

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**MEJORA AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE RECUPERADO DE
PLÁSTICO, ENFOCADO EN TRITURADOR LINDNER EMPRESA
CAMBIASO S.A.**

Trabajo de titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución de
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Sr. William Esteban Zamora Ibacache

Profesor Guía:

Sr. Ricardo Ciudad Cartagena

2019

RESUMEN

Keywords: Mejora y continuidad al proceso de recuperado de plástico.

El objetivo principal de este trabajo es mejorar la continuidad del proceso de producción de recuperado de plástico en la empresa Cambiaso S.A.

La metodología de este trabajo consiste en realizar un estudio del proceso de producción, para así poder detectar fallas y equipos críticos, donde enfocaremos los conocimientos adquiridos para poder aplicar una mejor continúa al proceso.

El primer capítulo da a conocer antecedentes generales, tales como ubicación de la empresa, tipo de rubro y tipo de proceso productivo. Describe detalladamente cada etapa de este proceso donde se especifica tipos de maquinarias y cantidades de material a producir. Y los costos asociados a una detención no deseada.

El segundo capítulo consta de contemplar fallas recurrentes del sistema de la línea de producción, en un periodo determinado de 8 meses de Febrero 2018 a Septiembre 2018 las cuales serán analizadas a través de diagrama de Pareto y Jack Knife, para así poder saber dónde intervenir al momento de querer encontrar una solución que mantenga la continuidad absoluta del proceso.

Buscar posibles soluciones, implicando la incorporación de nuevos equipos al proceso, destacando los pros y contras del equipo que obtenga el mayor rango de solución en cuanto a su efectividad y costo.

Se realizará un análisis comparativo de costos el cual se asociará a las pérdidas concretas de la línea de producción en un período determinado a raíz de sus constantes detenciones, versus una posible mejora estipulada en un porcentaje determinado para así asegurar una mayor vida útil de los componentes y un aumento en la productividad de la empresa.

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS:

Am:	Antes de mediodía
FAD:	Flotación por Aire Disuelto
H:	Hora
IPC:	Índice de precios al consumidor
Min:	Mínimo
Max:	Máximo
Mm:	Milímetro
MTTR:	Tiempo medio para reparar
MTBF:	Tiempo medio entre fallos
O.T.:	Orden de trabajo
PLC:	Controlador lógico programable
Pm:	Pasado mediodía
S.A.:	Sociedad anónima
UF:	Unidad de fomento
WWW:	world wide web

SIMBOLOGIAS:

%:	Porcentaje
":	Pulgada
\$:	Peso chileno
http:// :	Hypertext Transfer Protocol
kg/h:	Kilogramo / hora
X:	Multiplicación

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

OBJETIVOS GENERALES

Generar una propuesta para la continuidad del proceso de producción de reciclado de polietileno en la planta de recuperado de la Empresa Cambiasso S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir la problemática del proceso de la línea de producción del área de recuperado
- Jerarquizar fallas a través de diagramas al proceso lineal en serie
- Evaluar propuesta económica de un nuevo equipo para la mejora continua del proceso

PROBLEMÁTICA

Caída de materiales no deseados dentro del triturador lindner, produciendo una falla del equipo y la detención absoluta del proceso de producción en serie.

INDICE

RESUMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

PROBLEMÁTICA

INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO 1: PROCESO DE PRODUCCIÓN **2**

1.1. ANTECEDENTES GENERALES 3

1.2. RECUPERADO DE POLIETILENO 4

1.3. ETAPAS DEL PROCESO DE RECUPERADO DE PLÁSTICO 4

1.3.1. Cinta transportadora corta 4

1.3.2. Triturado 5

1.3.3. Cinta transportadora larga 6

1.3.4. Proceso de lavado 7

1.3.5. Proceso de centrifugado 7

1.3.6. Turbina impulsora 8

1.3.7. Silo de acopio de material 9

1.3.8. Proceso de extrusión 10

1.4. PROCESO LINEAL EN SERIE 12

1.4.1. Costos asociados a una detención 12

1.4.2. Sistema de turnos 14

1.5. PROBLEMÁTICA 14

1.6. SITUACIÓN ACTUAL ECÓNOMICA 15

CAPÍTULO 2: JERARQUIZACIÓN DE FALLA EN LOS EQUIPOS **16**

2.1. REGISTRO DE FALLAS Y DIAGRAMAS DE PARETO 17

2.1.1. Registro de fallas triturador lindner 17

2.1.2. Registro de fallas línea de lavado wipa II 20

2.1.3. De fallas turbina 23

2.1.4. Registro de fallas extrusora erema 24

2.2. DIAGRAMA JACK KNIFE 26

2.3. TRITURADOR LINDNER 28

2.3.1. Representación esquemática 28

2.3.2. Condición de operación 29

2.3.3. Detección de la falla en el Triturador Lindner 30

2.4. MANTENCIÓN A TRITURADOR LINDNER 32

2.4.1.	Mantenimiento preventivo	33
2.4.2.	Mantenimiento correctivo o por avería	33
2.4.3.	Análisis comparativo	35
CAPÍTULO 3: PROPUESTA ECONÓMICA		36
3.1.	SOLUCIÓN INGENIERIL	37
3.2.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	39
3.3.	A INCORPORAR	40
3.4.	MEJORA EN TÉRMINOS DE GESTIÓN	42
3.5.	COSTO INVERSIÓN	42
3.5.1.	Detenciones mensuales asociadas a sus pérdidas económicas	43
3.5.2.	Estrategia de aprobación	44
3.5.3.	Horizonte del proyecto	46
3.5.4.	Moneda	47
3.5.5.	Detalle de recuperación de la inversión	47
3.6.	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		49
BIBLIOGRAFÍA		50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Mapa Empresa Cambiasso S.A. Placilla, Valparaíso	3
Figura 1-2.	Acopio de fardos polietileno	4
Figura 1-3.	Cinta transportadora corta	5
Figura 1-4.	Triturador industrial lindner	6
Figura 1-5.	Cinta transportadora larga	6
Figura 1-6.	Proceso de lavado	7
Figura 1-7.	Proceso de Centrifugado	8
Figura 1-8.	Turbina impulsora	9
Figura 1-9.	Silo de acopio de material	10
Figura 1-10.	Vista completa máquina extrusora	11
Figura 1-11.	Pellet de Polietileno, producto final	11
Figura 1-12.	Proceso lineal en serie	12
Figura 1-13.	Costos asociados a una detención en cuanto a producción	13
Figura 1-14.	Sistema de turnos 6 x 2	14
Figura 1-15.	FODA	15

Figura 2-1. Triturador lindner vista general	28
Figura 2-3. Pantalla touch	29
Figura 2-4. Orden de trabajo interna	31
Figura 2-5. Triturador lindner vista posterior	33
Figura 2-6. Rotor porta cuchillo móvil	34
Figura 2-7. Cuchillo móvil	35
Figura 3-1. Separador magnético de imán	37
Figura 3-2. Detector de metales	38
Figura 3-3. Equipo detector de metales	41

ÍNDICE DE ESQUEMA

Esquema 3-1. Inversión en equipo detector de metales	43
--	----

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 2-1. Diagrama de Pareto triturador lindner	19
Gráfico 2-2. Diagrama de Pareto línea de lavado wipa II	21
Gráfico 2-3. Diagrama de Pareto de centrífuga	23
Gráfico 2-4. Diagrama de Pareto turbina	24
Gráfico 2-5. Diagrama de Pareto extrusora erema	26
Gráfico 2-6. Diagrama Jack knife	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Producción óptima	13
Tabla 2-1. Registro de fallas triturador lindner	18
Tabla 2-2. Elemento afectado triturador lindner	19
Tabla 2-3. Valores de los componentes más críticos	20
Tabla 2-4. Registro de fallas línea de lavado wipa II	20
Tabla 2-5. Elemento afectado línea de lavado wipa II	21
Tabla 2-6. Registro de fallas centrífuga	22
Tabla 2-7. Elemento afectado centrífuga	22

Tabla 2-8. Registro de fallas turbina	23
Tabla 2-9. Elemento afectado turbina	24
Tabla 2-10. Registro de fallas extrusora erema	25
Tabla 2-11. Elemento afectado extrusora erema	25
Tabla 2-12. Registro de detenciones de los equipos correspondientes	27
Tabla 2-13. Rango de potencia	30
Tabla 2-14. Check list	32
Tabla 2-15. Mantenimiento preventivo versus mantenimiento correctivo	35
Tabla 3-1. Matriz de priorización	39
Tabla 3-2. Análisis comparativo de costos	40
Tabla 3-3. Detenciones mensuales línea de producción	44
Tabla 3-4. Porcentaje de rechazo triturador lindner	45
Tabla 3-5. Cuadro comparativo detenciones lindner	45
Tabla 3-6. Mejora esperada	46
Tabla 3-7. Recuperación de inversión	46
Tabla 3-8. Recuperación de inversión detalle mensual	47

INTRODUCCIÓN

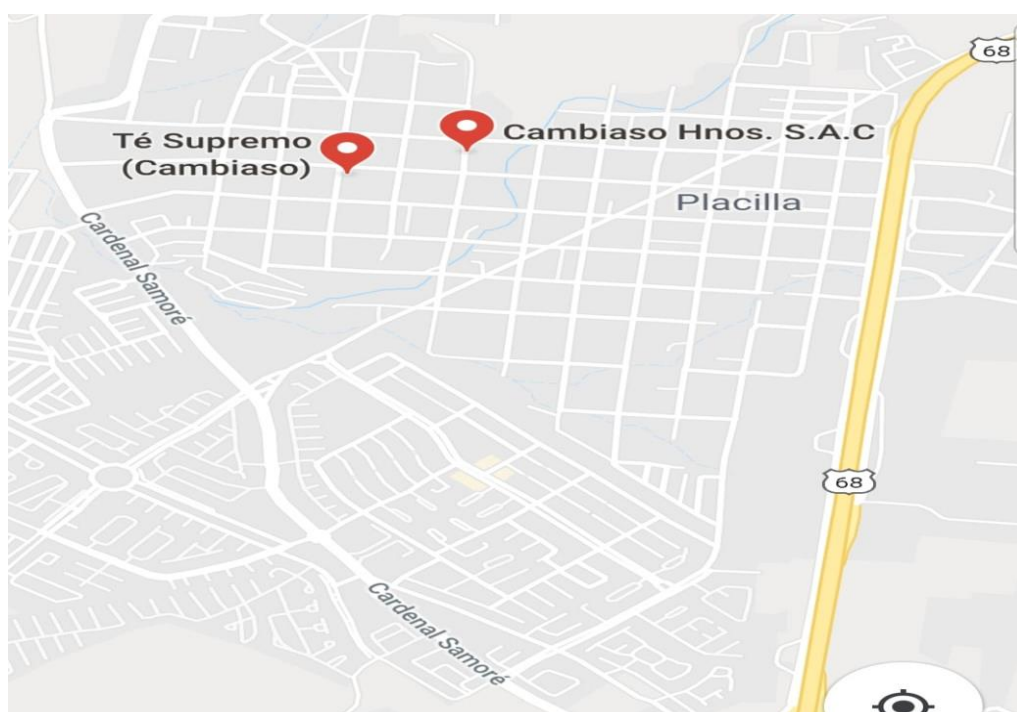
El objetivo principal de este trabajo de titulación es implementar una mejora al proceso de recuperado para mantener una producción estable en el área de recuperado de la empresa Cambiaso S. A. Y a su vez enfocarse en la máquina trituradora lindner como equipo crítico, mostrar la función que este cumple en este proceso desde que el material ingresa a la planta, hasta que sale como producto terminado.

