración de empresas y recursos humanos, establece su propio modelo de capacitación que también consta de 4 etapas. Ambos modelos coinciden en los puntos básicos, complementándose en otros, por lo cual se decidió plantear una estrategia que combine elementos de ambos.

Se propone el siguiente modelo de capacitación de 4 etapas:

1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación.
2. Desarrollo del Plan de capacitación.
 - a. Establecimiento de objetivos de capacitación.
 - b. Selección del personal.
 - c. Selección de persona a cargo de brindar la capacitación.
 - d. Selección de las actividades a desarrollar y recursos necesarios.
 - e. Establecimiento de fechas y duración.
3. Implementación del programa de capacitación.
4. Evaluación y control de los resultados del programa.

Luego de cumplir la etapa final, se debe evaluar la eficiencia del proceso de capacitación, que se mide respecto de dos factores. En primer lugar, se debe verificar que la capacitación haya sido útil para los empleados, ya sea porque se produjo la adquisición de conocimientos o la modificación de sus actividades. En segundo lugar, se debe constatar que los resultados de la capacitación están relacionados con el avance de la empresa en la consecución de sus objetivos.

3. DESARROLLO

3.1. Estructura organizacional de la empresa

En primer lugar, se estudia el organigrama de la empresa. En la Figura 4 se puede apreciar la departamentalización de la empresa y sus relaciones jerárquicas.



Figura 4: Organigrama de la empresa
Fuente: Elaboración propia

Las funciones de cada departamento son las siguientes:

- Dirección:
 - Establecer políticas y objetivos empresariales.
 - Organizar los recursos y las relaciones entre departamentos.
 - Dirigir: asignar los cargos, liderazgo y motivación del personal.
 - Control: definición de estándares y parámetros, medición y toma de acciones correctivas.
- Gerencia de Operaciones y Equipos de control:
 - Elaborar los Planes de producción.
 - Coordinar materiales, herramientas y recursos humanos.
 - Desarrollar el Plan de mantenimiento de equipos e instalaciones.
 - Establecer especificaciones de los productos, verificación del cumplimiento e informe de los resultados.
 - Proveer servicios de electricidad, aire, agua, gas y combustible.
- Auditoría interna:
 - Planificar, establecer, implementar y mantener programas de auditoría.
 - Auditar los sistemas de control interno.
 - Proponer acciones correctivas.
 - Elaborar información documentada con el resultado de la auditoría.
- Ingeniería y Calidad:
 - Supervisar las instalaciones y los equipos.
 - Establecer los procesos y operaciones más eficientes.
 - Fijar procedimientos y movimientos estándares para cada operación.

- Determinar la mejor disposición de maquinaria, equipos, instalaciones y áreas de trabajo.
- Elaborar información documentada.
- Producción y Mantenimiento:
 - Realizar el ensamble de partes para formar el producto final.
 - Seguimiento y control de la producción según los planes establecidos.
 - Mantener en óptimas condiciones de operación los equipos y la planta en general.
- Administración, Ventas y Marketing:
 - Gestión organizada de los recursos de la empresa alineada con sus objetivos.
 - Segmentación del mercado y detección de necesidades de los clientes.
 - Establecimiento del Plan Comercial.
 - Mantener los productos de la empresa actualizados según las expectativas de los clientes.
- Logística y Satisfacción del Cliente:
 - Definir procedimientos de carga, descarga y almacenamiento de materia prima y productos terminados.
 - Seguimiento de compras de materiales y recepción de envíos de proveedores.
 - Distribución de los productos terminados a los clientes.
 - Medir el cumplimiento de las expectativas de los clientes y elaborar reportes.

3.2. Actividad de la empresa

La compañía se dedica al ensamble y comercialización de distintos modelos de motocicletas de su marca.

El proceso comienza con la recepción de los componentes de las motocicletas. El personal del área de recepción clasifica las piezas, comparando las existencias con la Lista de empaque enviada por el proveedor. Si hubiese piezas faltantes o dañadas, se comunica al Departamento de Ingeniería y Calidad para que realice el reclamo correspondiente.

Luego, se realiza el desembalaje de los componentes. Los residuos de empaque se separan y almacenan en una zona asignada para tal fin en el exterior de la planta. Los componentes se trasladan a la línea de montaje para la fabricación de las motocicletas.

Finalmente, se realiza un control de calidad de cada motocicleta, y si cumple con todas las especificaciones se envía al almacén de productos terminados. Caso contrario, vuelve a la estación correspondiente para corregir la desviación detectada.

El personal del área de logística arma los pedidos que se comercializan en concesionarios de Mar del Plata y la zona.

A continuación, se muestra en la Figura 5 el Diagrama de flujo del proceso de ensamble.



Figura 5: Diagrama de flujo del proceso de ensamblaje
Fuente: Elaboración propia

3.3. Política Ambiental de la empresa

En el año 2016, la Dirección de la compañía firmó el documento que establece su Política Ambiental. El documento establece que la empresa "asume el compromiso del cuidado del medioambiente a través del cumplimiento de los requisitos legales, medioambientales y de partes interesadas (la sociedad y sus empleados), lo que genera la sustentabilidad ambiental y comercial de la compañía."

La consigna de la empresa es "haciéndolo bien desde la primera vez", lo cual posibilita la minimización del consumo de recursos naturales reduciendo también el impacto y la contaminación ambiental.

La Política Ambiental establece asimismo que "el cuidado del medioambiente es responsabilidad de cada empleado de la compañía, satisfaciendo desde el cliente interno hasta el usuario final."

3.4. Aspectos e impactos ambientales

Todas las empresas producen cambios en el medio ambiente como consecuencia de su actividad normal. La Norma ISO 14001:2015 define un Aspecto ambiental (AA) como un “elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente”.

Un Impacto ambiental (IA) es “cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización”.

La empresa elaboró una matriz de Aspectos e Impactos Ambientales en abril de 2017 como requisito de la Norma ISO 14001:2015. Sin embargo, se tomó la decisión de realizar visitas a la empresa con el objetivo de identificar los AA e IA derivados de sus actividades y elaborar una matriz propia. Se tomó esta decisión con la finalidad de conocer en profundidad las etapas del proceso productivo y todas las actividades auxiliares que generan un cambio en el medioambiente. La elaboración propia se considera fundamental para desarrollar la capacidad de ponderar objetivamente los aspectos ambientales y establecer cuáles tienen mayor impacto.

Las etapas del proceso de identificación de Aspectos e Impactos ambientales son:

1. Determinación del proceso productivo. El proceso de ensamblaje de motocicletas se ha descrito anteriormente, con su correspondiente Diagrama de flujo (Gráfico 1).
2. Identificación de los Aspectos ambientales. Se analizó cada etapa del Diagrama de flujo y se elaboró un listado con todas las actividades del proceso (incluyendo actividades auxiliares) susceptibles de producir un cambio en el medio ambiente.
Según establece la Norma ISO 14001, es preciso considerar los aspectos ambientales actuales (de actividades presentes, pasadas y futuras, en condiciones normales y anormales de funcionamiento) y potenciales (en posibles situaciones de emergencia y accidentes).
3. Identificación de los Impactos ambientales, tanto positivos como negativos, y presentes como potenciales.
4. Elaboración de una Matriz de Aspectos e Impactos ambientales a partir de la información anterior.
5. Gestión de AA e IA, es decir, la adopción de medidas de mejora. Las acciones tomadas dependen de los objetivos ambientales de la compañía.

Se elaboró la siguiente Matriz de Aspectos e Impactos ambientales (Tabla 1).

ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO
Transporte de materia prima y de productos terminados	Consumo de combustible fósil	Agotamiento de recursos naturales
	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire
		Calentamiento global ⁶
		Acidificación del océano ⁷
Derrame de combustible	Contaminación del suelo y agua	
Desembalaje de los componentes	Utilización de embalajes	Agotamiento de recursos naturales
	Generación de residuos de empaque	Contaminación del suelo
	Riesgo de incendio (almacenamiento de cartón y madera)	Contaminación del suelo y aire
Manipulación de los motores	Posible derrame de residuos peligrosos (aceites)	Contaminación del suelo y agua
	Riesgo de incendio (aceites)	Contaminación del suelo y aire
Utilización de pistolas neumáticas	Generación de ruido	Contaminación sonora
Línea de montaje	Generación y almacenamiento de aire comprimido	Posible explosión
	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos naturales
Prueba de motocicletas durante Control de calidad	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire
		Calentamiento global
	Generación de ruido (bocinas)	Contaminación sonora

⁶ Los gases emitidos a partir de la combustión son causantes del fenómeno conocido como Efecto invernadero, que como consecuencia produce el Calentamiento global de la Tierra.

⁷ Producido por el transporte marítimo.

Descartes del proceso productivo	Generación de residuos	Contaminación del suelo y agua
Manejo del autoelevador	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire
		Calentamiento global
Actividades documentales en Oficinas (Gerencia, Administración, Ventas, Operaciones)	Derrame de combustible	Contaminación del suelo y agua
	Uso de papel	Agotamiento de recursos naturales
Utilización de computadoras, fotocopiadora y otros dispositivos eléctricos y electrónicos	Generación de residuos	Contaminación del suelo
	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos naturales
Iluminación de todas las áreas	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos naturales
Actividades de comedor	Generación de residuos no aprovechables (restos de comida)	Contaminación del suelo y agua
	Consumo de agua	Agotamiento de recursos naturales
	Consumo de energía eléctrica (microondas, pava eléctrica, etc.)	Agotamiento de recursos naturales
Uso de baños	Consumo de agua	Agotamiento de recursos naturales
	Generación de residuos no aprovechables	Contaminación del suelo y agua
	Efluentes cloacales	Contaminación de agua y suelo
Limpieza	Consumo de agua	Agotamiento de recursos naturales
	Vertido de productos de limpieza	Contaminación del suelo y agua

Tabla 1: Matriz de Aspectos e Impactos ambientales

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar los aspectos ambientales, se definieron los criterios para ponderar la importancia de cada uno. El criterio que se establezca define cuáles son los aspectos e impactos ambientales que se consideran significativos y, por lo tanto, sobre los cuales se debe actuar.

La evaluación de los aspectos ambientales es función de los siguientes criterios de valoración:

1. Frecuencia (F): es la periodicidad de ocurrencia de un aspecto ambiental.
2. Magnitud (M): es la valoración del impacto en sí mismo. Hace referencia a la dimensión del impacto medida en alguna variable concreta tal como kilogramo o metros cúbicos.
3. Naturaleza (N): es el grado de peligrosidad o toxicidad del aspecto en sí mismo.

Se asignó a cada aspecto un valor de Frecuencia, Magnitud y Naturaleza, y su suma es el valor total de significancia:

$$\text{Valor} = \text{Frecuencia} + \text{Magnitud} + \text{Naturaleza}$$

Se elaboraron las Tablas 2, 3 y 4 para la cuantificación de los criterios:

1. Frecuencia:

Frecuencia	Definición	Valoración cuantitativa
Baja	El aspecto ambiental se presenta raramente, con una frecuencia menor a una vez por año	1
Media	Se presenta con una frecuencia de aproximadamente una vez por mes	2
Alta	Se presenta de modo continuo	3

Tabla 2: Valoración de frecuencia
Fuente: Elaboración propia

2. Magnitud:

La consideración de la cantidad es relativa para cada aspecto ambiental. Para determinar si es baja, media o alta se la compara con un estándar, requisito legal o el mismo aspecto en otro período de tiempo.

Magnitud	Definición	Valoración cuantitativa
Baja	La cantidad no es significativa, cumple con los requisitos legales, o es hasta un 5% menor que el año anterior	1
Media	La cantidad es moderada teniendo en cuenta los estándares y requisitos legales	2
Alta	La cantidad excede los estándares o requisitos legales, o es hasta un 5% mayor que el año anterior	3

Tabla 3: Valoración de magnitud
Fuente: Elaboración propia

3. Naturaleza:

Naturaleza	Definición	Valoración cuantitativa
No peligroso	Aspectos no peligrosos, tales como residuos recuperables o utilización de energías renovables.	1
Peligrosidad media	Residuos no peligrosos no recuperables, sustancias irritantes o nocivas. Consumo de energía eléctrica. Consumo de combustibles fósiles.	2
Peligroso	Sustancias tóxicas, inflamables, corrosivas, explosivas, de alta reactividad química, altamente contaminantes o restringidas por requisitos legales.	3

Tabla 4: Valoración de naturaleza
Fuente: Elaboración propia

A partir de dichos criterios, se realiza la ponderación de cada aspecto ambiental, obteniendo los resultados que se exponen en la Tabla 5.

ACTIVIDAD	ASPECTO	F	M	N	VALOR TOTAL
Transporte de materia prima y de productos terminados	Consumo de combustible fósil	3	1	2	6
	Emisión de gases de combustión	3	1	2	6
	Derrame de combustible	1	1	3	5
Desembalaje de los componentes	Generación de residuos recuperables	3	3	1	7
Manipulación de los motores	Posible derrame de residuos peligrosos (aceites)	1	1	3	5
Utilización de pistolas neumáticas	Generación de ruido	3	1	1	5
Línea de montaje	Generación y almacenamiento de aire comprimido	2	1	1	4
	Consumo de energía eléctrica	3	1	2	6
Manejo del autoelevador	Emisión de gases de combustión	3	1	2	6
	Derrame de combustible	1	1	3	5
Actividades documentales en Oficinas	Uso de papel	3	1	1	5
Utilización de computadoras, fotocopiadora y otros dispositivos eléctricos y electrónicos	Consumo de energía eléctrica	3	1	2	6

Iluminación de todas las áreas	Consumo de energía eléctrica	3	1	2	6
Actividades de comedor	Generación de residuos no aprovechables (restos de comida)	3	1	1	5
	Consumo de energía eléctrica (microondas, pava eléctrica, etc.)	3	1	2	6
	Consumo de agua	3	1	1	5
Uso de baños	Consumo de agua	3	1	1	5
	Generación de residuos no aprovechables	3	1	1	5
	Efluentes cloacales	3	1	1	5
Limpieza	Consumo de agua	3	1	1	5
	Vertido de productos de limpieza	3	1	1	5

Tabla 5: Valoración total de los aspectos ambientales de la empresa
Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la Tabla 5, los residuos generados por el empaque constituyen el aspecto ambiental más significativos con 7 puntos debido a su gran cantidad. En el desarrollo del Trabajo Final se proponen planes de acción para minimizar los impactos ambientales derivados de este aspecto.

En segundo lugar, con 6 puntos siguen el consumo de energía eléctrica y la emisión de gases de combustión producto de la logística de transporte de materia prima y productos terminados.

El impacto ambiental negativo del consumo de energía eléctrica puede mitigarse mediante la mejora de luz natural y la implementación de iluminación LED, consideraciones que la empresa está contemplando actualmente.

En cuanto a la emisión de gases de combustión, la empresa está actualmente evaluando la posibilidad de seleccionar otro proveedor de transporte con mayor capacidad. De esta manera, se realizaría una menor cantidad de traslados de productos terminados y consecuentemente disminuiría el nivel de emisión de gases a la atmósfera.

3.5. Cuantificación de los residuos

Como se mencionó anteriormente, se aborda en el presente Trabajo Final la problemática que tiene la empresa en su planta de Mar del Plata respecto del manejo de residuos de empaque.

Debido a que cada componente de una motocicleta es transportado de forma individual con su propio embalaje, son cientos de kilos diarios de desechos que se generan.

Un aspecto importante de la minimización del impacto ambiental es la correcta gestión de los residuos. En este sentido, reviste una gran importancia el análisis periódico de los diferentes residuos que se generan para poder determinar con precisión sus características, conocer las posibilidades de reciclaje o recuperación, y definir los procedimientos de gestión idóneos. La buena gestión debe reflejarse en la implementación de un registro de los residuos generados y la habilitación de una zona de almacenamiento limpia y ordenada, todo ello según establece la legislación en materia de residuos.

Para elaborar un plan de gestión de residuos, se deben tener en cuenta dos aspectos:

1. Cualitativo: analizar el impacto ambiental intrínseco de cada desecho, con el objetivo de producir desechos menos contaminantes.
2. Cuantitativo: medir la cantidad de desechos generados a lo largo de todo el proceso, lo cual puede realizarse mediante la variable peso o volumen.

Respecto al primer aspecto, los residuos generados en la planta son casi en su totalidad producto de material de embalaje ya que no se realiza ningún proceso de fabricación, y todos ellos son aprovechables. Un residuo sólido aprovechable es "cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo"⁸. No se desechan sustancias inflamables, corrosivas, tóxicas, ni ningún otro tipo de residuo peligroso. Los productos más difíciles de degradar naturalmente son las bolsas plásticas, el telgopor y los flejes de polipropileno, sin embargo, como ya se mencionó todos son recuperables.

Por otro lado, se estudia la cantidad de cada material para evaluar la factibilidad de tratamiento de cada uno. Se miden según su peso y también su volumen, ya que de esta manera se pueden calcular los costos de transporte y de acopio.

Según el Artículo 4 de la Ley 13592, constituyen objetivos de política ambiental en materia de residuos sólidos urbanos:

1. Incorporar paulatinamente en la disposición inicial la separación en origen, la valorización, la reutilización y el reciclaje en la gestión integral por parte de todos los Municipios de la Provincia de Buenos Aires.
2. Minimizar la generación de residuos, de acuerdo con las metas que se establezcan en la presente Ley y en su reglamentación.

⁸ Decreto 2981 de 2013 (Colombia).

3.5.1. Cuantificación de residuos por peso

En primer lugar, se analizó el relevamiento de la cantidad de desechos producidos en la planta desde octubre de 2016 hasta agosto de 2017.

A partir de la información disponible, se elaboró la Tabla 6 con las cantidades mensuales promedio expresadas en kilogramos.

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN DE USO	CANTIDAD MENSUAL (kg)
Madera	Cajas de distintos tamaños	No se tienen datos previos
Cartón	Cajas de distintos tamaños	3345
Telgopor	Embalaje de distintas formas y tamaños	1682
PEBD	Bolsas plásticas y mantas	518
Madera	Pallets	150
Polipropileno	Flejes	86,4
Residuos Domiciliarios	Residuos de comedor	120
Chapa de zinc	Bastidores de cajas de madera	61
Residuos Especiales	Trapos con aceite	15

Tabla 6: Cantidades mensuales promedio octubre 2016 – agosto 2017
Fuente: Elaboración propia

Se debe comparar la producción de la planta en el período evaluado con la producción actual.

El Gráfico 1 muestra la cantidad de motocicletas producidas mensualmente durante los años 2016 y 2017.



Gráfico 1: Cantidad de unidades mensuales
Fuente: Empresa

A partir del Gráfico 1, se calcula la producción desde octubre de 2016 hasta agosto de 2017, que da un total de 30266 unidades ensambladas. Esto equivale a un promedio de 2752 motocicletas por mes.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la producción ha aumentado notablemente. La empresa ha estimado que a partir del año 2018 ensamblará un promedio de 4500 unidades mensuales. Se toma entonces ese valor, ya que las soluciones propuestas en el presente Trabajo Final se planifican para el futuro.

En la Tabla 7 se estima la cantidad de residuos que se generan con una producción de 4500 motocicletas mensuales.

