

**Universidad de Valparaíso**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



Propuesta de Mejoramiento del Sistema de Tratamiento  
de RILES para Recuperar Desechos de Plástico  
en la Planta Recicladora de Plásticos de la  
Empresa Cambiaso Hnos. S.A.C

Por:

**Tania Esmeralda León León**

Trabajo de Título para optar al Grado de  
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de  
Ingeniería Civil Industrial

Prof. Guía: Filadelfo de Mateo

Marzo, 2017.

*Quiero agradecer principalmente a mi mamá y a mi hermano que sin duda fueron parte importante de mi carrera universitaria. Mi mamá que siempre me apoyo incondicionalmente cuando decidí estudiar esta carrera, me cuidó y ayudó, sobre todo en los momentos difíciles cuando sentí que ya no podía más y quería rendirme. A mi hermano Fredy que de alguna u otra forma siempre era mi compañía cuando estudiaba hasta la madrugada y compartíamos un té y algo de comer para amenizar el estudio. Siempre estuvieron ahí dándome ánimos y motivación para seguir adelante.*

*A la familia que escogí, el Papá Oscar y la Mamá Ketty. Ellos son parte importante de mi vida y sin lugar a duda también fueron parte de este proceso que fue empezar y terminar mi carrera universitaria. A lo largo de mi vida siempre han estado ahí para apoyarme, alentarme y estar ahí para mí cuando los necesite.*

*A mis amigos de universidad que comenzaron esta linda experiencia conmigo y que se hicieron parte importante de mi vida, con ellos viví muchos buenos momentos, pero por sobre todo hicieron de este proceso una linda y entretenida experiencia, Cynthia, Cristina, Valentina, Tamara, José, Tomas, Ignacio.*

## Índice

Lista de Figuras .....	5
Índice de Gráficos.....	6
Índice de Tablas .....	7
Glosario .....	8
Resumen Ejecutivo.....	9
Introducción .....	10
Capítulo 1: La empresa.....	11
1.1 Origen .....	11
1.2 Carácter de la empresa .....	11
1.2.1 Visión .....	12
1.2.2 Misión.....	12
1.2.3 Valores.....	12
1.2.4 Compromiso con el Medioambiente .....	12
1.3 Marcas .....	12
1.3.1 Línea Hogar y Limpieza .....	13
1.3.2 Línea Bolsas de Aseo .....	14
1.3.3 Línea Empaques.....	14
1.4 Estructura Cambiaso Hnos. S.A.C .....	14
1.5 Procesos de la Planta de Recuperado en Cambiaso Hnos. S.A.C .....	16
1.5.1 Procesos de la Planta de Tratamiento de aguas .....	19
Capítulo 2: Planteamiento del Problema .....	22
Capítulo 3: Objetivos.....	23
3.1 Objetivo General .....	23
3.2 Objetivos Específicos .....	23
Capítulo 4: Metodología.....	24
Capítulo 5: Marco Teórico.....	26
5.1 Diagrama de Bloques de procesos.....	26
5.2 Diagrama Árbol de la Realidad Actual (ARA).....	28
5.3 Diagrama de Causa-Efecto .....	28
5.4 Evaluación de Proyectos .....	30
5.4.1 Estudio Técnico .....	30
5.4.2 Estudio Económico .....	32
5.4.3 Evaluación Económica.....	35
Capítulo 6: Aplicación de la Metodología.....	37

6.1	Identificar la situación actual de la Planta de Recuperado .....	37
6.2	Determinación de causas del problema real .....	43
6.3	Planteamiento y evaluación de la propuesta de mejora .....	47
6.3.1	Batea o Celda de Flotación TECNOFER.....	47
6.4	Medir los beneficios y los costos de llevar a cabo el proyecto .....	60
6.4.1	Batea o Celda de flotación.....	60
Capítulo 7: Análisis de Resultados .....		66
Capítulo 8: Conclusiones .....		68
Anexo.....		69
Anexo A: Informe de los procesos de la Planta de Recuperado .....		69
Anexo B: Fotos de la Instalación y Puesta en Marcha.....		77
Bibliografía.....		83

## Lista de Figuras

Figura 1: Diagrama de Proceso de Obtención de Productos de Polietileno.....	13
Figura 2: Organigrama Gerencial Cambiaso Hnos. S.A.C .....	14
Figura 3: Organigrama Planta de Polietileno Cambiaso Hnos. S.A.C.....	15
Figura 4: Diagrama de Procesos que se llevan a cabo en la Planta Recuperado ...	16
Figura 5: Patio de Acopio de Materia Prima .....	17
Figura 6: Maquina Weima para la Trituración de Materia Prima .....	18
Figura 7: Batea de Lavado con acumulación de plumilla. ....	22
Figura 8: Diagrama de Metodología .....	24
Figura 9: Elementos que Componen un Diagrama de Bloques de Procesos. ....	27
Figura 10: Diagrama de Causa-Efecto .....	29
Figura 11: Partes que Conforman un Estudio Técnico.....	31
Figura 12: Estructuración del Análisis Económico.....	32
Figura 13: Proceso de Trituración y Molienda de la Planta de Recuperado .....	37
Figura 14: Proceso de Limpieza en Líneas de Lavado Wipa .....	38
Figura 15: Proceso de Limpieza en Línea de Lavado Herbold.....	39
Figura 16: Proceso de Secado en Extrusora Gneuss .....	40
Figura 17: Proceso de Secado en Extrusora Erema .....	41
Figura 18: Diagrama de Flujo de Planta de Tratamiento de Aguas.....	42
Figura 19: Diagrama del Árbol de la Realidad Actual.....	43
Figura 20: Diagrama Causa-Efecto Sistema de Tratamiento de Aguas.....	45
Figura 21: Batea o Celda de Flotación .....	47
Figura 22: Batea o Celda de Flotación .....	48
Figura 23: Layout de la Planta de Recuperado .....	49
Figura 24: Sector donde se encuentra el Contenedor con el Generador Eléctrico ..	50
Figura 25: Sector donde se Encuentra el Contenedor con el Generador Eléctrico..	50
Figura 26: Plano de la nueva ubicación de la Celda de Flotación TECNOPER.....	51
Figura 27: Vista frontal del Plano de la nueva ubicación de la Celda de Flotación ..	52
Figura 28: Bomba Centrifuga Unicelular de Aspiración Axial e Impulsión Radial ....	53
Figura 29: Proceso de Recuperación de Plumilla de Polietileno .....	66
Figura 30: Celda de Flotación Instalada .....	67

## Índice de Gráficos

Grafico 1: Gráfico de Oferta Histórica de Agua Tratada en la Planta de tratamiento de Aguas .....	56
Grafico 2: Gráfico de Oferta Proyectada de Agua Tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas .....	57
Grafico 3: Gráfico de Demanda Histórica de Agua Tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas .....	58
Grafico 4: Gráfico de Demanda Proyectada de Agua Tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas .....	59
Grafico 5: Gráfico de Precio Histórico de Plumilla en el Mercado .....	62
Grafico 6: Gráfico de Precio Proyectado de Plumilla en el Mercado .....	63

## Índice de Tablas

Tabla 1: Representa el Gasto Energético de Celda de flotación.....	54
Tabla 2: Representa el Gasto Energético de Celda de flotación.....	54
Tabla 3: Representa el Detalle de Acumulación de Plumilla en Bodega.....	55
Tabla 4: Tiempo de Recuperación de Plumilla en Bodega.....	55
Tabla 5: Datos de Oferta Histórica de Agua Tratada.....	56
Tabla 6: Datos de Oferta Proyectada de Agua Tratada .....	57
Tabla 7: Datos de Demanda Histórica de Agua Tratada .....	58
Tabla 8: Datos de Demanda Proyectada de Agua Tratada.....	59
Tabla 9: Costos e Inversión para Puesta en Marcha de Celda de Flotación.....	60
Tabla 10: Costos Operacionales .....	61
Tabla 11: Depreciación de Equipos de Celda de Flotación.....	61
Tabla 12: Datos del Precio Histórico de Plumilla.....	62
Tabla 13: Datos del Precio Proyectado de Plumilla.....	63

## Glosario

- Código de conducta de proveedores: Este Código de Proveedor se aplica a cualquier y todos los proveedores, consultores, vendedores, corredores, comerciantes, distribuidores, contratistas, agentes y otros proveedores de otros bienes y servicios. El Proveedor reconoce y acuerda cumplir con las normas del Código de Proveedor, que es un componente integral de la relación comercial entre el Proveedor y la empresa, y es obligatorio para el Proveedor.
- Contaminación Ambiental: Es la generación excesiva de desperdicios, lo cual trae repercusiones negativas para el medioambiente.
- Infusión: Es una bebida obtenida de las hojas, las flores o de los frutos de diversas hierbas, que pueden o no ser aromáticas.
- Normativa DS 609: La presente norma de emisión tiene como objetivo mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas que los servicios públicos de disposición de éstas vierten a los cuerpos de agua terrestres o marítimos mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial, que se descargan en los alcantarillados.
- Oxobiodegradable: Se refiere a elementos que tienen la capacidad de degradarse en cualquier ambiente, interior o exterior, incluso en ausencia de agua. Esto es un factor muy importante en relación a los residuos, porque una elevada cantidad de residuos de plástico en tierra y en el mar no se pueden recoger o enterrar.
- Plumilla de polietileno: Es a lo que se reduce el polietileno luego de pasar por un proceso de Trituración y Molienda.
- Polietileno de alta densidad: Es un tipo de plástico que tiene densidad entre 0,941 a 0,965 gr. /cm<sup>3</sup>.
- Polietileno de baja densidad: Es un tipo de plástico que tiene densidad entre 0,910 a 0,925 gr. /cm<sup>3</sup>.
- Precio: Generalmente hay una creencia generalizada de que el precio viene dado por el equilibrio entre la oferta y la demanda, al mismo tiempo que relacionan las variaciones de éste en base a la llamada elasticidad de la demanda.

## Resumen Ejecutivo

El Proyecto de título se desarrolla en la empresa Cambiaso Hnos. S.A.C, la cual desde 1996 se dedica a la fabricación de productos de plásticos. Esto le ha permitido posicionarse en el mercado con su amplia gama de productos propios a través de la marca Superior, y a su vez tener clientes como Walmart y Cencosud, entre otros.

Para la fabricación de productos plásticos, la empresa cuenta con dos plantas ubicadas en la comuna de Placilla, la Planta de Polietileno y la Planta de Recuperado (de polietileno), esta última realiza actividades que permiten reciclar y procesar plástico ya usado, especialmente PEBD y PEAD (polietileno de baja y alta densidad respectivamente). Este plástico es traído de diversos lugares del país y ha sido utilizado en diferentes tipos de actividades, por lo que presenta un cierto grado de contaminación.

La empresa cuenta con un sistema de tratamiento de RILES, que actualmente no cumple con los requerimientos que la planta necesita, ya que el sistema no es suficiente para cumplir los parámetros de calidad exigidos, esto genera que se acumule residuos de polietileno (plumilla de polietileno) que por ahora no tiene ningún tipo de utilidad.

Es por este motivo que se enfocara el Proyecto de título en investigar a fondo el proceso de tratamiento de aguas, para así tratar la plumilla de polietileno que va en esas aguas y recuperarla, la idea es que deje de ser un residuo tanto como hoy es posible y pueda volver a ser procesada.

## Introducción

En la actualidad la generación excesiva de desperdicios contribuye de manera negativa a la contaminación ambiental, es por eso que, para disminuir las repercusiones sobre el medio ambiente, existen procesos de reciclaje para distintos tipos de residuos, como por ejemplo el reciclaje de residuos plásticos. El reciclaje de residuos plásticos es un método de tratamiento que implica la transformación total o parcial de los residuos plásticos, transformación que significa un nuevo producto, con uso similar o diferente al material que le dio origen.

En el presente trabajo de título se planteará un problema que está afectando hace un tiempo a la Planta de Recuperado de polietileno de la empresa Cambiaso Hnos. S.A.C (comuna de Placilla). Esta planta se dedica a realizar actividades que permiten reciclar y procesar plástico ya usado, especialmente PEBD y PEAD (polietileno de baja y alta densidad respectivamente). Este plástico es traído de diversos lugares del país y ha sido utilizado en diferentes tipos de actividades.

Las nuevas demandas y expectativas por parte de los clientes de la empresa, han ido en aumento este último tiempo. Es por esto que para llevar a cabo los procesos que permiten alcanzar la producción actual, se cuenta con maquinaria variada en cuanto a tecnología, es decir que en algunos casos hay maquinarias que se están actualizando de acuerdo con nuevas tecnologías que ofrece el mercado. Pero hay artefactos o equipos que no han sido renovados desde los inicios e incluso desde la creación de la planta. Actualmente la Planta de Recuperado de la empresa Cambiaso Hnos. S.A.C se está enfocando principalmente en aumentar la calidad de sus productos, y en cumplir con las necesidades y demandas de la Planta de Polietileno de la misma empresa.

Debido a la inquietud de si la planta cuenta con las maquinarias adecuadas para llevar a cabo sus procesos es que surge la necesidad de plantear un análisis inicial de la Planta de Recuperado de Cambiaso Hnos. S.A.C., específicamente del sistema de tratamiento de residuos líquidos, donde se realiza una caracterización de cada equipo que conforma el sistema de tratamientos de aguas. Esto permitir identificar el sector de la planta de tratamientos que retrasa los procesos subsiguientes, de esta forma se pueden analizar alternativas de mejoras.

Luego de seleccionar la alternativa que permita dar solución a la problemática, se presenta el proyecto de Instalación de una Celda de Flotación que se encarga de procesar plumilla de polietileno, permitiendo que se utilice está como producto.

## **Capítulo 1: La empresa.**

### **1.1 Origen**

Cambiaso Hnos. S.A.C es una empresa familiar, fundada en 1875. En sus inicios la empresa se dedicaría a la importación de todo tipo de productos, principalmente de manufactura italiana, como aceite de oliva, yerba mate, Té, y a la exportación de frutos del país.

En 1960, la compañía se ve enfrentada a una seria crisis que pone en gran riesgo su existencia. En ese momento asumen la dirección Luis Cambiaso Ropert y Mónica Cambiaso Ropert, que ponen todos sus esfuerzos para superar tan grave situación. Poco tiempo después se comienza la venta del té envasado, uno de los principales productos de la compañía, cumpliendo con las nuevas exigencias gubernamentales de la época.

En 1983 la empresa incursiona en el área de los plásticos como alternativa para producir sus propios empaques para la línea de té. Esta actividad comienza a tomar fuerza propia y, aprovechando su excelente distribución dentro del país, se especializa en Bolsas de Aseo y productos de empaque para los supermercados creando la marca Superior.

Siguiendo con su incursión en el área de los plásticos, en 1996 Cambiaso Hnos. S.A.C pone en funcionamiento la mayor planta de Chile dedicada a la recuperación de polietilenos. Esto ha significado la creación de una red de recolectores de plásticos en desuso, los cuales tradicionalmente iban a parar a los vertederos generando contaminación. Paralelamente, debido al crecimiento del negocio del té, la empresa traslada sus plantas productivas a la localidad de Placilla, Valparaíso, donde se encuentran hasta hoy la Planta de Té Supremo, la Planta de Recuperado de Polietileno y la Planta de Polietileno.

Como una forma de diversificar las líneas de productos plásticos de Cambiaso Hnos. S.A.C., se adquiere la empresa Alufoil S.A., con sus conocidas marcas Alufoil, Aluplast, Alupaper y Alubags, como también los productos de limpieza Clean, las bolsas de aseo Basulip y las bolsas multiuso La Facilita.

Actualmente la empresa cumple 140 años de vida, siendo una de las más antiguas del país y de las pocas que aún permanecen en manos de la familia fundadora, encabezados por don Luis Cambiaso Ropert.

### **1.2 Carácter de la empresa**

Cambiaso Hnos. S.A.C es una empresa chilena que tiene como objetivo principal implementar métodos y estrategias contemporáneas de organización, planificación y gestión. Basado en herramientas que permiten aprovechar eficientemente los recursos existentes y llegar a los estándares de sectores desarrollados. Esto es de vital importancia si se tiene en cuenta que la empresa actualmente exporta a veintiséis países, además es parte fundamental para el desarrollo de la empresa tanto dentro como fuera del país. La idea de la empresa es seguir siendo una destacada empresa familiar en Chile, ya que si Chile se desarrolla la empresa crece.

### **1.2.1 Visión**

“Captar la preferencia de sus consumidores en el país y en el extranjero, teniendo en cuenta el entorno social y ambiental, con el objetivo de lograr el bienestar de sus consumidores. Manteniendo además un respeto por las normas y el mercado en donde participamos.”

### **1.2.2 Misión**

“Mantener la tradición de ser una empresa familiar y líder en cada uno de los mercados en los que participamos, ofreciendo productos con altos estándares de calidad. Además, trabajando con un marcado énfasis en el reciclaje, a través del uso permanente de tecnologías amigables con el medio ambiente.”

### **1.2.3 Valores**

**Tradicición:** Nos esforzamos por conservar la identidad de la empresa y hacer que perdure en el tiempo a través de las generaciones futuras, permitiendo que la empresa se consolide sin perder su esencia.

**Pertenencia:** Esforzarse por ser fiel a las normas, para lograr que nuestros trabajadores se sientan seguros, y puedan desarrollar un sentido de pertenencia y satisfacción con su lugar de trabajo. La idea es que estén dispuestos a seguir normas de convivencia laboral.

**Compromiso:** Ofrecer productos que cumplan y superen las expectativas de nuestros clientes. Nos comprometemos a satisfacer sus necesidades.

**Responsabilidad:** Nos preocupamos por cuidar y mejorar el medio ambiente y la comunidad en la que estamos inmersos.

### **1.2.4 Compromiso con el Medioambiente**

Refiriéndose específicamente a la fabricación de productos derivados de polietileno, la empresa siempre ha tenido un objetivo claro respecto al proceso de reciclado, y en este caso tiene relación con disminuir el impacto que pueda afectar al medioambiente el plástico ya reciclado. Es así como Cambiaso Hnos. S.A.C se compromete a contribuir a limpiar el medio ambiente. Y con los productos de la marca Superior se estará limpiando y dejando de contaminar al mismo tiempo. Al ser fabricadas con un alto porcentaje de plástico reciclado se disminuye en cierta medida la cantidad de desechos plásticos que de lo contrario terminarían en un vertedero, lo importante de estos productos plásticos es que se les da uso, pero como Bolsas Oxobiodegradables que sólo demoran 2 años en degradarse, en vez de 200 años como las tradicionales.

## **1.3 Marcas**

Cambiaso Hnos. S.A.C es una empresa que ofrece una amplia gama de productos. La empresa cuenta con marcas bastante conocidas en el mercado, lo que permite que se conviertan en las preferencias de los consumidores. Lograr obtener la preferencia de los consumidores se debe principalmente a que la empresa se ha dedicado a satisfacer las necesidades de sus clientes, y se ha preocupado de fijar precios convenientes, manteniendo una buena red de distribución de sus productos a través de todos los mercados en los que participa.