CAPÍTULO 1: PROCESO DE PRODUCCIÓN

1. PROCESO DE PRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

Llega a Chile con 25 años de edad desde Génova, Italia Don Antonio Cambiasso Lavagetto en compañía de su tío Juan Bautista y fundan junto a un Señor de apellido Villarino La Sociedad “Vallarino y Cambiasso”, la cual se dedicaría a la importación de todo tipo de productos, principalmente de manufactura italiana, como aceite oliva, yerba mate y Té. En 1964 comenzaron a vender Té envasado, producto que se convertiría en el emblema de la compañía, y que se consolidaron con las marcas de “Bolsitas de Té La Rendidora y Té Supremo. En 1983 entraron al rubro del plástico, produciendo sus propios envases para Té, el que luego ampliaron a bolsas de aseo y otros productos de empaque para los supermercados creando la marca Superior. Dos años más tarde, la empresa diversificó sus productos, y comenzó su internalización. La planta de Plásticos de Cambiasso S.A. está ubicada en calle Virginia Bravo Letelier 777, Placilla, Valparaíso.



Fuente: Ubicación Google Maps Cambiasso S. A.

Figura 1-1. Mapa Empresa Cambiasso S.A. Placilla, Valparaíso

1.2. RECUPERADO DE POLIETILENO

La empresa Cambiasso consta con una de las mayores plantas de reciclaje de polietileno en el país. El reciclado de plástico es el proceso de la recuperación de desechos de plásticos donde en esta empresa la principal finalidad del plástico reciclado es la reutilización directa en el aprovechamiento como materia prima, para la fabricación de nuevos productos como bolsas de aseo y bolsas de empaque para supermercado

El área de abastecimiento de esta empresa consta con proveedores externos de recolección de residuos plásticos a quienes solicitan cantidades de desechos dependiendo de la demanda para un producto a realizar.



Fuente: Cambiasso S. A.

Figura 1-2. Acopio de fardos polietileno

1.3. ETAPAS DEL PROCESO DE RECUPERADO DE PLÁSTICO

1.3.1. Cinta transportadora corta

La cinta transportadora corta o banda transportadora corta es un sistema de transporte continuo formado por una banda que se mueve entre dos tambores, esta banda

es arrastrada por fricción de sus tambores y es la encargada de abastecer de material al triturador.



Fuente: Cambiaso S. A.

Figura 1-3. Cinta transportadora corta

1.3.2. Triturado

El proceso de triturado consiste en disminuir el volumen de una cantidad de material, triturándolo en un molino compuesto por una serie de cuchillos giratorios se debe incorporar el material mediante una cinta transportadora que alimenta el triturador lindner, comenzando con la reducción de tamaño del material, previo a su ingreso el material, pasa por un proceso remoción de objetos no deseados por el operador del triturador.

El triturador procesa material con un rendimiento de 1.200 kg/h, abasteciendo a una serie de líneas de producción.

Mediante cintas transportadoras el material reducido de tamaño comienza el camino al proceso de lavado, secado y acumulación en silos para su posterior extrusión.



Fuente: Cambiaso S. A.

Figura 1-4. Triturador industrial lindner

1.3.3. Cinta transportadora larga

Esta cinta es la encargada de trasladar el material pre picado saliente del triturador, hacia la línea de lavado.



Fuente: Cambiaso S. A.

Figura 1-5. Cinta transportadora larga

1.3.4. Proceso de lavado

- En el proceso se elimina la suciedad macro.
- Se produce la separación de materiales pesados y objetos extraños, a través de un separador de sólidos.
- Comienza el lavado, enjuague y reducción del material.

Los plásticos separados (scrap) están generalmente contaminados con restos de alimentos, papel, piedras, polvo o pegamento. Por esta razón, primero tienen que ser limpiados al granularse y luego se debe lavar este granulado en un baño de detergente. Esto permite una limpieza a fondo del material, con la agitación y adición de desengrasante, libera a su paso grasas y aceites adheridos mediante agitación, y turbulencia con la finalidad de sacar todo tipo de contaminantes en general.



Fuente: Cambiaso S. A.

Figura 1-6. Proceso de lavado

1.3.5. Proceso de centrifugado

Tiene por objetivo eliminar de la plumilla plástica fina, la emulsión de aguas, aceites y desengrasante.

La mezcla de agua sucia será eliminada mediante canaletas de dosificación la cual ingresará a la planta de tratamiento FAD (Flotación por Aire Disuelto). Donde el agua será limpiada para volver a ser reutilizada en este mismo proceso.

La dosificación del material en la centrífuga debe ser constante para así poder mantener una producción óptima.

Este proceso tiene por objetivo eliminar la mayor cantidad de agua disminuyendo el porcentaje de humedad del 30 % al 5 – 10 % antes de entrar al silo de acopio. Se debe tratar de concretar el menor porcentaje de humedad en el scrap, así se obtendrá un mejor proceso de extrusión.



Fuente: Cambiaso S. A.

Figura 1-7. Proceso de Centrifugado

1.3.6. Turbina impulsora

La turbina es la encargada de extraer e impulsar el material pre picado ya lavado y secado, hacia un silo de acopio.



Fuente: Cambiaso S. A.

Figura 1-8. Turbina impulsora

1.3.7. Silo de acopio de material

La finalidad del silo es mantener material acumulado en su interior para así poder abastecer la siguiente máquina de este proceso.

El silo debe tener gran capacidad, para poder abastecer de material en forma continua durante el proceso de extrusión. El material (scrap) al ingresar lo hace a través de corrientes de aire caliente mediante tuberías.

El material acumulado debe tener un porcentaje de humedad menor al 5 %, ya que si fuera superior, altera desfavorablemente el proceso continuo de extrusión.

En su interior tiene 3 agitadores helicoidales; cuya función es mantener el material en movimiento para que así pueda caer libremente por inercia.

Posee un tornillo sin fin en su eje, el cual toma el material en movimiento dentro del silo y lo traslada a la cinta de alimentación, este tornillo consta de 4 calefactores divididos en partes iguales a lo largo de este. La función de estos calefactores es secar o bajar el porcentaje de humedad del scrap como medida de precaución a alguna falla del proceso de compactación.

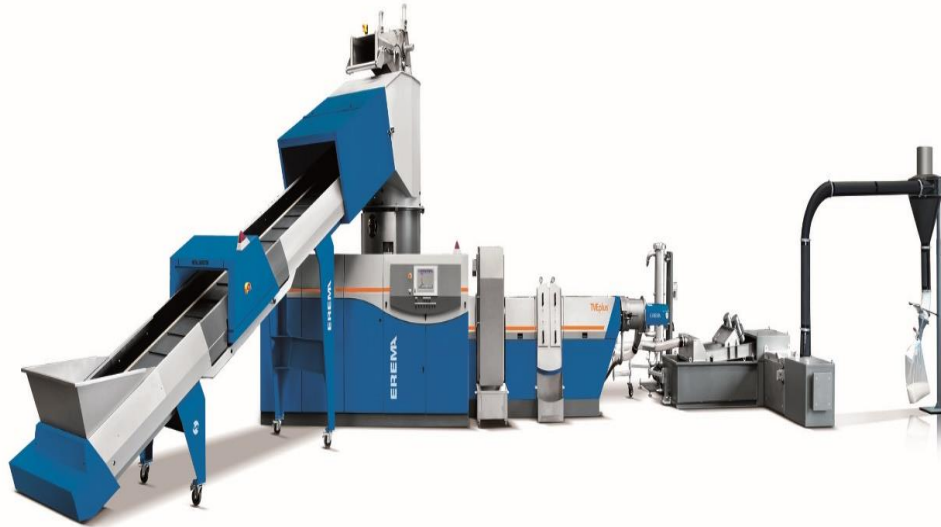


Fuente: www.tecnofer.com.

Figura 1-9. Silo de acopio de material

1.3.8. Proceso de extrusión

El reciclado mecánico es el proceso físico mediante el cual el plástico (scrap), es triturado, mezclado y calentado por un silo triturador para luego entrar al tornillo de alimentación (husillo), que por medio del empuje generado por la acción giratoria de un motor avanza a través del husillo que gira concéntricamente en una cámara temperaturas controladas llamada cañón, con una separación milimétrica entre ambos elementos (husillo, cañón), a medida que el material avanza se funde y mezcla en el cañón y se obtiene por el otro lado con un perfil geométrico preestablecido. El material extruido se enfría y se solidifica ya que es tirado del peletizador a un tanque de agua. Esta máquina recuperadora está fabricada para una producción de 2.000 kg/h. Es necesario mencionar que esta máquina fue obtenida el año 2012 nueva, respectivamente su producción ha ido disminuyendo gradualmente debido a un desgaste natural en los componentes llegando a producir actualmente 1500 kg/h.



Fuente: www.ereima.at

Figura 1-10. Vista completa máquina extrusora

La finalidad de este proceso es producir una cantidad constante y establecida de un granulado seco y suelto llamado Pellet de Polietileno.



Fuente: Cambiasso S.A.

Figura 1-11. Pellet de Polietileno, producto final

1.4. PROCESO LINEAL EN SERIE



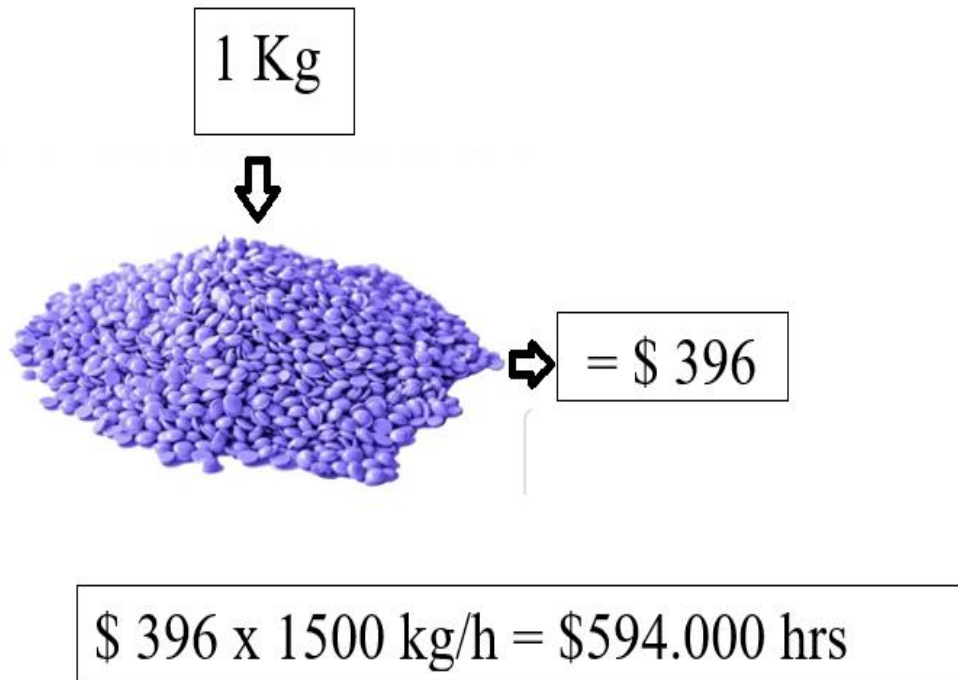
Fuente: Elaboración propia

Figura 1-12. Proceso lineal en serie

1.4.1. Costos asociados a una detención

Claramente al ser un proceso en serie, el sistema se ejecuta si todos los componentes funcionan correctamente. Cabe destacar que por cada detención de un equipo, habrá una detención temporal completa del proceso, provocando pérdidas económicas en la empresa, el producto final de este proceso es el pellet (recuperado)

como materia prima, el cual tiene un valor establecido por la empresa de \$396 por kilo. En una hora con promedio de producción de 1500 kg/h resultan \$594.000 /h en pérdidas de producción en relación a pellet.



Fuente: Cambiasso S.A.

Figura 1-13. Costos asociados a una detención en cuanto a producción

En la siguiente tabla 1-1. Se realiza el cálculo de la producción óptima dentro de una hora, un día y un mes, y su equivalente en ingreso monetario.

Tabla 1-1. Producción óptima

$$\begin{aligned} \$594.000 \times 24 \text{ hrs} &= \$14.256.000 \text{ x día} \\ \$14.256.000 \times 30 \text{ días} &= \$427.680.000 \text{ x mes} \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia

1.4.2. Sistema de turnos

La planta de recuperado de la empresa Cambiasso S.A. tiene un sistema de horario de trabajo continuo las 24 horas del día, los 7 días a la semana, consta de 4 turnos rotativos lo que le da una continuidad al proceso de producción: mañana - tarde – noche.