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN DE USO	CANTIDAD MENSUAL (kg)
Madera	Cajas de distintos tamaños	5940 ⁹
Cartón	Cajas de distintos tamaños	5460
Telgopor	Embalaje de distintas formas y tamaños	2750
PEBD	Bolsas plásticas y mantas	847

⁹ El valor se calcula en el Anexo I.

Madera	Pallets	245
Polipropileno	Flejes	141
Residuos Domiciliarios	Residuos de comedor	120
Chapa de zinc	Bastidores de cajas de madera	100
Residuos Especiales	Trapos con aceite	24,5

Tabla 7: Cantidades mensuales para una producción de 4500 un/mes
Fuente: Elaboración propia

Los residuos de *packaging*¹⁰ dependen directamente de la producción: a mayor cantidad de componentes utilizados, mayor será la cantidad de residuos que se generen. Por otro lado, únicamente los residuos domiciliarios son independientes de la producción, ya que se desprenden de las actividades de oficina o del comedor.

Como se aprecia en la Tabla 7, se presentan varios materiales que tienen propiedades totalmente diferentes. Para poder asignar prioridades a los materiales y facilitar la toma de decisiones se elabora un Diagrama de Pareto (Gráfico 2).

Para la elaboración del Diagrama de Pareto se ha sumado la cantidad de madera total, es decir, la madera de las cajas y los pallets. También se calculan los porcentajes de cada material y el porcentaje acumulado de cada uno (Tabla 8).

Material	Cantidad mensual (kg)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Madera	6185	39,58%	39,58%
Cartón	5460	34,94%	74,52%
Telgopor	2750	17,60%	92,11%
PEBD	847	5,42%	97,53%
Polipropileno	141	0,90%	98,44%
Res. Domiciliarios	120	0,77%	99,20%
Chapa de zinc	100	0,64%	99,84%
Res. Especiales	24,5	0,16%	100,00%
TOTAL	15627,5	100,00%	

Tabla 8: Porcentaje de cada material por peso
Fuente: Elaboración propia

¹⁰ Packaging: empaque.

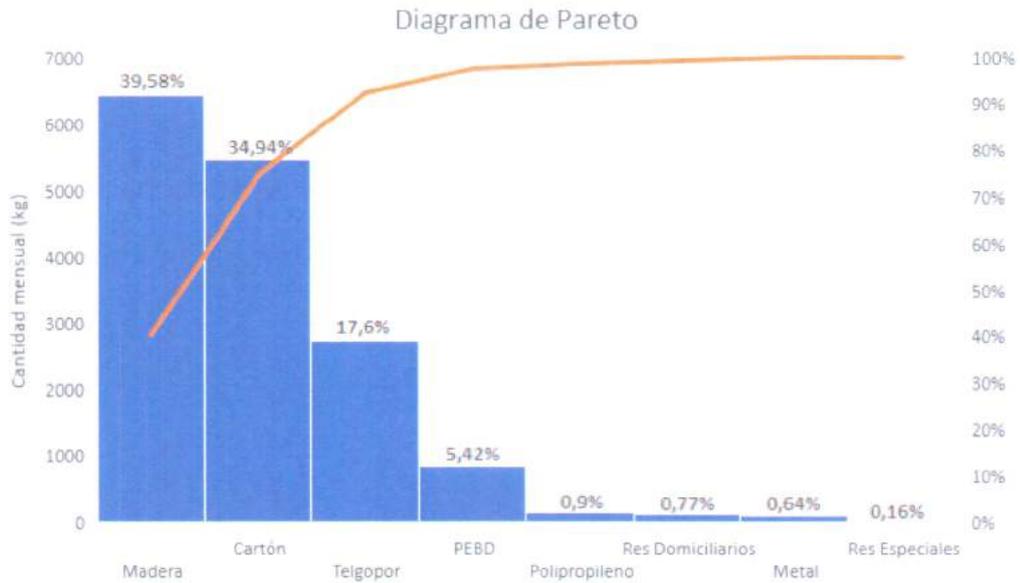


Gráfico 2: Diagrama de Pareto por peso
Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2 se puede interpretar el Principio de Pareto, que establece que siempre hay muchos problemas triviales frente a unos pocos importantes. En el caso de la planta, únicamente los desechos de madera, cartón y telgopor constituyen más del 90% del total de residuos producidos.

3.5.2. Cuantificación de residuos por volumen

Como se mencionó anteriormente, es muy importante conocer el volumen mensual de los desechos producidos ya que incide directamente en el costo de acopio y de transporte.

Se calcula el volumen de los tres materiales que tienen mayor incidencia en cuanto a kilogramos mensuales: madera, cartón y telgopor.

a. Madera

Los embalajes de madera se fabrican a partir de madera blanda, generalmente de pino, que soporta grandes cargas y tiene alta resistencia.

La densidad este tipo de madera oscila entre los 480 y 520 kg/m³. Se tomaron muestras de cajas de distintos tamaños, y a partir de sus dimensiones y pesos, se determina que la densidad es 510 kg/m³.

Luego, la cantidad mensual promedio de madera es 14,7 m³.

b. Cartón

El cartón usado para el empaque de componentes está formado por dos capas de papel ondulado. Es una calidad muy resistente y ofrece alta protección contra los golpes.

La densidad de este tipo de cartón es aproximadamente 100 kg/m³. Por lo tanto, el volumen mensual de este material es 54,6 m³.

c. Telgopor

La densidad del poliestireno expandido (EPS), conocido como telgopor en el país, se encuentra en el rango de 10 a 50 kg/m³. Para la fabricación de embalajes, se utiliza generalmente un telgopor con densidad igual a 30 kg/m³.¹¹ El volumen mensual de telgopor es aproximadamente 91,7 m³.

Se elabora la Tabla 9 comparando los volúmenes mensuales de cada material.

MATERIAL	CANTIDAD MENSUAL (m ³)
Telgopor	91,7
Cartón	54,6
Madera	12,9

Tabla 9: Cantidad mensual por volumen (m³)
Fuente: Elaboración propia

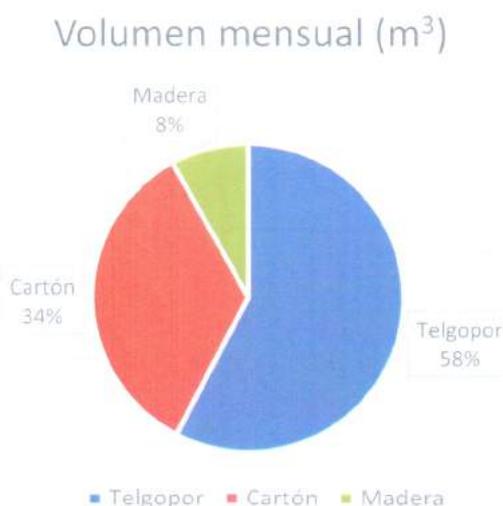


Gráfico 3: Proporción del volumen de cada material
Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 3 se puede observar la gran incidencia del telgopor: de los tres desechos principales, este material constituye el 58% del volumen.

En conclusión, se utiliza la información recabada para elaborar una propuesta de acción para cada tipo de residuo de packaging. Se pone mayor énfasis a los materiales que tienen mayor incidencia en cuanto a volumen, ya que son los que más afectan a los aspectos involucrados en las 5S, porque al estar dispuestos por toda la planta dificultan la movilidad, el orden, la limpieza y la seguridad del personal.

¹¹ Fuente: Mastropor S.A.

3.6. Caracterización de los residuos y propuesta de acción

A continuación, se realiza una breve descripción de las propiedades físicas y químicas de los materiales presentes en la planta. Como se valoró anteriormente, los residuos de la empresa son casi en su totalidad resultado del material de empaque de materia prima.

La primera medida que se tomó fue contactar a los dos proveedores de la empresa en China y proponer cambios en el diseño del packaging. Principalmente se buscó la reducción de la cantidad de materiales, y de no ser posible, reemplazar el telgopor por cartón corrugado ya que cumple idénticas funciones de protección de piezas y hay mayor demanda para su reciclado. Sin embargo, de ambos proveedores se obtuvo una respuesta negativa alegando que un cambio en el embalaje supondría un incremento de sus costos.

Entonces se investigó y analizó para cada caso cuál es la mejor alternativa para su gestión: reutilización o reciclaje. A partir de lo anterior, se elaboró una propuesta óptima para tratar cada residuo teniendo en cuenta la situación actual del entorno de la empresa. De esta manera se evitan los riesgos ambientales derivados de su disposición y ocupación de espacio en el relleno sanitario. Se priorizan las alternativas que permiten un aprovechamiento económico de los desechos y la consecuente generación de empleo.

La recolección y tratamiento de los desechos recuperables de la planta brinda diversos impactos ambientales positivos. Por un lado, disminuye el volumen de contaminación por residuos sólidos en el suelo, agua y aire, y aumenta el tiempo de vida útil de los rellenos sanitarios. También incide positivamente en la conservación de recursos naturales y el ahorro energético.

3.6.1. Poliestireno expandido

El poliestireno expandido es un material plástico celular y rígido que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire. Se fabrica a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno (PS) en un 95% y para el restante 5% se utiliza un gas, generalmente pentano, que forma burbujas que reducen la densidad del material. Luego de la expansión, el producto final queda compuesto por 98% de aire y un 2% de material. Debido a sus excelentes cualidades, como su ligereza y absorción de impactos, es un material ampliamente utilizado para el envasado y embalado de todo tipo de productos.

Las principales propiedades del EPS son:

- Amortiguación de impactos
- Excelente capacidad de aislamiento térmico
- Es 100% reciclable
- Ligereza
- Carácter higiénico
- Aislamiento acústico
- Resistencia al envejecimiento
- Resistencia a la humedad
- Versatilidad y facilidad de conformado
- Resistencia química
- Resistencia mecánica
- Facilidad de manipulación
- Apto para el consumo de alimentos

Los componentes que la empresa importa desde China llegan a la planta embalados en piezas de EPS, como se ve en la Imagen 1. Los empaques de EPS son diseñados para amoldarse perfectamente a la forma del producto, combinando diversas opciones de espesores de pared, densidad y número de refuerzos. El poder de amortiguamiento del EPS le permite absorber la energía producida por golpes y vibraciones, evitando que el producto se dañe.



Imagen 1: EPS utilizado en el empaque
Fuente: Empresa

El telgopor no daña la capa de ozono al no utilizar ni haber utilizado nunca en sus procesos de fabricación gases de la familia de los clorofluorocarbonos (CFCs), HCFCs, ni ningún otro compuesto organoclorado.

Posibilidades de reciclado

El EPS es un material 100% reciclable y existen tres opciones principales para su aprovechamiento una vez acabada su función para la que fue creado:

1. Reciclado mecánico: consiste en la reducción del tamaño de piezas de poliestireno expandido por métodos físicos para recuperarlas en otro proceso. Se puede realizar para diversas aplicaciones, como:
 - a. Fabricación de nuevas piezas de EPS. De esta forma, se fabrican nuevos embalajes con contenido reciclado. Son pocos los productos que pueden obtenerse a partir de material reciclado debido al proceso de inyección utilizado en la fabricación. Un ejemplo de producto que se fabrica con una fracción de EPS reciclado son las placas estándar para la construcción.
 - b. Mejora de suelos. Los residuos de EPS, una vez triturados y molidos, se emplean para ser mezclados con la tierra y de esta forma mejorar su drenaje y aireación. También pueden destinarse a la aireación de los residuos orgánicos, como el compost. Se puede utilizar para el aflojamiento de suelos, jardines, estadios, etc.
 - c. Fabricación de hormigón liviano. Se agrega el EPS molido a cualquier mortero cementicio (agua y cemento portland), obteniendo un hormigón muy liviano y de gran resistencia.
 - d. Aislación térmica y acústica en techos, paredes, entrepisos, etc.

- e. Incorporación a otros materiales de construcción: los desechos se pueden mezclar con otros materiales de construcción para fabricar ladrillos ligeros y porosos, morteros y enlucidos aislantes, hormigones ligeros, entre otros.
 - f. Producción de granza de poliestireno. Se obtiene nuevamente el material de partida mediante procesos de fusión o sinterizado.
2. Reciclaje químico: es un proceso que descompone las moléculas de polímeros en materias primas que se pueden utilizar para fabricar nuevos plásticos. Se realiza en un rango de temperatura que oscila entre los 300 y 450°C y en presencia de una atmósfera de nitrógeno, clorofluorocarbono, propano o similares. El material que se obtiene a partir del reciclado químico puede utilizarse para fabricar piezas como perchas, material de oficina, etc.
 3. Recuperación energética, es decir, la obtención de energía a partir de la combustión de los residuos. La combustión del EPS en instalaciones de recuperación energética no produce gases dañinos ya que las emisiones se controlan y filtran. Cuando el EPS libera su contenido energético en forma de calor libera únicamente dióxido de carbono, vapor de agua y trazas de cenizas no tóxicas.

Situación actual del reciclado de EPS en el país

Se comenzó por investigar qué se hace con el EPS en el país y se encontró que es una problemática poco desarrollada. La AAPE (Asociación Argentina del Poliestireno Expandido) fue fundada en 1993 e impulsa la investigación, el desarrollo y el perfeccionamiento de las aplicaciones técnicas del telgopor para las industrias de la construcción, embalajes industriales y envases para alimentos y bebidas.

La AAPE participa en la educación ambiental para difundir y poner en conocimiento que el telgopor es totalmente reciclable a través de: convenios con Gobiernos, Organismos Públicos, Fundaciones, empresas privadas, y fomenta la información a estudiantes primarios y secundarios.

La AAPE tiene cinco empresas asociadas: Styropek, Grupo Estisol, Mastropor, Poliox y Sirplast; la unidad de negocio de las cuatro primeras es la producción de piezas de poliestireno expandido y Sirplast se dedica exclusivamente a su reciclaje. El primer convenio para el reciclado de EPS en Argentina se firmó en mayo de 2014 entre el Ministerio de Ambiente y Espacio Público del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la AAPE, e incluye el circuito cerrado y autosostenible de recolección, tratamiento, recuperación y reciclado de telgopor.

Como se mencionó, Sirplast S.A. se dedica al reciclaje de telgopor y está radicada en la localidad de Munro, provincia de Buenos Aires. En su planta industrial reciben EPS de distintas fuentes: grandes generadores, empresas, particulares, cooperativas y ONGs de todo el país. En el año 2015 su capacidad promedio de reciclaje rondaba las 25 toneladas mensuales. Esa cantidad de material dejó de descartarse en el relleno sanitario y actualmente es reconvertido en materia prima y devuelto al mercado como poliestireno (PS). En una segunda instancia, Sirplast también inyecta elementos de escritorio y librería con el material recuperado, tales como reglas y paletas para acuarela y ténpera.

Por otro lado, existen empresas que fabrican piezas de poliestireno expandido y utilizan materia prima virgen mezclada con desecho industrial o post consumo, como es el caso de Porex en la provincia de Santa Fe.

A raíz de la investigación realizada, se conoció el caso de reciclaje de EPS en el Municipio de Tornquist, provincia de Buenos Aires. La Dirección de Medioambiente de la localidad colocó puntos verdes a donde los habitantes pudieran llevar el telgopor que quisieran desechar. Una vez por semana se lleva lo recolectado a la vecina localidad de Saldungaray, donde los miembros de la cooperativa "3R" lo muelen y comercializan. Cuentan con una máquina moledora con una capacidad de 12 bolsas de 3 kg de material por hora, que tritura el material en dos tamaños distintos. La cooperativa vende las bolsas de telgopor molido a constructoras y tapicerías, que lo utilizan para relleno de almohadones y sillones tipo puff.

Solución para la empresa

Luego de estudiar las distintas alternativas, se llegó a la conclusión que lo más viable en términos económicos es entregar el EPS a organizaciones o agrupaciones que puedan sacar provecho de su uso. Será responsabilidad suya moler el material para su reutilización. Se considera que el reciclaje químico no es una opción válida en el corto plazo ya que es un proceso complejo que requeriría una gran inversión en maquinaria específica.

La opción de enviar los residuos de packaging de telgopor a Buenos Aires para su reciclado en Sirplast SA no es viable ya que sería necesario contratar un flete para su transporte. Esta alternativa es muy costosa debido a la baja densidad del material, y por lo tanto el costo de logística para su transporte es muy elevado.

Por ende, se investigan posibilidades de uso para el telgopor recuperado en la ciudad de Mar del Plata, y se enumeran a continuación.

a. Aislaciones Mar del Plata

Se estableció contacto con la empresa Aislaciones Mar del Plata, la única que fabrica productos de telgopor en la ciudad. La empresa fabrica y distribuye todo tipo de productos de poliestireno expandido: conservadoras, tablas de bodyboard, ladrillos y planchas para la construcción, etc.

Aislaciones Mar del Plata accede a llevarse los desechos de EPS de la planta pagando el flete, que tiene un valor de \$400. Los residuos de packaging posteriormente son molidos y embolsados por Aislaciones Mar del Plata, como se muestra en la Imagen 2.



Imagen 2: Telgopor molido (izq.) y ladrillo de telgopor (der.)
Fuente: Aislaciones Mar del Plata

Cada bolsa de material triturado pesa aproximadamente 800 gramos. Principalmente, Aislaciones Mar del Plata vende el EPS molido a empresas constructoras que utilizan el telgopor para alivianar losas. En segundo lugar, vende a una empresa frutihortícola que se dedica al cultivo de kiwi. Ellos utilizan el EPS molido para airear el suelo para abastecerlo de oxígeno, actividad fundamental para el buen desarrollo de los cultivos.

Por último, se utiliza en pequeña proporción para hacer ladrillos de EPS estándar de 100 mm (Imagen 2, página 33). Se mezcla EPS virgen con una fracción de aproximadamente 8% de material recuperado y mediante el proceso de inyección se obtienen los ladrillos. El producto final es de calidad media y tiene distintas granulometrías.

La asociación con esta empresa presenta una desventaja: no garantiza la continuidad en el tiempo porque depende de la demanda del sector de la construcción. En los meses en que hay escasa actividad de construcción en la ciudad, las empresas no adquieren bolsas de EPS molido y por lo tanto Aislaciones Mar del Plata no recoge el material de la planta. Debido a normas de Seguridad vigentes, dicha empresa tiene una capacidad de almacenamiento en el depósito que no puede exceder. Sin embargo, cabe destacar que, si la demanda de telgopor triturado es alta, Aislaciones Mar del Plata puede captar todo el telgopor de la planta.

b. Fundación Soporte

Una segunda posibilidad para el excedente de telgopor es utilizarlo como aislante térmico en la construcción de viviendas. Para ello se contacta al arquitecto Fernando Cacopardo, quien lleva adelante el proyecto "Un Soporte para habitar" que consiste en la construcción de casas en barrios de la ciudad. Posteriormente se describirán en detalle las actividades de la Fundación Soporte.

c. Análisis de otras posibilidades

Es importante mencionar que se analizaron otras posibilidades que no representaron un nivel suficiente de viabilidad.

Se visitó el comercio Capparelli dedicado a la venta de materiales para la construcción y comercialización de productos de EPS como planchas aislantes, cajas térmicas, encofrados, alivianamiento estructural y molduras de la marca Grupo Estisol. Se ofreció EPS para su molido y venta como material recuperado, pero su respuesta fue negativa ya que comercializan bolsas de telgopor virgen en perlitas para la misma función y no tienen intención por el momento de trabajar con materiales reciclados.