Como se mencionó anteriormente Cambiaso Hnos. S.A.C se dedica a la fabricación de empaques para té e infusiones, y además se dedica a la fabricación de productos plásticos. Estos productos plásticos, están hechos a base a Polietileno (de alta y baja densidad), y a través del siguiente diagrama se muestra en proceso general de producción:

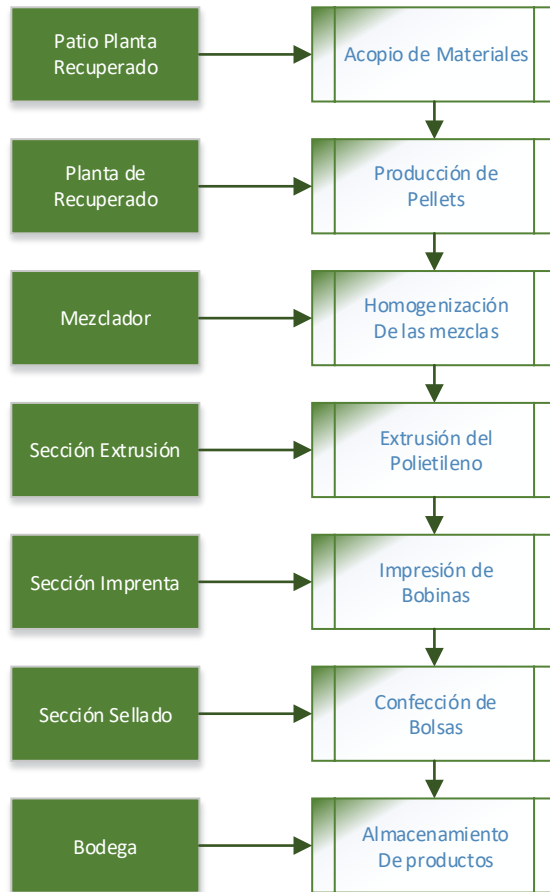


Figura 1: Diagrama de Proceso de Obtención de Productos de Polietileno

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Entregada por la Empresa Cambiaso Hnos.

A continuación, se presenta las principales líneas de productos plásticos

### 1.3.1 Línea Hogar y Limpieza

Es una línea de productos que tiene como objetivo mantener el espacio donde se vive o se trabaja limpio y libre de infecciones es indispensable para evitar enfermedades, y procurar la salud de toda la familia. La línea Hogar y Limpieza incluye los más variados e innovadores productos para hacer más fácil y eficaz esta importante tarea de todos los días. Se destacan marcas como: Alufoil, Aluplast, Alupaper, Alubags, Clean, Bombillas plásticas Superior.

### 1.3.2 Línea Bolsas de Aseo

En esta línea, se pueden encontrar productos que permiten conservar la limpieza e higiene, y a su vez evitar infecciones y preservar la salud de toda la familia. Las bolsas de basura se han convertido en un producto de uso cotidiano en un número creciente de hogares, porque aíslan la suciedad de la basura, residuos y olores. Dentro de esta línea se destacan marcas como: Bolsas de aseo Superior que se elaboran de manera tal que las bolsas se biodegraden en 2 años, además que el uso de material reciclado también significa una enorme ventaja desde el punto de vista ambiental. Otro producto son las Bolsas de aseo Basulip, las cuales son fabricadas con polietileno de baja densidad virgen, más un porcentaje de polietileno reciclado de primera calidad, que les otorga mayor flexibilidad y resistencia, también están las Bolsas de aseo Azero.

### 1.3.3 Línea Empaques

Esta línea de empaques ofrece una excelente solución para supermercados y comercio en general, mediante bolsas tipo camisetas blancas y de color, en rollo y con prepicado, además de variados formatos y soportes para una mayor comodidad en su manejo. Las bolsas tipo camiseta entregan una excelente solución de empaque a supermercados, autoservicio y negocios como almacenes, panaderías, carnicerías, paqueterías y comercio en general, pueden venir con o sin impresión de la marca, según las necesidades de cada cliente, las Bolsas Prepicadas son las bolsas que suelen utilizar los supermercados en las secciones de verduras, frutas, fiambrería, carnicería, panadería y pastelería.

## 1.4 Estructura Cambiaso Hnos. S.A.C

La empresa cuenta con un personal de trabajo de 1057 personas, las que distribuye de la siguiente manera: Planta de Té cuenta con 374 personas, la Planta de Polietileno y la Planta de Recuperado en conjunto cuentan con 272 personas, en el Centro de Distribución trabajan 37 personas, en Administración cuentan con 89 personas y en Ventas cuentan con 285 personas.

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa Cambiaso Hnos. S.A.C.

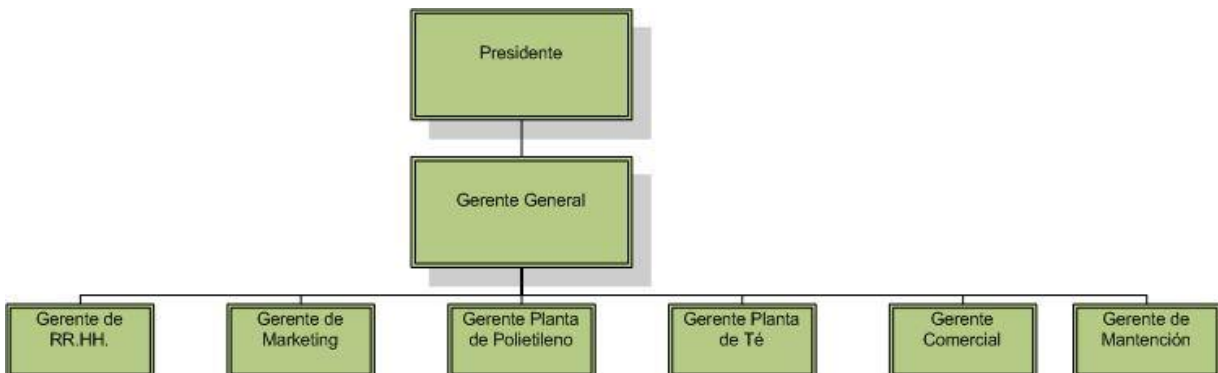


Figura 2: Organigrama Gerencial Cambiaso Hnos. S.A.C

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Entregada por Cambiaso Hnos. S.A.C

A continuación, se presenta el organigrama que corresponde a la Planta de Polietileno y a la Planta de Recuperado de Cambiaso Hnos. S.A.C.

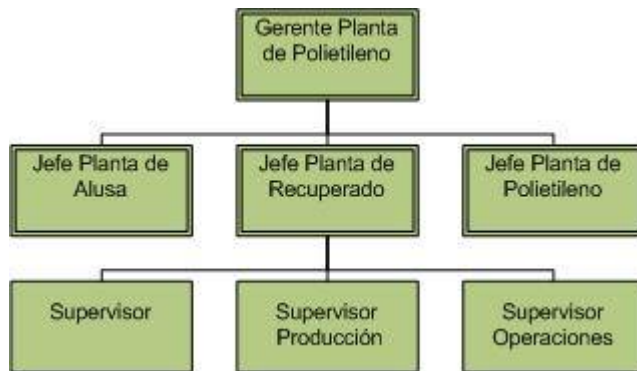


Figura 3: Organigrama Planta de Polietileno Cambiaso Hnos. S.A.C

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Entregada por Cambiaso Hnos. S.A.C

El gerente de la Planta de Polietileno, dirige además la Planta de Recuperado. Como se mencionó anteriormente ambas plantas cuentan con 272 trabajadores.

Este Proyecto de título se desarrolla específicamente en la Planta de Recuperado de Polietileno, en la cual está incluido un Patio para el acopio de material. La planta está a cargo del Jefe de Planta de Recuperado. Las actividades y los procesos que se llevan a cabo dentro de la planta son monitoreados por tres supervisores. La planta funciona las veinticuatro horas del día, con tres turnos de ocho horas, rotando entre 4 turnos durante la semana (Turno A, Turno B, Turno C y Turno D). Cada turno está a cargo de un jefe de turno.

## 1.5 Procesos de la Planta de Recuperado en Cambiaso Hnos. S.A.C

El polietileno es un producto que tiene la capacidad de ser reciclado, el cual a través de procesos industriales, se funde y transforma en pellets de polietileno. Estos luego se usan para confeccionar las bolsas de basura Superior. Cambiaso Hnos. compra polietileno desechado de procesos industriales como: Agricultura, Pesquerías, Minería y otros, los que recicla en sus Plantas y los utiliza como materia prima de sus productos.

Los procesos que se llevan a cabo en la Planta de Recuperado son: Selección de material de acuerdo a su procedencia, Trituración y Molienda, Limpieza en línea de lavado, Secado y Obtención de Pellet reciclado.

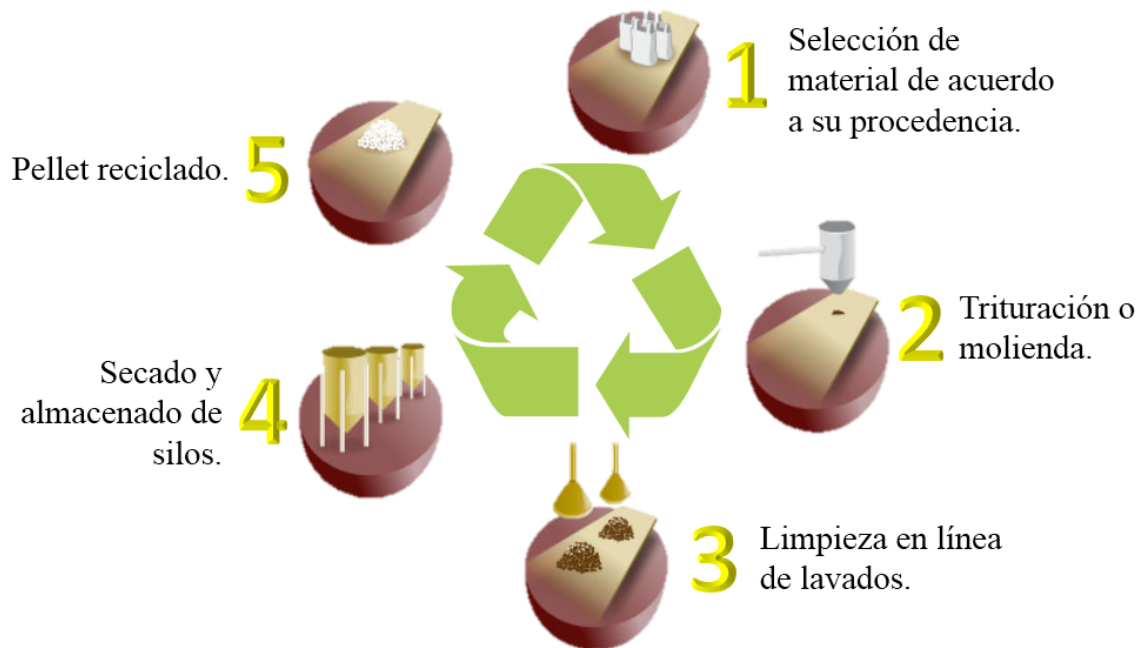


Figura 4: Diagrama de Procesos que se llevan a cabo en la Planta Recuperado

Fuente: Elaborado por la Empresa Cambiaso Hnos. S.A.C

La primera etapa que es el proceso de selección del material de acuerdo a su procedencia, se lleva a cabo en el Patio de acopio de material en el que se encuentra las siguientes unidades operativas: Sector de acopio de mermas, bodega de productos inflamables, bodega de productos corrosivos, sector para la mezcla de material, sector de trituradores Weima, jaulas de acopio de material, sector pesajes, contenedor de chatarra.

El proceso de selección de material, comienza con la llegada de materia prima en camiones que vienen de distintas regiones del país. Todo esto bajo el monitoreo del supervisor del patio para acopio de material. Lo primero que se debe hacer es descargar el camión y comenzar a ubicar en las jaulas de acopio los fardos de materia prima, con la ayuda de una horquilla. Una vez descargado el camión, se revisa el material para comprobar que viene en buenas condiciones, es decir que no contenga elementos que no sean polietileno. En caso de encontrar elementos que no sean polietileno entre los fardos, inmediatamente se hace un reclamo directamente a la empresa proveedora. Luego de revisar el material se da la aprobación para que el material pueda pasar al proceso siguiente. Los participantes de este proceso son: el Supervisor del Patio de Acopio de Materia Prima, dos horquilleros que manejan las horquillas que participan en la descarga del camión y en la ubicación del material en las jaulas de acopio, y cuatro ayudantes para la descarga de camiones.

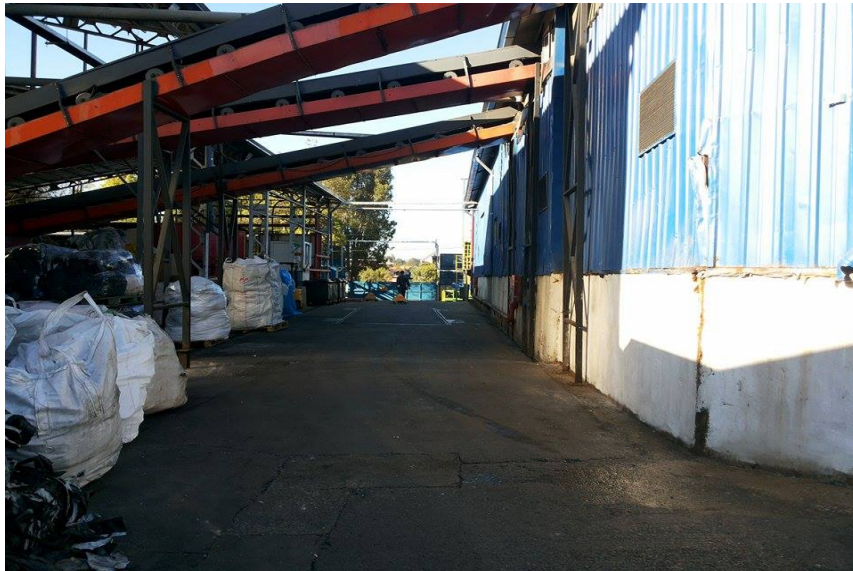


Figura 5: Patio de Acopio de Materia Prima

Fuente: Entregada por la Empresa Cambiaso Hnos. S.A.C

La segunda etapa que es el proceso de Trituración y Molienda, se lleva a cabo en el caso de trituración en el Patio de acopio de material, y en el caso de la Molienda al interior de la Planta de Recuperado. Los participantes de este proceso son: el Supervisor de Operaciones, un Operador máquina Weima que está encargado de manejar la máquina, un ayudante para el operador máquina Weima, dos Molineros que se encargan de operar los molinos.



Figura 6: Máquina Weima para la Trituración de Materia Prima

Fuente: Elaborado por Empresa Weima

La tercera etapa es el proceso de Limpieza en Línea de Lavado, este proceso se lleva a cabo al interior de la planta y para ello cuenta con tres líneas de lavado. Una Línea de Lavado Wipa 2-3 y una Línea de Lavado Herbold. Participan de este proceso, el Supervisor de operaciones y dos operarios, que en la planta son denominados como Lavador 1 y Lavador 2, que se encargan de manejar, operar y mantener las líneas de lavado.

La cuarta etapa es el proceso de secado, este se lleva a cabo al interior de la planta y para este proceso se utilizan dos máquinas extrusoras distintas. Una es la Extrusora Gneuss, la otra extrusora que se utiliza en este proceso de secado, es la Extrusora Erema. Este proceso cuenta con la participación del Supervisor de Operaciones y del Supervisor de Producción, además de un Operador Erema y un ayudante para el operador Erema.

Finalmente del proceso de secado o extrusión, se obtiene el pellet seco el cual mediante una turbina se traslada hacia el punto final de almacenamiento.

### 1.5.1 Procesos de la Planta de Tratamiento de aguas

La planta de Recuperado de Cambiaso Hnos. S.A.C., cuenta con una Planta para el Tratamiento de aguas. El proceso de tratamiento de aguas busca la transformación del agua sucia proveniente desde las líneas de lavado y extrusión de la planta de recuperado, de forma que esta agua pueda ser reutilizada en los procesos mismos, sin generar daño alguno a la máquina, al operario o al medio ambiente. Esto se logra separando los residuos sólidos inmersos en el agua mediante reacciones físico-químicas. A su vez estos residuos sólidos son transformados en tortas del barro en un proceso adyacente.

El agua sucia es succionada desde las piscinas de acumulación mediante bomba sumergible, para llegar al tamiz rotativo, el cual se encarga de separar los restos de plumilla mezclados con el agua.

El agua de esta separación cae en un estanque y a través de una bomba centrífuga el agua es impulsada hacia el mezclador estático, donde se agregan el coagulante y el floculante. El primero permite la estabilización de la carga del ril y el segundo logra la aglomeración y aumento de la densidad de las partículas contenidas en ella.

Luego en el sistema DAF (sistema de flotación por aire disuelto) ingresa aire presurizado mediante una bomba permitiendo la flotación de los residuos aglomerados en el agua, a su vez mediante un sistema de paletas estos residuos son retirados de la superficie y llevados a la zona de succión de una bomba extractora de lodos. Por otro lado el agua que fue separada en el DAF es enviada a un estanque de rebalse y de allí se distribuye nuevamente por medio de bombas centrífugas a los diferentes puntos de procesos de lavado y extrusión.

El funcionamiento de la Planta de Tratamiento de aguas, se puede llevar a cabo mediante el trabajo conjunto de 17 unidades operativas que componen la planta. Estas unidades son:

- 1) Piscinas: Hay dos tipos de piscinas de acumulación, las de agua tratada y la de agua sucia. Las primeras se encargan de acumular agua para ser utilizadas en las líneas de lavado, así como en el enfriamiento de pellets para las líneas de extrusión. El segundo tipo de piscinas es para la acumulación de las aguas salientes de los procesos de las líneas de lavado y extrusión, esta agua posee una gran cantidad de residuos e impurezas.
- 2) Bombas sumergibles Flygt: Bombas sumergidas en las piscinas de agua sucia, su función es transportar agua desde las últimas hacia el estanque del tamiz rotativo. Poseen un pequeño filtro denominado sapito que permite bloquear el ingreso de sólidos de gran tamaño.
- 3) Tamiz Rotatorio: Permite la separación de los compuestos sólidos ubicados en el agua, esto se consigue mediante un sistema de filtro cilíndrico rotativo que permite la filtración del agua mediante el efecto de la gravedad, a su vez un sistema de aspas contenido dentro del cilíndrico permite el desplazamiento de los sólidos atrapados en él hacia el proceso de lavado. El agua a la salida del tamiz se acumula en un estanque.

- 4) Batea lavado de plumilla: Esta batea recibe todos los materiales sólidos que caen de la filtración realizada por el tamiz rotatorio. A través del sistema de tambores va lavando la plumilla de plástico, la que después del proceso de lavado es elevada por un tornillo hacia otro tornillo compactador. Dicho tornillo va prensando la plumilla para retirarle la mayor cantidad de agua posible. El resultado de esto cae a una saca para posteriormente ser almacenado y reprocesado en el proceso de extrusión.
- 5) Estanque salida del tamiz: Es un estanque de gran envergadura, en el se acumula el agua filtrada, posee un sistema de rebalse que arroja el agua en las piscinas de agua sucia cuando la cantidad de agua es excesiva. La gravedad y el efecto producido por la succión de una bomba permiten trasladar el agua desde este estanque al mezclador estático.
- 6) Bomba alimentación mezclador estático: Bomba cuya función es transportar agua desde el estanque ubicado a la salida del tamiz hacia el mezclador estático.
- 7) Medidor de Caudal Siemens: Luego de la bomba Vogt y antes del mezclador estático se encuentra un caudalímetro digital, en el cual se puede visualizar el caudal que pasa a través de la cañería antes de entrar al mezclador.
- 8) Mezclador estático: El mezclador estático es una estructura en forma de espiral, el cual tiene como función permitir la mezcla de los productos químicos coagulante y floculante, al agua proveniente desde el tamiz. Debido a su forma espiral permite la mejor mezcla entre componentes.
- 9) Estanque disolución del polímero floculante: Este estanque posee un sistema de motor con paletas que permite la agitación de su contenido, dentro de él se mezcla agua y el polímero floculante.
- 10) Bomba de dosificación de polímero: Esta bomba se encarga de succionar el contenido del estanque de agitación del polímero para dosificarlo en el mezclador estático. Posee la cualidad de que según la presión que ingrese en ella entrega mayor o menor caudal.
- 11) IBC PAC (Policloruro de aluminio): Estanque industrial para acumulación de fluidos, está compuesto de plástico y reforzado con acero por fuera, contiene el químico coagulante que se introduce en el mezclador estático.
- 12) Bomba dosificación de coagulante: Esta bomba se encarga de succionar el contenido del estanque IBC con coagulante para dosificarlo en el mezclador estático. Posee la cualidad de regular el flujo de dosificación en forma manual. El caudal necesario para este proceso aparece en los parámetros de trabajo.
- 13) DAF (sistema de flotación por aire disuelto): Consiste en un sistema de separación de sólidos y grasas contenidas en las aguas, y mediante la despresurización de la mezcla aire-agua, proveniente desde la bomba Nikuni, se producen micro-burbujas que permiten la flotación de sólidos los que son retirados por unas rastras para ser llevados a la planta de extracción de lodos.
- 14) Bomba Nikuni y sistema de presurización: La bomba Nikuni toma agua de recirculación proveniente desde el DAF y le incorpora aire, en el estanque contiguo se eleva la presión permitiendo que el agua absorba más aire en sus partículas. Luego esta mezcla es enviada a la entrada del DAF para mezclarse con el agua proveniente desde el mezclador estático.
- 15) Estanque de rebalse y piscinas de agua tratada: este estanque se encuentra a la salida del DAF, y tiene como función acumular el agua del mismo y a su vez ser fuente de suministro para las líneas de lavado y extrusión.