ABRIL	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NOCHE	C	C	C	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	A	A	A
DIA	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D	D	D	C
TARDE	A	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B

MAYO	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
NOCHE	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	B	B	B	B
DIA	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	A	A
TARDE	B	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D	

JUNIO	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
NOCHE	B	B	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D
DIA	A	A	A	A	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B
TARDE	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C

Fuente: Cambiasso S.A.


Figura 1-14. Sistema de turnos 6 x 2

1.5. PROBLEMÁTICA

La principal problemática de este proceso en serie es la detención del triturador lindner, la cual el 75% de sus detenciones son por fallas operacionales, que al momento de hacer depósito del fardo de polietileno a reciclar no son minuciosamente revisados y se cuelan trozos metálicos (clavos, pernos, tapas metálicas, etc.) produciendo un atascamiento del rotor del triturador, algunas veces con rotura de componentes del equipo. Produciendo una detención no deseada del equipo y del proceso de producción. Para esto es necesario hacer un análisis completo de las fallas de cada equipo del proceso.

1.6. SITUACIÓN ACTUAL ECÓNOMICA

En la siguiente figura 1-15. Mostraremos la situación actual de la Empresa Cambiasso S.A. a través de un análisis FODA.

		ANÁLISIS DE FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS (FODA)		Fecha:
				Pág 1 de 1
INTERNO		EXTERNO		
FORTALEZA	DEBILIDADES	OPORTUNIDADES	AMENAZAS	
POSITIVO	NEGATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	
Constante disminución en la generación de residuos peligrosos y no peligrosos.	Plantas productivas ubicadas en área residencial.	Excelente comunicación con las autoridades zonales.	Cambios normativos con plazos de implementación acotados. Ley n° 21.100 "Prohíbe la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo territorio nacional"	
Consolidación del departamento de prevención de riesgos y medio ambiente.	Falta implementación de estrategias participativas entre departamentos en la empresa.	Nuevas oportunidades de negocio para la Planta Recuperado con nuevas normativas de residuos.	Creciente ingreso de producto importados que compiten con nuestros productos.	
Formación de equipos de trabajo participativo entre trabajadores y el sistema de gestión.	Tiempos y recursos acotados para que el personal de planta trabaje en el sistemas de gestión en las plantas productivas.	Buenos contactos con miembros de las organizaciones gremiales.	Guerra de precios por parte de nuestros competidores.	
Personal altamente calificado y comprometido con la empresa. Se destaca la experiencia y profesionales jóvenes con ganas de desarrollarse.	Reacción correctiva y no preventiva para resolver problemáticas.		Falta de tecnicismo e información para la creación de normativas ambientales.	
Inversión constante en tecnología de punta en maquinarias de procesos con medidas preventivas incorporadas y con consumos energéticos bajos.	Falta de establecimientos de disposición final en la región para envío de residuos sólidos industriales.		Falta de profesionalismo en los municipios en temáticas ambientales.	

Fuente: Cambiasso S.A.

Figura 1-15. FODA

CAPÍTULO 2: JERARQUIZACIÓN DE FALLA EN LOS EQUIPOS

2. **JERARQUIZACIÓN DE FALLAS EN LOS EQUIPOS**

Para la jerarquización de fallas se realizó un registro histórico de ocho meses, donde se registraron las fallas de cinco equipos principales correspondientes a la línea de producción. Se priorizaron las detenciones de los equipos que fueron relevantes para la detención por completo de la línea de producción en serie, se omitieron las detenciones que no fueron relevantes a la detención de la línea de producción, ya que el proceso tiene un tiempo de reparación mínimo antes de poder detener por completo el proceso, también se omitieron detenciones programadas, tales como mantenencias preventivas e instalaciones de equipos o componentes. En la línea de producción se debe inspeccionar todos los equipos para saber cuál es el equipo crítico.

2.1. **REGISTRO DE FALLAS Y DIAGRAMAS DE PARETO**

A continuación, se realizará el análisis de los diagramas de Pareto a cada uno de los equipos de la línea de producción, el cual se enfoca en la distinción de los componentes mas criticos de cada equipo, el registro de fallas está elaborado dentro de un período de ocho meses, desde Febrero 2018 a Septiembre 2018, las fallas y detenciones contenidas en las tablas, son solo detenciones no deseadas, las detenciones preventivas fueron excluidas de dichas tablas.

El total de horas establecidas por los ocho meses de análisis es de 5808 hrs.

2.1.1. **Registro de fallas triturador lindner**

En la tabla 2-1. Se muestran las fallas del triturador lindner en un período de ocho meses de Febrero 2018 a Septiembre 2018.

Tabla 2-1. Registro de fallas triturador lindner

Nº ORDEN	FECHA	MÁQUINA	REGISTRO DE FALLA	INICIO	TÉRMINO	DURACIÓN	TURNO
285888	07-feb	LINDNER	Revisar ruido anormal	20:50	21:20	0,5	C
285915	14-feb	LINDNER	Alarma protección del motor o termistor	23:35	1:05	1,5	D
285917	16-feb	LINDNER	Motor no parte, revisar	17:10	17:40	0,5	B
285922	17-feb	LINDNER	Alarma protección del motor o termistor	19:10	20:20	1,2	B
289311	20-feb	LINDNER	Correas cortadas	7:55	10:30	2,6	B
289322	26-feb	LINDNER	Tablero bloqueado	3:15	3:30	0,3	B
287827	27-feb	LINDNER	Alarma protección del motor o termistor	8:50	9:30	0,7	D
288113	01-mar	LINDNER	Revisión rotor se detiene	8:55	9:45	0,9	D
288194	09-mar	LINDNER	Tablero bloqueado	10:05	13:40	3,6	D
289345	11-mar	LINDNER	Cuchillo quebrado	6:30	9:00	2,5	C
289594	14-mar	LINDNER	Temperatura de aceite elevada	1:30	2:45	1,3	A
291715	18-mar	LINDNER	Alarma protección del motor o termistor	18:25	19:20	0,9	B
291757	27-mar	LINDNER	Bloqueo de alarma por micro corte de energía	2:30	2:50	0,3	B
291769	09-abr	LINDNER	Alarma, protección del motor termistor	10:10	12:20	2,2	B
291780	10-abr	LINDNER	Ruido extraño triturador	12:30	13:35	1,1	C
292254	29-abr	LINDNER	Cuchillo quebrado	11:15	14:30	3,2	C
292296	07-may	LINDNER	Ruido extraño triturador	10:40	12:35	1,9	A
292776	11-may	LINDNER	Temperatura de aceite elevada	3:20	5:20	2	D
293214	13-may	LINDNER	Ruido extraño triturador, revisar	20:20	21:45	1,4	D
293235	19-may	LINDNER	Alarma protección del motor o termistor	2:30	3:00	0,5	B
293245	22-may	LINDNER	Revisar ruido extraño	13:45	21:15	7,5	C
293810	23-may	LINDNER	Revisión ruido anormal	1:40	2:50	1,2	D
293837	28-may	LINDNER	Alarma protección del motor o termistor	9:20	13:00	3,7	A
293842	16-jun	LINDNER	Protección térmica motor, alarma	2:00	4:00	2	B
293856	18-jun	LINDNER	Alarma protección del motor o termistor	0:00	3:40	3,7	C
293872	24-jun	LINDNER	Revisión ruido extraño	14:20	17:40	3,3	B
295805	20-ago	LINDNER	Cuchillo quebrado	17:00	23:35	6,6	D
296831	23-ago	LINDNER	Ruido anormal, revisar	16:10	17:20	1,2	A
297003	26-ago	LINDNER	Motor del rotor no parte, revisar	20:45	21:15	0,5	D
298107	30-ago	LINDNER	Revisión ruido extraño	14:20	14:50	0,5	A
303745	08-sept	LINDNER	Cuchillo quebrado	1:40	5:10	3,5	A
304386	12-sept	LINDNER	Salta térmico de protección del motor "alarma"	6:00	8:50	2,8	B
307002	24-sept	LINDNER	Revisar ruido extraño	1:30	4:10	2,7	A
307009	26-sept	LINDNER	Temperatura de aceite elevada	15:00	16:30	1,5	C

Fuente: Elaboración propia en base a O.T. Lindner Cambiasso S.A.

Ruido anormal; 8 de 13 de estas o.t. resultaron ser problemas de cuchillos.

Alarma protección del motor; 7 de 10 de estas o.t. resultaron ser problemas de cuchillos (ver tabla 2-2.).

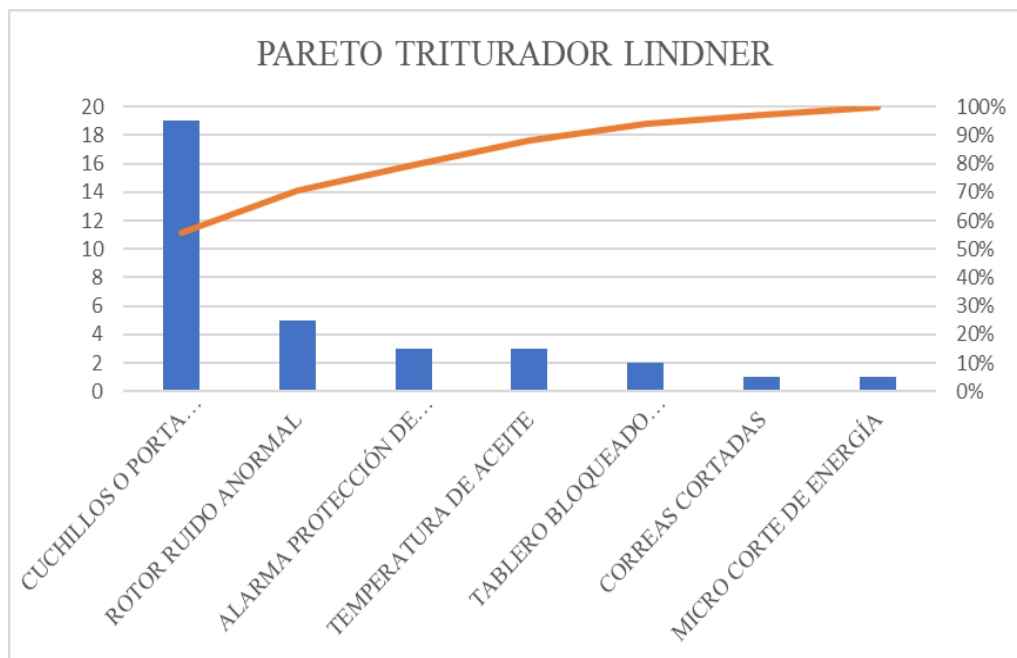
Tabla 2-2. Elemento afectado triturador lindner

ELEMENTO SISTEMA AFECTADO	NºFALLA	%	% ACUM
CUCHILLOS O PORTA CUCHILLOS	19	55,88	55,88
ROTOR RUIDO ANORMAL	5	14,71	70,59
ALARMA PROTECCIÓN DE MOTOR	3	8,82	79,41
TEMPERATURA DE ACEITE	3	8,82	88,24
TABLERO BLOQUEADO ELECTRICAMENTE	2	5,88	94,12
CORREAS CORTADAS	1	2,94	97,06
MICRO CORTE DE ENERGÍA	1	2,94	100
TOTAL	34	100	

Fuente: Elaboración propia en base a Nº de fallas Lindner Cambiasso S.A.

Disponibilidad: $\frac{MTBF}{MTBF+MTTR} = \frac{5735,2}{5735,2+69,8} = 98\%$

2.1.1.1. Diagrama de Pareto triturador lindner



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2-1. Diagrama de Pareto triturador lindner

Los componentes dentro del 20% más crítico y que están presentando un mayor gasto para la empresa, son los cuchillos y porta cuchillos, las cuales se deben atender en una primera instancia para bajar su tasa de fallas (ver tabla 2-3.)