Asimismo, se visitó el comercio Ingat que comercializa distintos productos de EPS, desde placas para la construcción hasta envases para helado. Se realizó la misma propuesta que también fue rechazada, aunque por un motivo distinto. En Ingat fabrican productos de distintas medidas a partir del corte de cubos y planchas de telgopor. Los retazos que sobran son triturados en su molino y los venden embolsados, en un proceso idéntico al que realiza Aislaciones Mar del Plata. Luego, como ya tienen excedente de telgopor para moler (cuya cantidad es mayor a su demanda), no están interesados en la adquisición del material de la planta.

Finalmente, se intentó contactar con productores frutihortícola, en Sierra de los Padres. Se pensó que la utilización de telgopor molido para la aireación de los suelos podría

ser útil, pero hasta el momento no se obtuvo una respuesta que pudiera orientar conclusiones relevantes.

3.6.2. Cartón y papel

3.6.2.1. Cartón

El cartón es un material fabricado a partir de celulosa virgen obtenida de especies vegetales o recuperada de papel y cartón usados. El cartón ondulado es un material que se utiliza para la producción de embalaje comercial y está formado por diversas capas de papel superpuestas, lo cual lo hace grueso y resistente.

Para la fabricación de las cajas de cartón se utiliza una estructura de cartón corrugado con capas lisas y capas onduladas en su interior, para mejorar sus características y aumentar su resistencia durante el transporte y almacenamiento. Las cajas de cartón de la planta presentan 2 capas de papel ondulado combinadas con 4 papeles lisos. Son cajas que ofrecen alta resistencia a los golpes, necesarias para proteger las piezas de las motocicletas.

Como se puede ver en la Imagen 3, este material se encuentra en la empresa en cajas de diversos tamaños, ya que la mayoría de los componentes de las motocicletas se transportan de forma individual.



*Imagen 3: Cajas de cartón
Fuente: Empresa*

El cartón es un material 100% reciclable a partir del cual se puede obtener papel nuevamente, siendo el primer paso para reciclarlo la separación en el origen.

En un principio, la empresa trabajó con la cooperativa CURA (Común Unidad de Recuperadores Argentinos) que está compuesta por 38 asociados y se dedica a la separación, recuperación y comercialización de residuos reciclables. La cooperativa tiene un convenio con la Municipalidad de General Pueyrredón para utilizar la Planta Municipal de Separación y

Clasificación de Residuos Sólidos Urbanos. Sin embargo, por distintos motivos se fue produciendo un distanciamiento de la empresa con CURA.

Actualmente todo el papel y cartón de la empresa se dispone en la Recuperadora Aletrio, una compañía dedicada a la venta de materiales reciclables de la ciudad de Mar del Plata que únicamente hace acopio hasta su posterior envío a la planta de tratamiento.

La recuperadora Aletrio paga 1,2 \$ el kilogramo de cartón y luego lo envía a Buenos Aires, donde la bobinadora Celupaper S.A. produce a partir de ellos papel higiénico.

3.6.2.2. Papel

En cuanto al papel, se utiliza en la empresa para tareas administrativas de oficina. En este caso, la mejor alternativa es reducir el uso, ya que se evita la generación de residuos y el consumo de recursos naturales (madera, agua, energía). La reducción se puede lograr tomando medidas simples: imprimir sólo las hojas que sean necesarias, utilizar las hojas de ambos lados, verificar la ortografía y márgenes antes de imprimir, utilizar carpetas electrónicas para la difusión de información, etc.

Se pueden colocar pequeños tachos de basura en las oficinas con bolsa verde, para que el personal separe el papel de sobres, hojas de impresión y demás artículos. Es una medida poco costosa y que puede resultar muy útil, ya que la mayoría de los residuos de oficina son reciclables.

Si bien la cantidad de desecho de papel es despreciable frente al volumen de otros materiales de la planta, se considera que sería muy adecuado incluir este tipo de medidas desde la perspectiva más integral del cuidado del medio ambiente. Estas acciones diferirían del abordaje simplemente técnico que podrían requerir los otros residuos, e implicaría un trabajo de concientización de los propios empleados que deberían cambiar algunos procedimientos. Además, se considera que la toma de conciencia de los trabajadores traerá consecuencias beneficiosas fuera de la empresa, ya que podrán aplicar estas medidas en su vida cotidiana.

3.6.3. **Madera**

3.6.3.1. Pallets

Un pallet es un armazón de madera utilizado para el transporte de cargas ya que facilita su levantamiento y manejo con grúas hidráulicas. Los pallets utilizados en la empresa tienen una medida normalizada universal de 1200 por 1000 mm.

La madera de los pallets es tratada para cumplir con la normativa internacional.

Mientras los pallets estén en buenas condiciones, son aptos para su reutilización en el transporte de piezas. La cantidad que se desecha en la planta es muy baja porque son sólo los pallets que están muy dañados y no tienen posibilidad de reparación.

Para poder dar un uso a los pallets desde el marco de Responsabilidad Social Empresaria se contacta con la Asociación Conciencia. Conciencia es una organización de la sociedad civil, apartidaria y sin fines de lucro con más de 35 años de trayectoria. Su objetivo es la educación y formación ciudadana para lograr una sociedad más justa, para alcanzarlo

se cuenta actualmente con más de 2000 voluntarios que participan en 46 programas en más de 200 municipios. Los programas se basan en cinco ejes de trabajo: Desarrollo comunitario y niñez, Becas y empleabilidad, Sustentabilidad, Educación en valores y Educación ciudadana y voluntariado.

El proyecto que se articuló junto a Conciencia es destinar los pallets de la empresa a las Escuelas de Formación Profesional (EFP) del Municipio de General Pueyrredón. La idea surge como ampliación de un programa anterior que trabajaba con Escuelas secundarias y técnicas de la ciudad, ya que permite utilizar más cantidad de pallets.

El proyecto consiste en brindar materiales para los talleres de carpintería de las EFP para que los estudiantes que aprenden un oficio puedan reutilizar los materiales y fabricar productos. Los productos que fabriquen pueden ser destinados a la propia escuela o pueden ser comercializados por los jóvenes para generar valor comercial a partir de un emprendimiento. La propuesta en principio consiste en la fabricación de bancos para las escuelas, de modo que también sirvan como concientización en valores ambientales y reciclaje.

3.6.3.2. Cajas de madera

Para la importación de los componentes se utilizan cajas de madera con perfiles de chapa de zinc (Imagen 4), ya que soportan hasta una tonelada de carga útil y respetan la normativa fitosanitaria internacional ISPM15, cuyo objetivo es reducir la diseminación de organismos nocivos de un continente a otro. Las cajas de madera de pino contrachapadas aportan alta resistencia y soportan grandes cargas, por lo cual son ideales para el embalaje.

El tratamiento y la recuperación de la madera es imprescindible debido a la deforestación y los bosques en todas partes del mundo. Existen varias formas de tratar la madera, una de ellas es triturarla y convertirla en tableros de aglomerado para que vuelvan a ser consumibles. Otra alternativa es utilizarla como fuente energética controlada y limpia, por ejemplo, como combustible para estufas de leña o generación de energía a escala industrial. También se puede convertir la madera en compost (mezcla de materia orgánica descompuesta utilizada como enmienda para el suelo) ya que es rica en carbono.

La cantidad de madera proveniente de las cajas no se había calculado previamente. En el Anexo I, se estima la cantidad de madera desechada a partir de muestras de cajas tomadas en la planta, la Lista de componentes de cada modelo de motocicleta y la cantidad de unidades de cada uno producidas por mes. El resultado arroja un desperdicio de 5940 kg/mes.

La madera se debe separar de las chapas metálicas para su aprovechamiento. La dificultad se encuentra en que el contrachapado está sujeto muy firmemente a la madera de la caja, entonces cuando se intenta quitar, se astilla la madera. Esto ocurre también en parte debido al bajo espesor de las placas.

Por lo tanto, los bordes que contienen la chapa metálica deben cortarse para poder utilizar la madera en buen estado. Para tal fin se debe adquirir una herramienta de corte, en este caso lo más adecuado es utilizar una sierra circular de mesa, debido a su facilidad de uso y tamaño. Desarmar las cajas utilizando esta herramienta presenta una doble ventaja. Por un lado, se evitan roturas del material obteniendo placas de madera en buen estado. En segundo lugar, permite optimizar el espacio de almacenamiento. Se reduce considerablemente el volumen y además las placas de madera se pueden clasificar según su tamaño.



Imagen 4: Cajas de madera
Fuente: Empresa

ONG “Abandonaditos en acción”

La primera acción emprendida por la empresa es la donación de cajas de madera a la ONG “Abandonaditos en adopción” de la ciudad de Batán, que se dedica a cuidar animales callejeros mientras se les busca un hogar. Con la madera donada, internos de la Unidad Penitenciaria N°15 de la misma ciudad construyeron cuchas para brindar refugio a perros callejeros hasta que encuentren un hogar definitivo. Luego miembros de la ONG se encargaron de su instalación y cuidado. Debido a que la iniciativa se realiza en el marco de Responsabilidad Social Empresaria, la empresa dona el material requerido. La cantidad de madera que se puede destinar a esta acción es claramente muy poca, por lo tanto, se buscan otras alternativas.

KOOX – Desde el origen

Otra acción es proveer madera a un proyecto marplatense llamado KOOX – Desde el origen. KOOX nació como un emprendimiento de fabricación de distintos productos como mochilas, fundas para notebook y billeteras a partir de materiales 100% reciclados. Las personas de KOOX recogen madera de la planta para elaborar distintos productos: soportes para celular, calendarios, agendas y bancos. Algunos de los productos de KOOX se pueden observar en la Imagen 5.

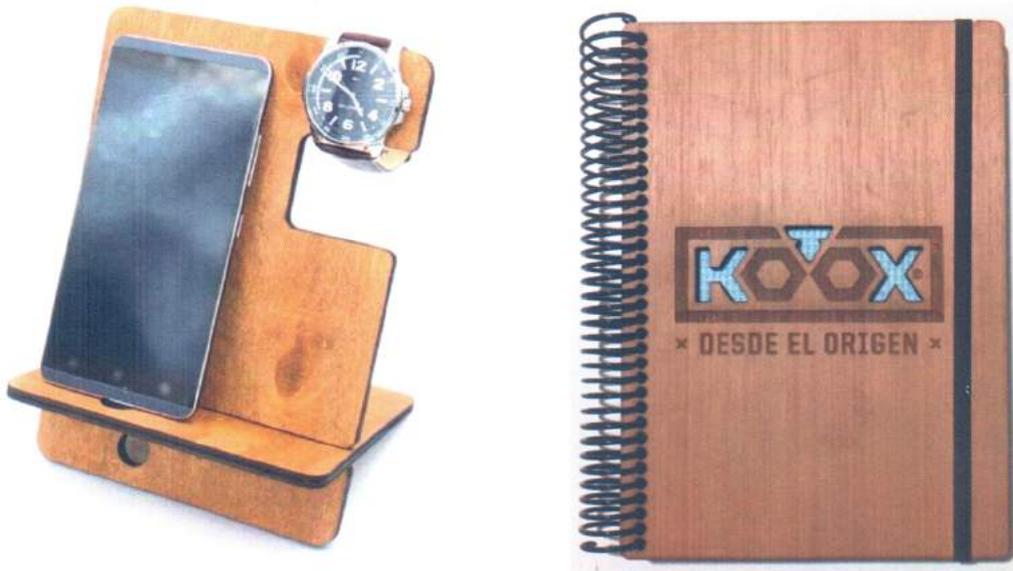


Imagen 5: Productos fabricados con madera reciclada de la empresa
Fuente: KOOX

El procesamiento que sigue la madera es el siguiente: se recoge en un flete que paga KOOX y es llevada a su taller. Se selecciona la madera que será utilizada dependiendo del producto que se fabrique y el estado de las cajas de madera. Como son almacenadas al aire libre, algunas veces que ha llovido la calidad de la madera es inferior. Luego, los bordes que contienen la chapa metálica se cortan con una herramienta para evitar roturas. Se limpian y acondicionan las placas de madera. Si se busca un mayor espesor, se pegan varias placas. Por ejemplo, los soportes para celular tienen 6 mm de espesor (una placa) y los bancos tienen 18 mm de espesor (tres placas).

KOOX se comprometió a personalizar soportes para celular y calendarios para el personal de la compañía. De esta manera, los trabajadores verán reflejado su esfuerzo de separación de residuos en un bien tangible al mismo tiempo que se ayuda al crecimiento del emprendimiento. Es un buen primer paso para la creación de conciencia ambiental ya que son productos fabricados 100% a partir de los residuos de la planta.

Ecomuna

Ecomuna es un colectivo formado hace algunos años por diez familias que fijaron la meta de construcción de un espacio habitacional sustentable en un terreno de más de una hectárea en el sur de Mar del Plata, enfrente de playa Serena.

Los valores que comparten las personas de Ecomuna son la propiedad colectiva de la tierra, el diseño ecológico, la construcción sustentable de viviendas, el autogestionamiento y el cooperativismo. El cuidado del medio ambiente es uno de sus ejes principales, y miembros de la comunidad han expresado: "Nuestro propósito no es sólo construir viviendas, sino promover el derecho a una vivienda y a un hábitat digno y sustentable. Entendemos que

el consumo desmedido de productos envasados es el problema principal de la basura, por eso generamos muy poco residuo y el que se genera lo reutilizamos”¹².

La reutilización de materiales de descarte despertó el interés de las personas de Ecomuna, que fueron a la planta a retirar madera. Su objetivo era probar qué podían fabricar con la madera de las cajas y, si les era útil, retirar madera de forma periódica. A continuación, se muestra en la Imagen 6 distintos usos que le dieron al material: baños secos de dos módulos y puestos para la Feria Ecomuna que organizaron.

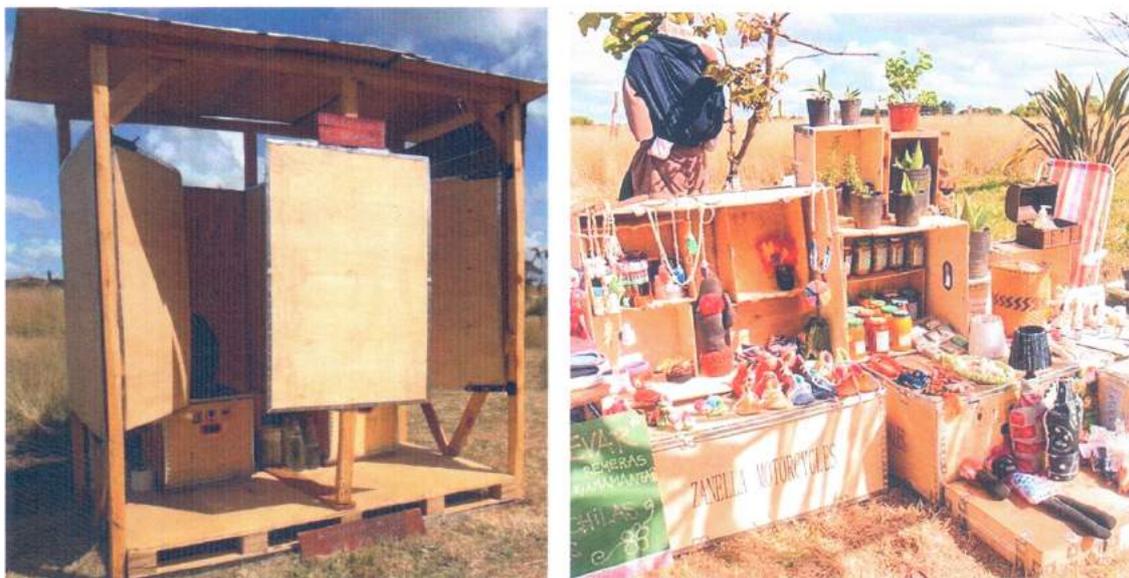


Imagen 6: Baño seco (izq.) y puesto de feria (der.)
Fuente: Ecomuna

Otros usos que dieron a la madera fueron para cartelería y mesas. Las personas de Ecomuna se han mostrado muy satisfechas con las cajas de madera y ya han expresado su deseo de continuar retirando material de la empresa.

Asociación Conciencia

Debido a que la cantidad de madera desechada en la planta es tan alta (casi seis toneladas mensuales), se ha pensado también en alternativas a mayor escala. Una de ellas es donarla a la Asociación Conciencia. Se está articulando con la Asociación para incluir las cajas de madera en el proyecto de reutilización de pallets en Escuelas de Formación Profesional. Según el proyecto, las cajas de mayor tamaño serán utilizadas como bauleras para el almacenamiento de insumos dentro de las escuelas. El resto de las cajas será utilizado en los talleres para la enseñanza de oficio, al igual que los pallets.

Fundación Soporte – “Yo soy porque nosotros somos”

Se buscó una cuarta alternativa para la reutilización de la madera mediante el contacto con miembros de la Fundación marplatense Soporte, también conocida como “Yo soy porque nosotros somos”. La Fundación se encuentra a cargo del Arquitecto Fernando

¹² Diario La Posta “Ecomuna: Una forma de vivir en armonía con la naturaleza en Mar del Plata”

Cacopardo, quien tiene una amplia trayectoria en construcción de viviendas en barrios alejados de la ciudad como Nuevo Golf, Monte Terrabusi y Alto Camet. El equipo está compuesto por estudiantes y graduados de las carreras de Arquitectura, Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

El proyecto llevado a cabo por la Fundación se conoce como “Soporte para el habitar” ya que se trata de construir una estructura básica donde una persona pueda habitar. La estructura cuenta con seis columnas metálicas, techo de chapa, piso seco e instalaciones seguras para un baño. Se trabaja en conjunto con vecinos y organizaciones barriales, incentivando su participación y enseñando el oficio. Por ejemplo, se enseñan técnicas de construcción con bloques de tierra comprimida y muro tapia, ya que las familias se encargan de hacer el cerramiento de la vivienda. También se fabrican ladrillos a partir del polvillo de la cantera Yaraví, el cual es llevado a los barrios en camiones de la distribuidora de energía eléctrica EDEA.

Se llevaron muestras de distintos materiales a la reunión con el Arq. Cacopardo y su equipo: madera, telgopor y mantas de polietileno. Actualmente están analizando cuáles les sirven para la construcción de viviendas, aunque ya han adelantado su interés en la madera de las cajas para construir las paredes y posiblemente en el telgopor. Concretamente, la idea es cortar placas de madera de la misma medida para utilizarlas en una “estructura sándwich”. Una estructura sándwich es aquella constituida por dos placas resistentes entre las que se interpone un material ligero y generalmente de baja densidad. El material de la capa intermedia puede ser telgopor ya que presenta excelentes propiedades de aislación térmica. De esta manera, los materiales que ahora se desechan de la planta pueden ser usados para la construcción de viviendas en barrios de la ciudad, promoviendo el aprendizaje del oficio y un hogar para personas que lo necesitan.

Conclusión

Es necesario contar con varias alternativas para el aprovechamiento de la madera desechada por la empresa, ya que cada mes se cuenta con una gran cantidad de material y la demanda es siempre variable. Además, algunas opciones tales como la de Fundación Soporte – “Yo soy porque nosotros somos” todavía se encuentran en proceso de ser llevada a cabo.

En conclusión, deberían tenerse en cuenta todas las alternativas y de ser posible seguir sumando otras para poder reutilizar o reciclar la mayor cantidad posible de madera.