- 16) Sistema de filtrado COTACO: Este sistema cuenta con 3 equipos, floccodecantor, filtro de profundidad o de arena, y filtro de carbón. Este sistema permite pulir el agua, para lo cual toma agua del tratamiento del DAF y a través de una bomba lo hace pasar por un pequeño mezclador estático, con el fin de agregar PAC y polímero para decantar los sólidos que no pudieron ser separados en el sistema DAF. En el floccodecantor decantan todos los flóculos generados y se van depositando en el fondo de éste para ser enviados a la planta de lodos. El agua emerge por la parte superior del floccodecantor e ingresa al filtro de arena para después pasar al filtro de carbón. El agua obtenida debiera ser de una buena calidad no superior a 10 NTU (unidad de medición para la turbidez) y sin malos olores. Esta agua es utilizada para los puntos de lavado más exigentes como los tornillos lavadores de la línea WIPA o bomba desgasificadora Gneuss. Una vez al día el sistema realiza un retro lavado con agua limpia para eliminar las impurezas de los filtros.
- 17) Bombas de lavado y extrusión: Estas bombas se encargan de la distribución desde los estanques de agua tratada o filtrada hacia las líneas de lavado y extrusión, poseen un gran caudal.

Es importante mencionar que en la Planta de Recuperado de Cambiaso Hnos. S.A.C., se realiza una mantención preventiva cada miércoles de cada semana. Para ello hay procedimientos e instructivos para los operarios y ayudantes de operarios de las diferentes máquinas, donde está la información paso a paso para realizar el trabajo de forma segura, esto también les permite realizar una adecuada mantención a cada máquina. Además existen líneas de color amarillo que demarcan los lugares de trabajo y las vías por donde las grúas horquillas pueden conducir. Además existen diferentes señaléticas de vías de escape, extintores y red húmeda en caso de incendio. Por otro lado, los trabajadores cuentan con un adecuado equipo de protección personal, para realizar sus actividades.

## Capítulo 2: Planteamiento del Problema

Como se mencionó en la descripción de los procesos que se lleva a cabo en la Planta de Recuperado en Cambiaso Hnos. S.A.C.. El proceso de reciclado de polietileno comienza con la llegada de los desechos y su selección de acuerdo a su procedencia. Luego el desecho seleccionado pasa a un proceso de trituración y molienda para reducir su tamaño, y así pasar al proceso siguiente. La etapa siguiente es la limpieza de los desechos en la línea de lavado, una vez que se extrae toda la suciedad que pueda llevar, pasa al proceso de secado; finalmente se almacena en silos para luego obtener pellets.

La Planta de Recuperado de Cambiaso Hnos. S.A.C cuenta con un sistema de lavado bastante sofisticado para realizar el proceso de limpieza, de este proceso se genera dos efluentes. El principal es el polietileno en condiciones para ser secado y convertido en pellet, y una segunda corriente que son los residuos industriales líquidos (RILES) los cuales deben ser tratados (en la Planta de Tratamiento de aguas), para recuperar y recircular el agua en condiciones adecuadas para su nuevo uso en el sistema de lavado y en el sistema de extrusión. En este caso se detecta un problema en el proceso de lavado o limpieza, ya que la segunda corriente (RILES), arrastra una plumilla de polietileno. En el proceso de lavado no se logra eliminar toda la suciedad de la plumilla de polietileno, y por lo tanto no puede pasar al proceso de secado, esto genera que la plumilla se una a la segunda corriente que son los RILES. En la actualidad el sistema de tratamiento de aguas en la Planta no es suficiente para cumplir con los parámetros de calidad requeridos, esto genera que se acumulen entre 1 y 1,5 toneladas diarias de plumilla, y en bodega hasta la fecha hay aproximadamente 750 toneladas de plumilla almacenada. Por ahora no se le da un uso adecuado, quedando almacenada en bodega ocupando espacio necesario, que además implica un costo mensual para la empresa, por concepto de arriendo de una bodega externa a la empresa.



Figura 7: Batea de Lavado con acumulación de plumilla.

Fuente: Entregada por la Empresa Cambiaso Hnos. S.A.C

## **Capítulo 3: Objetivos**

### **3.1 Objetivo General**

Generar una propuesta de mejora para el proceso de tratamiento de Riles, basada en el diagnóstico y evaluación del proceso antes mencionado, desarrollado en la Planta Recicladora de plásticos de Cambiaso Hnos. S.A.C.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Conocer los puntos críticos dentro del proceso productivo, que dan origen al problema y los parámetros que se deben cumplir según las normas ISO 14001 y OHSAS 18001.
- Investigar equipos de tratamiento, adecuados a las necesidades y recursos de la Planta de Recuperado de polietileno.
- Identificar los beneficios que podría generar la recuperación de la plumilla de polietileno.
- Proponer la obtención de maquinarias y realizar un estudio de mercado que permita la elección de la mejor alternativa para el tratamiento y posterior recuperación de la plumilla de polietileno.

## Capítulo 4: Metodología

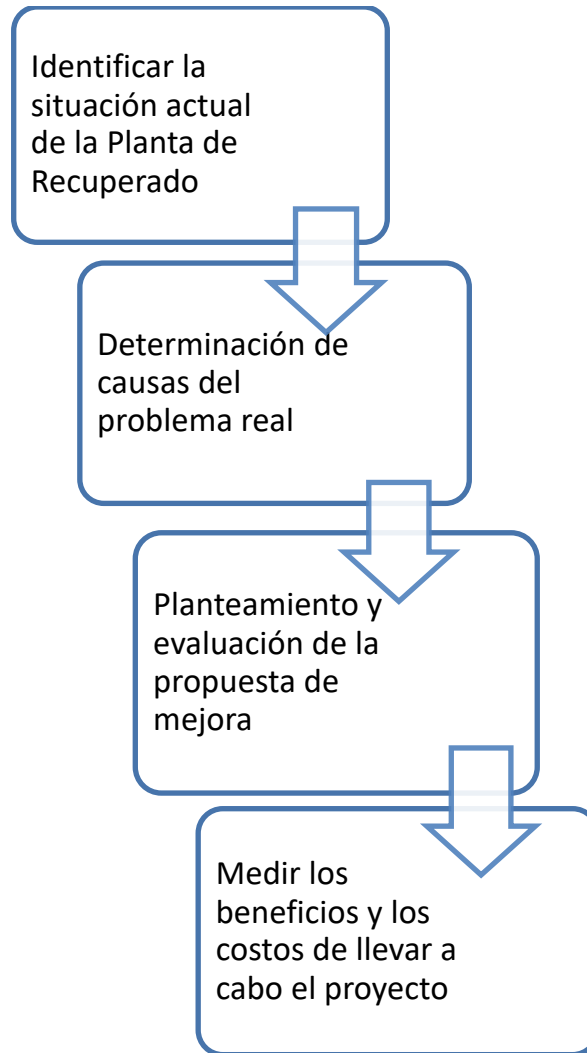


Figura 8: Diagrama de Metodología

Fuente: Elaboración Propia

Identificar la situación actual de la Planta de Recuperado: Se refiere a analizar las fallas que permiten identificar el problema dentro del proceso, para ello se realizará una estandarización de los procesos que se llevan a cabo en la Planta de Recuperado y fundamentalmente en la Planta de Tratamiento de Aguas, para obtener mayor información y conocimiento del funcionamiento de la planta. Información que puede ser utilizada para la detección del problema y la búsqueda de una posible solución.

Determinación de causas del problema real: Se pretende conocer las causas que generan el problema real y afectan en su mayoría al sistema de tratamiento de aguas. Estas causas se conocerán a través del Árbol de la realidad actual (ARA).

Planteamiento y evaluación de la propuesta de mejora: Una vez establecidas las causas del problema que afectan al sistema de tratamiento de aguas, se deben encontrar las soluciones. Es por esto que se construirán alternativas de propuesta de mejora que permitan solucionar los efectos de estas causas en el proceso.

Aunque solo se trata de una propuesta, es necesario conocer todos los costos que estarían involucrados en una posible implementación. Motivo por el cual se realizará también una evaluación económica del proyecto.

Medir los beneficios y los costos de llevar a cabo el proyecto: Los beneficios se analizarán al obtener resultados de la aplicación de la propuesta de mejora. Los costos están directamente relacionados con los procesos del proyecto, ya sea por el costo de inversión, por el costo de mantención y por costos operacionales.

## Capítulo 5: Marco Teórico

Para establecer la metodología de trabajo, es necesario realizar una definición teórica de todas las herramientas que se utilizarán de aquí en adelante. Todo esto teniendo en cuenta el problema base, que es la acumulación de plumilla de polietileno. Esta plumilla es arrastrada por la corriente de RILES que sale del proceso de lavado y que es procesada en la Planta de Tratamiento de aguas que tiene la empresa Cambiaso Hnos. S.A.C.

### 5.1 Diagrama de Bloques de procesos

Para representar y analizar el proceso productivo existen varios métodos, el empleo de cualquiera de ellos dependerá de los objetivos del estudio. Algunos son muy sencillos, como el diagrama de bloques, y hay otros muy completos como el cursograma analítico. Cualquier proceso productivo, por complicado que sea, puede ser representado por medio de un diagrama para su análisis.

El Diagrama de Bloques de Procesos es una herramienta de planificación y análisis, se utiliza para definir y analizar los procesos de manufactura, ensamblado o servicios. Construye una imagen del proceso etapa por etapa para que sea analizado con mayor facilidad, y sometido a discusión o con propósito de comunicación. El objetivo es realizar una visión crítica del proceso proporcionando una visión general para facilitar su comprensión.

Para poder tener una visión actual del funcionamiento de la Planta de Recuperado y fundamentalmente de la Planta de Tratamiento de Aguas, se realiza una estandarización de procesos, para ello y como herramienta se utiliza Diagrama de Bloques.

El Diagrama de Bloques es la representación gráfica del funcionamiento interno de un sistema, que se hace mediante bloques y sus relaciones, y que además definen la organización de todos los procesos internos, sus entradas y sus salidas. El Diagrama de Bloques es el método más sencillo para representar un proceso, y consiste en que cada operación unitaria ejercida sobre la materia prima se encierra en un rectángulo o bloque, se une con el anterior y posterior por medio de flechas que indican tanto la secuencia de las operaciones como la dirección.

Un Diagrama de Bloques de procesos de producción, es un diagrama utilizado para indicar la manera en la que se elabora cierto producto, especificando la materia prima, la cantidad de procesos y la forma en la que se presenta el producto terminado.


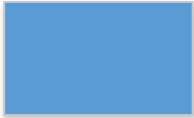


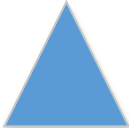

Símbolo	Descripción
	Indica el inicio del proceso o el nombre de la materia prima que ingresa al proceso
	Representa una actividad u operación
	Representa un subproceso
	Señalan el paso de una operación a otra dentro del proceso
	Representa los diferentes subproductos que se pueden obtener en alguna etapa del proceso
	Indica el final del proceso o representa el producto final

Figura 9: Elementos que Componen un Diagrama de Bloques de Procesos.

Fuente: Elaboración Propia

## 5.2 Diagrama Árbol de la Realidad Actual (ARA)

El diagrama del Árbol de la Realidad Actual se utiliza para detectar los problemas que están causando efectos indeseables dentro de la empresa. Este diagrama permite obtener un modelo cualitativo para el diagnóstico del problema raíz. Un análisis completo comienza con recolectar información que permita generar una lista de efectos indeseables, que se desea eliminar para dar solución al problema raíz. El objetivo inmediato, o primer paso hacia la solución, es realizar lo opuesto al problema raíz.

El proceso de construcción del Árbol de la Realidad Actual generalmente se inicia de la siguiente forma:

- Paso 1: Hacer una lista de entre 5 y 10 efectos indeseables que describan el área de objeto de análisis.
- Paso 2: Si se ve una conexión entre 2 o más efectos indeseables, se conectan entre sí. Si no hay conexión aparente, seguir con el paso 3.
- Paso 3: Conectar cada efecto indeseable con el problema raíz.
- Paso 4: Leer el árbol de abajo hacia arriba, revisando cada entidad y flecha. En caso de haber error, realizar las correcciones correspondientes.
- Paso 5: Verificar si el árbol en conjunto refleja la realidad del problema raíz.
- Paso 6: No dudar en ampliar el árbol en caso de encontrar otros efectos indeseables que originalmente no estaban en la lista, pero que se deben conectar con el resto de las entidades ya incluidas en el árbol.
- Paso 7: Revisar los efectos indeseables e identificar aquellas entidades del árbol que son negativas por si solas.
- Paso 8: Quitar del árbol cualquier entidad que no resulte necesaria para conectar todos los efectos indeseables.
- Paso 9: Presentar el árbol a alguien que ayude a extraer y cuestionar posibles errores en la elección de efectos indeseables.
- Paso 10: Examinar todos los puntos de entrada del árbol y decidir cuál de ellos se debe abordar. Elegir de entre ellos aquel que más contribuye a la existencia de efectos indeseables.

## 5.3 Diagrama de Causa-Efecto

El diagrama de Causa-Efecto, también conocido como Diagrama de Ishikawa, llamado así en reconocimiento Kaouru Ishikawa, ingeniero japonés que lo introdujo y popularizó con éxito en el análisis de problemas en 1943 en la Universidad de Tokio durante una de sus sesiones de capacitación a ingenieros de una empresa metalúrgica explicándoles que varios factores pueden agruparse para interrelacionarlos. Este diagrama es también conocido como diagrama de espina de pescado, por la forma en la se puede representar.

Este diagrama se utiliza para representar la relación entre algún efecto y todas las causas posibles que lo pueden originar. Los diagramas de causa efecto se construyen para ilustrar con claridad cuáles son las posibles causas que producen el problema. Un eje central se dirige al efecto. Sobre el eje se disponen las posibles causas.

La definición del efecto que se desea estudiar representa la base de un eficaz análisis. Efectivamente, siempre es necesario efectuar una precisa definición del efecto objeto de estudio. Cuanto más definido se encuentre éste, tanto más directo y eficaz podrá ser el análisis de las causas. Para facilitar la búsqueda de causas es que se utiliza el método de las 5 M, este método permite seguir un orden a la hora de considerar las causas del problema, partiendo de la condición de que las causas están agrupadas según 5 criterios y por ello se les denomina 5 M. Las M corresponden a Máquinas, Mano de Obra, Método, Materiales y Medio Ambiente.

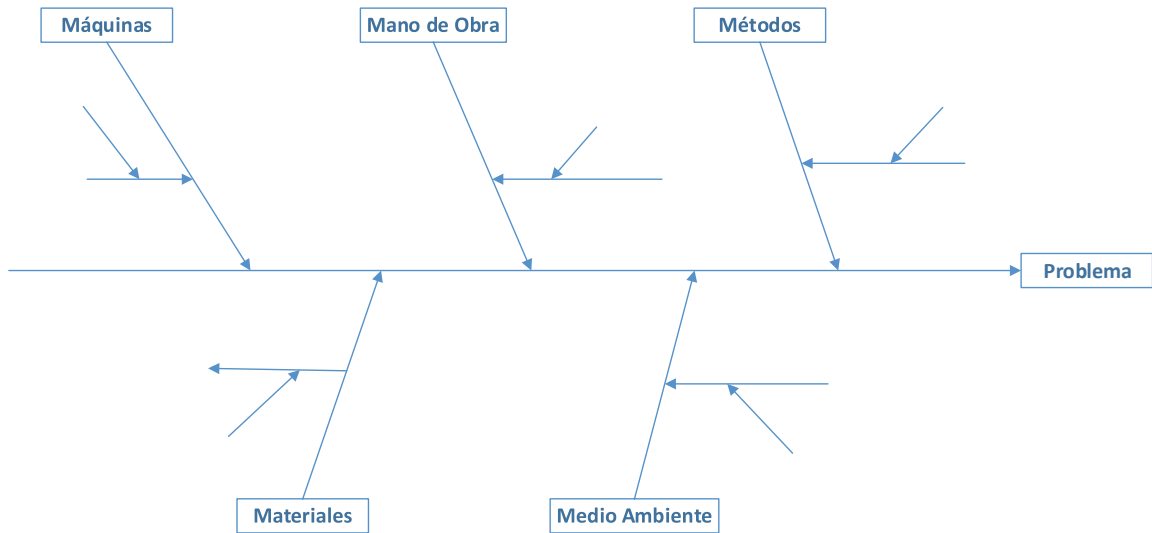


Figura 10: Diagrama de Causa-Efecto

Fuente: Elaboración Propia

La construcción del diagrama causa-efecto se inicia escribiendo el efecto o problema que se desea estudiar en el lado derecho de una hoja. A ello debe seguir la búsqueda de todas las posibles causas que sobre él influyen.

El Diagrama de Causa-Efecto puede dividirse en tres etapas:

- Definición del efecto o problema que se desea estudiar.
- Construcción del diagrama Causa-Efecto.
- Análisis Causa-Efecto del diagrama construido.

El proceso de construcción del diagrama Causa-Efecto se realiza en las siguientes etapas:

1. Definir el efecto que se quiere controlar o el problema específico que se quiere solucionar.
2. Ubicar el efecto en un rectángulo en el extremo derecho de una flecha.
3. Escribir los principales factores vinculados con el efecto sobre el extremo de flechas que se dirigen a la flecha principal. Cada grupo individual forma una rama.
4. Escribir sobre cada una de las ramas los factores secundarios. Un diagrama bien definido tendrá ramas de al menos dos niveles.
5. Continuar de la misma forma hasta agotar los factores.
6. Completar el diagrama, verificando que todas las causas han sido identificadas.

## **5.4 Evaluación de Proyectos**

Un proyecto surge como respuesta a una idea que busca, ya sea la solución de un problema o la forma de aprovechar una oportunidad de negocios.

Múltiples factores influyen en el éxito o fracaso de un proyecto. En general se puede señalar que si el bien o servicio producido es rechazado, esto significa que el diagnóstico o el análisis del proyecto se realizó de manera inadecuada, lo cual no satisface las necesidades de aquellos que necesitan ese bien o servicio. Debido a esto es indispensable evaluar un proyecto aplicando cada uno de los elementos que componen una evaluación de proyectos.