Tabla 2-3. Valores de los componentes más críticos

CODIGO		UNIDAD	VALOR UN.	VALOR UF
LIN0214785	PIEZA APRIETE CUCHILLO	4	\$144.873	5,33
LIN0041599	TUERCA CONICA CUCHILLO	68	\$9.609	0,35
LIN0180359	BASE PORTA CUCHILLO	10	\$84.263	3,1
LIN0015160	PERNO HEXAGONAL M20x70	68	\$665	0,024
LIN0075882	GOLILLA DE SEGURIDAD	68	\$961	0,035
LIN0041597	CUCHILLO MOVIL 65x65x28mm	68	\$14.783	0,54
LIN0209321	CUCHILLO FIJO 156x27x500mm	8	\$213.614	7,86

Fuente: Elaboración propia en base a los valores del mercado

El valor utilizado de la Unidad de Fomento (UF) fue el día 24 de Octubre 2018. Con un valor de \$27.180.

2.1.2. Registro de fallas línea de lavado wipa II

En la tabla 2-4. Se muestran las fallas del registro de la línea de lavado wipa II en un período de ocho meses de Febrero 2018 a Septiembre 2018.

Tabla 2-4. Registro de fallas línea de lavado wipa II

Nº ORDEN	FECHA	MÁQUINA	SUB UNIDAD	REGISTRO DE FALLA	INICIO	TÉRMINO	DURACIÓN	TURNOS
285816	03-feb	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Revisar ruido extraño motor	20:50	21:20	0,5	A
285901	12-feb	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Detención tambor n° 1	10:40	11:50	1,2	D
289319	24-feb	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Motor tambor n° 1 movimiento excesivo	17:10	17:40	0,5	A
289300	10-mar	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Filtración de agua en batea	19:10	2:20	2,2	B
291923	16-abr	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Filtración agua, batea en mal estado	7:55	10:30	2,6	C
292077	28-abr	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Rodamiento agripado	6:00	8:30	2,5	B
292293	06-may	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Tambor n° 2 trancado	3:15	3:30	0,3	B
293840	15-jun	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Revisión, tambor n° 2 se detiene	8:50	9:30	0,7	D
294558	08-jul	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Tablero eléctrico bloqueado	8:55	9:30	0,6	A
295012	27-jul	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Detención tambor n° 1	10:05	12:25	2,2	D
295234	02-ago	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Batea en mal estado, filtración	0:30	3:15	2,8	A
295376	08-ago	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Cinta desplazada	6:30	9:00	2,5	C
296922	24-ago	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Térmico actuado, detención tambor n° 1	2:15	2:45	0,5	C
305152	20-sept	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Rodamiento agripado	17:00	19:20	2,3	A
305199	22-sept	WIPA II	LÍNEA DE LA VADO	Tambor n° 1 trancado	22:50	23:50	1,0	C

Fuente: Elaboración propia en base a O.T. Wipa II Cambiasso S.A.

En la tabla 2-5. Se muestran los sistemas afectados de la línea de lavado wipa II y el n° de fallas en un período histórico de ocho meses.

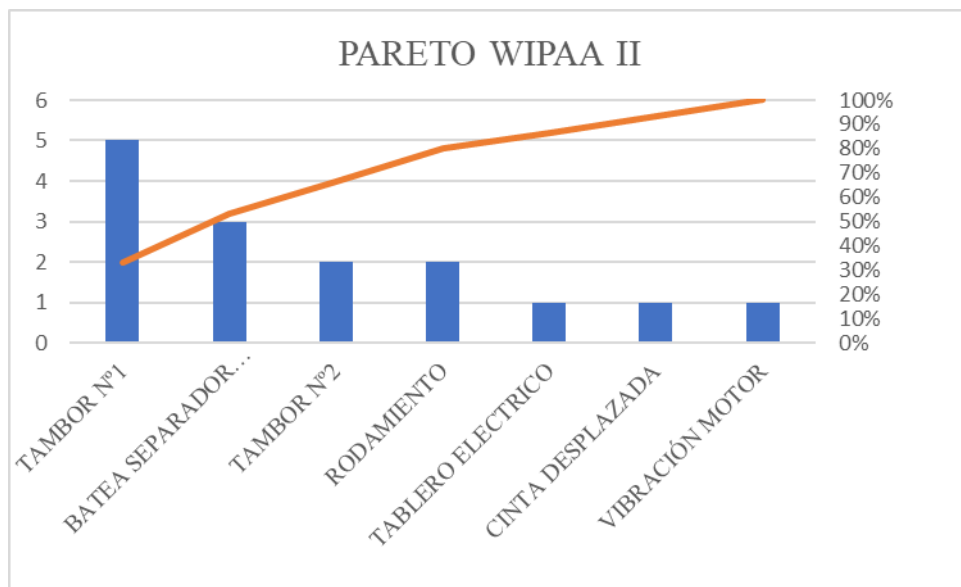
Tabla 2-5. Elemento afectado línea de lavado wipa II

ELEMENTO SISTEMAS AFECTADO	Nº FALLA	%	% ACUM
TAMBOR Nº 1	5	33,33	33,33
BATEA SEPARADOR DE SÓLIDOS	3	20	53,33
TAMBOR Nº 2	2	13,33	66,67
RODAMIENTO	2	13,33	80
TABLERO ELÉCTRICO	1	6,67	86,67
CINTA DESPLAZADA	1	6,67	93,33
VIBRACIÓN MOTOR	1	6,67	100
TOTAL	15	100	

Fuente: Elaboración propia en base a N° de fallas Wipa II Cambiasso S.A.

Disponibilidad: $\frac{MTBF}{MTBF+MTTR} = \frac{5785.6}{5785.6+22.4} = 99\%$

2.1.2.1. Diagrama de Pareto línea de lavado wipa II



Fuente: Elaboración propia base del proyecto

Gráfico 2-2. Diagrama de Pareto línea de lavado wipa II

2.1.2.2. Registro de fallas centrífuga

En la tabla 2-6. Se muestran las fallas de la centrífuga en un período de ocho meses de Febrero 2018 a Septiembre 2018.

Tabla 2-6. Registro de fallas centrífuga

Nº ORDEN	FECHA	MÁQUINA	REGISTRO DE FALLA	INICIO	TÉRMINO	DURACIÓN	TURNOS
288213	02-mar	CENTRÍFUGA	Fuga de aceite, revisión	12:50	13:35	0,7	B
291762	29-mar	CENTRÍFUGA	Térmico actuado centrífuga inicial	20:20	22:00	1,6	D
292291	06-may	CENTRÍFUGA	Limpiador de parrilla detenido	15:45	16:00	0,2	C
293830	08-jun	CENTRÍFUGA	Motor con exceso de temperatura, revisar	6:10	6:40	0,5	B
297005	28-ago	CENTRÍFUGA	Térmico actuado centrífuga inicial	2:30	4:00	1,5	A
305366	20-sept	CENTRÍFUGA	Térmico actuado centrífuga inicial	11:50	13:40	1,9	A

Fuente: Elaboración propia en base a O.T. Centrífuga Cambiasso S.A.

En la tabla 2-7. Se muestran los sistemas afectados de la centrífuga y el nº de fallas en un período histórico de ocho meses.

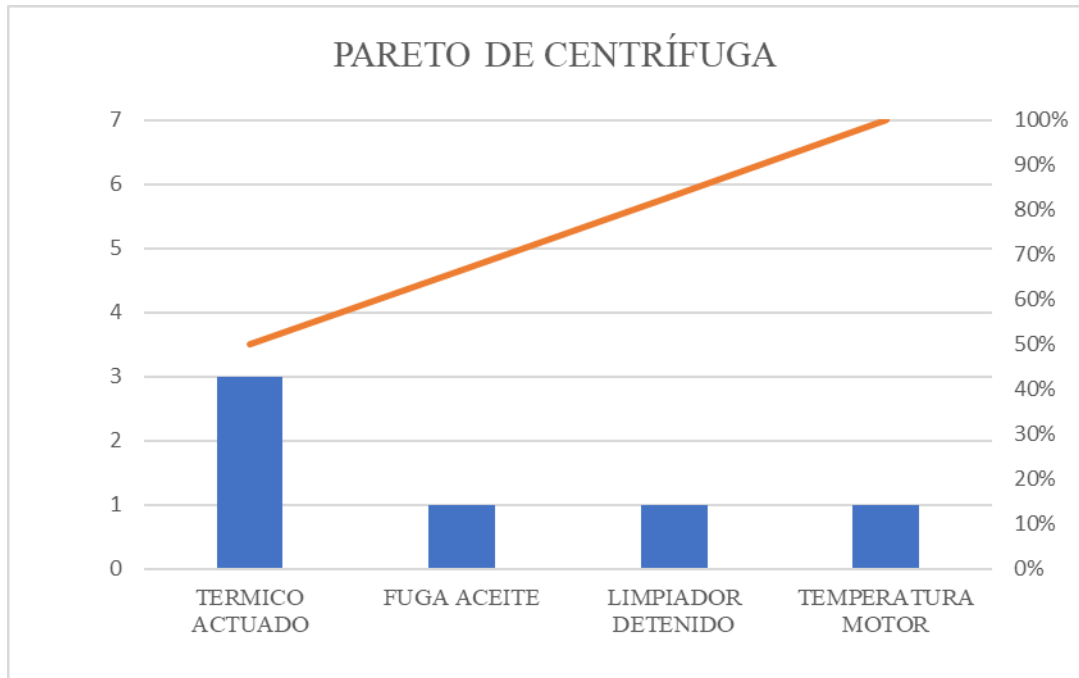
Tabla 2-7. Elemento afectado centrífuga

ELEMENTO SISTEMA AFECTADO	Nº FALLA	%	% ACUM
TÉRMICO ACTUADO	3	50	50
FUGA ACEITE	1	16,66	66,66
LIMPIADOR DETENIDO	1	16,66	83,32
TEMPERATURA MOTOR	1	16,66	99,98
TOTAL	6	100	

Fuente: Elaboración propia en base a Nº de fallas Centrífuga Cambiasso S.A.

$$\text{Disponibilidad: } \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} = \frac{5801.6}{5801.6+6.4} = 99\%$$

2.1.2.3. Diagrama de Pareto de centrífuga



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2-3. Diagrama de Pareto de centrífuga

2.1.3. De fallas turbina

En la tabla 2-8. Se muestran las fallas de la turbina en un período de ocho meses de Febrero 2018 a Septiembre 2018.

Tabla 2-8. Registro de fallas turbina

Nº ORDEN	FECHA	MÁQUINA	REGISTRO DE FALLA	INICIO	TÉRMINO	DURACIÓN	TURNO
289578	15-mar	TURBINA	Aspa trancada	23:00	0:00	1	D
289856	30-mar	TURBINA	Aspa quebrada	6:00	8:50	2,9	A
293230	18-may	TURBINA	Motor quemado	15:00	17:30	2,5	C
293903	14-jun	TURBINA	Motor quemado	13:25	17:00	3,6	D
294310	09-jul	TURBINA	Vibración excesiva	21:45	22:45	1	C
302923	07-sept	TURBINA	Aspa trancada	9:20	10:35	1,3	B
305182	23-sept	TURBINA	Base quebrada	2:15	2:45	0,5	A

Fuente: Elaboración propia en base a O.T. Turbina Cambiasso S.A.

En la tabla 2-9. Se muestran los sistemas afectados de la turbina y el n° de fallas en un período histórico de ocho meses.