3.6.4. Polietileno de baja densidad (PEBD)

Las bolsas de residuos, las mantas para protección de los cuadros de motocicletas y los embalajes de burbujas que utiliza la empresa están hechos de PEBD o polietileno de baja densidad: un plástico blando, flexible y poco resistente a la temperatura.

El plástico de burbujas se utiliza para embalar o separar los componentes de las motocicletas durante el transporte, ya que es ideal para brindar protección porque al tener burbujas de aire amortigua impactos, absorbe vibraciones, es impermeable, protege de la humedad, evita rotura y rayones.

El polietileno de baja densidad es el plástico más reciclado con el cual se fabrican nuevos productos como cestos, paneles, contenedores o tuberías, mediante un proceso llamado reciclado primario.

Se estudió la posibilidad de reciclar este material, en lo posible tratando de obtener un rédito económico para la empresa.

Se estableció contacto con un intermediario que se dedica a la compra, separación, clasificación y venta de materiales plásticos. El intermediario paga \$4 el kg de PEBD y lo clasifica, ya que el material debe estar limpio pues es fundamental para el proceso de reciclado y para no contaminar otros materiales. Luego, vende el PEBD limpio a dos empresas de Mar del Plata: Politub y Foex. Politub es una empresa que fabrica tuberías de polietileno y está radicada en el Parque Industrial. Foex es una fábrica de film y bolsas de polietileno.

El proceso de reciclado es el mismo en las dos empresas. La primera etapa es el granulado que consiste en triturar el plástico y convertirlo en gránulos mediante el uso de un molino. Luego el plástico granulado se funde en una gran olla y luego un tornillo calefaccionado con resistencias lo hace pasar por un filtro de orificio circular, tomando la forma de largas hebras. Esta etapa del proceso se llama pelletizado, ya que una vez frío se corta en pequeñas porciones de material reciclado llamados "pellets". Luego los pellets se mezclan con materia prima virgen para la fabricación de productos nuevos.

3.6.5. Polipropileno

El polipropileno (PP) es un termoplástico de baja densidad que se obtiene a través de la polimerización del propileno.

Un fleje se utiliza para sujetar un paquete o bulto brindándole seguridad y evitando que se desarme. Los flejes pueden ser de varios materiales, pero los flejes de polipropileno presentan varias ventajas: son flexibles, livianos, de bajo costo y se pueden utilizar para el embalaje de pequeños o grandes paquetes. En el caso de la empresa, se utilizan para el embalaje de cajas de cartón de distintos tamaños (Imagen 7).



Imagen 7: Flejes de polipropileno
Fuente: Empresa

El polipropileno es un material 100% reciclable, con el cual se pueden fabricar nuevas piezas a partir del moldeo e inyección. Sin embargo, los plásticos no pueden reciclarse muchas veces porque los pellets que se obtienen son cada vez de menor calidad. Una alternativa cuando se tiene plástico reciclado es la utilización como combustible para la producción de energía eléctrica o térmica.

Los flejes de polipropileno se venden a Recalb Plast SA, que se dedica a la venta mayorista de residuos reciclables y desechos metálicos. Recalb paga \$2 por cada kilogramo de polipropileno, pero no se hace cargo del transporte del material. Por lo tanto, se utiliza ese dinero para pagar el flete y la empresa no percibe ganancia alguna por la venta del plástico.

3.6.6. Residuos Domiciliarios

Se consideran residuos domiciliarios aquellos desechos que no se derivan de los procesos de la industria, sino que provienen de la actividad humana.

En la empresa, los residuos domiciliarios son únicamente los generados en el comedor donde almuerza el personal de la planta. Estos se componen de residuos orgánicos (restos de comida), cartón (bandejas donde se transportan los alimentos), papel (servilletas), plástico (vasos y platos descartables, botellas y envases) y vidrio (botellas).

Debido a que la mayoría de estos desechos no están limpios, no pueden ser reciclados y deben ser dispuestos en el relleno sanitario. Además, como puede observarse en la Tabla 7, la cantidad de residuos domiciliarios de la empresa es despreciable en comparación con los otros desechos que se generan.

Igualmente, la colocación de cestos verdes en el comedor para separar los reciclables que estén limpios es una buena acción que contribuye a la concientización del personal en el cuidado del medioambiente.

3.6.7. Metales

Los metales se encuentran presentes sólo en el contrachapado de las cajas de madera. El contrachapado está sujeto tan firmemente a la madera de la caja que cuando se intenta quitar se astilla la madera. Para poder utilizar la madera en buen estado se debe cortar la chapa con una sierra circular obteniendo placas de madera. Como consecuencia, se obtienen retazos de chapa con madera dificultando su comercialización.

Por otro lado, la cantidad de metal es mínima en relación con otros materiales de desecho de la planta. Por lo tanto, al ser tan bajo su impacto comparativamente, se decide disponerlo en el relleno sanitario.

Dado que la empresa se encuentra situada en el Parque Industrial, en donde otras fábricas son generadoras de considerable cantidad de desechos metálicos, queda abierta la posibilidad de un trabajo colaborativo para enviar como chatarra los desechos metálicos del Parque Industrial en su conjunto.

3.6.8. Residuos Especiales

Los residuos especiales son aquellos que contienen o pueden contener agentes patógenos en concentraciones o cantidades suficientes para causar enfermedad a un huésped susceptible. En la Provincia de Buenos Aires, la Ley N°11720 (Ley de Residuos Especiales) regula la generación, manipulación, almacenamiento, transporte y disposición.

En la empresa, los únicos residuos especiales presentes son los trapos sucios con aceite que se usan para la limpieza y mantenimiento. Éstos pertenecen a la categoría Y9 de

la Ley N°11720: "Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua" y se generan sólo en una cantidad despreciable.

Se desechan según lo dispuesto en la Ley Provincial.

3.7. Balance de la gestión de residuos

3.7.1. Beneficio económico

Se calcula el beneficio económico de la gestión de los residuos de empaque considerando las siguientes premisas:

1. El costo de un camión de 8 m³ de capacidad para transportar los desechos hasta el Centro de Disposición Final de Residuos (relleno sanitario) tiene un costo de \$300.
2. La tasa que se paga por disponer residuos en el relleno sanitario es \$290 por tonelada.
3. Se considera que se reutiliza o recicla el 100% de los materiales de la planta, es decir, que nada se desecha en el relleno sanitario.

Por lo tanto, la ganancia mensual depende de dos factores: el ingreso proveniente de la venta de materiales y el ahorro de no disponer los residuos en el relleno sanitario (ahorro de transporte y de tasa del relleno sanitario).

Ganancia mensual = Ingreso por venta de material + Ahorro relleno sanitario

La ganancia se calcula en la Tabla X del Anexo II, y da como resultado \$21601 por mes.

3.7.2. Responsabilidad Social Empresaria

La empresa ha demostrado su compromiso con la adopción de prácticas socialmente responsables, tomando decisiones que no sólo siguen el objetivo de maximizar el beneficio, sino también se busca alcanzar la sostenibilidad a largo plazo. La sostenibilidad hace referencia al “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las del futuro”¹³. Dicha afirmación se ha validado con la certificación del Protocolo MGP-RSE de la Universidad Nacional de Mar del Plata en el año 2017 y las acciones sociales y medioambientales que realiza la empresa periódicamente.

La empresa identifica los aspectos e impactos ambientales en su entorno derivados de sus decisiones y actividades, actuando sobre aquellos que tienen mayor impacto ambiental negativo. La recuperación de los residuos de la compañía supone la protección del medioambiente debido a que reduce la contaminación y favorece la preservación de recursos naturales.

Además, esta práctica voluntaria permite tomar iniciativas sociales que beneficien a su entorno. La revalorización de materiales genera trabajo para todos los recuperadores y recicladores involucrados: Aislaciones Mar del Plata, el intermediario que vende plástico a Politub y Foex, Aletrio, Celupaper en la ciudad de Buenos Aires, etc. La empresa también contribuye con el desarrollo de emprendedores locales, como KOOX.

Por otro lado, la compañía busca generar alianzas con ONGs de la ciudad para fomentar el aprendizaje de un oficio en estudiantes y el acceso a una vivienda digna en

¹³ Comisión Mundial para el Ambiente y el Desarrollo de la ONU (1987).

sectores vulnerables de la sociedad. La donación de materiales contribuye a alcanzar estos objetivos mediante los proyectos de Asociación Conciencia y Fundación Soporte.

Del mismo modo, la empresa busca involucrar y comprometer a sus trabajadores en el cumplimiento de las buenas prácticas de RSE. La participación del personal en este tipo de acciones genera sensibilización social y su motivación contribuye a alcanzar mejores resultados.

Además, se busca crear conciencia ambiental en el personal a través de medidas concretas. La acción de fabricar regalos corporativos personalizados a partir de materiales recuperados es importante ya que el cuidado del ambiente toma mayor visibilidad y genera compromiso hacia la causa.

En conclusión, las acciones de RSE llevadas a cabo agregan valor a las actividades de la empresa. La visibilización y comunicación de estas prácticas conducen a un mejoramiento de la imagen corporativa y a la fidelización de clientes.

3.8. Distribución en planta

3.8.1. Análisis de la situación actual

El proceso de producción consta de las siguientes etapas: recepción de las piezas, transporte hasta la línea, ensamblaje de las motocicletas, control de calidad y almacenamiento de productos terminados.

En el Anexo IV se muestra el plano de la planta y los movimientos de materiales.

El proceso comienza con la descarga del camión en la parte exterior trasera de la planta. En la zona indicada con la letra A se realiza la recepción de materia prima.

En cada contenedor hay piezas para ensamblar aproximadamente 150 motocicletas de un mismo modelo. Debido a que los cálculos se efectúan para una producción mensual de 4500 unidades, se toma un promedio de 30 contenedores por mes. Considerando que 25 días son laborables, entonces se recibe un contenedor diario y un día por semana se reciben dos.

La acción de desembalar los componentes y prepararlos para su uso se conoce en la planta como pre-armado. Se verifica que haya la cantidad correcta de piezas y con la calidad adecuada, comparando las existencias con la Lista de empaque que envía el proveedor junto con el pedido.

En el mismo lugar de la recepción, se desembalan y se ordenan los cuadros de las motocicletas. Cada cuadro está envuelto en una manta de polietileno para protegerlo de golpes y rayones. Las mantas de polietileno se sacan y allí se dejan hasta que los trabajadores tienen un momento libre y las recogen y guardan en grandes bolsas de residuos.

El resto de los componentes de la motocicleta son transportados con una zorra hidráulica manual hacia el interior de la planta, donde se desembalan y almacenan (indicado en el plano con la letra B). Dependiendo del modelo de la moto, el motor viene en una caja de cartón o cubierto en telgopor dentro de una caja de madera. Todas las pequeñas piezas de ensamblaje tales como tornillos, chavetas, arandelas y horquillas vienen en una gran caja de madera, separadas entre ellas por barras de cartón corrugado. Las baterías, faroles, filtros de aire, carcasas del tablero, ejes y cúpula también están empacados con telgopor dentro de cajas de madera. Por otro lado, los componentes que se transportan en cajas de cartón son: tanque de combustible, silenciador de escape, amortiguadores, cadenas, bocinas, cubiertas, guardabarros, asientos, pedales, piñones, frenos, filtros de aceite, cables, cargador USB, kit de herramientas, garantía y manual del usuario.

Todas las piezas excepto las ruedas se desembalan en la misma área, acumulando los desechos dentro de las cajas de madera o cartón de mayor tamaño que se disponen allí mismo. Cuando no hay más espacio, se comienzan a acumular residuos en el pasillo lateral del recinto (punto D).

Luego, las piezas se trasladan al lugar de la línea de producción donde será utilizada cada una. Los flujos de movimiento de partes están indicados en el Plano con trazo color naranja.

Las ruedas se almacenan y desempacan en el área C, y su trayectoria hasta la línea está indicada con color violeta.

En los momentos en que hay falta de personal o de tiempo, los componentes se llevan a la línea embalados y se desarman allí mismo, produciendo la acumulación de residuos en el área de producción (zona E). Los residuos entorpecen el flujo de materia prima, productos

terminados y personas por la planta. Además, deben ser nuevamente transportados al exterior de la planta, es decir que se producen movimientos innecesarios de material que hacen que disminuya la productividad porque los trabajadores se encuentran realizando actividades que no generan ningún valor para la empresa.

Finalmente, los productos terminados se someten a un control de calidad (punto F) para asegurar que cumplan con todas las especificaciones. Se realizan pruebas de sonido de bocinas y de luces de los faroles, entre otras.

Las motocicletas que no presentan disconformidades se trasladan a la bodega de almacenamiento de productos terminados (punto G), donde permanecen hasta el momento de preparación de los envíos.

Los residuos de empaque son llevados nuevamente al exterior de la planta (punto H), donde se disponen sin ningún orden ni separación por tipo de material. El trayecto recorrido por los desechos está indicado en el plano con color rojo.

3.8.2. Propuestas de mejora para la distribución en planta

La producción en este tipo de industrias se realiza en línea por tratarse de productos estándares en grandes volúmenes que sólo deben ser ensamblados. Luego de visitar la planta, estudiar su funcionamiento y analizar los planos con sus respectivos recorridos de materiales, se detectó que tanto los componentes de las motocicletas como los desechos desprendidos del packaging no siguen un recorrido establecido.

Las propuestas tienen como objetivo reducir los movimientos de materiales de desecho y almacenarlos en condiciones adecuadas para su posterior reciclaje. Además, se pretende estandarizar los procesos para mantener el orden y la limpieza de la planta.

Se realiza un diseño de computadora en SketchUp, un programa de modelado en 3D, para analizar la propuesta más económica y eficiente en cuanto a la minimización de movimientos de personal y material.

Se planifica una construcción constituida por tres naves industriales iguales imitando la forma de la nave principal de la planta. Se busca favorecer la estandarización mediante tres cuerpos que tengan las mismas características e idéntico sistema constructivo. El diseño se realiza en naves independientes porque permite la construcción por etapas, es decir, no requiere una inversión inicial tan elevada por parte de la empresa.

Los tres cuerpos se comunican por su interior y se encuentran emplazados en la parte trasera de la planta. En el Anexo V se observa la planta actual junto con el proyecto de la nave industrial.

El primer cuerpo está destinado al almacenamiento de materia prima. El segundo, constituye el área de desarmado de cajas, organización de las piezas de las motocicletas y clasificación de los residuos de empaque. El tercer cuerpo es el almacén de residuos hasta el momento de su recogida por los recuperadores.

La finalidad esta construcción es evitar que se crucen los flujos de piezas y de desechos. Utilizando esta distribución siguen distintos recorridos, simplificando el flujo de materiales dentro de la planta. Si se ejecuta correctamente, se evita que los residuos entren en el área de producción y por lo tanto la planta estará más ordenada y limpia. Estas medidas

buscan asimismo hacer más eficiente la cadena de suministros, que afecta directamente la productividad de la empresa.

a) Establecimiento de área de almacenamiento de materia prima

Como se mencionó anteriormente, el objetivo es minimizar los movimientos innecesarios de material. Para ello, se diseña la construcción de un galpón de almacenamiento de materia prima junto a la zona de descarga de camiones, la cual se puede apreciar en los Anexos V y VIII.

El galpón tiene las siguientes características:

- Capacidad de almacenamiento superior a la materia prima necesaria para ensamblar 300 motocicletas. Se realiza el cálculo en el Anexo III, arrojando como resultado que el galpón debe diseñarse para una capacidad de almacenamiento superior a 142 m³. Por lo tanto, se colocan racks selectivos lindando con tres de las paredes del galpón, ya que la cuarta debe quedar despejada para el transporte de materiales. También se colocan racks en el centro de la nave de forma paralela al lado más largo, para un mejor aprovechamiento del espacio disponible.
- Espacio mínimo para los pasillos considerando las maniobras que deben realizar los autoelevadores. En galpón dispondrá de pasillos de 3 metros de ancho. Unos pasillos de dimensiones adecuadas permiten el flujo seguro de personas y materiales.
- Emplazado entre la zona de descarga de los camiones y el área de desembalaje de materia prima.

El proceso de recepción de materia prima consta de las siguientes etapas:

1. Recepción del camión. El camión arriba al área de recepción en la parte trasera de la planta y el conductor entrega al personal del puesto una declaración con lo que se debe descargar.
2. Descarga del camión. Se firma la declaración del conductor y se retira la mercadería utilizando una plataforma.
3. Registro de la recepción. Se elabora un registro indicando la fecha de recepción y el número de contenedor.
4. Almacenamiento de materia prima en el galpón utilizando el equipo de transporte adecuado para colocar la mercadería en los racks.

b) Establecimiento de área de desembalaje de materia prima y separación de los residuos

La nave central está destinada a las actividades de desembalaje de materia prima y separación y clasificación de los residuos de empaque.

El área cuenta con:

- Mesas de trabajo para el desembalaje e inspección de las piezas pequeñas.
- Racks móviles donde se deben colocar los componentes para ser llevados a la línea de ensamble.

Contenedores industriales donde disponer los residuos de packaging. Las medidas de un contenedor son: 1370 x 1325 x 1077 mm (ancho x alto x profundidad).

El diseño de la nave central se observa en el Anexo IX.

Las actividades que se desarrollan en la nave son:

1. Verificación e inspección de la mercadería.

Se desempacan, clasifican y cuentan las piezas y se compara con la Lista de empaque que trae cada contenedor. Debe coincidir la cantidad con el pedido realizado por la empresa. Simultáneamente se realiza una inspección visual para controlar que no haya piezas dañadas.
2. Elaboración de informes.
 - a. Informe de piezas faltantes o dañadas. Se debe reportar cualquier daño o incumplimiento de las especificaciones de las piezas de las motocicletas y enviar el reporte al Departamento de Compras, que se encarga de hacer el reclamo correspondiente al proveedor.
 - b. Informe de recepción. Es el documento que especifica cuáles son los componentes recibidos y su cantidad. El informe de recepción contiene la siguiente información: nombre del proveedor; número de la orden de compra; número de registro de recepción; fecha; código, nombre y cantidad de piezas y número de Lista de empaque.
3. Desembalaje de las piezas.
 - a. Se retira el material de empaque y se acomodan las piezas de las motocicletas en estanterías móviles.

Se realiza la instalación de dos mesas de trabajo que son especialmente útiles para manipular las piezas pequeñas. El trabajador tiene a su lado una estantería con ruedas para colocar las piezas y detrás suyo los contenedores donde disponer los residuos de packaging.

Las estanterías son diseñadas para contener piezas de distintas formas, por ejemplo, de superficie plana para motores y tornillería y curva para el traslado de ruedas. Actualmente hay en la planta algunas estanterías para transportar componentes, sin embargo, la mayoría se trasladan en pallets con una zorra hidráulica.

Se propone realizar una inversión en 10 estanterías móviles para facilitar el orden y traslado de los componentes. Se coloca una hoja de identificación en un lugar visible de cada estantería que tenga un círculo grande de color rojo, amarillo o verde. La hoja indica qué tipo de piezas se deben disponer allí y la cantidad.
 - b. Simultáneamente se realiza la separación de residuos. Se colocan en el almacén de materia prima seis contenedores industriales donde se desechan los materiales de empaque.

Realizar la separación de los residuos de embalaje en el lugar de recepción evita movimientos innecesarios de material, ordena las áreas de trabajo, y ahorra tiempos que no agregan valor al producto terminado.