Un proyecto tiene diversos componentes, los mismos que permiten su diseño y posterior ejecución. Estos componentes son: Estudio de Mercado, Estudio Técnico y Evaluación Económica. Para fines de este proyecto no se realizará Estudio de Mercado.

### **5.4.1 Estudio Técnico**

Con la información del mercado se procede a dimensionar los aspectos técnicos del proyecto, esto significa determinar el volumen de producción necesario y los procesos requeridos para lograr esta producción, la información de operaciones es vital para determinar la dimensión de los equipos o la infraestructura, esto ayuda además a determinar el tamaño del proyecto, de las operaciones proviene la información de costos y de inversión.

Un estudio técnico permite obtener la base para el cálculo financiero y la evaluación económica de un proyecto a realizar. El proyecto de inversión debe mostrar en su estudio técnico todas las maneras en que se puede elaborar un producto o servicio, y además precisar su proceso de elaboración. Una vez determinado su proceso de elaboración, se puede determinar la cantidad necesaria de maquinaria, equipo de producción y mano de obra calificada.

El diseño de la maquinaria hoy en día es asistido, los proveedores realizan un trabajo completo y la venta de equipos incluye el montaje o este se ha hecho tan detallado y específico que su armado y distribución no son cuestiones capitales, de modo que el diseño o ingeniería de planta puede ser fácilmente superado con el soporte del proveedor, en el caso industrias con equipos adaptados o contruidos de modo local, se requiere considerar en la distribución de los equipos el proceso productivo para poder alinear las máquinas con la mayor eficiencia posible.

La estructura típica de proyectos también menciona la localización, en este caso se puede decidir por ubicar el proyecto cerca del mercado cuando los costos de distribución pueden ser muy altos, se puede optar por ubicarlo cerca de los insumos cuando el traslado sea sumamente caro o inviable por la fragilidad o resistencia del insumo, de modo que es preferible la transformación cercana.

En pocas palabras el estudio técnico consiste en hacer un análisis de proceso de elaboración de un producto o servicio para la realización de un proyecto de inversión. Consiste en resolver las preguntas referentes a dónde, cuándo, cuánto, cómo y con que producir lo que se desea, por lo que el aspecto técnico operativo de un proyecto comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto.

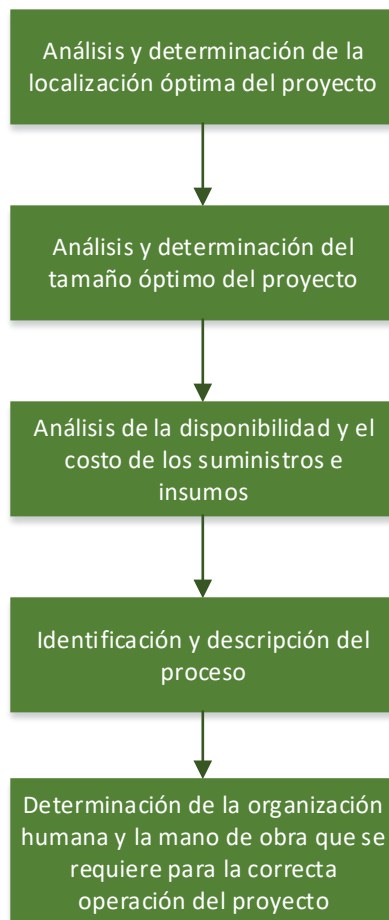


Figura 11: Partes que Conforman un Estudio Técnico

Fuente: Elaboración Propia

### 5.4.2 Estudio Económico

Una vez terminado el estudio técnico se procede a realizar un estudio económico, el cual pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación (que abarque las funciones de producción), así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

Para realizar un estudio económico se debe sistematizar la información económica, y así poder identificar y ordenar los ítems de inversiones, costos e ingresos que pueden deducirse del estudio técnico.

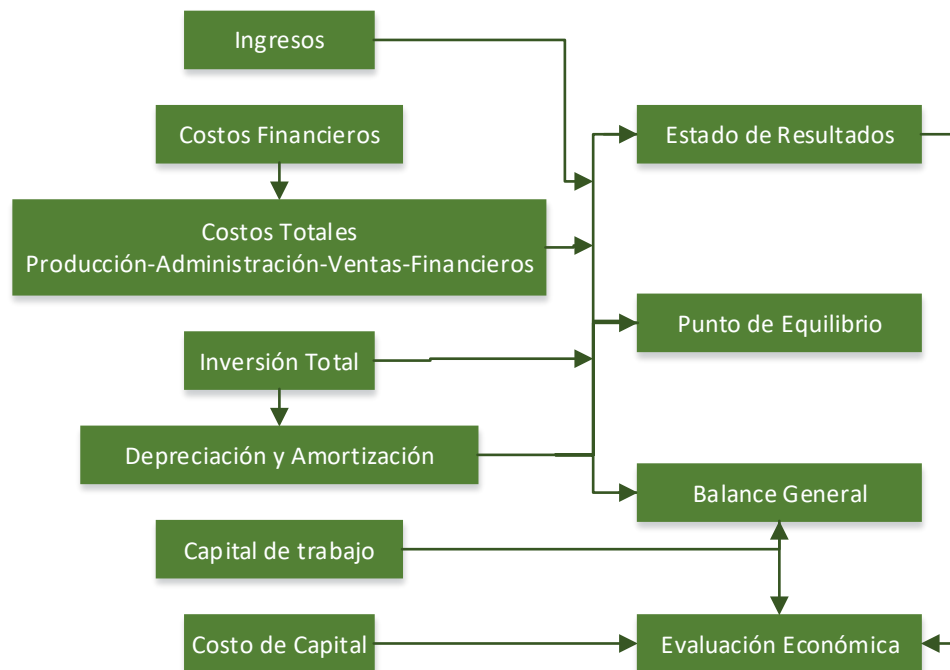


Figura 12: Estructuración del Análisis Económico

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 12 se muestra la estructuración general del análisis económico. Las flechas indican donde se utiliza la información obtenida en ese cuadro. Por ejemplo los datos de la inversión son la base para calcular el monto de las depreciaciones y amortizaciones anuales, el cual a su vez es un dato que se utiliza tanto en el balance general como en el punto de equilibrio y en el estado de resultados. La información que no tiene flecha antecedente como los costos totales, el capital de trabajo y el costo de capital, indica que esa información hay que obtenerla con investigación. Como se observa hay cuadros de información, como el balance general y el estado de resultados, que son síntesis o agrupamientos de información de otros cuadros.

### Determinación de los Costos

Costo es un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente, en el futuro o en forma virtual.

Es importante señalar que la evaluación de proyectos es una técnica de planeación y la forma de tratar el aspecto contable no es tan rigurosa, lo cual se demuestra cuando por simplicidad las cifras se redondean. Esto es así pues no hay que olvidar que se trata de predecir lo que sucederá en el futuro, y es por eso que debe quedar claro que el redondeo de cifras no afecta en absoluto la evaluación económica y no viola ningún principio contable.

Como se muestra en la figura 12, hay una serie de elementos que componen un estudio o análisis económico, los cuales se describen a continuación:

#### Costos de producción

Los costos de producción no son más que un reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico. El proceso de costeo en producción es una actividad de ingeniería, más que de contabilidad, y en él se incluyen costos tales como:

- Costos de materia prima
- Costos de mano de obra
- Costos de energía eléctrica
- Costos de agua
- Mantenimiento
- Cargos de depreciación y amortización
- Otros costos

#### Costos de Administración

Son los costos que provienen para realizar la función de administración en la empresa. Sin embargo tomados en un sentido amplio no solo significan los sueldos del gerente o director general y de los contadores, auxiliares, secretarias, así como los gastos de oficina en general. Una empresa de cierta envergadura puede contar con direcciones o gerencias de planeación, investigación y desarrollo, recursos humanos y selección de personal, relaciones públicas finanzas o ingeniería. Esto implica que fuera de las otras dos grandes áreas de una empresa que son producción y ventas, los gastos de todos los demás departamentos o áreas que pudieran existir en una empresa se cargaran a administración y costos generales.

#### Costos de Venta

La magnitud del costo de venta dependerá tanto del tamaño de la empresa, como del tipo de actividades que los promotores del proyecto quieran que desarrolle ese departamento.

La agrupación de costos que se ha mencionado, como producción, administración y ventas, es arbitraria. Hay quienes agrupan los principales departamentos y funciones de la empresa como producto, recursos humanos, finanzas y mercadotecnia. Cualquiera que sea la clasificación que se dé, influye muy poco o nada en la evaluación general del proyecto. Sin embargo si tiene una gran utilidad si se realizara un análisis del costo marginal por departamento.

### Costos Financieros

Son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamos. Algunas veces estos costos se incluyen en los generales y de administración, pero lo correcto es registrarlos por separado, ya que un capital prestado puede tener unos muy diversos y no hay porque cargarlos a un área específica. La ley tributaria permite cargar estos intereses como gastos deducibles de impuestos.

### Depreciaciones y Amortizaciones

El término depreciación tiene exactamente la misma connotación que amortización, pero el primero sólo se aplica al activo fijo, ya que con el uso estos bienes valen menos, es decir, se deprecian. En cambio la amortización solo se aplica a los activos diferidos o intangibles, por lo tanto la amortización significa el cargo anual que se hace para recuperar la inversión.

Cualquier empresa que esté en funcionamiento, para hacer los cargos de depreciación y amortización correspondientes deberá basarse en la ley tributaria. El monto de los cargos hechos en forma contable puede ser esencialmente distinto del de los hechos en forma fiscal.

### Capital de Trabajo

Desde el punto de vista contable, el capital de trabajo se define como la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante. Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional (distinto de la inversión) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa, esto se refiere a que hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos, entonces debe comprarse materia prima, pagar mano de obra directa que la transforme, todo esto constituiría el activo circulante.

Aunque el Capital de Trabajo es también una inversión inicial, tiene una diferencia fundamental con respecto a la inversión en activo fijo, y tal diferencia radica en su naturaleza circulante. Esto implica que mientras la inversión fija puede recuperarse por la vía fiscal, mediante la depreciación y la amortización, la inversión en capital de trabajo no puede recuperarse por este medio ya que la empresa se resarcirá de el a corto plazo.

### Punto de equilibrio

Es el nivel de producción en el que los beneficios por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables. Cabe mencionar que esta no es una técnica para evaluar la rentabilidad de una inversión, sino que solo una importante referencia a tomar en cuenta.

### Estado de Resultados

La finalidad del estado de resultados es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que son en forma general el beneficio real de la operación de la planta, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar.

El estado de resultado es un cuadro que sintetiza la información que se ha obtenido en los estudios anteriores, aunque los ingresos no se han calculado explícitamente con anterioridad, si se han hecho las bases para ello.

### Balance General

Activo para una empresa significa cualquier pertenencia material o inmaterial. Pasivo, significa cualquier tipo de obligación o deuda que se tenga con terceros. Capital significa los activos, representados en dinero o títulos que son propiedad de los accionistas o propietarios directos de la empresa.

Por lo tanto la igualdad fundamental del balance es que el activo es igual al pasivo más el capital, y en la práctica es un aspecto contable muy dinámico. Por otra parte los balances tienen como objetivo principal determinar anualmente cual se considera que es el valor real de la empresa en ese momento.

### **5.4.3 Evaluación Económica**

La evaluación económica de proyectos tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en un proyecto antes de la implementación del mismo. La evaluación económica es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas, además integra en su análisis los costes monetarios y los beneficios expresados en otras unidades relacionadas con las mejoras en las condiciones de una empresa.

Realizar una evaluación económica significa que se limita el interés de la evaluación al contexto de la economía, o sea que se utiliza la lógica económica para evaluar. Utilizar lógica económica implica utilizar el esquema de análisis llamado Costo-Beneficio, de esta manera el problema principal de la evaluación económica es identificar costos y beneficios, medirlos y valorarlos a través de la comparación.

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto. Si no han existido contratiempos se sabrá hasta este punto que existe un mercado potencial atractivo, se habrán determinado un lugar óptimo para la localización del proyecto y el tamaño más adecuado para este último, de acuerdo con las restricciones del medio, se conocerá y dominará el proceso de producción, así como todos los costos en que se incurrirá en la etapa productiva, además se habrá calculado la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Como parte de una evaluación económica se incluyen el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno, estos son indicadores que permiten saber si se acepta o se rechaza un proyecto.

### Valor Actual Neto (VAN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

- Si  $VAN < 0$ , la inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida, el proyecto debería rechazarse.
- Si  $VAN = 0$ , la inversión no produciría ni pérdidas ni ganancias, se deben utilizar otros criterios para evaluar el proyecto.
- Si  $VAN > 0$ , la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida, el proyecto puede aceptarse

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de descuento por la cual el VAN es igual a cero, es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Siendo  $i$  la tasa de interés:

- Si  $TIR < i$ , se debe rechazar el proyecto.
- Si  $TIR = i$ , la inversión no produciría ni pérdidas ni ganancias.
- Si  $TIR > i$ , se debe realizar el proyecto.

## Capítulo 6: Aplicación de la Metodología

### 6.1 Identificar la situación actual de la Planta de Recuperado

Utilizando la información disponible sobre el funcionamiento de la Planta de Recuperado de Polietileno, es posible construir diagramas de flujo que permitan estandarizar los procesos que se llevan a cabo en la Planta de Recuperado, especialmente la estandarización del proceso que se lleva a cabo en la Planta de Tratamiento de Aguas, la cual está al interior de la Planta de Recuperado. Esto permitirá conocer la situación actual de la Planta de Recuperado, y específicamente la situación de la Planta de Tratamiento de Aguas que es donde se ha identificado el problema.

Las diferentes etapas de los procesos que se llevan a cabo en la planta comienzan cuando llega el material a la planta, a través de distintos proveedores. Posterior a su llegada se almacena en el patio de acopio de plástico y luego se selecciona para su ingreso al proceso de Trituración y Molienda, que se explica a continuación:

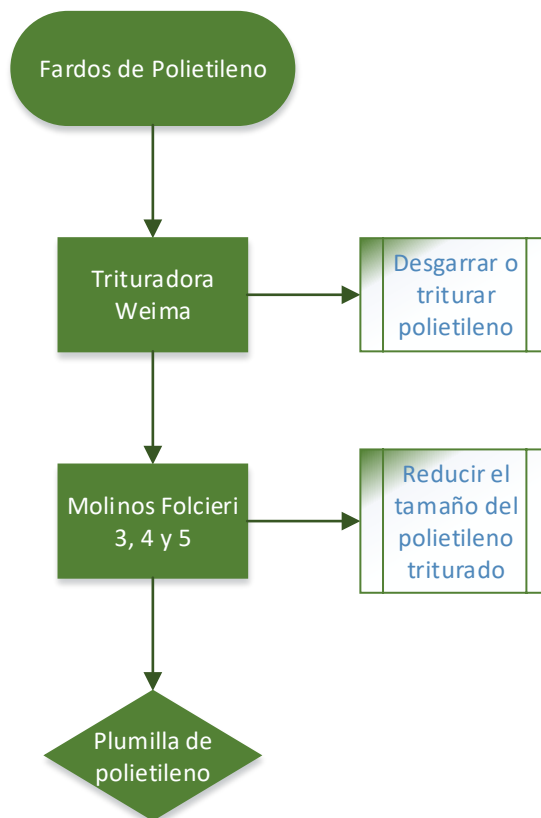


Figura 13: Proceso de Trituración y Molienda de la Planta de Recuperado

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Entregada por la Empresa Cambiaso Hnos.

A continuación del proceso de Trituración y Molienda, viene el Proceso de Limpieza en dos tipos de líneas de lavado, Líneas de Lavado Wipa y Línea de Lavado Herbold:

Líneas de Lavado Wipa 2 y Wipa 3

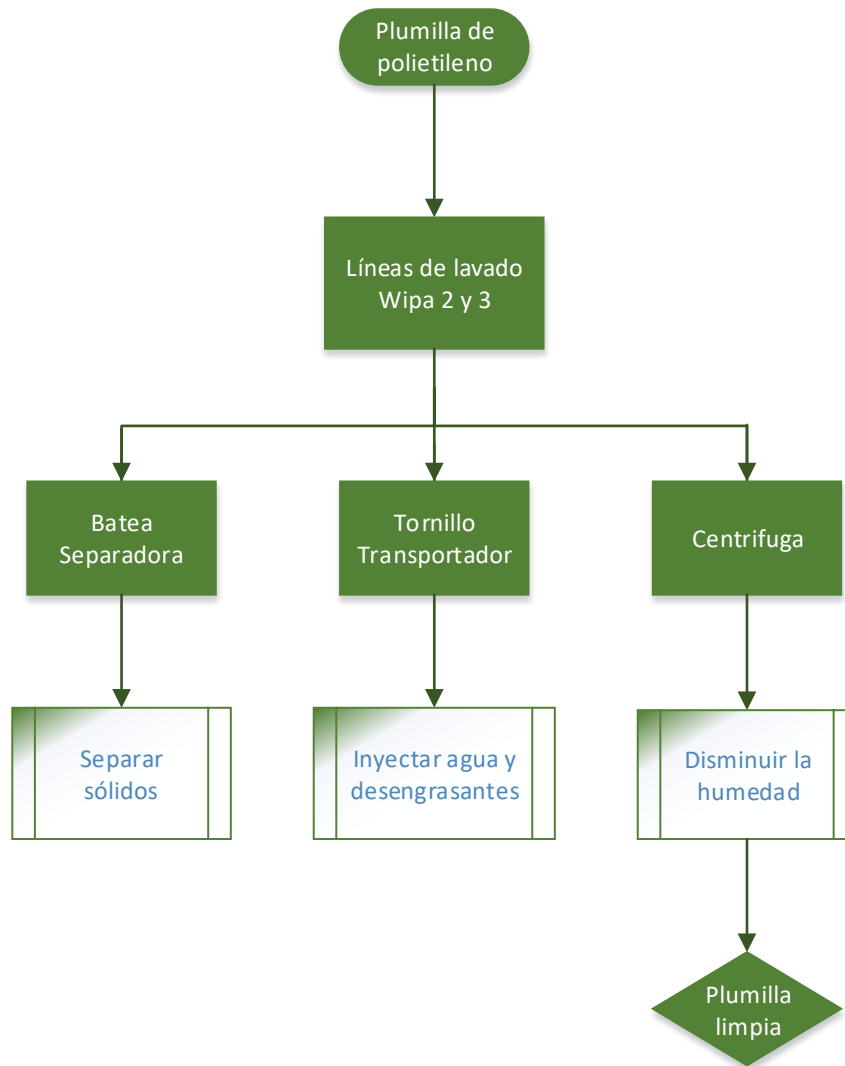


Figura 14: Proceso de Limpieza en Líneas de Lavado Wipa

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Entregada por la Empresa Cambiaso Hnos.