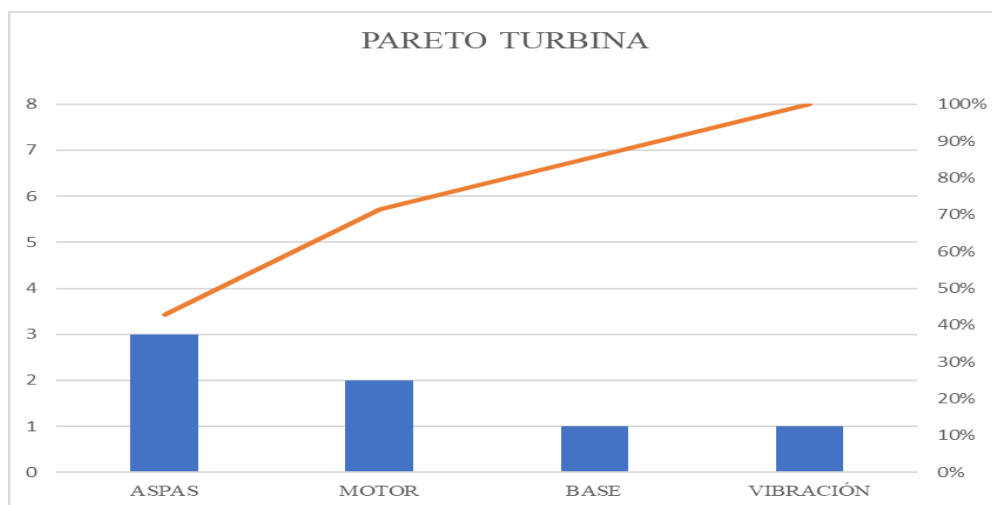
Tabla 2-9. Elemento afectado turbina

ELEMENTO SISTEMA AFECTADO	N° FALLA	%	% ACUM
ASPAS	3	42,9	42,9
MOTOR	2	28,6	71,5
BASE	1	14,3	85,8
VIBRACIÓN	1	14,2	100
TOTAL	7	100	

Fuente: Elaboración propia en base a N° de fallas Turbina Cambiasso S.A.

Disponibilidad: $\frac{MTBF}{MTBF+MTTR} = \frac{5795.2}{5795.2+12.8} = 99\%$

2.1.3.1. Diagrama de Pareto Turbina



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2-4. Diagrama de Pareto turbina

2.1.4. Registro de fallas extrusora erema

En la tabla 2-10. Se muestran las fallas de la extrusora erema en un período de ocho meses de Febrero 2018 a Septiembre 2018.

Tabla 2-10. Registro de fallas extrusora erema

Nº ORDEN	FECHA	MÁQUINA	SUB UNIDAD	REGISTRO DE FALLA	INICIO	TÉRMINO	DURACIÓN	TURNO
285899	09-feb	EREMA	EXTRUSORA	Compuerta triturador no abre	17:05	17:20	0,2	D
289312	21-feb	EREMA	EXTRUSORA	Merma en triturador correas cortadas	19:00	21:30	2,5	C
288118	02-mar	EREMA	EXTRUSORA	Unidad sub siguiente detenida, cuchillos quebrados	4:50	5:30	0,6	A
291717	19-mar	EREMA	EXTRUSORA	Temperatura de aceite excesiva extrusora	21:30	22:00	0,5	B
291760	04-abr	EREMA	EXTRUSORA	Cuchillo quebrado, peletizador	12:45	13:05	0,3	B
292015	20-abr	EREMA	EXTRUSORA	Falla en plc, desconfigurado	15:15	18:30	3,2	C
292256	30-abr	EREMA	EXTRUSORA	Sensor de choque triturador, revisión correas	17:40	18:40	1	D
293223	16-may	EREMA	EXTRUSORA	Compuerta de filtro abierta, falla sensor	1:30	3:10	1,6	A
293840	29-may	EREMA	EXTRUSORA	Omin en mal estado, bomba de desgasificación	4:40	5:00	0,3	C
293845	06-jun	EREMA	EXTRUSORA	Revisión sensor compuerta triturador	18:00	19:50	1,9	A
293870	22-jun	EREMA	EXTRUSORA	Cuchillo quebrado, peletizador	20:30	21:45	1,3	B
294577	10-jul	EREMA	EXTRUSORA	Sensor de choque triturador , revisión correas	9:30	10:45	1,2	D
294712	20-jul	EREMA	EXTRUSORA	Cuchillo quebrado, peletizador	14:30	14:55	0,4	A
295106	30-jul	EREMA	EXTRUSORA	Merma en peletizador, cuchillos quebrados	3:15	4:20	1,1	C
295306	05-ago	EREMA	EXTRUSORA	Temperatura de aceite excesiva, revisión	21:00	21:45	0,8	B
295516	16-ago	EREMA	EXTRUSORA	Cinta transportadora no avanza	7:30	8:40	1,1	D
297715	28-ago	EREMA	EXTRUSORA	Merma en triturador, correas cortadas	16:20	20:50	4,5	A
299834	02-sept	EREMA	EXTRUSORA	Cuchillo quebrado, peletizador	22:20	23:45	1,4	A
305163	14-sept	EREMA	EXTRUSORA	Falla en sensor puerta filtro	11:30	12:40	1,1	D
307015	27-sept	EREMA	EXTRUSORA	Merma en peletizador, cuchillos quebrados	14:20	16:35	2,2	B
307059	29-sept	EREMA	EXTRUSORA	Cinta transportadora no parte	20:30	22:00	1,5	B

Fuente: Elaboración propia en base a O.T. Extrusora Cambiasso S.A.

En la tabla 2-11. Se muestran los sistemas afectados de la extrusora erema y el nº de fallas en un período histórico de ocho meses.

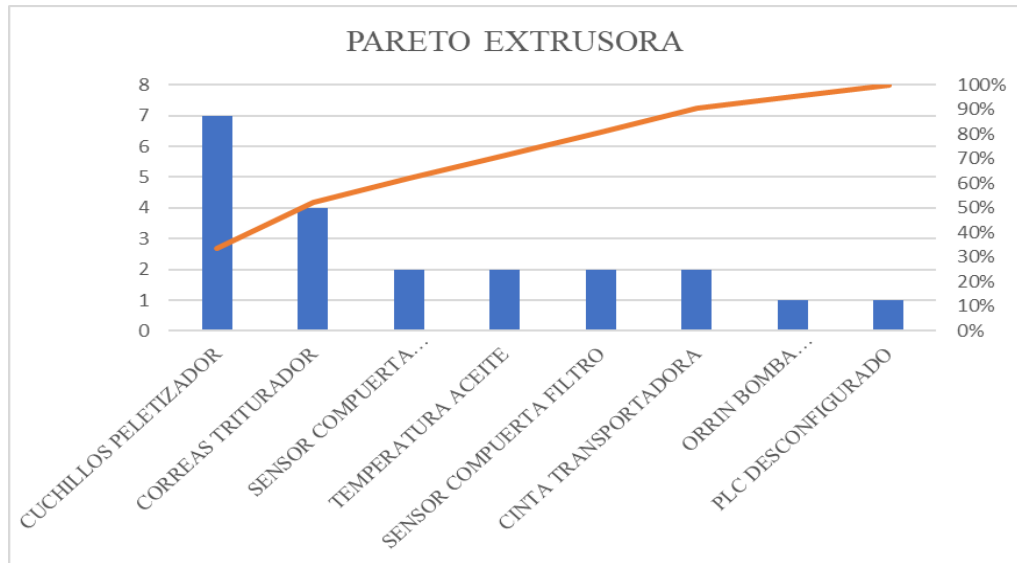
Tabla 2-11. Elemento afectado extrusora erema

ELEMETO SISTEMA AFECTADO	Nº FALLA	%	% ACUM
CUCHILLOS PELETIZADOR	7	33,33	33,33
CORREAS TRITURADOR	4	19,05	52,38
SENSOR COMPUERTA TRITURADOR	2	9,52	61,90
TEMPERATURA ACEITE	2	9,52	71,43
SENSOR COMPUERTA FILTRO	2	9,52	80,95
CINTA TRANSPORTADORA	2	9,52	90,48
ORING BOMBA DESGASIFICADORA	1	4,76	95,24
PLC DESCONFIGURADO	1	4,76	100
TOTAL	21	100	

Fuente: Elaboración propia en base a Nº de fallas Extrusora Cambiasso S.A.

$$\text{Disponibilidad: } \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} = \frac{5779.3}{5779.3+28.7} = 99\%$$

2.1.4.1. Diagrama de Pareto extrusora erema



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2-5. Diagrama de Pareto extrusora erema

Disponibilidad total en serie

$$\text{DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA: } \prod_{i=1}^n D_i = 0.98 \times 0.99 \times 0.99 \times 0.99 \times 0.99 = 0.94$$

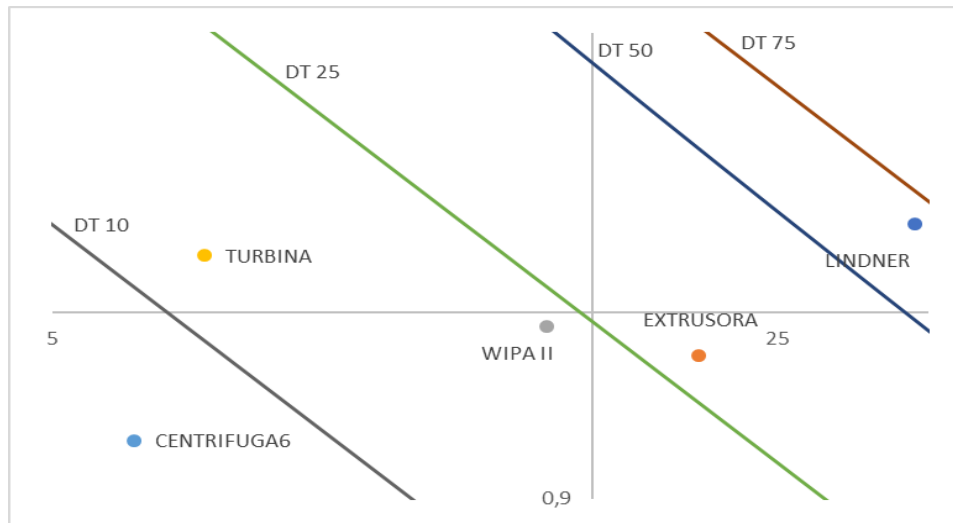
$$\text{DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA} = 94\%$$

2.2. DIAGRAMA JACK KNIFE

El método Jack knife busca priorizar el o los equipos que causan los tiempos de detención más extensos de la línea de producción, para ello el diagrama dispone de cuatro sectores para clasificar el equipo más crítico de acuerdo con sus fallas.

- Superior izquierdo: Zona crónica – aguda
- Inferior izquierdo: Zona de control
- Superior derecho: Zona aguda
- Inferior derecho: Zona crítica

La elaboración de este diagrama Jack knife pudo ser lograda por la obtención del MTTR y el N° de detenciones del registro de fallas de cada equipo de esta línea de producción en serie, y así poder obtener mediante este método los resultados que nos indican el equipo más crítico o crónico, lo cual se refleja en el siguiente diagrama. Podemos afirmar que el equipo a intervenir será el Triturador Lindner ubicado en el cuadrante de la zona crónica aguda.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2-6. Diagrama Jack knife

Este análisis fue realizado gracias a la recopilación de datos obtenidos de la línea de producción en serie del área de recuperado de polietileno de la empresa Cambiasso S.A. En un período de muestreo de fallas de ocho meses. Podemos observar la concentración de detenciones de cada equipo que inevitablemente afectaron la disponibilidad del proceso (ver tabla 2-12.).

Tabla 2-12. Registro de detenciones de los equipos correspondientes

EQUIPOS	DETENCIONES	TIEMPO	MTTR
LINDNER	34	69,8	2,00
EXTRUSORA	21	28,7	1,37
WIPA II	15	22,3	1,49
TURBINA	7	12,8	1,83
CENTRÍFUGA	6	6,4	1,07
PROMEDIO	16,6		1,55

Fuente: Elaboración propia en base a detenciones durante ocho meses Cambiasso S.A.