Cuando se alcanza la capacidad de un contenedor, se lo traslada hacia el galpón de almacenamiento de residuos.

Las cajas de madera y cartón deben desarmarse y se almacenan las placas apiladas. Las placas de madera de las cajas tienen un bajo espesor y se

rompen cuando se intenta extraer el contrachapado metálico. Para que la madera sea útil para los proyectos desarrollados anteriormente, deben cortarse las placas. En la mesa de trabajo se coloca una sierra circular de mano para realizar el corte.

4. Envío de partes a la línea de ensamblaje.

Se traslada una estantería al área de ensamblaje y se la coloca en el sitio que esté marcado con el color de la hoja de identificación. La marca en el suelo de la planta está en el lugar preciso de la línea donde se requieren dichos componentes.

De esta manera, se logra que haya *stock*¹⁴ de piezas en la etapa del proceso donde son necesarias. Esta medida hace que aumente la productividad porque disminuye el tiempo de abastecimiento.

c) Diseño de galpón para almacenamiento de residuos

Todos los residuos de empaque se deben disponer en un galpón de almacenamiento de materiales reciclables. Se propone localizar el galpón junto al área donde se realiza el desembalaje de materia prima con el objetivo de minimizar las distancias recorridas.

Las dimensiones del galpón se establecen teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Se debe tener capacidad para almacenar los residuos que se generan en un mes, ya que se considera que la demanda de reciclables no es siempre constante y pueden pasar un par de semanas entre una recogida y otra.
En la Tabla 7 se tiene el promedio de desechos generados en la planta mensualmente.
- Tamaño de las estanterías con las cuales se mantienen ordenados y accesibles los residuos.
- El espacio para los pasillos debe ser suficiente para poder operar el equipo de manejo de materiales y para el movimiento de los residuos. Nuevamente se toman pasillos de 3 metros de ancho.

A partir de dichos criterios, se realiza el diseño del galpón de almacenamiento de reciclables como se puede apreciar en los Anexos X y XI.

Procesos que se realizan en el galpón:

1. Transporte de materiales hacia su estantería.

Los residuos llegan al galpón clasificados según el tipo, y cada uno tiene asignado un lugar para su acopio. Se identifica cada estantería con un cartel de tamaño grande y letra visible que establece el material que se debe colocar en ella.

2. Almacenamiento de residuos.

Se acomodan de forma ordenada y prolija en cada estante. Las placas de madera y el cartón se colocan apiladas. Las piezas de telgopor se deben almacenar ordenadamente según su tamaño para aprovechar el espacio. Los plásticos (bolsas de burbujas, bolsas plásticas y mantas de polietileno) se colocan en grandes bolsas de residuos. Los flejes de polipropileno también se recogen en

¹⁴ Stock: existencias.

bolsas, pero deben colocarse en otro sitio porque se venden a otra empresa recuperadora.

3. Elaboración de la información documentada.

Se elaboran los registros diarios de la cantidad de reciclables que ingresan al almacén.

4. Recolección y Transporte.

El primer término consiste en recoger los residuos de los sitios establecidos y cargarlos en vehículos recolectores. La recolección puede ser:

- General: se recogen todos los residuos sin discriminar por tipo.
- Diferenciada: se discrimina por tipo de residuo según su posterior tratamiento, como es el caso de la empresa.

El área contigua al galpón tiene espacio suficiente para que los vehículos recolectores puedan recoger los reciclables.

Luego el transporte consiste en el traslado de los residuos entre los sitios comprendidos en su gestión.

Se debe mantener un registro actualizado con la cantidad de desechos recuperados mensualmente y su destino, con el objetivo de elaborar estadísticas que permitan tomar decisiones basadas en el análisis de la información que contribuyan a la mejora de la gestión en el futuro.

3.8.3. Análisis del flujo de movimientos

Es imprescindible para la distribución de la planta y el plan de manejo de materiales realizar un adecuado análisis de flujo. El análisis de flujo evalúa la trayectoria que cada parte sigue por la planta y además tiene como objetivo minimizar la distancia recorrida y el tráfico cruzado, disminuyendo así el costo de producción.

Se realiza una comparación entre el flujo de movimientos con la distribución actual y la propuesta.

a. Flujo de movimientos actual

A partir del plano a escala de la planta (Anexo IV), se miden las distancias recorridas con la distribución actual.

1. Distancia recorrida por las piezas

Se miden todas las distancias que recorren las piezas desde su recepción hasta la línea de ensamblaje. No se evalúa la trayectoria que siguen los productos terminados ya que no se ve modificada por la propuesta de redistribución.

- Distancia desde la zona de descarga del contenedor (punto A) hasta la zona de almacenamiento de materia prima (punto B): 53,5 m. Se considera para el cálculo que todas las piezas realizan este recorrido.

- Distancia de las piezas desde el punto B hasta la línea: 18 a 24 m. Se toma un rango ya que la distancia real depende de la parte de la línea en que se ensambla la pieza. Para simplificar los cálculos, se toma un promedio de 21 m.
- Distancia recorrida por los cuadros de las motocicletas desde el punto B hasta la línea (trayectoria indicada con trazo verde): 45 m.¹⁵
- Distancia recorrida por los motores desde el punto B hasta la línea (trazo celeste): 38,5 m.
- Distancia recorrida por las ruedas: desde el punto B hasta el punto F (donde se almacenan y desembran) y luego hasta la línea: 58 m.

A partir de la información anterior, se realiza un promedio de la distancia recorrida por las piezas desde el punto de descarga del contenedor hasta la línea de ensamblaje. Se utiliza el método de promedio ponderado, ya que las distancias calculadas tienen distinta importancia que depende de la cantidad de piezas. Se asigna un mismo peso de 0,1 a los cuadros, motores y ruedas, y el restante 0,7 para el resto de las piezas.

$$53,5 m + 0,1 * 45 m + 0,1 * 38,5 m + 0,1 * 58 m + 0,7 * 21 m = 82,35 m$$

Como se observa en el cálculo anterior, la distancia promedio recorrida por las piezas es 82,35 m.

2. Distancia recorrida por los residuos

Actualmente, los componentes de las motocicletas son desembrados en los puntos A, B y F. Los materiales de empaque son trasladados desde esas áreas hasta su zona de disposición. Se calculan a continuación las tres trayectorias:

- Distancia desde el punto A hasta la zona de almacenamiento de residuos (punto H): 11,5 m.
- Distancia desde el punto B hasta la zona de almacenamiento de residuos (punto H): 65 m.
- Distancia desde el punto F hasta la zona de almacenamiento de residuos (punto H): 90 m.

Se estima entonces el promedio de la trayectoria recorrida por los residuos. Se asigna nuevamente un peso de 0,1 a las distancias que comienzan en los puntos A y F (donde sólo se desempaca un tipo de piezas).

$$0,8 * 65 m + 0,1 * 11,5 m + 0,1 * 90 m = 62,15 m$$

La distancia promedio recorrida por los residuos de empaque es 62,15 m.

¹⁵ La trayectoria indicada en color verde desde el punto B hasta la línea es de 55 m. Sin embargo, como se observa en el plano del Anexo IV, el recorrido de los cuadros no pasa por el punto B. Por lo tanto, debe restarse la distancia entre la trayectoria punteada verde y el punto B que es de 10 m. Entonces para el cálculo del recorrido de los cuadros se toma una distancia de 45 m.

b. Flujo de materiales propuesto

El flujo de materiales propuesto se explicó en detalle anteriormente y es el mismo para todos los componentes.

Se calculan las distancias recorridas siguiendo el mismo procedimiento que se realizó para la distribución en planta actual. Las trayectorias se miden en SketchUp utilizando los planos de los Anexos IV, V y VI.

1. Distancia recorrida por las piezas

- La materia prima se encuentra almacenada en el primer cuerpo del galpón propuesto (punto A, Anexo VI). Se mide en el plano la distancia hasta el área de desembalaje (punto B, Anexo VI): 18 m.
- Distancia desde el punto B (Anexo VI) hasta la línea de ensamblaje (punto E, Anexo IV): 58 a 90 m. Se toma un rango ya que la distancia real depende de la parte de la línea en que se ensambla la pieza. Para simplificar los cálculos, se toma un promedio de 74 m.

Se realiza un promedio de la distancia recorrida por las piezas desde el punto de descarga del contenedor hasta la línea de ensamblaje:

$$18 \text{ m} + 74 \text{ m} = \mathbf{92 \text{ m}}$$

2. Distancia recorrida por los residuos.

Con la distribución en planta propuesta, todos los residuos de empaque deberán desplazarse desde la nave central (punto B, Anexo VI) hasta la nave de almacenamiento de desechos (punto C, Anexo VI). La distancia es de **18 m**.

Conclusión

Para concluir, se realiza un análisis de las mediciones efectuadas.

Si bien la distancia recorrida por los materiales aumentará 10 metros, no es un incremento muy significativo considerando que el galpón de almacenamiento de materia prima se construye a 12,5 metros de la planta actual. Esto se debe a que se eliminan muchos movimientos innecesarios. Por otro lado, la trayectoria efectuada por los residuos se reducirá a un tercio de lo que es actualmente.

Luego, analizando la propuesta globalmente, se concluye que la distribución en planta propuesta logrará reducir y organizar los flujos de materiales y de personal.

3.8.4. Presupuesto

Previo a elaborar el presupuesto del proyecto, se detallan todas las características de diseño y los elementos que se deben adquirir.

1. Construcción de galpón

Las características de cada nave industrial son:

- Dimensiones: 18 x 15 x 6 m (largo x ancho x alto).
- La estructura de la nave está constituida por vigas de acero.
- El techo es de chapa sinusoidal a dos aguas, imitando la forma del techo de la planta de ensamblado. Se utilizan también paneles translúcidos para la iluminación natural del interior de los galpones.
- Las paredes exteriores son hechas con bloques de hormigón. La construcción con bloques de hormigón es más económica que otros sistemas porque al ser piezas premoldeadas y estandarizadas que no requieren modificaciones en la obra permite el ahorro de tiempo y mano de obra. También se ahorra en materiales ya que se necesita menor cantidad de mortero de asiento por m².
- El suelo se elige de cemento alisado con helicóptero reforzado con malla de acero de 6 mm porque es muy resistente, económico y de fácil mantenimiento.
- El frente de cada nave está compuesto por tres cortinas metálicas microperforadas con motor manual. Las dimensiones de cada cortina son 4 metros de alto y 3 metros de ancho.
Las naves se comunican en su interior por una cortina de iguales características, por lo tanto, en total se deben instalar 11 cortinas: 9 exteriores (que corresponden a 3 cortinas por cuerpo) y 2 interiores.

2. Estanterías selectivas para almacenamiento de materia prima

Se eligen racks o estanterías selectivas, el diseño más convencional para el acceso directo y unitario a cada pallet.

La distribución de las estanterías se determina según las características de los autoelevadores y las dimensiones de la nave. Las estanterías se colocan sobre las tres paredes del galpón, dejando libre las áreas donde hay cortinas para no entorpecer el paso. Luego, para optimizar el espacio, se colocan estanterías de forma paralela al lado más largo del galpón. Se calcula el espacio mínimo para pasillos teniendo en cuenta las maniobras que deben realizar los autoelevadores. En los Anexos VII y VIII, se ilustra el galpón de almacenamiento de materia prima con dichas características.

Los racks selectivos permiten un excelente control de stock, un fácil acceso a la mercadería y una buena adaptabilidad a distintos tipos de carga. Se seleccionan racks de 3 metros con 3 niveles para almacenar pallets de materia prima.

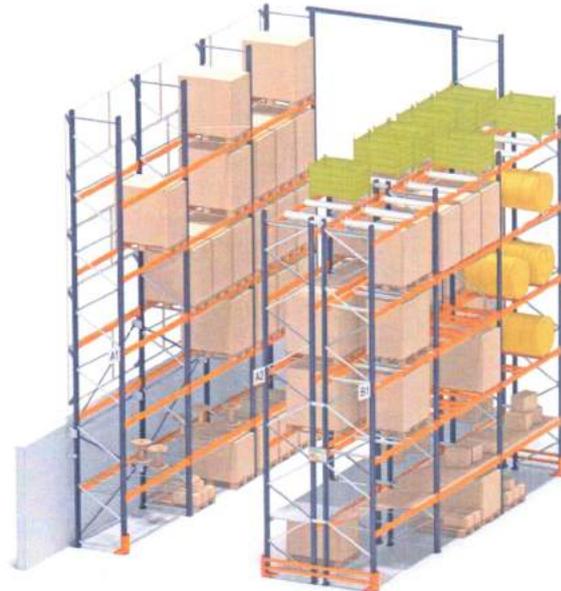


Imagen 8: Racks selectivos
Fuente: Mecalux

3. Estanterías fijas para almacenamiento de desechos de empaque

Se eligen estanterías fijas para colocar en la nave destinada al almacenamiento de desechos de la planta. Se colocan estructuras con seis estantes frente a dos de las paredes del galpón y las otras dos paredes deben quedar despejadas ya que tienen cortinas por donde se realiza el movimiento de los materiales. Adicionalmente se coloca una estantería doble en el centro del galpón.

Las estanterías se eligen de 3,8 m de largo, 1,2 m de ancho y 4,5 m de alto. El objetivo es maximizar el espacio volumétrico, es decir, aprovechar tanto el espacio horizontal como el vertical.

4. Contenedores

Los residuos de packaging se colocan en contenedores, que serán de distinto color y tendrán una inscripción que los identifique: telgopor, cartón, madera y plástico. Se utilizarán contenedores industriales con ruedas de 1,1 m³ de capacidad, como el que se muestra en la Imagen 9.

Los contenedores son de polietileno de alta densidad, y el valor de cada uno es \$8500. La cantidad de contenedores para cada material se obtiene considerando el volumen de desechos de cada uno. Se propone la adquisición de seis contenedores: dos para telgopor, dos para madera, uno para cartón y uno para plásticos.

Las piezas de telgopor y las mantas y bolsas de polietileno se disponen directamente en el contenedor, siempre y cuando estén limpios. En el caso que algún material se encuentre sucio, por ejemplo, con aceite de los motores, deberá ser apartado ya que no es reciclable.



Imagen 9: Contenedor industrial
Fuente: Seguridad Global

Por otro lado, las cajas de cartón y madera deberán colocarse desarmadas en el contenedor. Las cajas de madera suponen la mayor dificultad debido a que debe sacarse el contrachapado de zinc sin romper las planchas de madera. Esta actividad de desarme de cajas se realizará una vez que se finalice el pre-armado de las piezas de motocicletas, ya que es muy importante no demorar la línea de producción.

5. Estanterías móviles

Las estanterías móviles constan de tres estantes, cuatro ruedas y una barra de empuje. Se mandan a fabricar a medida teniendo en cuenta las dimensiones de las piezas a transportar, y el material es hierro.

Se pide un presupuesto por estanterías móviles de 1,5 x 0,7 x 1,45 m (largo x ancho x alto) como muestra la Imagen 10:

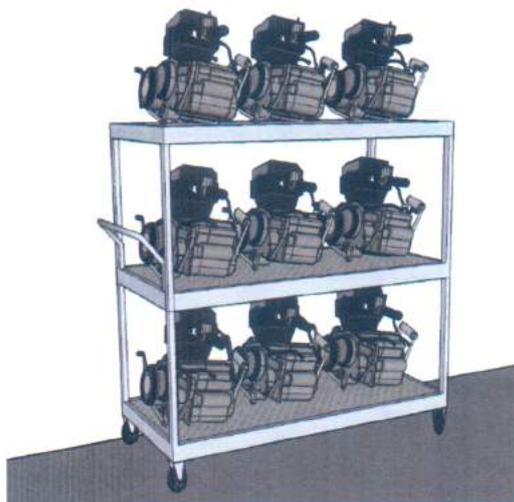


Imagen 10: Estantería móvil
Fuente: Elaboración propia

6. Mesas de trabajo

Se colocan dos mesas de trabajo en la nave central para realizar el desembalaje de la materia prima. Sobre la mesa de trabajo también se realiza el recuento y la inspección visual de las piezas pequeñas, de modo de aumentar la comodidad de los trabajadores.

En la Imagen 11 se observa el puesto de trabajo, que cuenta con dos mesas de 3,5 x 1 m (largo x ancho). La estructura de las mesas es de hierro y su tapa es de madera.

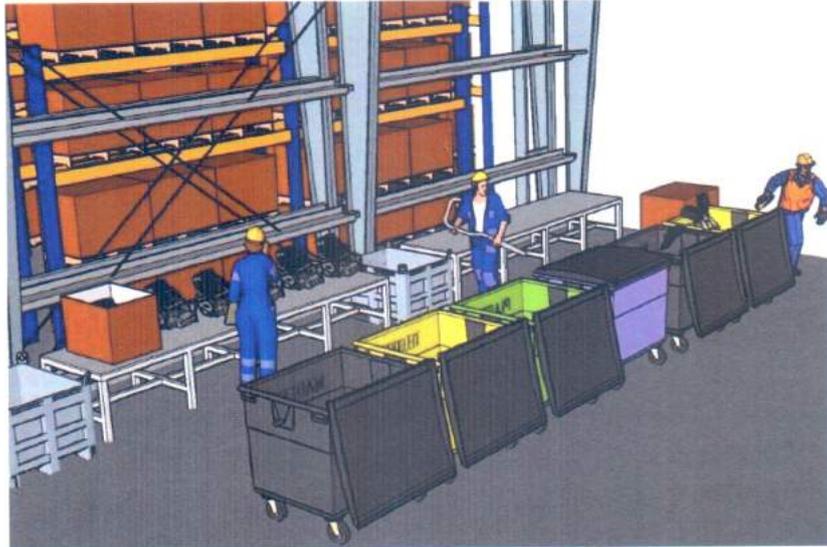


Imagen 11: Mesa de trabajo y contenedores industriales
Fuente: Elaboración propia

Luego de finalizar con la preparación de los componentes, se debe ordenar el área de trabajo y los contenedores de residuos. Los plásticos y el telgopor se desechan directamente en el contenedor, pero se deben desarmar las cajas de madera y cartón.

Para desarmar la caja de madera sin romperla, se debe cortar el contrachapado metálico. Se coloca al final de la mesa de trabajo una sierra circular de mano para realizar esta actividad.

Por cuestiones ergonómicas resulta importante la altura de la mesa, que depende de la altura de los trabajadores y las tareas a realizar. Los trabajadores de la planta son hombres, las actividades se realizan de pie y son parcialmente esforzadas (levantamiento de componentes pesados), por lo tanto, se eligen mesas de trabajo con una altura de 85 cm.

7. Cesto separador de residuos

Se adquieren dos estaciones de separación de residuos, una para el área de oficinas y otra para el comedor. Cada estación está compuesta por dos cestos plásticos de 60 L de capacidad que indican "Residuos" o "Reciclables", con tapa identificadora de distintos colores.

3.8.4.1. Tabla de presupuesto

Se pide cotización a distintas empresas y se realiza la Tabla 10 con el presupuesto de la construcción, con valores expresados en dólares estadounidenses.