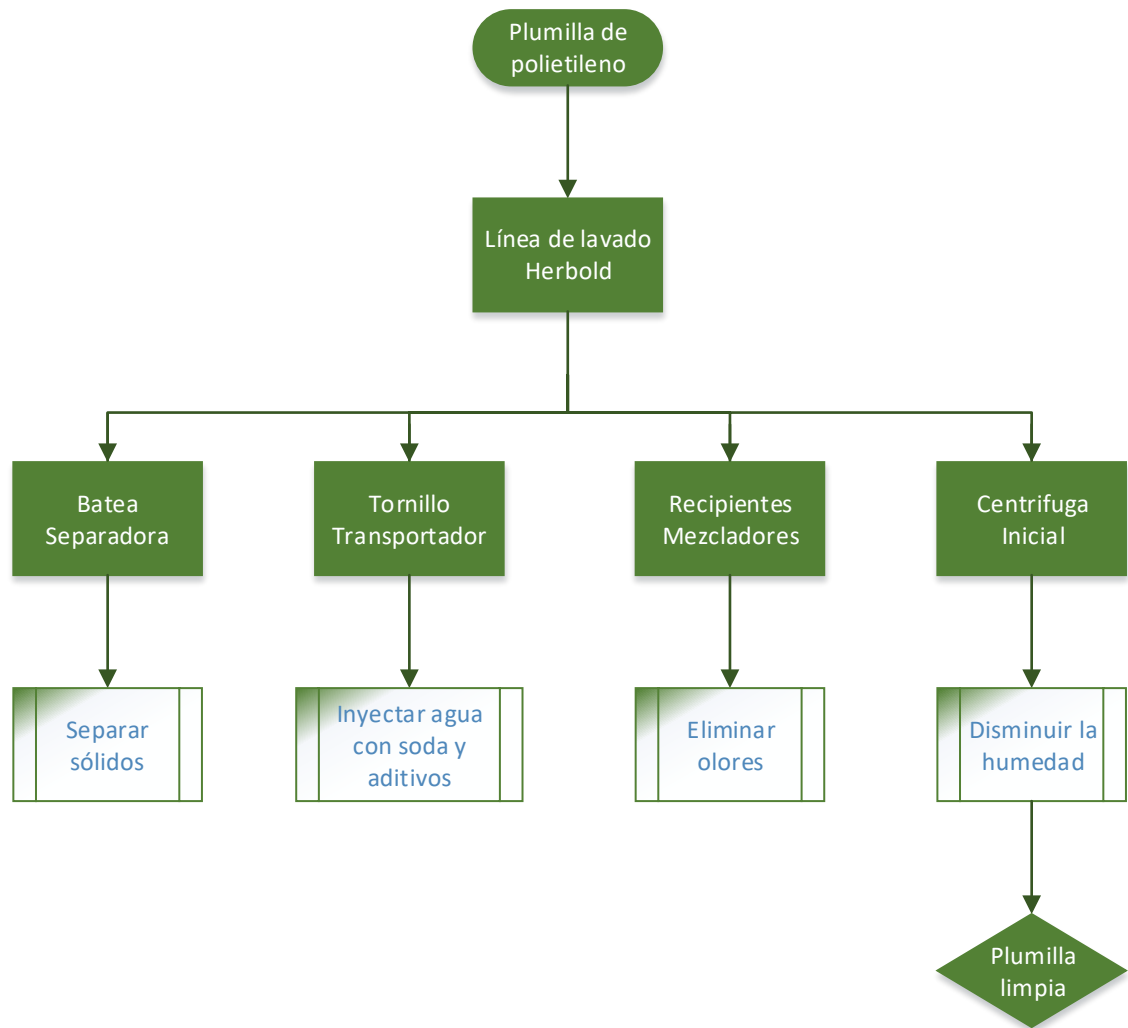
Línea de Lavado Herbold

Figura 15: Proceso de Limpieza en Línea de Lavado Herbold

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Entregada por la Empresa Cambiaso Hnos.

Luego del proceso de Limpieza el material pasa al Proceso de Secado y Almacenaje en Silos, para este proceso se utilizan dos formas distintas de secado a través de dos máquinas, que son la Extrusora Gneuss y la Extrusora Erema:

### Extrusora Gneuss

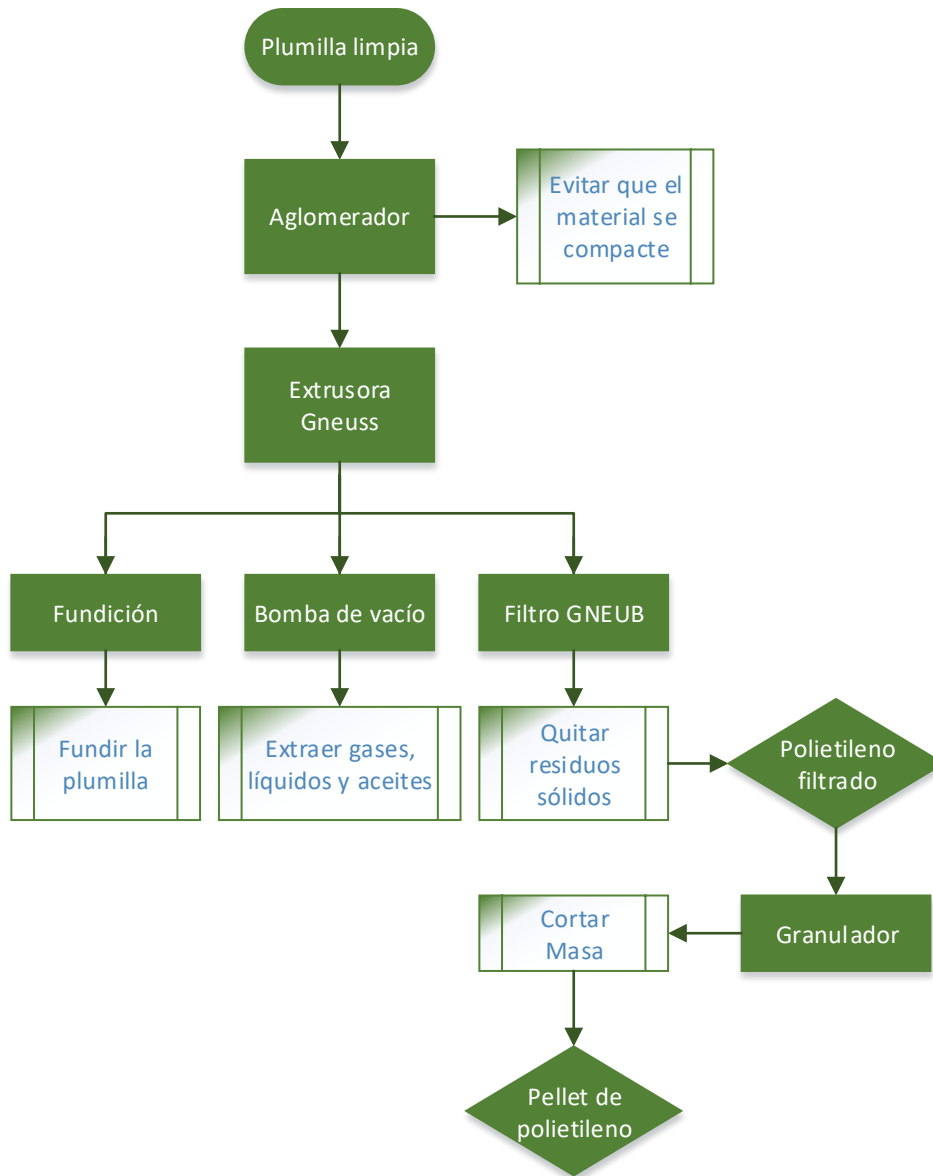


Figura 16: Proceso de Secado en Extrusora Gneuss

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Entregada por la Empresa Cambiaso Hnos.

## Extrusora Erema

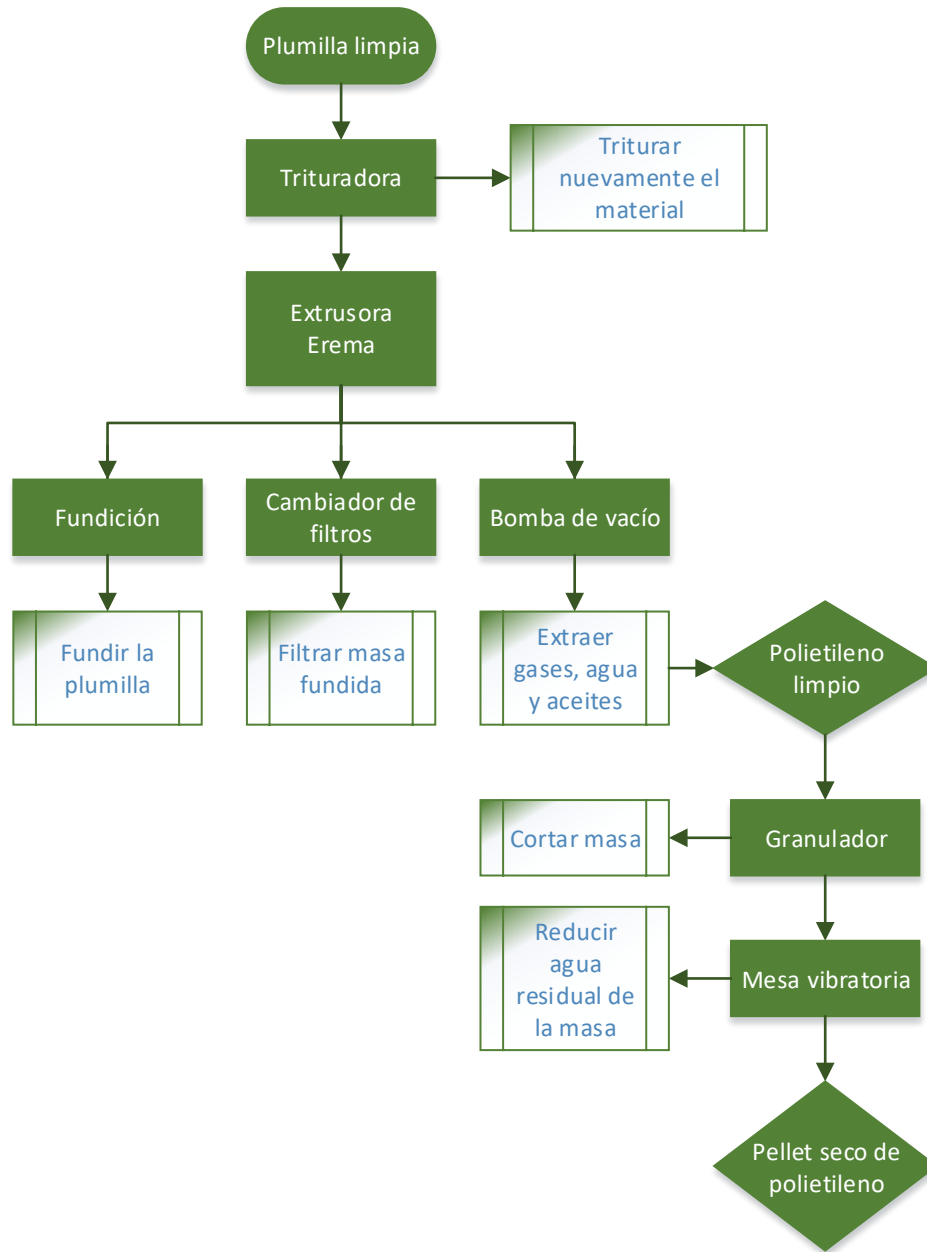


Figura 17: Proceso de Secado en Extrusora Erema

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Entregada por la Empresa Cambiaso Hnos.

El funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas, se puede llevar a cabo mediante el trabajo conjunto de 17 unidades operativas que componen la planta, estas unidades operativas permiten obtener agua tratada para que esta sea utilizada en las líneas de lavado y extrusión.

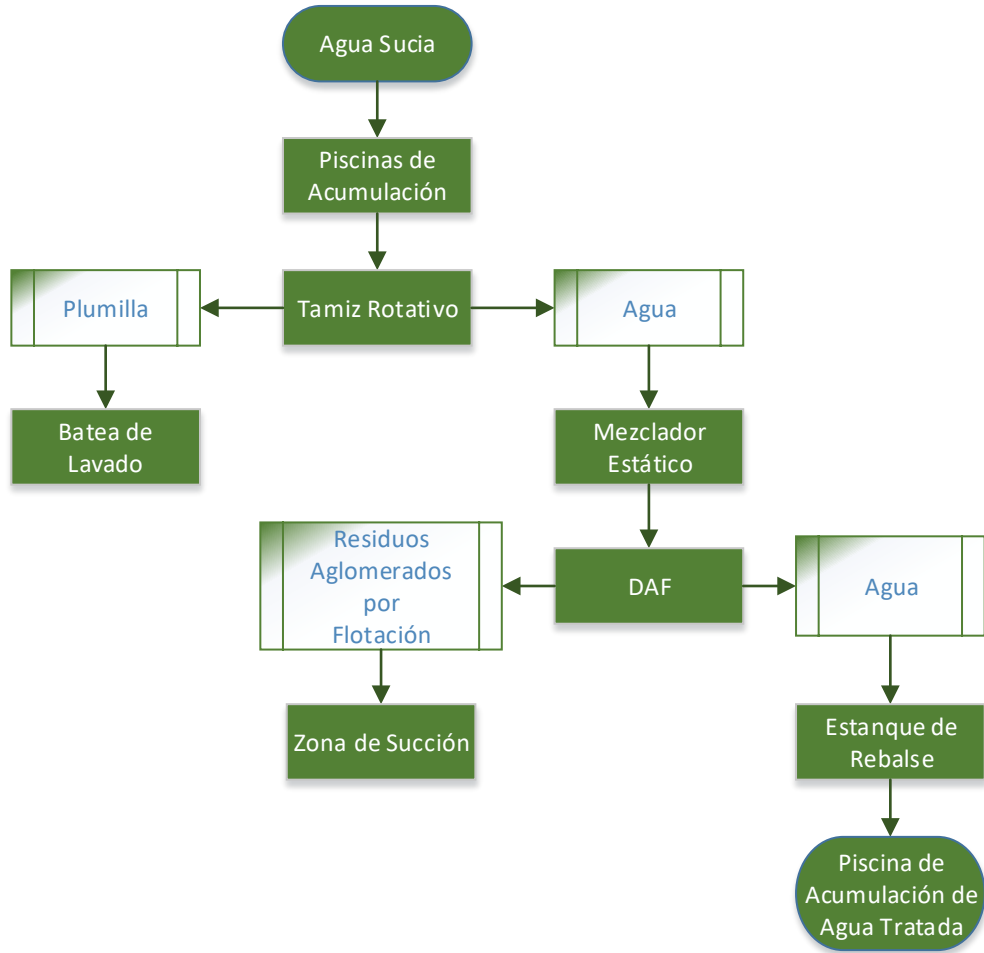


Figura 18: Diagrama de Flujo de Planta de Tratamiento de Aguas

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

La Planta de Recuperado se sometió a algunos cambios y hace dos años incorporaron una nueva línea de lavado, esto trajo consigo una serie de modificaciones a la planta en general principalmente para hacer espacio a esta nueva línea de lavado, una de estas modificaciones fue sacar una Batea o Celda de flotación que correspondía a una de las unidades operativas de la Planta de Tratamiento de Aguas, quedando en operación solo una de las dos Bateas o Celdas de Flotación que tenía la Planta. Esto provocó que comenzara a acumularse plumilla de polietileno durante las primeras etapas de funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas. La acumulación de Plumilla se produce principalmente en la tercera y cuarta unidades operativas de la Planta, que son el Tamiz Rotatorio y la Batea de Lavado de plumilla, respectivamente.

## 6.2 Determinación de causas del problema real

Utilizando la información disponible sobre el sistema de Tratamiento de Aguas, es posible construir un Diagrama del Árbol de la Realidad Actual (ARA), el cual va a permitir conocer la situación actual la Planta de Tratamiento de Aguas y lo que está generando el problema detectado y mencionado anteriormente.

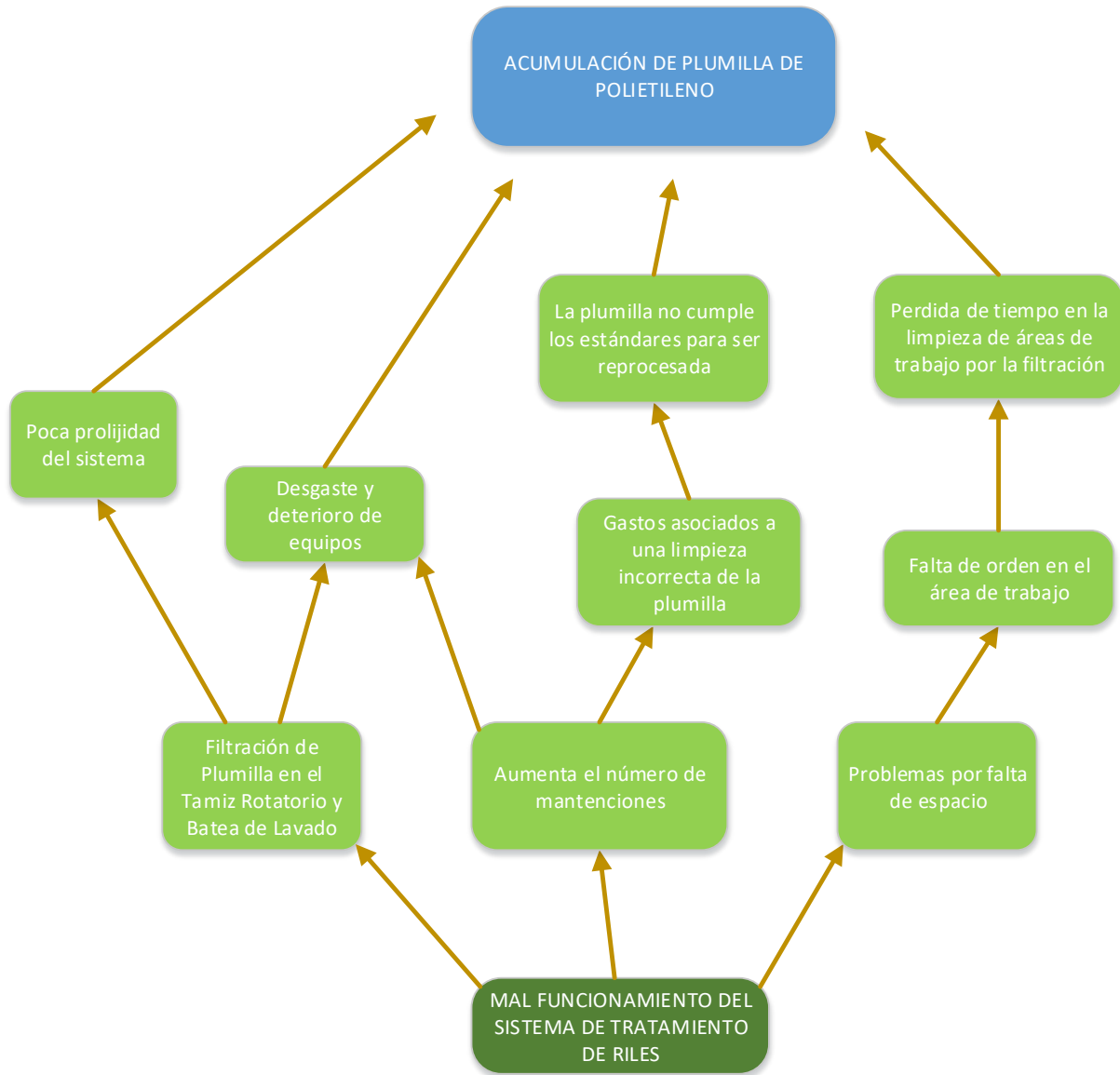


Figura 19: Diagrama del Árbol de la Realidad Actual

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se determina el problema que se quiere solucionar, es momento de identificar las causas que lo generan, para ello se puede generar un Diagrama de Causa-Efecto.