2.3. TRITURADOR LINDNER

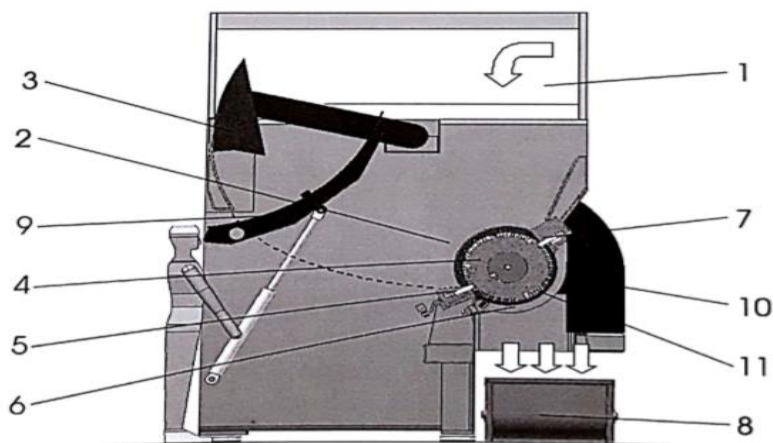


Fuente: Cambiasso S.A.

Figura 2-1. Triturador lindner vista general

La forma de operación es mediante un PLC enviando las señales a través de una pantalla de control, los indicadores permiten acceder a información sobre el estado y funcionamiento de la máquina.

2.3.1. Representación esquemática



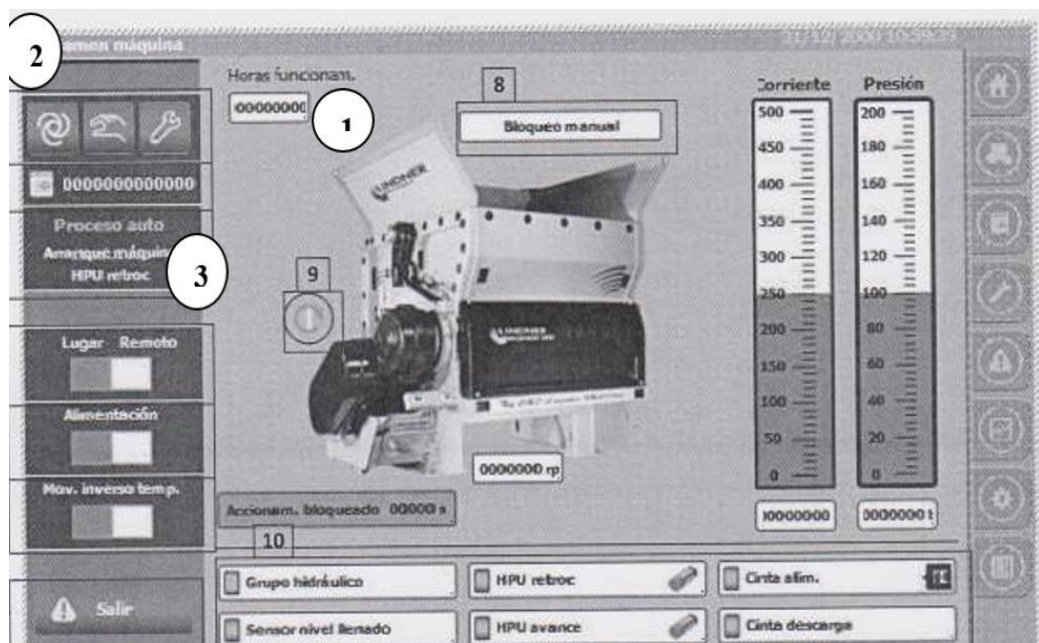
Fuente: Manual Micromat 2000

Figura 2-2. Maquina lindner

El material a triturar se introduce al recinto de cortar (2) a través de una tolva de alimentación sobredimensionada (1). Una masisa barra hidráulica de avance (3) aprieta el material contra un rotor (4) de marcha rápida. El material, comprimido de esta forma, se corta entre la contra cuchilla (5) y la cuchilla ordenada en espiral en el rotor. Los materiales triturados son presionados a través de la criba (6) y, en caso necesario, se vuelven a cortar en el peine descargador (7) superior, cayendo hacia abajo sobre el dispositivo de transporte de evacuación (8). Tras llegar al interruptor del fin de carrera anterior, la barra de avance (3) vuelve a retroceder para volver a empujar el material hacia delante. El tamaño del material triturado puede variar a través de las cribas cambiables (6). Pudiendo variarse los diferentes tamaños de perforación y las diferentes formas de cuchillas.

La tapa de materiales extraños (9) (parte posterior de la carcasa) de la maquina puede ser girada hacia adentro hidráulicamente, de forma que se facilite el acceso sin problema al rotor (4) y al área de corte (2). Al abrir la puerta mantenimiento (10) se obtiene un buen acceso al área de cribado (11) con la criba (6), la que, de ser necesario, puede cerrarse hacia abajo en forma hidráulica.

2.3.2. Condición de operación



Fuente: Cambiasso S.A.

Figura 2-3. Pantalla touch

- En la imagen se ve la ilustración de la máquina funcionando
- En la imagen se visualiza las horas de funcionamiento (1) el modo o programa de funcionamiento de la máquina (2) es decir automático, manual o mantención y el ciclo de trabajo automático en el cual se encuentra (eco, normal, power, max power) (3)
- La máquina trae por defecto indicadores de alarma en pantalla, será una luz amarilla parpadeante que indicará la revisión correspondiente, la cual debe ser realizada por el área de mantención
- Rango de potencia de trabajo motor principal 0-500 amperes, existen cuatro de potencia o modos de trabajo en el equipo, estos varían según el rango de potencia necesaria. El jefe de turno o los supervisores definen en qué modo de trabajo opera LINDNER y son autorizados a realizar algún cambio, actualmente se trabaja en modo ECO (ver tabla 2-13.)

Tabla 2-13. Rango de potencia

MODO DE TRABAJO	RANGO DE POTENCIA (amperes)
ECO	95 A 110
NORMAL	140 A 170
POWER	170 A 200
MAX POWER	200 A 220

Fuente: Elaboración propia en base a potencia estipulada por fabricante

- Es importante mencionar que el sentido de giro del rotor es en sentido horario y a medida que se realiza una inversión de giro será en sentido anti-horario
- Durante la mantención o alguna falla imprevista el mecánico debe abrir la compuerta trasera para revisar el estado de los cuchillos, el operador debe limitarse a limpiar y revisar la parrilla verificando el estado y realizando la limpieza correspondiente

2.3.3. Detección de la falla en el Triturador Lindner

En este procedimiento el operador es el encargado de estar constantemente pendiente del trabajo del equipo ya sea mediante el uso de sus sentidos, de la experiencia del trabajador o mediante el empleo de tecnología, herramientas e instrumentos, al momento de tener un diagnóstico que no sea el apto al proceso, se debe seguir el

conducto regular establecido, se da aviso al jefe de turno, él es el encargado de tomar la decisión de la detención del equipo (si es que ya no ha sido detenida por la gravedad de la falla) si fuera así se debe emitir una orden de trabajo para ser atendida por el área de mantención de la empresa.

CAMBIASSO HNOS. S.A.C.		ORDEN DE TRABAJO INTERNA N° 293412	
FECHA	18/04/18	DETENCION	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
MAQUINA:	Fco. V. S. M. 2030		
FALLA:	Cinta costera de carga;	NOMBRE RECEPCION TALLER	HORA
		I. V. M. 2	20:30
INFORME TECNICO:	NOMBRE EJECUCION OT		
INSUMO:	NOMBRE RECEPCION OK	HORA	
	Fco. V. S. M.	20:30	
	FECHA	18/4/18	

IMPRESOS RONY - (32) 230558

Fuente: Cambiasso S.A.

Figura 2-4. Orden de trabajo interna

Primeramente, el mecánico mantenedor hará una inspección auditiva:

- Ruido extraño o exceso
- Chirrido o golpeteo
- Funcionamiento lento

Inspección con la vista:

- Acumulación de desperdicios
- Defectos en la calidad del producto
- Golpes
- Piezas quebradas

Inspección con el olfato:

- Fricción excesiva
- Calor excesivo
- Rotura de cañerías o fugas de fluidos

Inspección con el tacto:

- Exceso de vibración
- Temperatura de componentes
- Piezas sueltas
- Terminaciones superficiales

Se recomienda la utilización de un check list para reducir las fallas al compensar los límites potenciales de la memoria y la tensión del mantenedor. (Ver tabla 2-14.)

Tabla 2-14. Check list

DETECCIÓN DE FALLA EN TRITURADOR LINDNER	
INSPECCIÓN AUDITIVA	
Ruido extraño o exceso	<input checked="" type="checkbox"/>
Chirrido o golpeteo	<input checked="" type="checkbox"/>
Funcionamiento lento	<input checked="" type="checkbox"/>
INSPECCIÓN CON LA VISTA	
Acumulación de desperdicios	<input checked="" type="checkbox"/>
Defectos en la calidad del producto	<input checked="" type="checkbox"/>
Golpes	<input checked="" type="checkbox"/>
Piezas quebradas	<input checked="" type="checkbox"/>
INSPECCIÓN CON EL OLFATO	
Fricción excesiva	<input checked="" type="checkbox"/>
Calor excesivo	<input checked="" type="checkbox"/>
Rotura de cañerías o fugas de fluidos	<input checked="" type="checkbox"/>
INSPECCIÓN CON EL TACTO	
Exceso de vibración	<input checked="" type="checkbox"/>
Temperatura de componentes	<input checked="" type="checkbox"/>
Piezas sueltas	<input checked="" type="checkbox"/>
Terminaciones superficiales	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

2.4. MANTENCIÓN A TRITURADOR LINDNER

Se debe argumentar, ante todo, que la empresa consta de un área de mantenimiento, encargada de realizar las mantenciones preventivas de cada equipo, estas

se realizan semanalmente y constan de 8 hrs continuas. También se lleva un registro de las horas de trabajo de cada equipo para así poder intervenir acertadamente sus respectivos cambios de aceite y componentes según el catálogo del fabricante.

2.4.1. Mantenimiento preventivo

Se realiza semanalmente específicamente los días miércoles de las 8am – 4pm. Principalmente se procede a desocupar la tolva del triturador, para proceder a su respectiva limpieza de cribas, cuchillos fijos y cuchillos giratorios, revisión exhaustiva de los componentes y sus tolerancias, reapriete de pernos de fijación, revisión de tensión de correas chequeo de niveles de aceite o cambio de aceite si correspondiera por hora de trabajo, limpieza y revisión a paneles y componentes eléctricos.



Fuente: Cambiasso S.A.

Figura 2-5. Triturador lindner vista posterior

2.4.2. Mantenimiento correctivo o por avería

Las mantenciones correctivas en este son más comunes de lo habitual en su gran mayoría cuchillos quebrados, criba doblada o correas cortadas. Estos tipos de fallas

ocurren por la introducción de objetos no correspondientes (trozos metálicos) al proceso, cayendo dentro de la tolva del triturador e interponiéndose entre el rotor con cuchillos rotatorios y los cuchillos fijos, Produciendo una detención no deseada, un atascamiento del rotor o una rotura de los cuchillos.

La alta calidad de los componentes proporciona una larga duración, sin embargo, las cuchillas altamente resistentes al desgaste pueden sufrir desprendimientos de sus bordes, este cuchillo debido a su forma geométrica tiene la cualidad de adoptar las cuatro posiciones de su figura, para así extender su vida útil, sin embargo cuando el daño es irreversible se debe reemplazar el cuchillo, estos trabajos se pueden realizar eficazmente gracias al inmejorable acceso a los cuchillos y componentes a través de la tapa de mantenimiento hidráulica.



Fuente: Cambiasso S.A.

Figura 2-6. Rotor porta cuchillo móvil

El rotor consta de un diámetro 550 mm de acero forjado con incrustaciones de las bases porta cuchillos, posee una capacidad para montar 68 cuchillos móviles, cada uno de estos cuchillos tiene las siguientes dimensiones 65 mm x 65 mm x 28 mm.



Fuente: Cambiasso S.A.

Figura 2-7. Cuchillo móvil

2.4.3. Análisis comparativo

En la tabla 2-15. Se estipulan los valores adquiridos por los tiempos de detención del proceso en un lapso de 8 meses, donde se muestra el total de horas de mantenimiento preventivo y el total de horas de mantenimiento correctivo.