Detalle	Empresa	Costo (US\$)
Tres naves industriales de 18 x 15 x 6 m, con techo de chapa sinusoidal a dos aguas, paredes de bloques de hormigón y piso de cemento alisado.	Solana SRL	486.000
Cortina microperforada con motor	Navarro Automatizaciones	19.860
	TOTAL	505.860

Tabla 10: Inversión en construcción del proyecto
Fuente: Elaboración propia

Luego se elabora la Tabla 11 enlistando los elementos que la empresa debe adquirir y su costo. Todos los artículos que figuran en el siguiente resumen de costos incluyen IVA y el costo de envío de las empresas que no son locales.

Detalle	Empresa	Precio unitario (US\$)	Cantidad	Total (US\$)
Racks selectivos	Mecalux	749	14	10.486
Contenedor industrial de 1100L de capacidad.	Seguridad Global	425	6	2.550
Estanterías móviles de hierro	Hermetel SA	240	10	2.400
Mesa de trabajo	Herrería El Galpón	260	2	520
Sierra circular de mano	Black & Decker	127	1	127
Estación de separación de residuos	Seguridad Global	70	2	140
			TOTAL	15.923

Tabla 11: Presupuesto de los elementos necesarios
Fuente: Elaboración propia

Se suman los totales de las Tablas 10 y 11, concluyendo que la inversión necesaria para ejecutar el proyecto es US\$ 521.783.

La inversión resulta elevada si se la compara con el beneficio mensual de la gestión de residuos, y se recuperaría en un plazo superior a 30 años. Sin embargo, es una inversión necesaria dadas las ventajas que le trae a la empresa, las cuales se mencionan en un apartado a continuación.

Además, cabe destacar que existen en el mercado créditos para empresas sustentables con plazos y tasas muy atractivas, llamados "créditos verdes", a los que la empresa podría calificar para solventar la inversión sin hacer un desembolso significativo.

3.8.5. Ventajas de las propuestas realizadas

La ejecución del proyecto propuesto presenta varias ventajas para la empresa.

En primer lugar, la distribución en planta propuesta contribuye a aplicar de forma más eficaz la filosofía de las 5S. Como consecuencia, se generan áreas de trabajo ordenadas y limpias que favorecen la eficiencia de la línea de ensamblaje, aumentando así la productividad de la planta. También se logra la estandarización de procesos y se liberan metros cuadrados en la nave principal, lo cual permite aumentar el volumen de producción.

La nueva distribución en planta contribuye la minimización del flujo cruzado de materiales dentro de la planta, tanto de materia prima como de residuos. Esto evita problemas de congestión en las áreas y crea un ambiente de trabajo más seguro para el personal de la empresa.

Finalmente, la nueva distribución en planta facilita la gestión de los materiales reciclables al mantenerlos clasificados, limpios, ordenados y protegidos de los distintos agentes climáticos.

3.9. Capacitación

Los recursos humanos deben estar alineados con los objetivos medioambientales de la organización, y de esa premisa surge la necesidad de capacitación.

Según establece la Norma ISO 14001:2015, "para que un sistema funcione de forma efectiva, los involucrados deben estar totalmente conscientes de cuál es su función. La alta dirección debe asegurar que se definan claramente las responsabilidades clave y las autoridades, y que todos los involucrados comprendan cuál es su función."

3.9.1. Plan de capacitación

Se diseña un Plan de capacitación con el objetivo de concientizar al personal de la empresa en materia ambiental, estandarizar actividades relacionadas a los desechos de empaque y comunicar los cambios en la distribución en planta.

El Plan de capacitación consta de cuatro etapas:

1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación
2. Desarrollo del Plan de capacitación
3. Implementación del programa de capacitación
4. Evaluación y control de los resultados del Plan.

A continuación, se detalla cada una de las etapas.

1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación

Se estudia la situación de la organización para determinar si se justifica invertir en el diseño e implementación de un Plan de capacitación.

En la planta se realiza actualmente separación de los residuos de empaque, aunque no hay personal que se dedique concretamente a su clasificación. Es una actividad secundaria que se realiza cuando se finalizan las tareas propias del ensamblaje de partes de motocicletas. Por lo tanto, en los periodos de alta producción, se comienza a acumular residuos en distintas zonas: en los pasillos, a los lados de la línea de montaje y en el exterior de la planta. Cuando hay tiempo disponible se trasladan los residuos hacia el exterior, generalmente de modo rápido y descuidado. Las condiciones climáticas desfavorables muchas veces producen que los materiales se deterioren, dificultando su posibilidad de reciclado.

El personal tiene una leve noción del objetivo de la empresa de reciclar los materiales de descarte, sin embargo, no están interiorizados en el tema. Se entrevistó personalmente a algunos trabajadores y se descubrió que no conocen el destino de los reciclables, ni el uso final o las cantidades.

La propuesta de construcción de un almacén de reciclables tiene la finalidad de solucionar estos inconvenientes, minimizando los movimientos de material y proveyendo un lugar de almacenamiento seguro para evitar daños. Sin embargo, para que las medidas sean eficientes deben ser comunicadas al personal, así como las nuevas tareas que deberán desempeñar.

2. Desarrollo del Plan de capacitación

Luego de detectar las necesidades de capacitación, es preciso establecer los lineamientos del Plan de capacitación.

a) Establecimiento de meta y objetivos de capacitación

Se establece la meta y los objetivos específicos que contribuyen a alcanzarla. Los objetivos del Plan de capacitación están alineados con los objetivos medioambientales de la empresa y con la implementación de las propuestas realizadas.

- *Meta:* Reducir, reutilizar y/o reciclar cada mes al menos el 70% de los desechos de embalaje de la planta con la finalidad de reducir el impacto y la contaminación ambiental.
- *Objetivos:*
 - Crear compromiso por parte de los trabajadores con el cumplimiento de la Política Ambiental, comprender el rol que cumple cada uno y fomentar la toma de conciencia del impacto ambiental que producen los residuos generados y los beneficios que se obtienen de su adecuada gestión.
 - Implementación de la técnica de las 5S en el plazo de 6 meses.
 - Comunicar el proyecto de construcción del galpón de almacenamiento de materia prima y materiales reciclables, y explicar los nuevos procedimientos para el desarrollo de las actividades involucradas. Lograr la estandarización de dos procesos:
 - a) recepción y almacenamiento de materia prima
 - b) separación y almacenamiento de residuos en buenas condiciones.

b) Selección de miembros del personal que se debe capacitar

Se decide brindar la capacitación general a todo el personal de la compañía, ya que se comunicará la Política Ambiental y el rumbo que decide tomar la organización respecto al cuidado del medio ambiente. Además, se anunciará el proyecto de construcción de almacenes para materia prima y materiales reciclables.

También se acuerda brindar una capacitación específica a los trabajadores relacionados directamente con las actividades de recepción y desembalaje de materia prima.

c) Instructor

La persona a cargo de brindar la capacitación es el Asesor de Medioambiente de la empresa. Es un profesional con años de experiencia en gestión de recursos humanos con herramientas adecuadas para realizar este tipo de actividades. Además, está familiarizado con la evolución de la gestión de los residuos en la compañía.

d) Contenido a desarrollar:

- Comunicar la Política Ambiental de la empresa, es decir, el documento que expresa el rumbo que decide tomar la organización respecto al cuidado del medio ambiente. Es fundamental que cada trabajador entienda cuál es su rol y se empeñe en cumplirlo, ya que es la única forma de alcanzar los objetivos establecidos.
- Relacionado con el punto anterior, se buscará concientizar al personal en materia ambiental y especialmente con los impactos generados por las actividades de la planta.

Se establecerá un tablero de indicadores que permita la información mensual actualizada mediante una cartelera en el galpón de almacenamiento de residuos.

A partir del análisis de las estadísticas mensuales se podrán elaborar informes de la cantidad de residuos recuperados por período y plantear posibilidades de mejora.

Asimismo, se comunican los beneficios ambientales de la gestión de desechos, por ejemplo, la cantidad de litros de agua que se ahorraron o la cantidad de gases de efecto invernadero que se evitó emitir. El objetivo es darle mayor visibilidad al cuidado ambiental con ejemplos concretos.

- Determinar las actividades puntuales que debe realizar cada trabajador. El personal de oficinas dispondrá los reciclables, principalmente papel, en un cubo de basura para tal fin.

Los trabajadores de planta deben procesar y colocar los materiales de empaque en el contenedor indicado para tal fin.

Los residuos especiales se deben disponer según lo establecido en la Ley Provincial.

e) Métodos utilizados

Consiste en una reunión en la planta con una duración entre 45 y 60 minutos. Se busca captar el interés de los trabajadores mediante una capacitación breve, concisa y dinámica.

Se utilizarán soportes audiovisuales para lograr un proceso de aprendizaje más didáctico y eficiente. Para graficar la situación de la planta, se utilizarán fotografías y gráficos que expresan la cantidad de desechos reciclables. Es importante hacer énfasis en los resultados obtenidos de cada acción emprendida y con cada contacto generado.

Mediante la comunicación de estas experiencias, concientizar no sólo sobre los beneficios para el medio ambiente sino también sobre los beneficios sociales que se generan trabajando en equipo. Es parte del programa de Responsabilidad Social Empresaria recuperar materiales de la planta con fines sociales.

5S

Se realizará una presentación introductoria de las técnicas de 5S y las ventajas de su integración en el proceso productivo. Esta filosofía de trabajo permite alcanzar grandes resultados gracias a la mejora en el clima laboral, la gestión eficiente de los recursos y el aumento de la productividad. Es imprescindible que el personal de la planta reciba la información necesaria para aplicar las 5S, identifique los recursos disponibles y los objetivos que se persiguen.

Se deben preparar todos los materiales para la implementación: tarjetas rojas, información documentada y cartelería.

La metodología de las 5S consiste en la aplicación sistemática de cinco actividades relacionadas entre sí: las tres primeras son operativas, la cuarta ayuda a mantener lo alcanzado mediante la estandarización y la última es la conversión de la práctica en un hábito.

La primera etapa es Clasificar, es decir, separar lo que es necesario de lo que no. Se colocan tarjetas rojas a todos los elementos que sean inútiles o no correspondan a ese puesto, indicando que deben tomarse acciones correctivas. Si el artículo pertenece a otra área de la

planta debe trasladarse a ese sitio. Si no se utilizará, pero tiene algún valor, se puede vender o reciclar. En caso de que ninguna alternativa sea viable, se descarta el elemento.

TARJETA ROJA 5S	
Elemento: _____ Responsable: _____	
Cantidad: _____	
CATEGORÍA	
Máquina / Equipo	Herramientas y accesorios
Materiales	Material de oficina
Producto en proceso	Producto terminado
RAZÓN	
No se necesita	Defectuoso
Uso desconocido	Desperdicio
No se usará pronto	Fuera de especificaciones
DESTINO	
Tirar	Reubicar
Enviar a almacén	Ajustar cantidad
Reciclar	Otros: _____
Fecha inicio: / /	Final de la acción: / /

Imagen 12: Tarjeta roja 5S
Fuente: Elaboración propia

Luego, en la fase de Ordenar, se determina el lugar donde se guardan los artículos que anteriormente se clasificaron como necesarios. Se debe organizar racionalmente el puesto de trabajo según tres criterios:

1. Seguridad: se deben tomar las medidas necesarias para que los elementos no pongan en riesgo la seguridad de los trabajadores. No se deben dejar objetos en el suelo, ni obstruir pasillos ni salidas, etc.
2. Eficacia: se minimiza el tiempo de búsqueda de artículos disponiéndolos cerca del trabajador si su frecuencia de uso es alta o más alejados si la frecuencia es baja.
3. Calidad: elegir para cada elemento una localización donde no se dañe.

El tercer paso es Limpieza y consiste en quitar el polvo y la suciedad de todos los elementos: máquinas, equipos, herramientas, material de oficina, etc., utilizando los elementos de limpieza adecuados. Se debe destinar un día a la limpieza de la planta para fijar los estándares de limpieza de cada área, y luego asignar las responsabilidades de esta actividad. Este paso es muy importante ya que reduce la probabilidad de averías de equipos y permite identificar posibilidades de mejora. Se debe dejar constancia de las observaciones realizadas en los equipos elaborando registros para su posterior análisis. A partir de las no conformidades detectadas, se planifican las acciones correctivas utilizando tarjetas amarillas.

La cuarta fase es Estandarización: mantener el estado de limpieza y orden alcanzado anteriormente. Para esta fase se diseñan los procedimientos de cada actividad, asignando responsabilidades y detallando exactamente qué debe hacerse y cómo. La información documentada debe ser clara y servir de guía a los trabajadores.

La última etapa es Disciplina, es decir, convertir en hábito los métodos establecidos. Consiste en trabajar periódicamente respetando las normas establecidas y asumir el compromiso de la mejora continua. Se deben crear condiciones que favorezcan el cumplimiento de los procedimientos mediante el uso de herramientas como cartelera de 5S en cada puesto de trabajo.

La aplicación de las técnicas de 5S presentará beneficios para la empresa y sus trabajadores. Permitirá crear cultura organizar y alcanzar mayores niveles de seguridad para

su personal. También incrementará la productividad de la planta al reducir los desperdicios, aumentar la calidad y disminuir los tiempos productivos.

Recepción y almacenamiento de materia prima y residuos de empaque

Como ya se ha mencionado, estas actividades merecen una mención especial ya que se ha propuesto un cambio en el procedimiento.

Se realizará una capacitación adicional para el personal involucrado en estas tareas, explicando detalladamente los nuevos procedimientos. Algunos de estos cambios son: desempaque de materia prima en el galpón y colocación en soportes móviles con una hoja de identificación, transporte hasta la zona correspondiente de la planta, y separación y clasificación de residuos en el origen. Se colocarán carteles y elementos visuales en el galpón para facilitar el orden y la estandarización.

Regalo corporativo

Se propone que al finalizar la capacitación se entregue a cada trabajador un regalo corporativo fabricado a partir de materiales de descarte de la planta. La empresa KOOX se ofreció a diseñar agendas personalizadas con el logo de la empresa.

Esta acción contribuye a la generación de conciencia ambiental del personal al recibir un bien tangible producido a partir de materiales de desecho.

f) Establecimiento de fechas y duración

Se brindarán dos capacitaciones: una general a todo el personal y una específica dedicada a los trabajadores del área de recepción de materia prima. Cada una tendrá una duración máxima de 60 minutos y se llevarán a cabo en la empresa durante un día laborable. Se debe comunicar a las partes interesadas.

Una vez definidos todos los detalles del Plan de capacitación, se procede a llevarlo a cabo.

3. Implementación del programa de capacitación

Luego de detectar las necesidades y elaborar el Plan de capacitación, la siguiente etapa es su implementación.

La realización del Plan depende de distintos factores:

- Cooperación de la Dirección: se debe contar con el apoyo de los directivos convencidos de los resultados beneficiosos de la capacitación.
- Disponibilidad del material necesario: tales como proyector, fotografías, gráficos, cálculos, presentación en diapositivas, cartelería e información documentada.
- Instructor: el éxito de la capacitación depende en gran medida de la calidad del instructor. Debe ser una persona formada en el manejo de Recursos Humanos, didáctica y con facilidad para comunicar. Es importante que además de enseñar, favorezca el proceso de aprendizaje en los trabajadores, que implica una modificación de su conducta.
- Trabajadores: los destinatarios del Plan de capacitación deben estar comprometidos con el aprendizaje. Se debe tratar de que el grupo sea

homogéneo en cuanto a los intereses, por eso se estableció una capacitación específica para el personal del área de recepción de componentes.

Previo a la implementación de la capacitación, se debe comunicar al personal la fecha y horario. Finalmente, se debe llevar a cabo sin perder de vista algunos aspectos importantes: expresar los contenidos siguiendo una secuencia lógica, organizar las sesiones dinámicamente y motivar y sensibilizar a los trabajadores con los contenidos impartidos.

4. Evaluación y control de los resultados del programa

La etapa final del Plan es la evaluación de los resultados obtenidos. La evaluación consiste en determinar si se alcanzó la meta de capacitación, que debe ser medible. A partir del registro de material reciclado o reutilizado y el registro de material desechado en el relleno sanitario, se puede establecer cada mes si se alcanzó la meta propuesta.

Si se alcanza la meta, se debe trabajar en la mejora continua para optimizar los indicadores de desechos reciclados. Por el contrario, si no se alcanza la meta, se deben identificar los puntos débiles o fallas para poder tomar acciones correctivas. Las medidas que se tomen deben ser documentadas.

También se debe evaluar si se aplican las técnicas de las 5S, verificando que se cumplan los procedimientos y que las áreas de trabajo estén limpias y ordenadas.

Todas las conclusiones deben documentarse.

4. CONCLUSIONES

Se analizó la situación actual de los residuos de empaque de una planta de ensamblaje de motocicletas en la ciudad de Mar del Plata.

Se realizaron alianzas con empresas, recuperadores y emprendedores locales para el aprovechamiento de los residuos, que están constituidos por un gran volumen de distintos materiales.

Se establecieron meta y objetivos medioambientales medibles, cuyo cumplimiento contribuye a la sostenibilidad a largo plazo y presenta varias ventajas para la empresa y su entorno:

1. Cuidado del medioambiente. Se plantearon alternativas orientadas a la reducción de la contaminación y el aprovechamiento de recursos mediante la reutilización o reciclaje de los residuos.
2. Impacto positivo en el entorno social de la empresa. Se definió a los residuos como recursos que contribuyen con el desarrollo de emprendedores locales y permiten la sinergia con ONGs que tienen iniciativas de apoyo a la comunidad.
3. Beneficio económico para la empresa producto de la comercialización de materiales y ahorro del transporte y la tasa de disposición en el relleno sanitario.

Se propuso una solución para la preparación y almacenamiento de los residuos de empaque y se diseñó una nave industrial de tres cuerpos mediante un programa de modelado en 3D.

Se elaboró el presupuesto del proyecto, arrojando una inversión elevada para la construcción de los galpones debido principalmente a sus dimensiones y también la adquisición de racks selectivos. No obstante, además de contribuir con la gestión de residuos permitiendo su almacenamiento en buen estado, se deben tener en cuenta otros beneficios que presenta para la empresa. En primer lugar, ofrece un sitio para almacenar de forma ordenada la materia prima palletizada, facilitando su protección y fácil acceso. Por otro lado, aumenta la productividad de la planta, ya que disminuye el flujo de movimiento de residuos y de personal. También mejora las condiciones laborales de los trabajadores mediante la colocación de mesas de trabajo, evitando las tareas al aire libre.

Finalmente, se elaboró un Plan de capacitación del personal para comunicar la Política Ambiental de la empresa y el proyecto de construcción de la nave industrial.