- Máquinas
  - a. Falta de renovación de equipos: Luego de observar las unidades operativas que están directamente relacionadas con el problema, es fácil detectar que las maquinarias están en mal estado, debido a la antigüedad que tienen. Lo que provoca en el caso del Tamiz Rotatorio la filtración de plumilla, ya que las aspas que componen el Tamiz Rotatorio están en malas condiciones. Esto se debe principalmente por la falta de renovación de los equipos que componen la Planta de Tratamiento de Aguas.
  - b. Unidades Operativas descuidadas: Debido a la filtración de plumilla los equipos están constantemente sucios, oxidados y desgastados.
  - c. Filtración de plumilla en el Tamiz Rotatorio y Batea de lavado: La poca prolijidad en el sistema provoca que se genere un desgaste y deterioro de los equipos.
- Mano de Obra
  - a. Cantidad inapropiada de operarios: Actualmente hay dos operarios trabajando en la Planta de Tratamiento de Aguas, en la planta normalmente se les denomina Lavador 1 y Lavador 2. Si se pudiese optar a aumentar la cantidad de operarios responsables del funcionamiento de la planta, es posible que se puedan mantener en mejor estado las unidades operativas participantes del proceso, la idea sería que los operarios no solo se dedicaran al manejo de los equipos, sino que también se puedan preocupar del cuidado de estos para mantenerlos en mejor estado.
  - b. Alta rotación de personal: Este último tiempo se ha vuelto normal la rotación de personal, esto dificulta el buen funcionamiento de la planta, ya que cada vez que llega un operario nuevo se tiene que hacer una nueva inducción y esto requiere tiempo, además del tiempo que necesita el nuevo operario para adaptarse y entender bien el proceso, y así poder realizar bien su trabajo. Además no siempre se contrata a operarios especializados.
- Método
  - a. Inadecuada operación del sistema para tratar RILES: Como se mencionó anteriormente, hace dos años había dos Bateas de Lavado funcionando en la Planta de Tratamiento de Aguas, la falta de una de ellas dificulta notablemente la capacidad de lavado de la planta.
  - b. Aplicación inadecuada de los procedimientos: Tanto la Planta de Recuperado como en la Planta de Tratamiento de Aguas, cuentan con una serie de procedimientos de trabajo para cada uno de los componentes de los distintos procesos. En el caso de la Planta de Tratamiento de Aguas, se cuenta con un extenso procedimiento solo para la planta, el problema surge cuando a pesar de tener el procedimiento disponible, no se realizan adecuadamente las actividades descritas en él. Esto implica que aumenten el número de mantenciones.

- Materiales
  - a. **Materia Prima en malas condiciones:** La empresa recibe de distintos proveedores a lo largo de todo el país, la materia prima que se procesa en la Planta de Recuperado. El problema con esta materia prima es que en ocasiones viene con una gran cantidad de suciedad, esta suciedad es difícil de tratar en los procesos de la Planta de Recuperado, por lo tanto esta suciedad incluso se arrastra hasta que llega para ser procesada en la Planta de Tratamiento de Aguas, donde finalmente la plumilla no cumple con los estándares para ser reprocessada, lo que se traduce en gastos asociados a la limpieza incorrecta de la misma.
- Medio Ambiente
  - a. **Efluentes no cumplen con normativa para poder descargar al alcantarillado:** Se pierde la posibilidad de descargar los efluentes al alcantarillado, debido a que en ocasiones no cumplen con la normativa en el DS 609.
  - b. **Suciedad en el área de trabajo:** Debido a la acumulación de plumilla y a la filtración de esta durante las primeras etapas del proceso de tratamiento de aguas, se hace difícil mantener limpias las áreas de trabajo, y como esto además demanda tiempo, se traduce en una poca o nula limpieza.

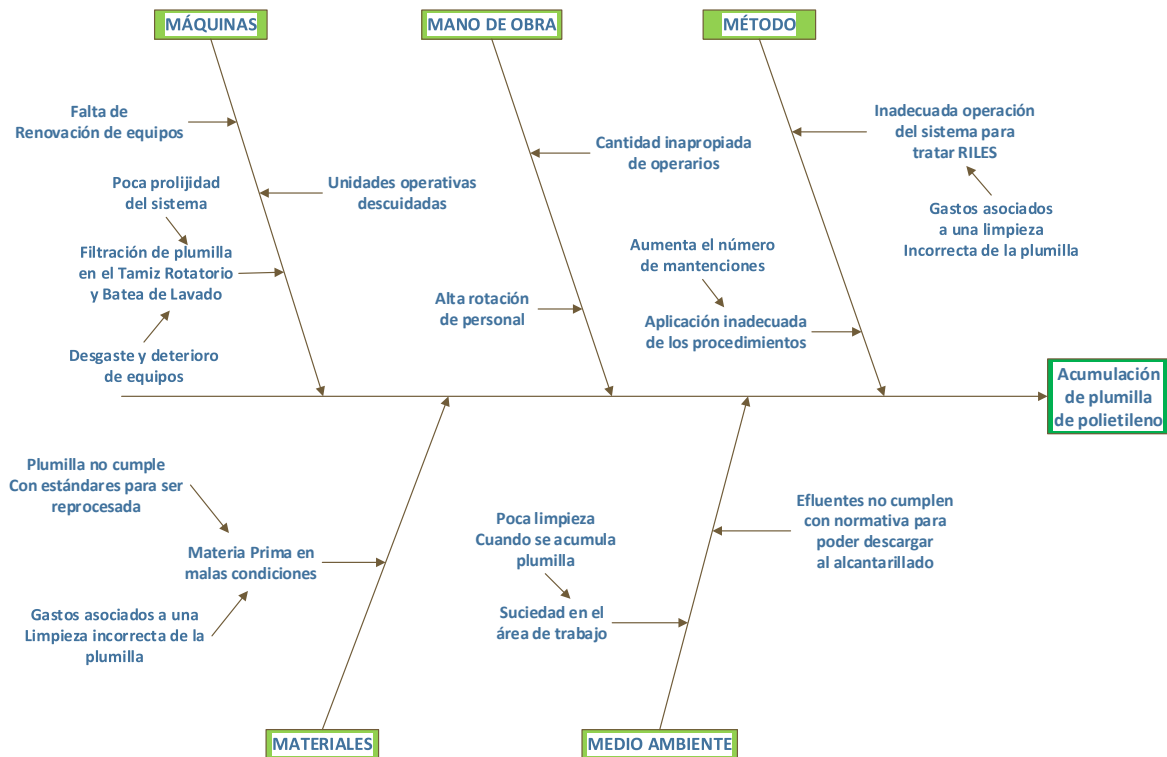


Figura 20: Diagrama Causa-Efecto Sistema de Tratamiento de Aguas

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el Diagrama del Árbol de la Realidad Actual y el Diagrama de Causa-Efecto, se determinó que la problemática se encuentra en el sistema de Tratamiento de Aguas, específicamente en la tercera y cuarta unidades operativas de la Planta de Tratamiento de Aguas, que son el Tamiz Rotatorio y la Batea de Lavado, respectivamente. El problema surge por el desgaste y deterioro de los equipos mencionados, en ambos equipos se produce filtración de plumilla y debido a esta misma filtración es que los equipos están constantemente sucios, oxidados y desgastados, lo que contribuye a su deterioro. La falla en estos equipos provoca que la plumilla no se procese como es debido y finalmente por filtración se acumula en los alrededores de los equipos mencionados anteriormente, provocando suciedad en el área de trabajo, como la filtración es constante se opta por acumular la plumilla filtrada en sacas de almacenamiento y diariamente se acumulan 1 tonelada aproximadamente. Esta plumilla por sus niveles de suciedad no cumple con los requerimientos de la normativa ambiental, por lo tanto no se puede botar. Como no es posible botarla, la empresa ha estado desde el año 2014 en que empezó a ocurrir la acumulación arrendando una bodega para guardar la plumilla diaria que se acumula, esto genera un gasto para la empresa de \$2.000.000 mensuales. Esto significa que están arrendando una bodega para acumular un producto que no pueden usar por su suciedad y que no pueden deshacerse de él por la misma razón.

### 6.3 Planteamiento y evaluación de la propuesta de mejora

Con la ayuda del Diagrama del Árbol de la Realidad Actual, y con el Diagrama Causa-Efecto, se determinó que el punto crítico en el sistema de Tratamiento de Aguas y que está generando el problema que es la acumulación de plumilla, se encuentra en la tercera y cuarta unidades operativas de la Planta de Tratamiento de Aguas, que son el Tamiz Rotatorio y la Batea de Lavado, respectivamente. Por lo tanto es ahí donde se debe centrar la atención para poder hallar una solución.

Como una posible solución al problema raíz, se considera la opción de utilizar un equipo que la empresa tiene disponible para procesar solo la plumilla.

#### 6.3.1 Batea o Celda de Flotación TECNOFER

La batea TECNOFER, se utiliza para decantar y separar por densidad los materiales plásticos molidos con dimensión regular. Cada batea es personalizada según la aplicación y se equipa de un doble sistema de descarga en continuo de los materiales flotantes y de los que se hunden. Esta Batea es la que se desinstaló cuando se implementó la nueva línea de lavado de la Planta de Recuperado.

Cuando se desinstaló la Batea solo quedó su estructura externa y sus tornillos sin fin. La idea es poner en funcionamiento la Batea, con modificaciones e incluso agregar herramientas que mejoren su funcionamiento, es decir transformarla en una máquina nueva y exclusiva para el tratamiento de la plumilla, y que finalmente sea de ayuda para poder recuperar la plumilla. Para ello se requiere de un espacio adecuado para su instalación, se tiene un espacio disponible para ubicar la batea en un sector donde está ubicado un generador eléctrico que está en desuso y que no se puede volver a utilizar porque ya no tiene arreglo, por lo tanto lo que hay que hacer es remover ese generador y ubicar en ese espacio la batea.

- Datos de la Batea o Celda de Flotación
  - La capacidad de la Batea es de 14600 Lts. (14,6 m<sup>3</sup>).
  - Tiene una potencia de 7,8 KW.

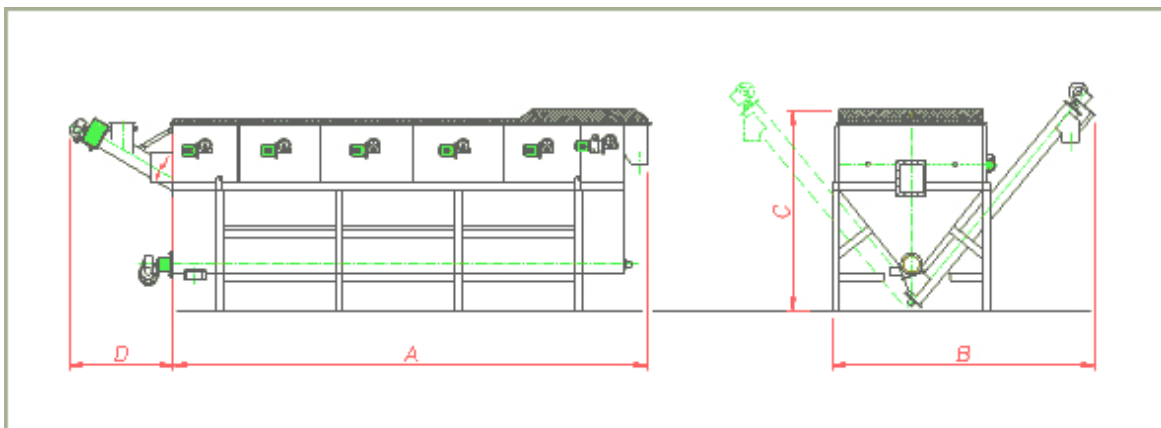


Figura 21: Batea o Celda de Flotación

Fuente: Disponible en Catalogo de Empresa Tecnofer



Figura 22: Batea o Celda de Flotación

Fuente: Disponible en Catalogo de Empresa TECNOFER

La batea estará ubicada a una distancia cercana al estanque para el almacenaje de lodo, por lo que se pretende instalar una bomba para impulsar el flujo de barro al interior del estanque.

Se pretende instalar en el tornillo para la salida de material un compactador, que permita obtener el producto en buenas condiciones.

El generador ha estado protegido por un contenedor, este contenedor puede seguir siendo útil, por lo tanto se tiene que hacer las evaluaciones correspondientes para determinar su utilidad.

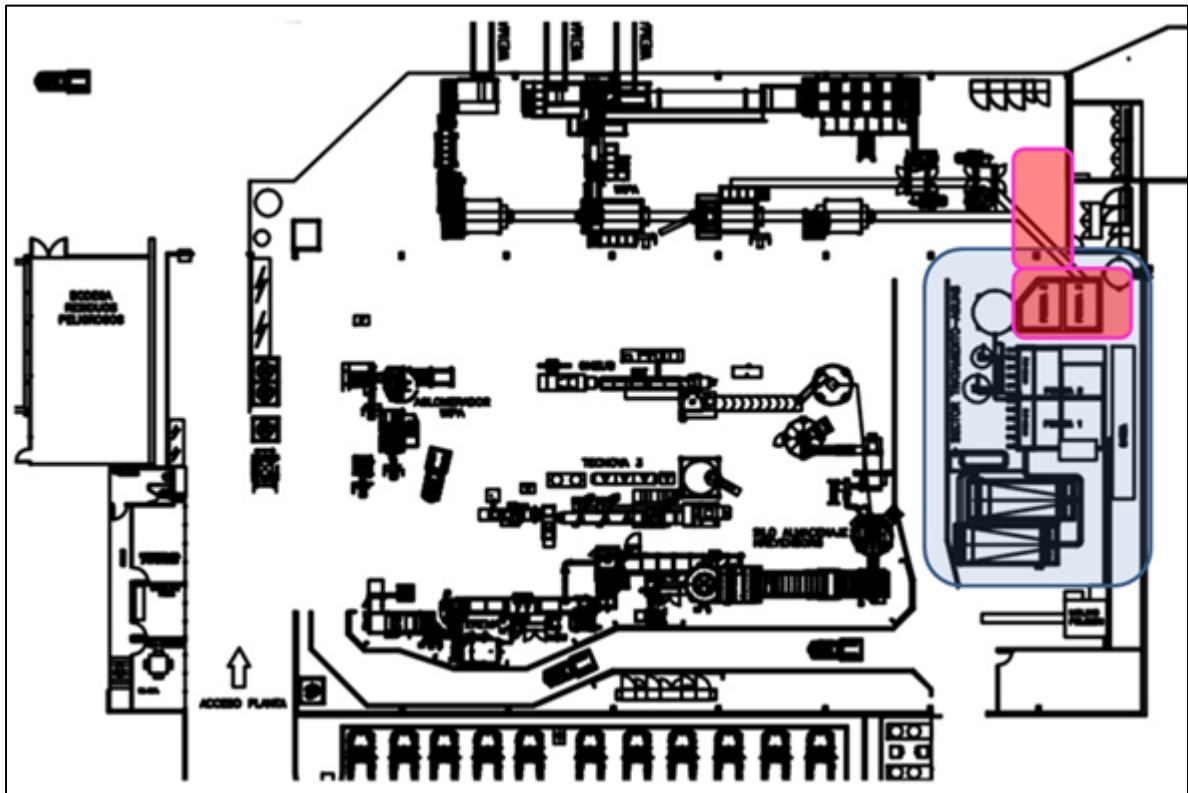


Figura 23: Layout de la Planta de Recuperado

Fuente: Entregado por la Empresa Cambiaso Hnos.

El área enmarcada en azul es la ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas y el área enmarcada en rojo es en donde se identificó el problema.



Figura 24: Sector donde se encuentra el Contenedor con el Generador Eléctrico

Fuente: Entrega por Cambiaso Hnos. S.A.C



Figura 25: Sector donde se Encuentra el Contenedor con el Generador Eléctrico

Fuente: Entrega por Cambiaso Hnos. S.A.C

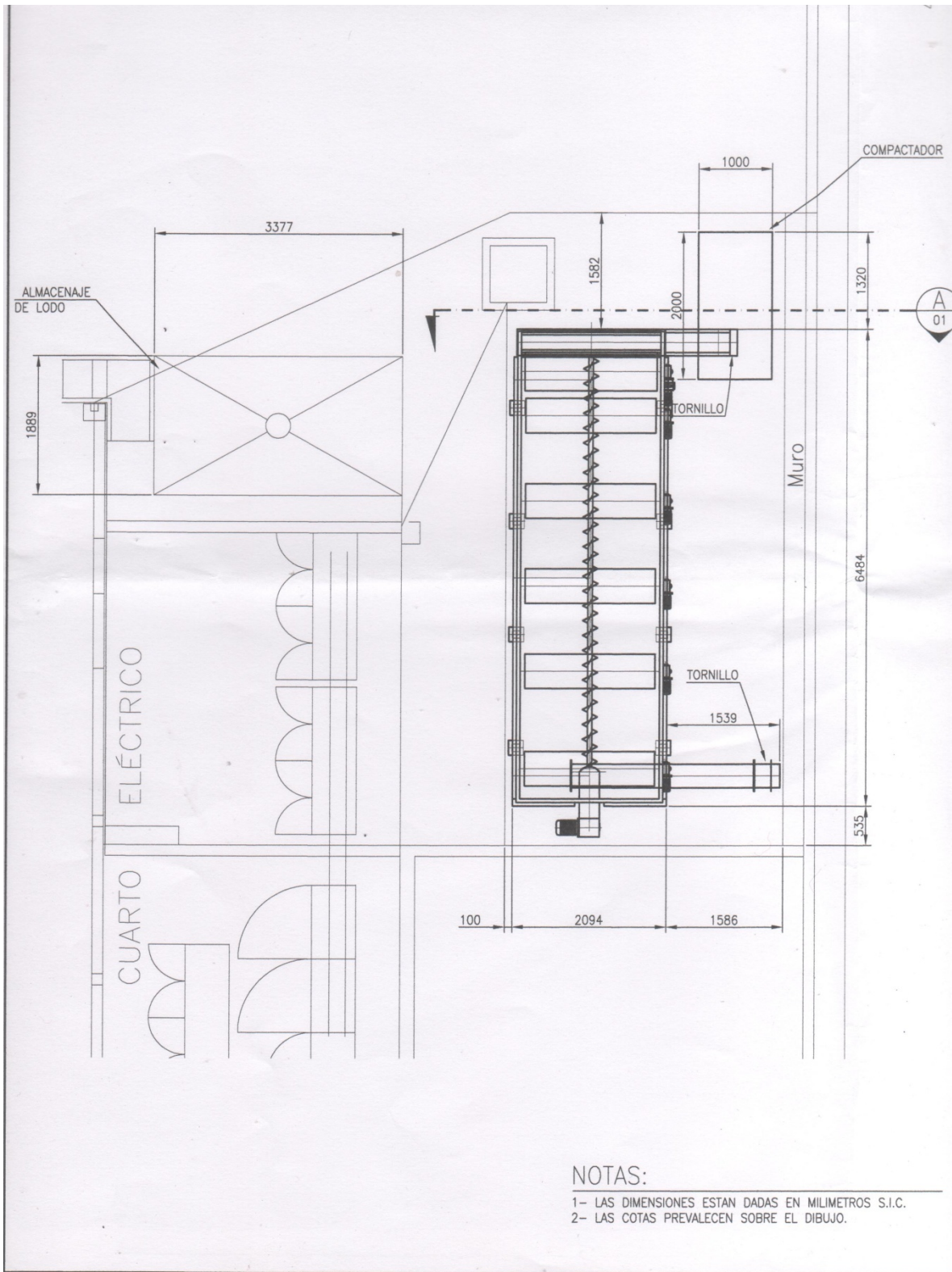


Figura 26: Plano de la nueva ubicación de la Celda de Flotación TECNOFER

Fuente: Plano elaborado y entregado por Cambiaso Hnos. S.A.C

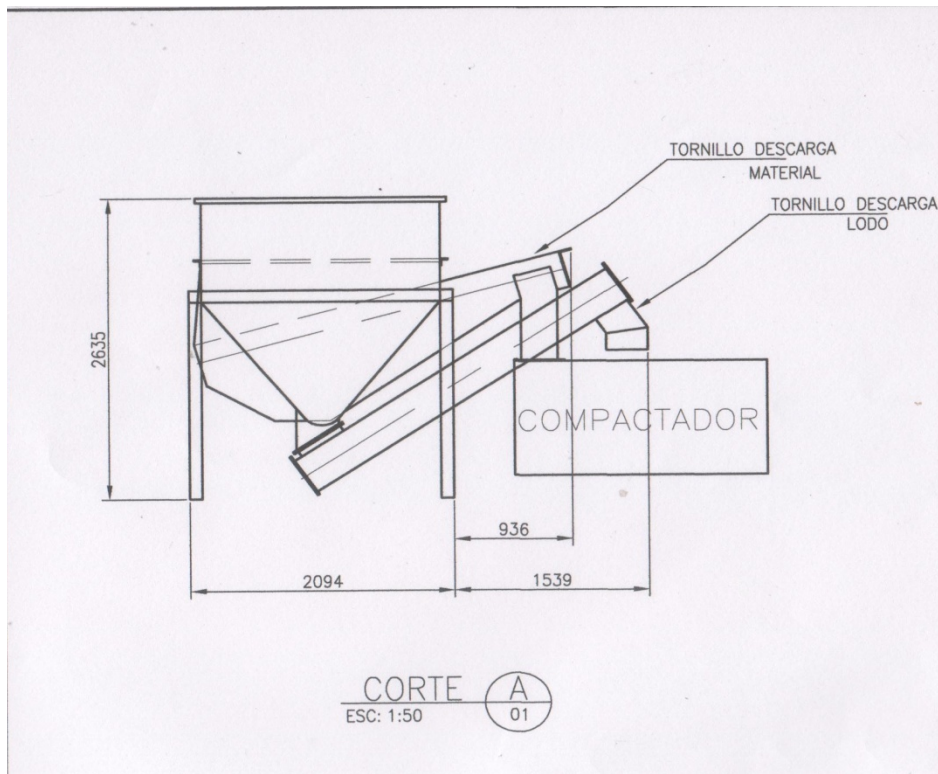


Figura 27: Vista frontal del Plano de la nueva ubicación de la Celda de Flotación