Tabla 2-15. Mantenimiento preventivo versus mantenimiento correctivo

HORAS DE DETENCIÓN PROCESO LINEAL		
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
FEBRERO	32	12,2
MARZO	32	19
ABRIL	32	16,1
MAYO	40	23,1
JUNIO	32	17
JULIO	32	6,5
AGOSTO	40	22,5
SEPTIEMBRE	32	23,7
TOTAL h	272	140,1

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3: PROPUESTA ECONÓMICA

3. PROPUESTA ECONÓMICA

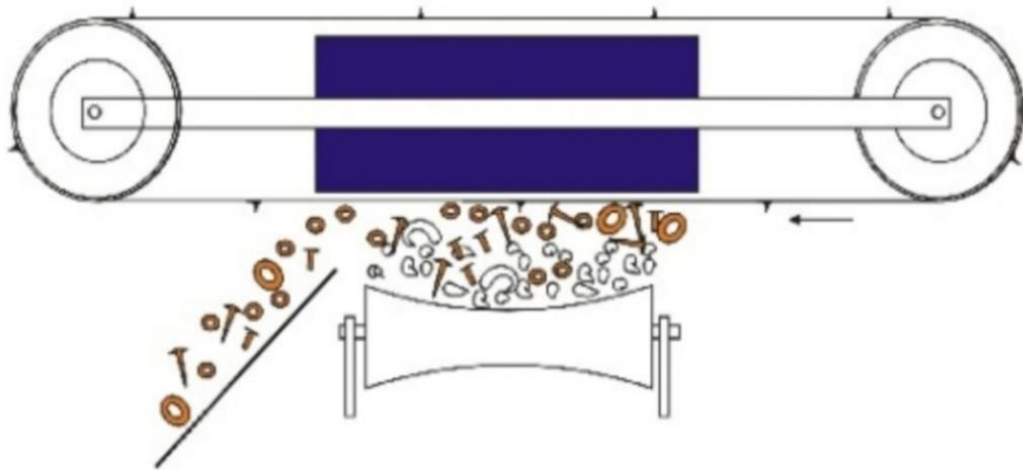
3.1. SOLUCIÓN INGENIERIL

¿Qué se debe hacer para prevenir?

Invertir en tecnología sería la mejor opción, la utilización e implementación de un equipo externo al proceso que realice la labor de quitar o alertar de los metales no deseados en el proceso es definitivamente lo que se necesita.

Se realizó un estudio en donde se analizaron algunos tipos de soluciones a la problemática.

- Separador magnético de imán de alta intensidad



Fuente: Magsy

Figura 3-1. Separador magnético de imán

El separador magnético con estructura sobre la cinta transportadora a pesar de su efectividad y su bajo costo al momento de invertir no fue convincente debido al formato de los fardos de plástico a reciclar, ya que debido a ese formato rectangular en que se acopian, los metales que estén introducidos dentro de éste no siempre podrán ser extraídos por el imán.

- Detector de metales



Fuente: Imaqsa ingeniería y maquinarias s.a.

Figura 3-2. Detector de metales

El detector de metales al instalarlo antes de la cinta transportadora corta que abastece el triturador no será el encargado de extraer el metal no deseado, pero sí el encargado de dar aviso mediante una baliza intermitente sonora. Analizada bien esta solución se espera una mejora de un porcentaje óptimo que pueda aumentar la disponibilidad del equipo, aumentando el porcentaje de disponibilidad del sistema.

Este equipo deberá ser instalado sobre una estructura metálica con rodillos transportadores adecuada para poder soportar un peso mínimo de 2000kg y un fácil acceso para el tránsito de una grúa horquilla, para poder descargar el fardo sobre los rodillos transportadores.

Se deberán incluir todo tipo de gastos extras en esta mejora, ya sea materiales, estructura, diseño y fabricación.

3.2. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Para poder tomar esta decisión se realizaron algunos análisis comparativos de efectividad y costos, con la recopilación de algunos datos se pudo establecer una matriz comparativa donde se priorizaron varios puntos absolutamente necesarios al momento de la toma de decisión. Cada punto de estos tiene una relevancia importante al momento de decidir, por motivos de cantidad de fallas en la actualidad en el área de producción se prioriza la efectividad del equipo detector de metales, enfatizando el sistema de trabajo que tiene el equipo detector de metales y su precisión, con su perfección para calibrar a fin de que sean capaces de localizar objetos metálicos de distintas dimensiones o a distintas profundidades dentro del fardo de polietileno. (Ver tabla 3-1.)

Tabla 3-1. Matriz de priorización

CRITERIOS DE DECISIÓN	Separador Magnético	Detector de Metales
Efectividad		x
Tecnología	x	x
Menor costo	x	
Ecológico	x	x
Fácil instalación	x	
Facilidad de uso	x	x
Fácil mantenimiento	x	
Formato de dimensiones		x
Instalación de estructura		x
Consumo eléctrico		x
Costo instalación		x
Costo capacitación		x

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se mostrará un análisis comparativo de costo inversión entre ambos equipos estudiados en donde claramente la propuesta no fue elegida pensando en escoger el equipo de menor costo, sino que priorizando otras características. Netamente la decisión de escoger el detector de metales en túnel DLS se debe a su gran efectividad y precisión con distintos tipos de metales, con la distribución en los espacios determinados dentro de la cinta transportadora, con su capacidad de detectar entre fardos

de mayor tamaño, y su mayor vida útil aplicando un adecuado mantenimiento preventivo. (Ver tabla 3-2.)

Tabla 3-2. Análisis comparativo de costos

Separador magnético		Detector de metales	
INVERSIÓN	COSTOS	INVERSIÓN	COSTOS
Equipo	4.500.000	Equipo	22.000.000
Instalación HH	200.000	Instalación HH	500.000
Infraestructura	0	Infraestructura	800.000
Capacitación	0	Capacitación	350.000
Total	4.700.000		23.650.000

Fuente: Elaboración propia

3.3. A INCORPORAR

El detector digital de metales en túnel DLS es utilizado para analizar materiales amontonados o bultos sobre una cinta transportadora. Detecta todas las impurezas metálicas magnéticas y no magnéticas (como acero, acero inoxidable, aluminio) incluidas también en el producto. Si se reconoce un metal, se puede dar una señal al control del proceso o dirigir un mecanismo de separación.

El estilo robusto le concede a este detector de metales una estabilidad mecánica y seguridad contra interferencias. Demuestra su fiabilidad en especial en el uso bajo duras condiciones, tanto de detección bastas como también en la exigente detección fina.

El tamaño del detector de metales se ajusta de acuerdo al caso de uso correspondiente, dependiendo del ancho del trabajo de la cinta transportadora y la altura del producto que se va a analizar.

**Un (01) Equipo Detector de Metales
Modelo C-Scan DLS 1780/1500/1300
Marca S+S, procedencia Alemana.**



Fuente: Comercial Andexport

Figura 3-3. Equipo detector de metales

Características generales

- Para inspección de material a granel o en piezas con una altura a partir de aprox. 100 mm.
- Alta sensibilidad para todos los metales.
- Fácil integración en cintas transportadoras o líneas de producción gracias a su diseño plano.
- El diseño robusto y masivo del detector garantiza su estabilidad y resistencia a interferencias.
- Parámetros predeterminados de fábrica facilitan la operación.
- Función Auto-Set para mejoramiento de la eliminación de interferencias externas y la prevención activa de activaciones por error.
- Modo de funcionamiento “Alukomp” Para compensación de película de aluminio (depende de la densidad de la capa)
- Control de auto balanceo - la altura de paso se puede cambiar con posterioridad, la unidad de control ajusta automáticamente el equipo a la nueva altura.

3.4. MEJORA EN TÉRMINOS DE GESTIÓN

Procura realizar acciones que mejoren la operación actual de la máquina como por ejemplo aumentar el tiempo medio de falla o disminuir el tiempo medio de reparación. En este caso, como bien se sabe el equipo triturador lindner es el más crítico dado que su indisponibilidad incide de manera evidente sobre los demás equipos en estudio.

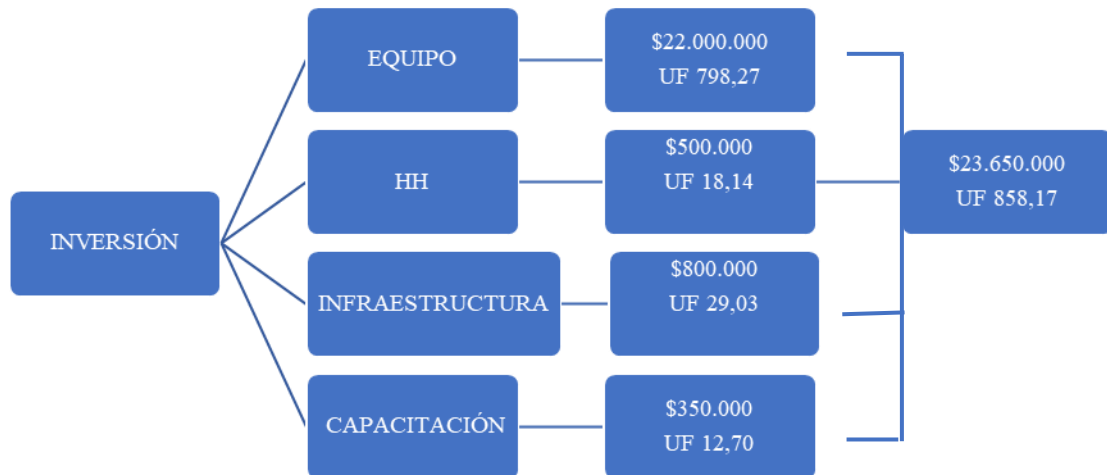
Dado lo anterior es que se propone disminuir los tiempos medios de reparación del equipo lindner en un mínimo de un 50 %. Esta mejora sería posible mediante la implementación de la instalación de un detector de metales anterior a la cinta transportadora que traslada el material a reciclar dentro del triturador lindner. Esta implementación tiene un costo de inversión el cual se analizará detalladamente para poder obtener un monto total y así evaluar su respectiva propuesta de recuperación de inversión.

Por motivos de la empresa, no fue posible obtener los gastos generales de la empresa, por lo cual fue completamente imposible realizar un flujo de caja, por lo tanto será completamente necesario realizar un análisis comparativo, ya que por opción del área de venta se pudo averiguar y acceder a el precio de la materia prima a utilizar y también la del producto final.

Esto nos podrá dar un resultado estadístico de los gastos de producción en cuanto a tiempo de detención, con esos datos podremos establecer si es completamente rentable la inversión a realizar, y en cuanto tiempo podremos reestablecer el capital invertido a raíz del tiempo que se evitara en cuanto a detenciones.

3.5. COSTO INVERSIÓN

La inversión propuesta cuenta con la incorporación del equipo (detector de metales), una infraestructura óptima para el montaje de esté, disposición absoluta de un mecánico y un eléctrico capacitado para la instalación, y la capacitación correspondiente para los operadores del buen funcionamiento de este equipo.



Fuente: Elaboración propia

Esquema 3-1. Inversión en equipo detector de metales

La inversión propuesta en este proyecto trata de un detector de metales DLS el cual tiene un valor de 798,27 UF, IVA incluido, en el valor esta agregado el traslado del equipo al lugar deseado, un mecánico montajista y un eléctrico capacitado, los cuales constaran de 4 hrs para el montaje e instalación del equipo, el valor establecido para dicha tarea es de 18,14 UF por el trabajo terminado para ambos trabajadores. Debido al tamaño de los fardos con los que se trabaja también se establece el diseño y construcción de una estructura acorde al trabajo a realizar, este trabajo tiene un valor establecido de 29,03 UF. Luego de tener la estructura y el equipo instalado, se decide implementar una capacitación del funcionamiento del equipo, acudiendo a un trabajador capacitado de la empresa fabricante que realice capacitaciones para los cuatro operadores correspondientes de cada turno, e integrando el uso del detector de metales al procedimiento de trabajo del operador, la cotización de esta capacitación tiene un costo de 12,70 UF.