Se considera que la implementación de las propuestas brinda solución a las problemáticas actuales de la empresa.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ISO (Organización Internacional de Normalización). (2015). Norma ISO 14001. Sistemas de Gestión Ambiental.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). "Objetivos de Desarrollo Sostenible". (2015). Extraído el 20 de febrero de 2018 de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-agenda-de-desarrollo-sostenible/>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (1995). "Innovación en Tecnologías y Sistemas de Gestión Ambientales en Empresas Líderes en América Latina".
- Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos (EPA). "Manual de Minimización de los Residuos".
- Apuntes de Cátedra de "Gestión Ambiental". Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- HENRY, J.G.; HEINKE, G.W. (2000). "Ingeniería Ambiental". 2da Edición. Ed. Pearson.
- ESCOBAR PANTOJA, N.I. (2017). "Análisis del ciclo de vida de un producto. Más allá de nacer, crecer, madurar y morir". Extraído el 14 de marzo de 2018 de <https://www.gestiopolis.com/analisis-del-ciclo-vida-producto-mas-alla-nacer-crecer-madurar-morir/>
- Ley 25675: "Ley General del Ambiente".
<http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>
- Ley 13592: "Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos".
<http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-13592.html>
- Ley 11720: "Residuos Especiales".
<http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-11720.html>
- ALDAVERT, J.; VIDAL, E.; LORENTE, J.J.; ALDAVERT, X. (2016). "5S para la Mejora Continua". Ed. Cims.
- MUTHER, RICHARD. (1981). "Distribución en planta". Barcelona. Ed. Hispano Europea.
- MEYERS, F.E.; STEPHENS, M.P. (2006) "Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales". México. Ed. Pearson. 3ra edición.
- KONZ, S. (1987). "Diseño de instalaciones industriales". México. Ed. Limusa SA.
- CHIAVENATO, IDALBERTO. (1999). "Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones". Ed. Mc Graw Hill. 9na edición.
- ALLES, M. (2006). "Dirección estratégica de recursos humanos. Gestión por competencias". Buenos Aires. Ed. Granica.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. y ROOS, D. (1990). "La máquina que cambió el mundo: La historia de la producción Lean". Estados Unidos. Ed. Rawson Associates.
- Asociación Nacional de Poliestireno Expandido de España (ANAPE). "Proyecto eco EPS para el reciclado de envases y embalajes de poliestireno expandido usados". Extraído el 14 de marzo de 2018 de <http://www.anape.es/pdf/eco-eps.pdf>.

ROBERTS, H.; ROBINSON, G. (1998). "EMS: Manual de Sistemas de Gestión Ambiental". España. Ed. Paraninfo.

CASCIO, J.; WOODSIDE, G.; MITCHELL, P (1997). "Guía ISO 14000. Las nuevas normas internacionales para la administración ambiental". México. Ed. McGraw Hill.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina. (2003). "Manual para autogestión medioambiental en industrias y asentamientos industriales". Extraído el 12 de marzo de 2018 de <http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/manual03.pdf>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina. "Gestión integral de residuos. Hacia una economía circular". Extraído el 12 de marzo de 2018 de <http://ambiente.gob.ar/gestion-integral-de-residuos/gestion-integral-de-residuos-hacia-una-economia-circular/>

Municipalidad de General Pueyrredón (MGP). "Recolección de residuos". Extraído el 15 de marzo de 2018 de <https://www.mardelplata.gob.ar/residuosurbanosmgrp>

6. ANEXOS

Anexo I: Estimación de la cantidad de cajas de madera

Se estima la cantidad de madera proveniente de cajas utilizando los siguientes datos:

- Densidad de la madera. La madera usada en la industria del empaque es de pino insigne, que tiene una densidad de 480 kg/m^3 . Por lo tanto, el metro cúbico de madera pesa 480 kg.
- Cantidad de metros cúbicos de cajas de madera mensuales. Se calcula a partir de la siguiente información:
 - a. Lista de componentes de cada modelo de motocicleta.
 - b. Porcentaje de motocicletas de cada modelo, que se muestra en el Gráfico 4.

Unidades producidas por modelo

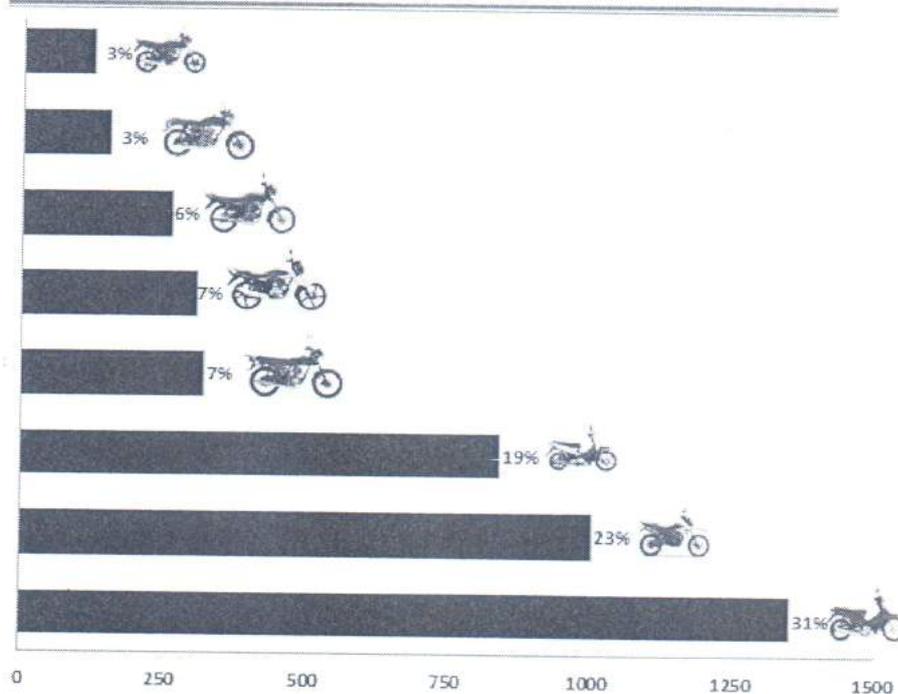


Gráfico 4: Porcentaje de unidades mensuales
Fuente: Empresa

- Espesor de la caja: 6 mm.
- Producción: 4500 unidades/mes.
- Capacidad del contenedor: 150 motocicletas/contenedor, la cantidad varía según el modelo.
- Por lo tanto, la cantidad de contenedores es 30 contenedores/mes.

A partir de los datos anteriores, se estima que se desechan 198 kg de madera por cada contenedor.

Finalmente, la cantidad de madera desechada es 5940 kg/mes.

Anexo II: Cálculo del beneficio económico de la gestión de materiales de empaque

Material	Cantidad mensual (kg)	Volumen aproximado (m ³)	¿Paga? (\$/kg)	Venta	Ahorro Relleno Sanitario (0,29 \$/kg)	Costo camión (8 m ³)	Camiones requeridos	Ahorro transporte	Ahorro mensual total
Madera de cajas	5940	12,9	No	\$0	\$1.723	\$300	2	\$600	\$2.323
Madera de pallets	245	0,51	No	\$0	\$71	\$300	1	\$300	\$371
Cartón	5460	54,6	1,2	\$6.552	\$1.583	\$300	7	\$2.100	\$10.235
Telgopor	2750	91,7	No	\$0	\$798	\$300	12	\$3.600	\$4.398
Polietileno/Nylon	847	0,91	4	\$3.388	\$246	\$300	1	\$300	\$3.934
Polipropileno	141	0,15	2	\$0 ¹⁶	\$41	\$300	1	\$300	\$341
								TOTAL	\$21.601

Tabla 12: Ahorro mensual de materiales de empaque

Fuente: Elaboración propia

¹⁶ El valor de compra del polipropileno es utilizado para su transporte hasta la empresa donde se recicla.

Anexo III: Cálculo de volumen de materia prima

Para establecer las dimensiones del galpón de almacenamiento de materia prima, se calcula el volumen que ocupan los componentes de 300 motocicletas.

Se utiliza el porcentaje de motocicletas de cada modelo (Imagen 7) y el volumen de cada uno, dato que se extrae de la Lista de componentes.

Modelo ¹⁷	Porcentaje de producción	Volumen por contenedor (m ³)
A	50%	72
B	24%	64,6
C	16%	82,1
D	7%	61,4
E	3%	63,7

Tabla 13: Volumen de materia prima por modelo
Fuente: Elaboración propia

Se calcula utilizando el método de promedios pesados y se concluye que el volumen de los componentes para ensamblar 150 motocicletas es 70,85 m³.

Por lo tanto, para 300 unidades el volumen se estima en 141,7 m³.

¹⁷ Se utilizan nombres ficticios debido al Acuerdo de Confidencialidad pactado con la empresa.

Anexo IV: Plano de la planta actual

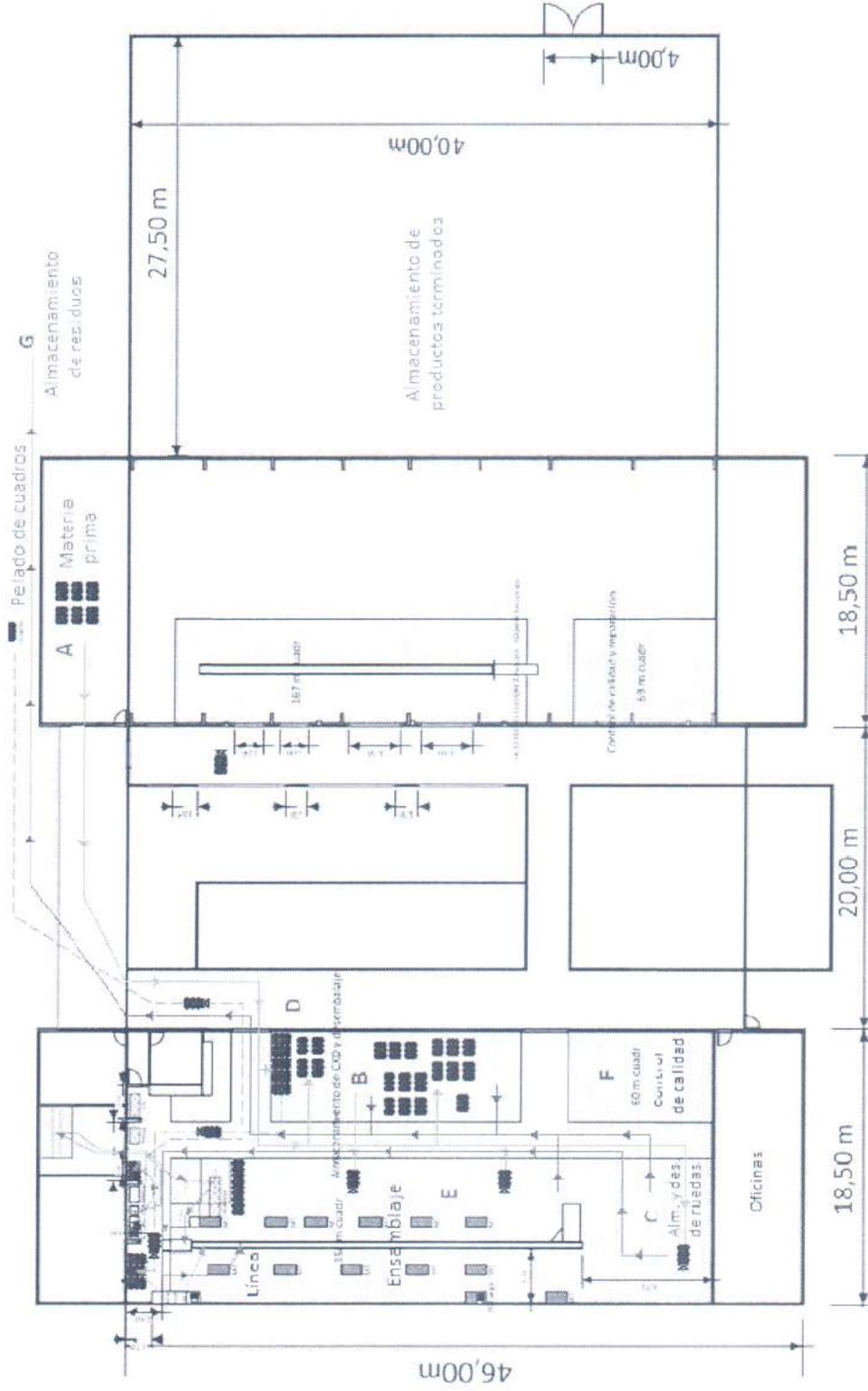


Imagen 13: Plano de planta actual
Fuente: Empresa

Anexo V: Plano de planta actual y proyecto del almacén

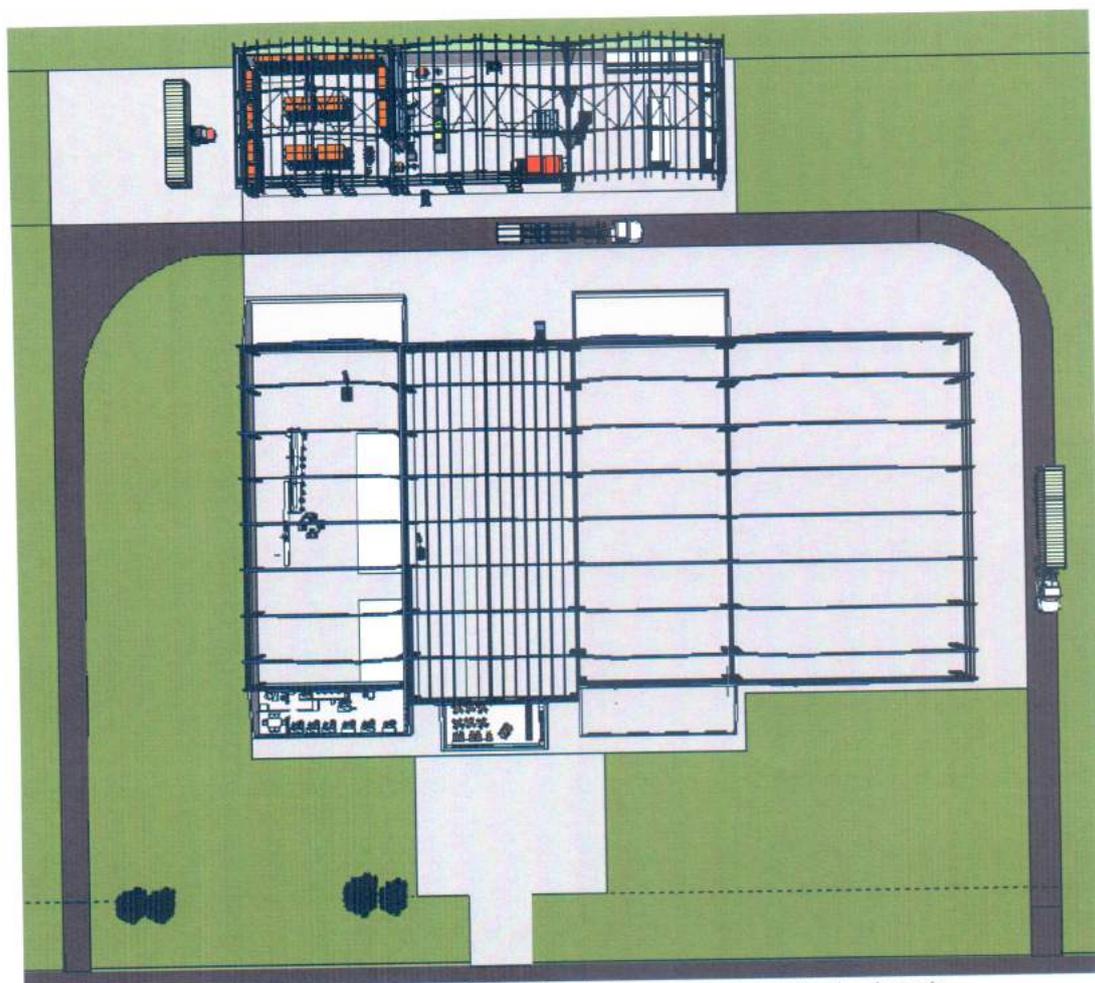


Imagen 14: Plano de planta actual y proyecto de almacén
Fuente: Elaboración propia