Fuente: Plano elaborado y entregado por Cambiaso Hnos. S.A.C

Para la batea se utilizará una bomba centrífuga unicelular de aspiración axial e impulsión radial. Esta es un tipo de bomba que incorpora alta tecnología en el diseño y fabricación, siendo una solución a los duros requerimientos de bombeo en los procesos industriales. Diseñadas con el sistema Back-Pull-Out, el cual permite realizar la mantención sin que se pierda el alineamiento entre bomba y motor, es importante destacar sus buenas eficiencias hidráulicas, la robustez en el diseño, la variedad de materiales y tipos de sellados, son aptas para el manejo de productos químicos agresivos orgánicos e inorgánicos, ácido sulfúrico con alto contenido de cloruros, combustibles, aceite térmico, agua, agua de mar, condensados efluentes químicos, líquidos densos, líquidos viscosos con alto contenido de partículas y ligeramente abrasivas.



Figura 28: Bomba Centrífuga Unicelular de Aspiración Axial e Impulsión Radial

Fuente: Catalogo línea de bombas Vogt

Esta bomba tiene un caudal máximo de  $720 \text{ m}^3/\text{hr.}$  y se pretende instalar cerca del tornillo de descarga de lodo, esto permitirá un rápido traslado del lodo al Estanque de almacenaje de lodo.

### Gasto Energético

La instalación y puesta en marcha de la Batea o Celda de flotación tendría el siguiente consumo energético:

En época de verano que comprende los meses de Enero y Febrero, se trabaja 136 hrs. a la semana, de lunes a viernes 24 hrs. 3 turnos. Dos de 7 hrs. y media, uno de 9 hrs., y sábado 16 hrs. y media.

Tabla 1: Representa el Gasto Energético de Celda de flotación

Fuente: Elaboración propia

	Potencia [KW]	Horas de trabajo	Consumo semanal	consumo mensual	consumo época Enero-Febrero	Unidad	Costo unitario energía	Costo total [\$]
Batea	7,8	136	1060,8	4243,2	8486,4	KWh	\$ 41	615.590
Bomba Vogt	6	136	816	3264	6528	KWh		
		consumo total	1876,8	7507,2	15014,4			

En época de Marzo a Diciembre, se trabaja 168 hrs. a la semana, lunes a domingo 24 hrs., 4 turnos de 8 hrs.

Tabla 2: Representa el Gasto Energético de Celda de flotación

Fuente: Elaboración propia

	Potencia [KW]	Horas de trabajo	Consumo semanal	Consumo mensual	Consumo época Marzo-Diciembre	Unidad	Costo unitario energía	costo total [\$]
Batea	7,8	168	1310,4	5241,6	52416	KWh	\$ 41	3.802.176
Bomba Vogt	6	168	1008	4032	40320	KWh		
		consumo total	2318,4	9273,6	92736			

### Recuperación de Plumilla

Con respecto a la recuperación de la plumilla, se estima que se podría recuperar alrededor de 1400 Kg/día, lo cual permite obtener como producto final Pellet Recuperado. Para recuperar la plumilla existente en bodega se tiene que trabajar todos los días de la semana procesando 400 Kg/día de la cantidad total a procesar. Entonces la situación quedaría resuelta en seis años aproximadamente.

Tabla 3: Representa el Detalle de Acumulación de Plumilla en Bodega

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Detalle		Unidad
Almacenaje diario 2014	1	ton/día
Almacenaje diario 2015	1	ton/día
en bodega 2014	450	ton
En bodega 2015 app	746,2	ton
Recuperación	1400	Kg/día

Tabla 4: Tiempo de Recuperación de Plumilla en Bodega

Fuente: Elaboración Propia

Recuperación en meses		9,864 ton/mes							
Meses	ton	Meses	ton	Meses	ton	Meses	ton	Meses	ton
1	746,16	19	568,608	37	391,056	55	213,504	73	35,952
2	736,296	20	558,744	38	381,192	56	203,64	74	26,088
3	726,432	21	548,88	39	371,328	57	193,776	75	16,224
4	716,568	22	539,016	40	361,464	58	183,912	76	6,36
5	706,704	23	529,152	41	351,6	59	174,048	77	0
6	696,84	24	519,288	42	341,736	60	164,184	78	
7	686,976	25	509,424	43	331,872	61	154,32	79	
8	677,112	26	499,56	44	322,008	62	144,456	80	
9	667,248	27	489,696	45	312,144	63	134,592	81	
10	657,384	28	479,832	46	302,28	64	124,728	82	
11	647,52	29	469,968	47	292,416	65	114,864	83	
12	637,656	30	460,104	48	282,552	66	105	84	
13	627,792	31	450,24	49	272,688	67	95,136	85	
14	617,928	32	440,376	50	262,824	68	85,272	86	
15	608,064	33	430,512	51	252,96	69	75,408	87	
16	598,2	34	420,648	52	243,096	70	65,544	88	
17	588,336	35	410,784	53	233,232	71	55,68	89	
18	578,472	36	400,92	54	223,368	72	45,816	90	

Como se mencionó anteriormente la Celda de Flotación tiene una capacidad de recuperación de 1400 Kg/día. De esos 1400 Kg/día que se procesan, 1000 Kg. corresponden a la cantidad de plumilla que se acumula a diario en la planta y los 400 Kg. restantes corresponden a la cantidad de plumilla acumulada en bodega. La idea de esto es que no se siga llenando la bodega con plumilla e ir desocupando paulatinamente la bodega a medida que se procesa el material en la Celda de Flotación.

### Agua Tratada

Actualmente los caudales del sistema de tratamiento de aguas son aproximadamente 21 L/s como rendimiento normal diariamente.

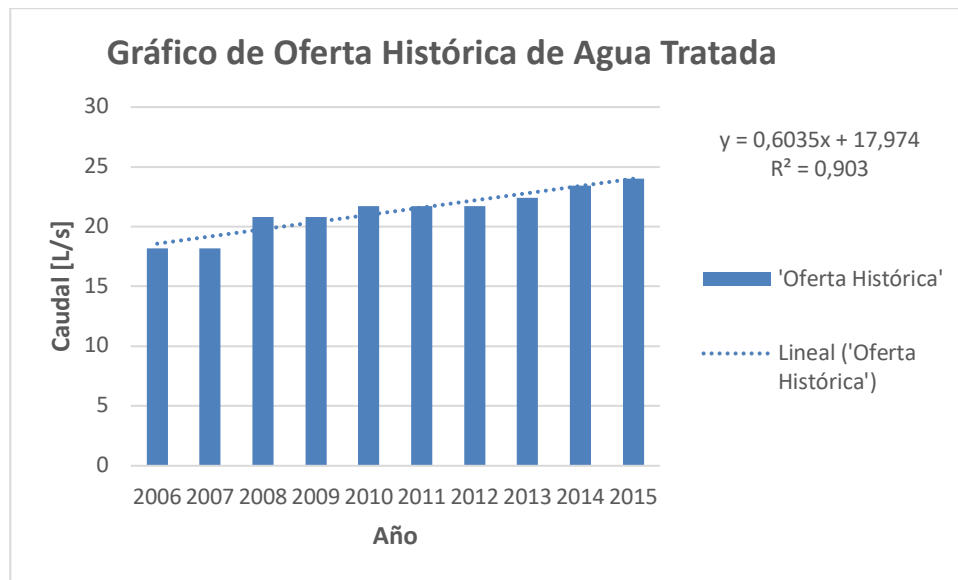


Gráfico 1: Gráfico de Oferta Histórica de Agua Tratada en la Planta de tratamiento de Aguas

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Tabla 5: Datos de Oferta Histórica de Agua Tratada

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Año	Caudal [L/s]	Año	Caudal [L/s]
2006	18,2	2011	21,7
2007	18,2	2012	21,7
2008	20,8	2013	22,4
2009	20,8	2014	23,42
2010	21,7	2015	24,02

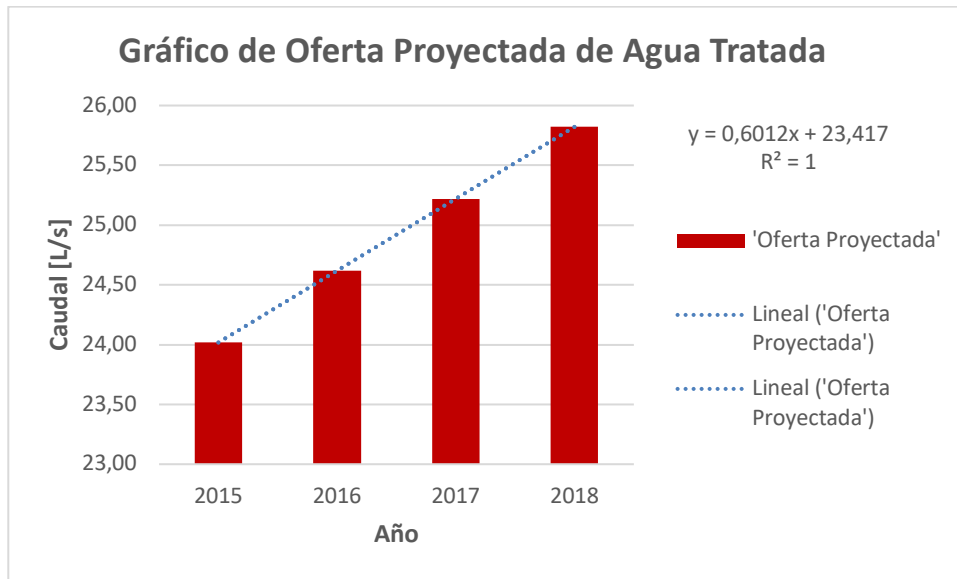


Gráfico 2: Gráfico de Oferta Proyectada de Agua Tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Tabla 6: Datos de Oferta Proyectada de Agua Tratada

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Año	Caudal [L/s]
2015	24,02
2016	24,62
2017	25,22
2018	25,82

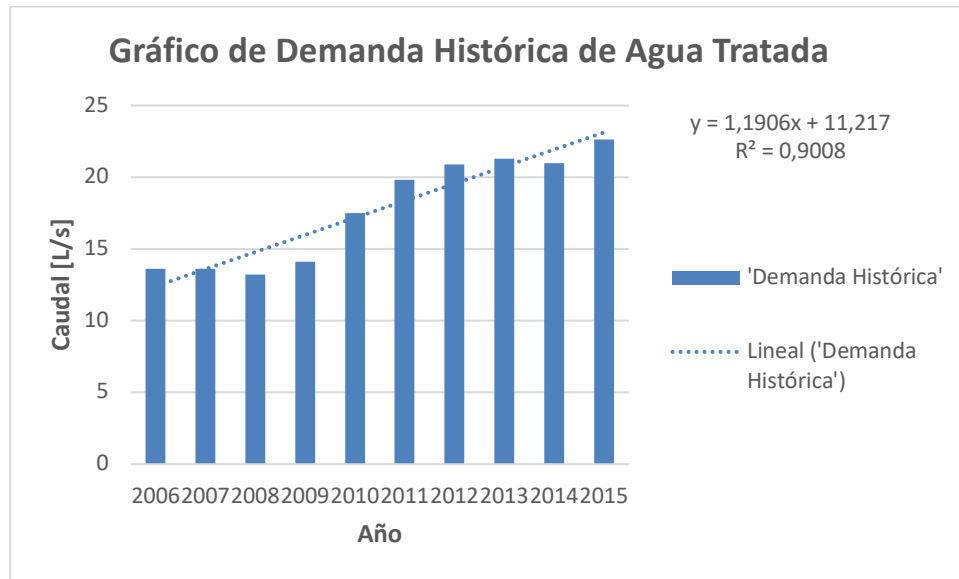


Gráfico 3: Gráfico de Demanda Histórica de Agua Tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Tabla 7: Datos de Demanda Histórica de Agua Tratada

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Año	Caudal [L/s]
2006	13,6
2007	13,6
2008	13,2
2009	14,1
2010	17,5
2011	19,8
2012	20,9
2013	21,3
2014	21
2015	22,65

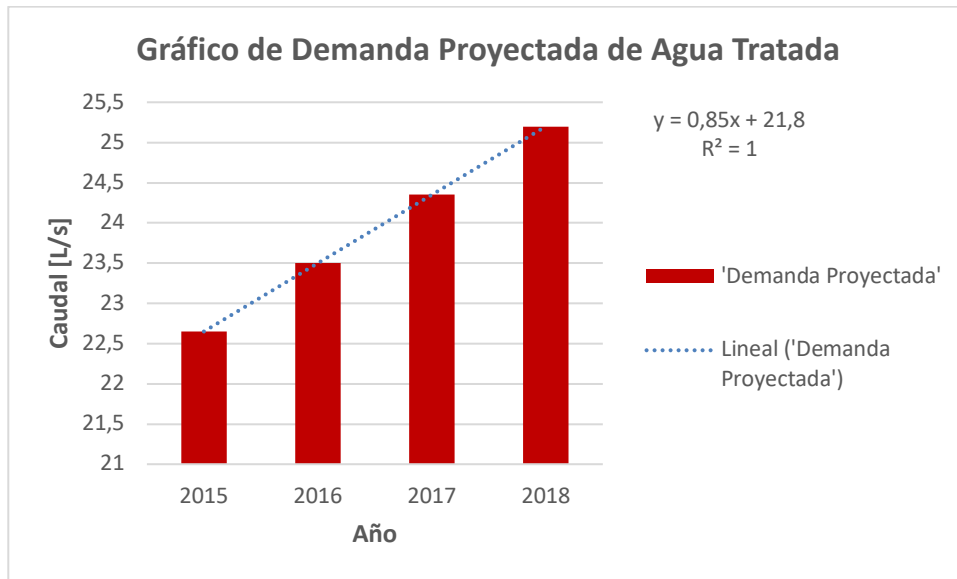


Gráfico 4: Gráfico de Demanda Proyectada de Agua Tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Tabla 8: Datos de Demanda Proyectada de Agua Tratada

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Año	Caudal [L/s]
2015	22,65
2016	23,5
2017	24,35
2018	25,2

Se estima que la implementación de la Celda de Flotación permitirá que los caudales de flujos de agua tratada vayan aumentando con los años gradualmente, esto podrá satisfacer la demanda de agua tratada de la planta, y además así se podrá disminuir el consumo de agua potable.

## 6.4 Medir los beneficios y los costos de llevar a cabo el proyecto

### 6.4.1 Batea o Celda de flotación

Los beneficios de tener la Batea o Celda de flotación, es que esta la proporciona la misma empresa, además de proporcionar el compactador que se añadirá al proceso.