3.5.1. Detenciones mensuales asociadas a sus pérdidas económicas

En la tabla 3-3. Se estipulará el número de fallas asociadas a su respectivo mes, el cual tendrá un tiempo de detención que se multiplicará por la producción esperada (1500 kg) y por el precio otorgado al kilogramo de pellet (\$396).

Tabla 3-3. Detenciones mensuales línea de producción

DETENCIONES LÍNEA DE PRODUCCIÓN				
MES	Nº FALLAS	TIEMPO DETENCIÓN / HR	VALOR PÉRDIDA	VALOR UF
FEBRERO	12	12,2	\$7.246.800	270.88
MARZO	13	19	\$11.286.000	421.86
ABRIL	8	16,1	\$9.563.400	357.47
MAYO	12	23,1	\$13.721.400	512.89
JUNIO	8	17	\$10.098.000	377.45
JULIO	6	6,5	\$3.861.000	144.32
AGOSTO	11	22,5	\$13.365.000	499.57
SEPTIEMBRE	13	23,7	\$14.077.800	526.21
TOTAL	83	140,1	\$83.219.400	3110.64

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Estrategia de aprobación

Como este estudio está enfocado en aumentar la continuidad del proceso de producción de recuperado, se ha puesto como meta llegar a un techo mínimo de un 50% en la disminución de las detenciones no deseadas que ha tenido la empresa en los últimos 8 meses muestreados, para así poder captar la atención de gerencia general, ya que si los valores que se emitirán según evaluaciones son de su aprobación, un porcentaje mayor a este sería mucho mejor.

En la actualidad el 49.8 % de las fallas del proceso lineal en serie, corresponden al equipo triturador lindner, con un total de 68,1 hrs de detención. Mediante la incorporación del equipo detector de metales, podremos disminuir las fallas del triturador en un 50 %, quedando un total de 34.9 hrs de falla lindner. Realizando la suma con el total de horas de detenciones no deseadas actual tendríamos un nuevo registro de 105.2 hrs de detención total, disminuyendo a un 33.1 % de fallas el triturador lindner en el sistema de producción (ver tabla 3-4.).

Tabla 3-4. Porcentaje de rechazo triturador lindner

EQUIPOS	Porcentaje de Rechazo	Horas de Detención
LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN SERIE	100%	140.1h
Triturador Lindner	48,6	68,1
Extrusora	20,48	28,7
Wipa II	15,91	22,3
Turbina	9,13	12,8
Centrífuga	4,56	6,4
Porcentaje de Rechazo Triturador Lindner		
Porcentaje actual	100%	68,1h
Porcentaje esperado	50%	34,05h
Mejora Implementada con Detector de Metales		
Horas esperadas de detención		34,05h
Horas esperadas de detención total		106,05h
Porcentaje de detención lindner		32,10%

Fuente: Elaboración propia

Se estipuló un análisis comparativo con los datos concretos a la actualidad versus datos de una mejora esperada de un 50 % (ver tabla 3-5.)

Tabla 3-5. Cuadro comparativo detenciones lindner

	SITUACIÓN ACTUAL	MEJORA ESPERADA
PORCENTAJE DE FALLA	100%	50%
DETENCIONES HRS	68,1	34,05
PÉRDIDAS ECONÓMICAS	\$40.451.400	\$20.225.700
VALOR UF	1.467,48	733,9
PROMEDIO DETENCIÓN MENSUAL	8,51 HRS	4,25 HRS
PROMEDIO DETENCIÓN EN COSTO	\$5.054.940	\$2.527.470
VALOR UF	183,4294	91,71
DISPONIBILIDAD	$5738,2 / (5738,2 + 68,1) = 0,98$ $0,98 \times 100 = 98 \%$	$5738,2 / (5738,2 + 34,05) = 0,99$ $0,99 \times 100 = 99 \%$
DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA	$0,99 \times 0,99 \times 0,99 \times 0,99 \times 0,99 = 0,95 \times 100 = 95 \%$	

Fuente: Elaboración propia

Ya argumentado anteriormente, por hora de detención tenemos una pérdida de \$594.000 en el área de producción, el detector de metales tiene como propósito disminuir en al menos un 50% la cantidad de horas de detención, por ende nuestra meta

es la disminución al menos de la mitad de la pérdida obtenida, llegando a un monto de \$297.000 por hora detenida (ver tabla 3-6.).

Tabla 3-6. Mejora esperada

COSTO ACTUAL DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS			
VALOR ACTUAL PELLET / HR \$594.000		VALOR DE MEJORA PELLET / HR \$297.000	
VALOR UF	21,55	VALOR UF	10,78
		AHORRO DE \$297.000 /HR	

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Horizonte del proyecto

En ingeniería, se entiende por horizonte de proyecto al lapso de tiempo para el cual se estima que la mejora cumpla cabalmente sus objetivos, con la finalidad de dosificar la inversión inicial.

Con los datos ya recopilados anteriormente y una mejora establecida a un 50 % de detenciones se traduce a una “no” pérdida de \$297.000 /hr en producción, con un tiempo detención media esperada de 4,25 hrs mensuales, para la recuperación de la inversión de \$23.650.000 se puede estimar que el tiempo de recuperación de esta inversión será de 18,5 meses; 556 días (ver tabla 3-7.).

Tabla 3-7. Recuperación de inversión

	DATO	VALOR UF	TOTAL
INVERSIÓN TOTAL	\$23.650.000	858,17	
RECUPERACIÓN ESPERADA /H	\$297.000	10,78	
CÁLCULO	\$23.650.000 / \$297.000 7h		79,6h
Hrs / Promedio hrs Mensual	79,6h / 4.25h x mes		18.5 meses
Tiempo de Recuperación en Días	18.5 mes x 30 día		556 días

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Moneda

Para la evaluación económica del estudio se considerará como unidad de medida la UF (Unidad de Fomento) al día 17 de Enero 2019, 1 UF = \$27.558,67 ya que esta unidad permite reajustar los valores futuros del proyecto de acuerdo a la variación que tenga el IPC.

3.5.5. Detalle de recuperación de la inversión

En la siguiente tabla (3-8) se detalla en peso chileno la recuperación de la inversión mes a mes, en donde se realizó el cálculo de promediación de fallas mensuales (4,25) del proceso de recuperado, el cual multiplicado por la cantidad de dinero ahorrada por hora (\$297.000) en referencia al proyecto de mejora de la implementación de un detector de metales a la línea de producción. Obteniendo un resultado de \$1.262.250 el cual será el monto que no perdería la empresa mensualmente gracias a la mejora.

También establece que el tiempo de recuperación de la inversión será en un tiempo de 18,5 meses, lo que como propuesta resulta bastante tentador, pensando en que la inversión y la finalidad del proyecto eran bastante grandes.

Tabla 3-8. Recuperación de inversión detalle mensual

TABLA DE RECUPERACIÓN INVERSIÓN MENSUAL		
MES	PROMEDIO MENSUAL	INVERSIÓN
		\$23.650.000
1	\$1.262.250	\$22.387.750
2	\$2.524.500	\$21.125.500
3	\$3.786.750	\$19.863.250
4	\$5.049.000	\$18.601.000
5	\$6.311.250	\$17.338.750
6	\$7.573.500	\$16.076.500
7	\$8.835.750	\$14.814.250
8	\$10.098.000	\$13.552.000
9	\$11.360.250	\$12.289.750
10	\$12.622.500	\$11.027.500
11	\$13.884.750	\$9.765.250
12	\$15.147.000	\$8.503.000
13	\$16.409.250	\$7.240.750
14	\$17.671.500	\$5.978.500
15	\$18.933.750	\$4.716.250
16	\$20.196.000	\$3.454.000
17	\$21.458.250	\$2.191.750
18	\$22.720.500	\$929.500
18,5	\$23.650.000	\$0

Fuente: Elaboración propia

Con los datos del proyecto estipulados solo queda la implementación de nuevas técnicas de trabajo, en donde se deberán establecer metodologías o proclamar procedimientos de trabajo, para una mayor vida útil del nuevo equipo y el proceso en sí.

3.6. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Con un nuevo equipo en la acción del proceso de triturado cómo será el detector de metales, se debe instruir un nuevo procedimiento de trabajo.

Acción a ejecutar

- Se procede a prender la máquina detectora de metales presionando el botón “on”
- Es obligación pasar por el detector de metales todo material que se incorpora a la cinta de alimentación del triturador lindner
- Mientras el material pasa por el detector de metales utilizar la cinta en modo manual (bloqueando la cinta) hasta que se abastezca lo suficiente para utilizar la
2

Luego de la implementación de un procedimiento de trabajo, se da por finalizado el proyecto de mejora al proceso de recuperado de plástico de la empresa Cambiaso, esperando sirva como material de apoyo o directamente con la aprobación de dicho proyecto por parte del área de producción o derechamente por parte de gerencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de este estudio, análisis y evaluaciones de factibilidad de implementar una mejora en el proceso lineal en serie, queda demostrado que era necesario buscar el porqué de las detenciones, identificando procedimientos no aptos, decisiones no acertadas y falta de tecnología en algunos tramos de la línea de producción del área de recuperado.

Para atacar el problema de raíz fue necesario recopilar información de fallas en un período establecido donde pudimos identificar el equipo crítico lo cual fue de gran relevancia para poder establecer alguna solución a las detenciones absolutas que sufría el proceso.

Ya identificado el problema principal, se tomó la decisión de invertir en nuevos equipos con la misma gama de tecnología, también se elaboró una matriz para poder tomar una decisión concreta de que equipo poder utilizar, priorizando la efectividad ante el costo de la inversión.

Se determinó que la factibilidad para implementar un detector de metales requiere una inversión de \$23.650.000 siendo la mejor opción ya que las maquinarias utilizadas en el proceso son de alta tecnología y las fallas no eran correspondiente al equipo sino agentes externos. Aunque al principio tendrá un costo alto de inversión las fallas disminuirán cuantitativamente y la vida útil de los componentes del equipo principal aumentarán y el capital invertido en un plazo de 556 días recuperará.

Como recomendación queda estipulado que con un buen plan de mantenimiento e innovadoras ideas se puede alargar la vida útil de algunos componentes, extender el período de trabajo de algunos equipos y mantener la continuidad de los proceso, aumentando la producción, mejorando las ventas y obteniendo un mejor ambiente laboral.

BIBLIOGRAFÍA

Manual Micromat 2000.

Diego Andrés Romero Torres, memoria “Estudio de prefactibilidad de nueva línea de productos de empresa hand security” (generación de energía renovable a través de paneles fotovoltaicos conectados on-grid para el hogar) Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña Del Mar - José Miguel Carrera.

Constanza Cecilia Lombardo Cortés, memoria “Plan de mejoramiento de disponibilidad en planta de refinería de cobre, división Codelco Norte” Universidad Santa María, Departamento de Industrias (septiembre 2016).

WEBGRAFÍA

Visitado en octubre del 2018 [en línea] <http://www.cambiaso.cl/old/>

Visitado en octubre del 2018 [en línea] <http://www.tecnofer.com>

Visitado en noviembre del 2018 [en línea] <http://www.ereima.at>.

Visitado en octubre del 2018 [en línea] https://www.google.com/search?q=triturador+lindner+cambiaso&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=xB9_1IqYZ75X7M%253A%252CNMbpFqHBds4L3M%252C_&usg=AI4_-kSkJm-UkvzqOL1EVe83ULBfFG5nuQ&sa=X&ved=2ahUKEwiU0JP0sNLfAhXCHZAKHYsIC8UQ9QEwAHoECAAQBA#imgc=xB9_1IqYZ75X7M:

Visitado en noviembre del 2018 [en línea] <https://www.rankia.cl/blog/analisis-ipsa/3814132-como-realizar-analisis-foda-empresa>

Visitado en Octubre del 2018 [en línea] [https://es.wikipedia.org/wiki/Jackknife_\(estad%C3%ADstica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Jackknife_(estad%C3%ADstica))

Visitado en noviembre del 2018 [en línea] <http://www.imaqsa.cl>

Visitado en octubre del 2018 [en línea] <http://www.magsy.es>