Anexo VI: Vista en detalle del proyecto

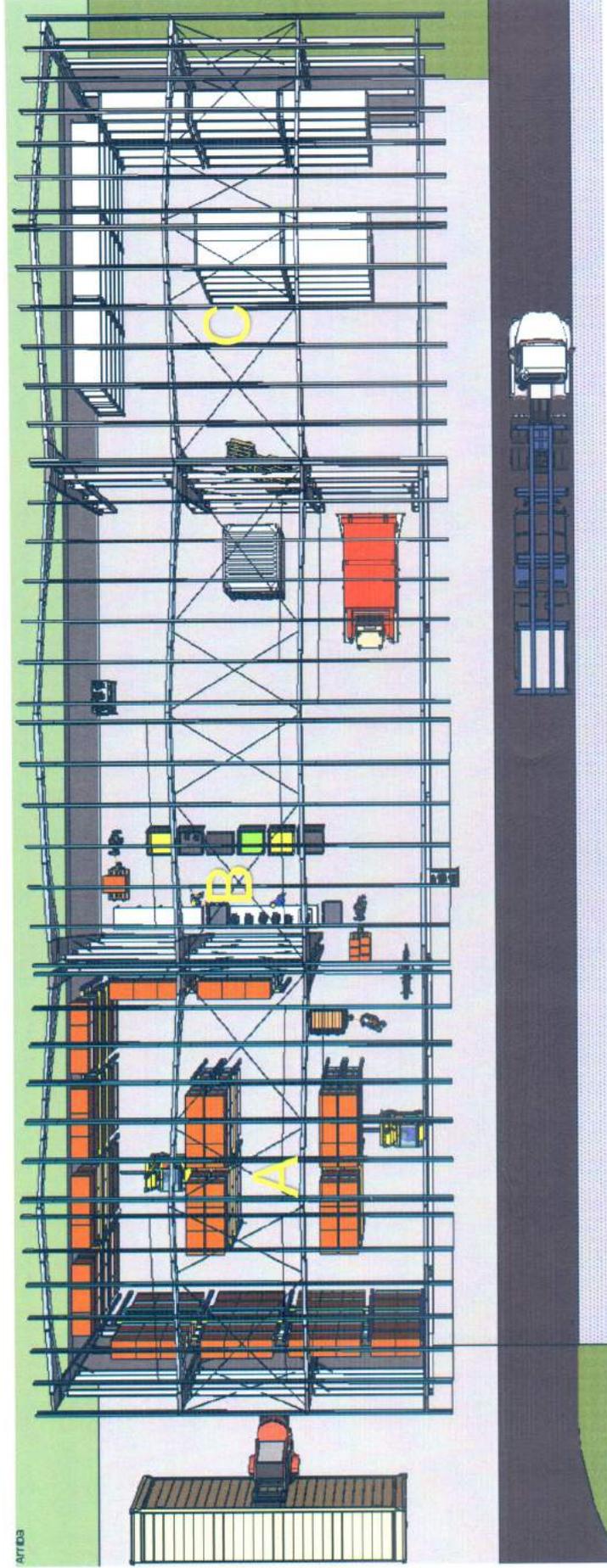


Imagen 15: Plano del proyecto
Fuente: Elaboración propia

Anexo VII: Vista en perspectiva del proyecto

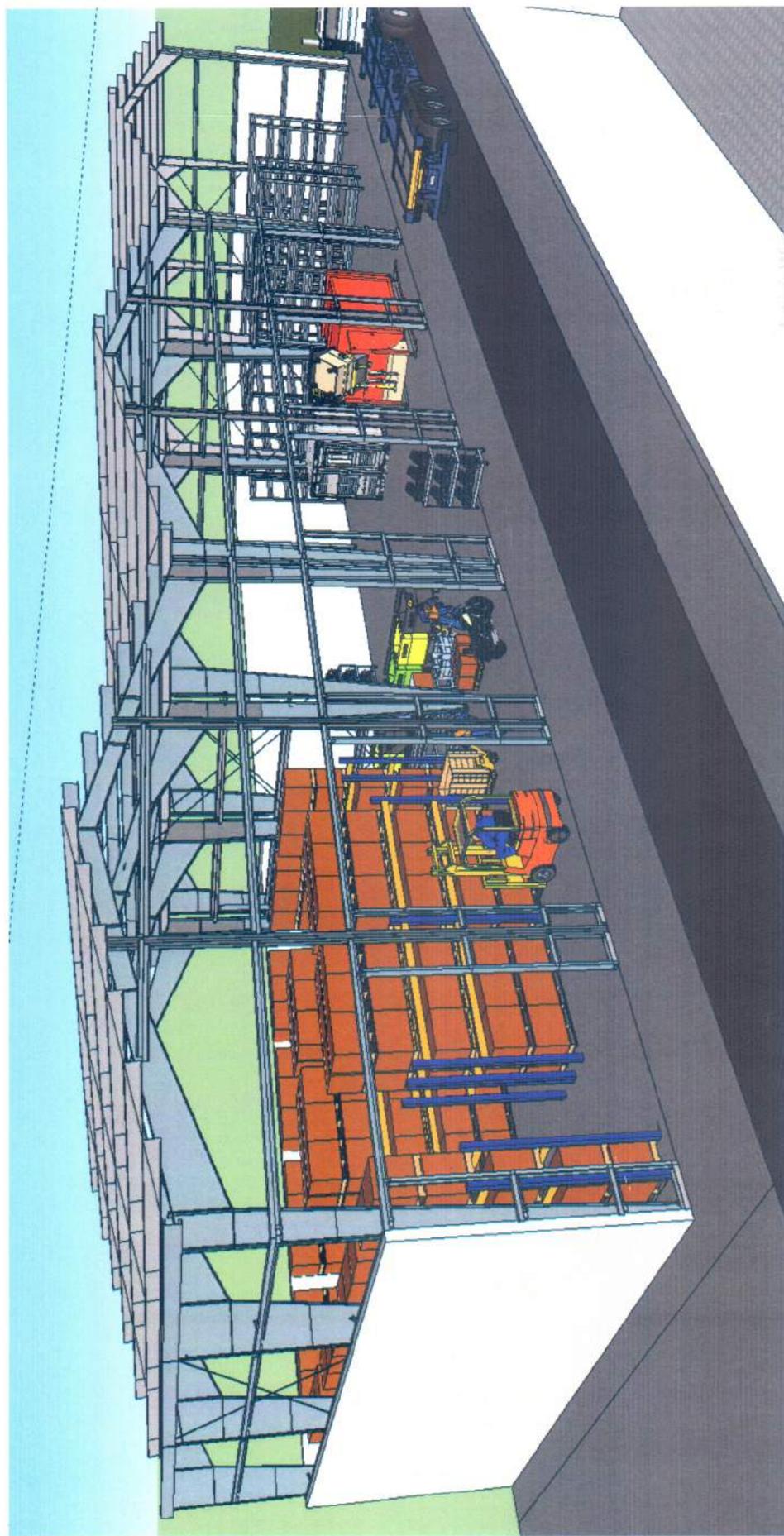


Imagen 16: Vista en perspectiva del proyecto
Fuente: Elaboración propia

Anexo VIII: Primer módulo

El primer módulo de la nave industrial que se propone construir se encuentra situado estratégicamente a un lado del playón de descarga de camiones (Imagen X – anterior). La función de este cuerpo es almacenar materia prima de forma organizada, evitando extravíos o roturas, hasta el momento que sea requerida en la línea de ensamblaje.

En su interior sólo hay racks selectivos para facilitar el almacenamiento en pallets y el equipo de transporte necesario. Se comunica con el segundo módulo a través de una cortina a motor. Como se ve en la Imagen 17, la pared que se encuentra enfrente de la nave principal está compuesta por tres cortinas metálicas, para facilitar el flujo de los materiales y las personas entre ambos edificios.

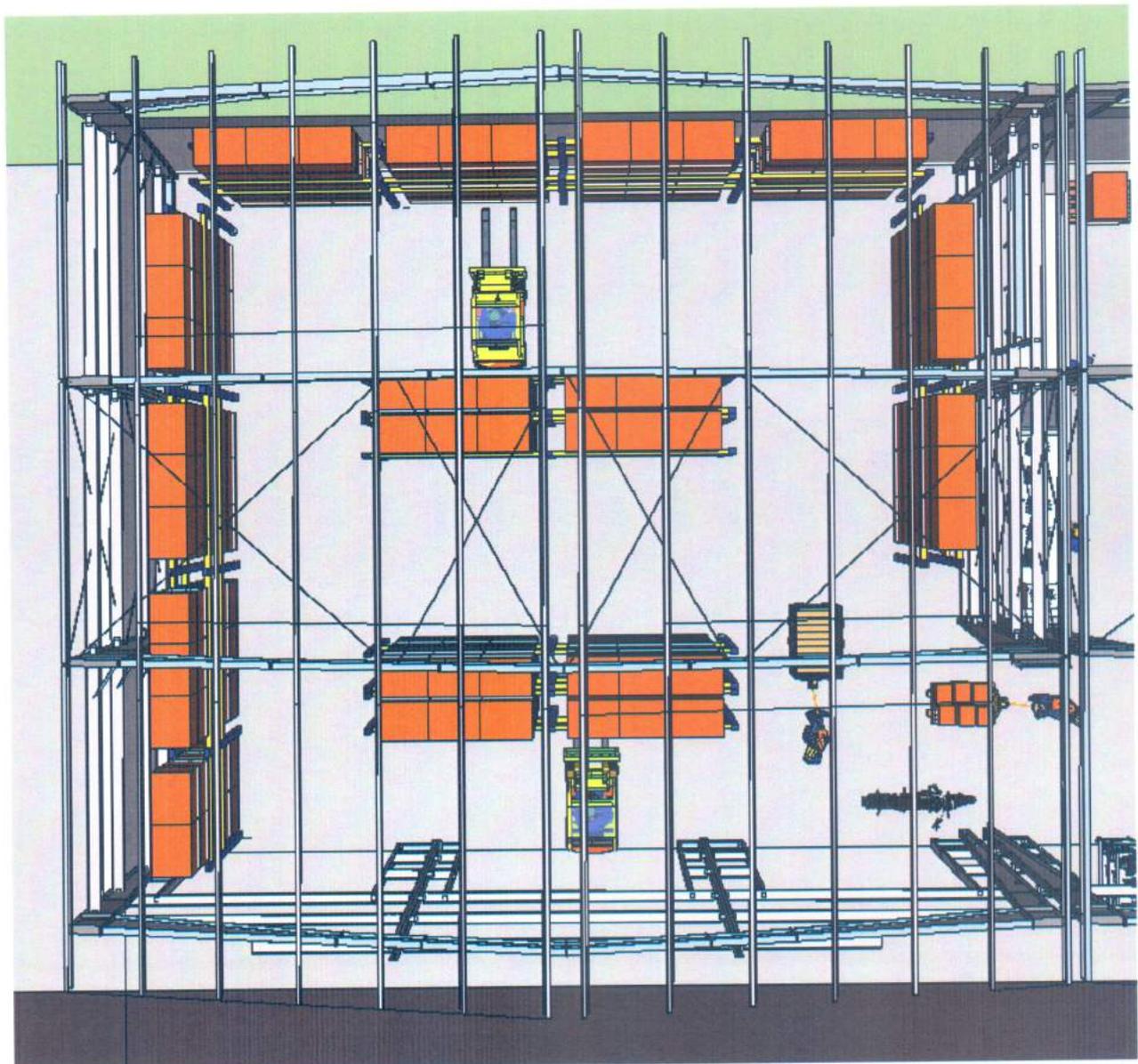


Imagen 17: Primer módulo
Fuente: Elaboración propia

Anexo IX: Segundo módulo

El segundo módulo se utiliza para el desembalaje de materia prima, su inspección visual y su preparación en estanterías móviles para su traslado hacia la línea. Se observa en la Imagen 19 que hay dos mesas de trabajo para que el personal trabaje a una altura cómoda y segura. Las piezas desembaladas se colocan en estanterías previamente identificadas, y cuando se alcanza su capacidad, se traslada al área de la planta correspondiente.

Detrás de los trabajadores se dispusieron los contenedores para la disposición de residuos de forma ordenada y clasificada. Los contenedores tienen ruedas y se trasladan al tercer galpón mediante la comunicación interna entre ellos.

De los tres cuerpos, el del medio es el que tiene más espacio libre ya que se tiene en cuenta el movimiento de personas y del equipo de manejo de materiales.

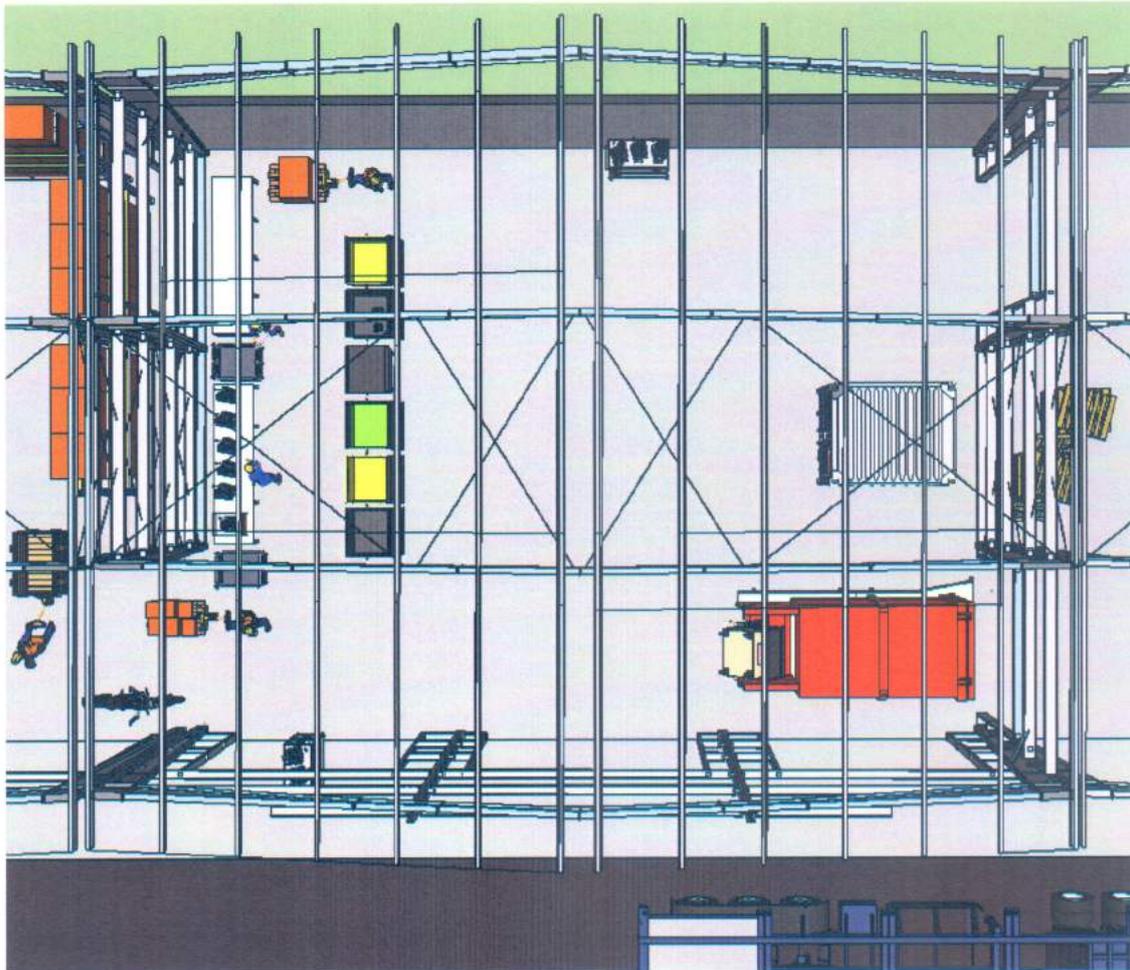


Imagen 18: Segundo módulo
Fuente: Elaboración propia

Anexo X: Tercer módulo

El tercer módulo es el almacén de residuos reciclables de la empresa hasta el momento de su recogida.

Los reciclables son transportados hasta allí en los contenedores en que fueron dispuestos. Las estanterías tienen colocadas hojas de identificación para ordenar y clasificar los materiales según su tipo.

El orden del galpón optimiza los tiempos de búsqueda y recogida de los reciclables por parte de los recuperadores.

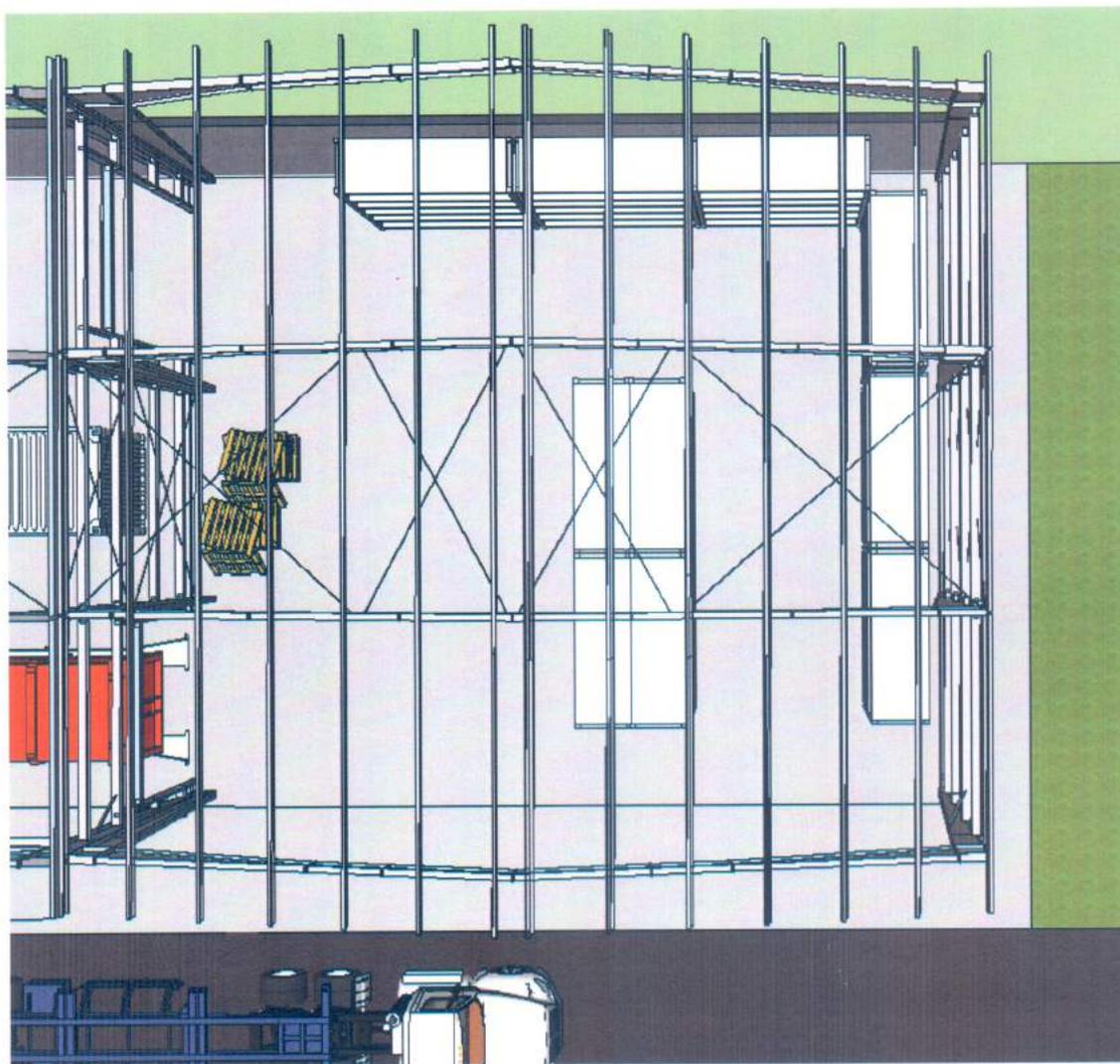


Imagen 19: Tercer módulo
Fuente: Elaboración propia

Anexo XI: Vista en perspectiva del tercer módulo

Se muestra en la Imagen 21 el tercer cuerpo del proyecto desde otra perspectiva para poder observar los detalles.

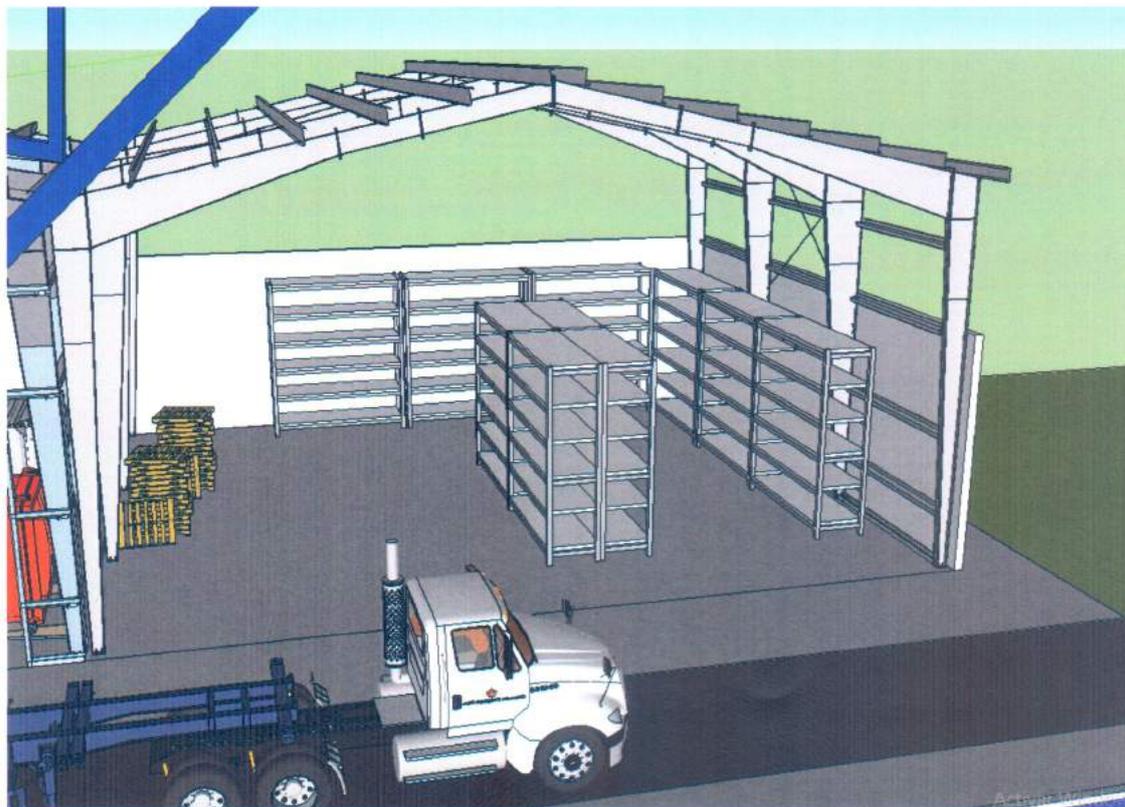


Imagen 20: Tercer módulo
Fuente: Empresa