Tabla 9: Costos e Inversión para Puesta en Marcha de Celda de Flotación

Fuente: Elaboración Propia

AÑO 0				
Inversiones de Instalación y puesta en marcha				
OBRA FÍSICA	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total
Celda de flotación	Unidad	1	\$ 0	\$ 0
Acond. Lugar de instalación	-	1	\$ 140.000	\$ 140.000
Desm. Equipos obsoletos	-	1	\$ 120.000	\$ 120.000
<b>EQUIPAMIENTO</b>				
Grúa Horquilla	Hora	7	\$ 6.000	\$ 42.000
Bomba Vogt	Unidad	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Compactador	Unidad	1	\$ 150.000	\$ 150.000
<b>PERSONAL</b>				
Personal de mantención	Horas-Hombre	60	\$ 2.600	\$ 156.000
Operador	Horas-Hombre	6	\$ 2.500	\$ 15.000
Ayudante operador	Horas-Hombre	6	\$ 1.100	\$ 6.600
Soldador	Horas-Hombre	10	\$ 3.125	\$ 31.250
Personal de aseo	Horas-Hombre	5	\$ 1.100	\$ 5.500
Horquillero	Horas-Hombre	7	\$ 2.100	\$ 14.700
Analista químico	Horas-Hombre	18	\$ 1.500	\$ 27.000
<b>MATERIALES E INSUMOS</b>				
Agua	m3	20	\$ 1.116	\$ 22.320
Vigas de acero	unidad	15	\$ 21.450	\$ 321.750
Planchas de acero	m2	2	\$ 27.527	\$ 55.054
Energía Eléctrica	KWh	350	\$ 110	\$ 38.500
Químicos	Kg	2	\$ 2.350	\$ 4.700
<b>CAPACITACIONES</b>				
Capacitación	-	1	\$ 110.000	\$ 110.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1.760.374</b>

## Costos Operacionales

Tabla 10: Costos Operacionales

Fuente: Elaboración Propia

Costos de Operación				
Costos Fijos de Operación				
Detalle	Unidad	Costo Unidad	Cantidad Anual	2016
Energía Eléctrica	KWH	\$ 41	107.751	\$ 4.417.791
Operador	Horas-Hombre	\$ 2.500	1.920	\$ 4.800.000
Ayudante de Operador	Horas-Hombre	\$ 1.100	1.920	\$ 2.112.000
Mantenciones	Horas-Hombre	\$ 2.600	288	\$ 748.800
Asesorías	Horas-Hombre	\$ 30.000	8	\$ 240.000
Materiales Mantenciones	-	\$ 850.000	1	\$ 850.000
<b>Total</b>				<b>\$ 13.168.591</b>
Costos Variables de Operación				
Agentes Limpiantes	Kg	\$ 2.350	320	752.000
Agua	m3	\$ 1.000	320	320.000
Aire	Kg	\$ 560	180	100.800
<b>Total</b>				<b>1.172.800</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>14.341.391</b>

## Depreciación

Tabla 11: Depreciación de Equipos de Celda de Flotación

Fuente: Elaboración Propia

Activos Depreciables					
Activos	Valor inicial	Valor residual	Vida útil	Tipo de depreciación	Depreciación
Bomba	500.000	250.000	10	Depreciación lineal	50.000
Compactador	150.000	75.000	10	Depreciación lineal	15.000
Instrumentación	1.200.000	600.000	10	Depreciación lineal	120.000
<b>Total</b>	<b>1.850.000</b>	<b>925.000</b>			<b>185.000</b>

## Precio Plumilla

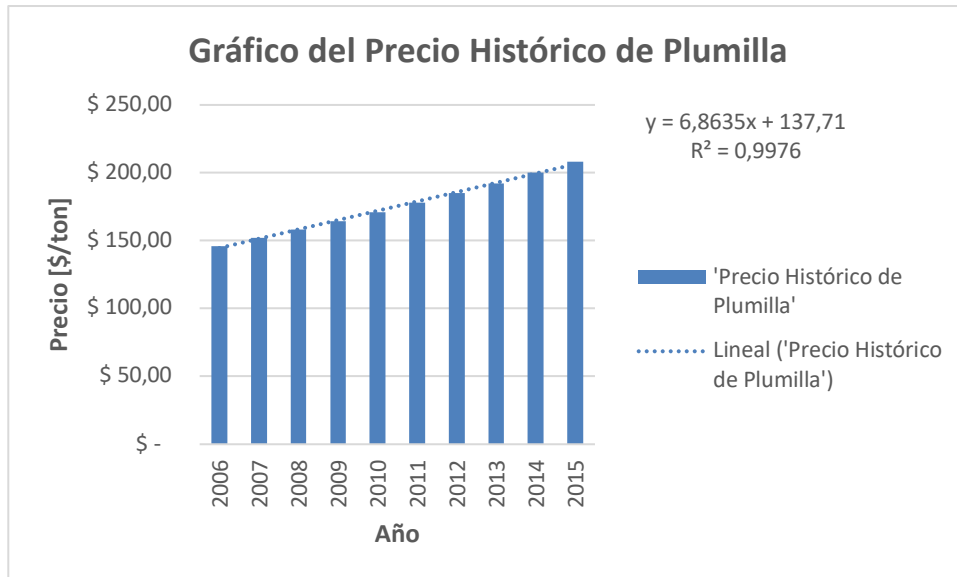


Gráfico 5: Gráfico de Precio Histórico de Plumilla en el Mercado

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Tabla 12: Datos del Precio Histórico de Plumilla

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Año	Precio [\$/Kg]
2006	\$ 146,14
2007	\$ 151,99
2008	\$ 158,07
2009	\$ 164,39
2010	\$ 170,96
2011	\$ 177,80
2012	\$ 184,91
2013	\$ 192,31
2014	\$ 200,00
2015	\$ 208,00

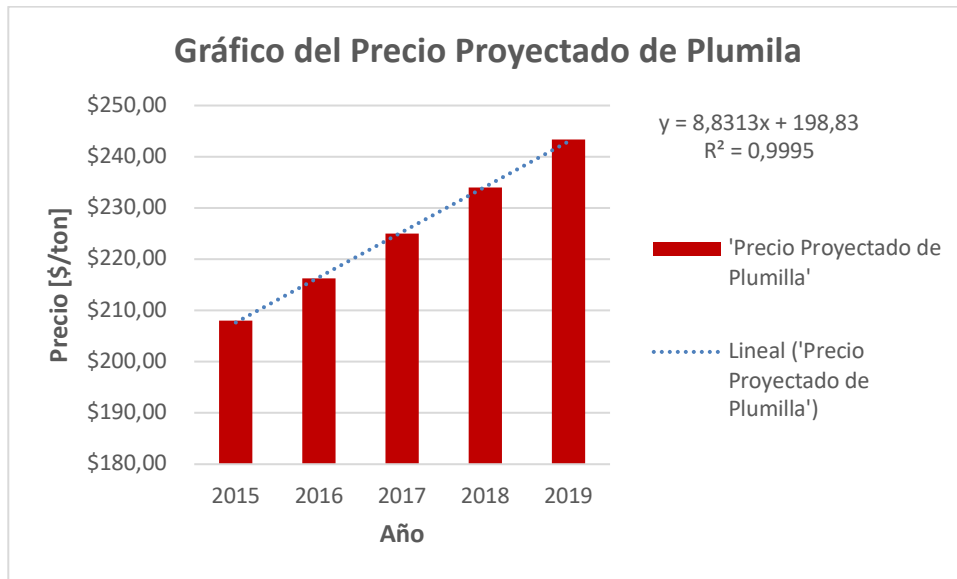


Gráfico 6: Gráfico de Precio Proyectado de Plumilla en el Mercado

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Tabla 13: Datos del Precio Proyectado de Plumilla

Fuente: Elaboración Propia en base a información entregada por la empresa Cambiaso Hnos.

Año	Precio [\$/Kg]
2015	\$ 208,00
2016	\$ 216,32
2017	\$ 224,97
2018	\$ 233,97
2019	\$ 243,33

### Evaluación Económica

En la inversión inicial se considera la instalación y puesta en marcha de la Celda de Flotación.

Inversión	Pesos \$
Celda de Flotación	\$ 1.760.374

\*Dato obtenido de la tabla 5 *Inversiones de Instalación y Puesta en Marcha*.

<b>Total producido/día</b>	1400 Kg	
<b>Días trabajados por año</b>	296	
<b>Total producido/año</b>	414.400 Kg	
Año	Precio (Kg)	Ingreso Total
2015	\$ 208,00	
2016	\$ 216,32	\$ 89.643.008,00
2017	\$ 224,97	\$ 93.228.728,32
2018	\$ 233,97	\$ 96.957.877,45
2019	\$ 243,33	\$100.836.192,55
2020	\$ 253,06	\$104.869.640,25

\*Considerando que el precio de la plumilla aumenta entre un 3,5% y un 4% anual.

Costos Totales de Operación					
	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Total</b>	\$14.341.391	\$14.341.391	\$14.341.391	\$14.341.391	\$14.341.391

<b>Tasa de Descuento</b>	12%
--------------------------	-----

\*Se considera la tasa de descuento que usa la empresa para sus inversiones.

El Valor Actual Neto de esta evaluación económica es calculado para un período de 5 años. El Valor se calcula tomando los flujos anuales proyectados para el lapso indicado.

\$/Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos		89.643.008	93.228.728	96.957.877	100.836.193	104.869.640
Costos operacionales		-14.341.391	-14.341.391	-14.341.391	-14.341.391	-14.341.391
Depreciación		-185.000	-185.000	-185.000	-185.000	-185.000
Valor residual						925.000
Utilidad antes de impuesto		75.116.617	78.702.337	82.431.486	86.309.802	91.268.249
Tasa de impuesto		20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
Impuesto		-15.023.323	-15.740.467	-16.486.297	-17.261.960	-18.253.650
Utilidad Ejercicio		60.093.294	62.961.870	65.945.189	69.047.841	73.014.599
Depreciación		185.000	185.000	185.000	185.000	185.000
Inversión Inicial	-1.760.374					
Flujo Caja	-1.760.374	60.278.294	63.146.870	66.130.189	69.232.841	73.199.599
Flujo Caja Traído a Valor Actual		53.819.905	50.340.298	47.070.162	43.998.722	37.085.195

\*Se consideraron esos impuestos a través de información obtenida en el SII.

<b>VAN \$ (12%)</b>	\$209.825.118,06
<b>TIR</b>	3429%

Considerando que la inversión inicial se realiza en al año cero, la inversión es recuperada en menos de un año.

El VAN al ser un valor positivo refleja que el proyecto es viable, es por esto que se considera una propuesta posible de desarrollar para solucionar el problema y poder recuperar la plumilla de polietileno.

## Capítulo 7: Análisis de Resultados

La propuesta de mejora para la recuperación de plumilla, se presentó a la Gerencia de la Planta de Polietileno como una solución al problema de acumulación que se presentaba en la Planta de Recuperado. Esta propuesta tuvo buena recepción por parte del Jefe de la Planta de Recuperado y por el Gerente de la Planta de Polietileno. Esto implicó que se pusiera en marcha el proyecto y se dió inicio a toda la gestión para su instalación y puesta en marcha en la Planta de Recuperado.

Actualmente la propuesta de mejora, es decir la instalación y puesta en marcha de la Celda de Flotación se implementó con éxito en la Planta de Recuperado, y funciona de acuerdo al siguiente proceso:

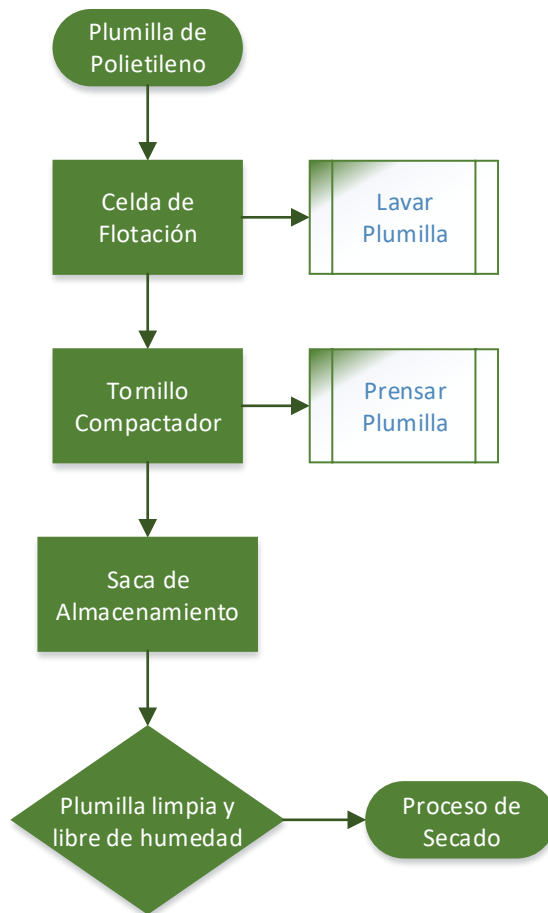


Figura 29: Proceso de Recuperación de Plumilla de Polietileno

Fuente: Elaboración Propia

El proceso se realiza de manera adecuada y por lo tanto cumple con las condiciones que se habían mencionado anteriormente cuando se presentó la propuesta de mejora y trabaja a total producción procesando diariamente 1400 Kg/día. Inmediatamente después de su instalación se procedió a realizar un seguimiento de la misma para comprobar que funcionaba de manera apropiada y así poder tener seguridad de que se podrán cumplir las expectativas de recuperar la plumilla que se encuentra en bodega además de la que se acumula diariamente.



Figura 30: Celda de Flotación Instalada

Fuente: Entregada por la empresa Cambiaso Hnos. S.A.C

## Capítulo 8: Conclusiones

Luego de realizar un recorrido por la Planta de Recuperado, y de investigar y recopilar información sobre la acumulación de material en la planta, se pudo determinar que el problema que estaba afectando a la planta se encontraba en la Planta de Tratamiento de Aguas (que esta al interior de la Planta de Recuperado), específicamente en dos de las primeras unidades operativas de la Planta de Tratamiento de Aguas. El problema se debe principalmente al desgaste que tiene los equipos involucrados, lo que provoca que se acumulen grandes cantidades de material al año. Para la detección del problema de manera más específica se realizó el Diagrama del Árbol de la Realidad Actual, complementándolo con el Diagrama de Ishikawa, con ellos se pudo concluir que la acumulación de material efectivamente se debe al desgaste, deterioro y sobrecarga de trabajo de dos equipos que componen la planta de tratamiento de aguas, que es en donde se acumula plumilla de polietileno.

Los antecedentes facilitados por el jefe y los supervisores de la Planta de Recuperado, fueron fundamentales para poder determinar donde iniciaba específicamente el problema, que es en el Tamiz Rotativo y la Batea de Lavado, ambas unidades operativas de la Planta de Tratamiento de Aguas. Como consecuencia de esto, la empresa ha incurrido en gastos debido al arriendo de una bodega que permita el almacenamiento del material acumulado, ya que por normas ambientales la empresa no puede botar dicho material al ambiente por ser considerado un desecho industrial en condiciones no aptas.

La elección de la correcta propuesta de mejora se basó en criterios tanto prácticos como económicos, concluyendo que se debe incorporar un nuevo equipo que permita solucionar el problema. El equipo considerado como adecuado es una Celda de Flotación diseñada a partir de una máquina sin uso y en buenas condiciones, que podía ser modificada para cumplir una nueva función que permita dar solución a la acumulación de plumilla de polietileno, y no solo eso, sino que además poder volver a darla un uso sin tener que desecharla. En pocas palabras con esta máquina se puede recuperar la plumilla y utilizarla como producto.

Al implementar la Celda de Flotación se puede recuperar la plumilla que está en bodega y la que se acumula a diario en la planta. La producción de material aumentaría, beneficiando directamente a la empresa.

Actualmente la propuesta de mejora que permitiría dar solución al problema, está instalada e implementada en la Planta de Recuperado, específicamente en el Patio de Acopio de Material. Luego de unos meses de seguimiento la máquina funciona en óptimas condiciones y de acuerdo a lo que se estimaba, por lo tanto, lo que queda a futuro es comprobar que la maquina cumpla con las expectativas y se pueda recuperar la totalidad de la plumilla en bodega y seguir trabajando con la plumilla diaria.

## Anexo

### Anexo A: Informe de los procesos de la Planta de Recuperado

#### Unidades operativas:

##### *1) Máquina extrusora Gneuss:*

- Silo
- Cinta transportadora
- Aglomerador
- Tornillos transportadores
- Extrusor
- Bomba de vacío
- Filtro GNEUB
- Granulador
- Centrífuga
- Turbina

El proceso comienza en el silo, donde se acumula la plumilla (alta o baja densidad) proveniente del proceso de lavado, este material es llevado hacia la cinta transportadora mediante un tornillo (también denominado gusano). En la cinta transportadora se encuentra un electroimán, el cual tiene la función de detectar elementos ferrosos que no hayan sido eliminado en procesos anteriores y que podrían generar un daño a los componentes del proceso de extrusión Gneuss.

Luego el material que es transportado por la cinta se acumula en el Aglomerador en donde un continuo movimiento de aspas evita que el material se compacte, paralelamente el aglomerador se encarga de quitarle humedad a la plumilla funcionando a una temperatura entre 90 y 95°C.

Desde el aglomerador pasa el material hacia la máquina extrusora mediante un tornillo inyector, en esta nueva etapa una serie de calefactores se encargan de fundir el polietileno a una temperatura establecida según sea de alta o baja densidad, de esta forma se logra mantener el nivel de viscosidad deseado. La extrusora cuenta con una bomba de vacío la cual es la encargada de extraer gases, líquidos y aceites presentes en la fundición del material, a su vez se eliminan olores indeseados.

A continuación, el material proveniente de la extrusora entra en el filtro GNEUB, donde mediante una serie de tamices rotativos (mallas) se logran quitar residuos sólidos de polietileno fundido.

El polietileno filtrado entra en el Granulador, en cual procede a cortar la masa, mediante un rápido proceso de enfriamiento con agua se obtiene el grano (pellet) de polietileno. Finalmente, el pellet es secado en la centrifuga de manera de cumplir con los porcentajes de humedad deseados, de aquí mediante una turbina se trasladan los granos hacia el punto final de almacenamiento.

## 2) Máquina extrusora Erema:

- Silo
- Cinta transportadora
- Trituradora
- Unidad dosificadora
- Cambiador de filtro
- Extrusora
- Extrusora MDE
- Bomba de vacío
- Unidad granuladora (unidad siguiente)
- Centrífuga
- Tanque de agua de operación
- Ciclón

El proceso comienza en el silo donde se acumula la plumilla proveniente desde la línea de lavado, allí mismo un agitador permite mantener continuo el flujo de material hacia la cinta transportadora sin llegar a compactarlo.

En la cinta la plumilla pasa por un detector de metales el cual da aviso mediante una alarma en caso de hallar uno, a su vez el ayudante puede mantener alimentada la cinta con material de repaso. Luego la plumilla llega a la trituradora donde esta se vuelve a triturar y se somete a una etapa de precalentamiento y compactado hacia la extrusora.

En la extrusora la plumilla es calentada hasta el punto de fusión formando una masa candente, la cual mediante el tornillo propio de la extrusora es inyectada hacia el cambiador de filtros. En esta etapa la masa fundida es filtrada mediante una serie de mallas, permitiendo la eliminación de residuos sólidos residentes en ella. En el cambiador de filtros ocurren constantemente sesiones de retrolavado con masa fundida lo que permite aumentar la vida útil de las mallas.

A continuación, la masa fundida entra nuevamente a una extrusora donde mediante una bomba de vacío se extraen gases, agua y aceites insertos en ella, luego el material limpio entra a un granulador el cual se encarga de cortar la masa dando la forma de pellet. Paralelamente un flujo de agua fría permite la rápida solidificación del pellet, a su vez esta agua también se encarga de transportarlo hacia la mesa vibratoria para que allí mediante la vibración se reduzca la cantidad de agua residual externa en el pellet.

Finalmente, el pellet entra a la centrífuga donde es completamente secado y mediante una turbina es transportado hacia la saca de acopio.

*3) Línea de lavado Wipa 2-3:*

- Cintas transportadoras
- Separador de sólidos
- Turbinas
- Ciclones
- Tubería
- Centrífugas
- Tornillo de lavado
- Válvulas actuadoras
- Silo
- Molino

El proceso comienza al incorporar la plumilla a la batea separadora de sólidos mediante la cinta transportadora. La batea separadora cuenta con una serie de tambores los cuales transportan y mezclan el material con el fin de ayudar a depositar en el fondo los sólidos de mayor peso y dejar la materia prima para el proceso de molienda y posteriormente lavado.

A continuación, el material es nuevamente reducido de tamaño mediante un molino, el cual permite un mejor lavado (aplicando desengrasante PDX y OVN) en los tornillos transportadores en los cuales se produce un sistema de inyección de agua y desengrasantes que permiten el lavado del material, a su vez mediante el trabajo de las válvulas temporizadas permite el recambio del agua para lavar el material.

La plumilla pasa a un segundo tornillo donde nuevamente se realiza un lavado de ella mediante la inyección de agua, el material es transportado hacia la centrífuga. Posteriormente el material es transportado mediante turbina hasta una segunda centrífuga que disminuye aún más la humedad del material para posteriormente sea enviado al silo para su proceso siguiente.

*4) Línea lavado Herbold:*

- Cinta transportadoras
- Recipiente mezclador
- Separador de sólidos
- Turbinas
- Ciclón
- Centrífugas
- Tornillo de transporte
- Válvulas actuadoras
- Molino

El proceso comienza incorporar la plumilla a la batea separadora de sólidos mediante cinta. La batea separadora cuenta con una serie de tambores los cuales transportan y mezclan el material con el fin de ayudar a depositar en el fondo los sólidos de mayor peso y dejar la materia prima para el proceso de molienda y posteriormente lavado (aplicando desengrasante PDX/OVN)

A continuación, el material es nuevamente reducido de tamaño mediante un molino, el cual permite un mejor lavado en el tornillo transportador en el cual se inyecta agua con soda y aditivo para eliminación de olores que permiten el lavado del material en una segunda etapa.

La plumilla pasa a un separador de material el cual transporta la plumilla hacia los recipientes mezcladores en los cuales el material continúa su proceso de lavado ayudado por la agitación del material mezclado con el agua con soda y aditivo para eliminar olores. Posteriormente el material es transportado mediante unas bombas que transportan el material hacia el tornillo separador por fricción el cual comienza la eliminación del agua en el material antes de ser incorporado a la centrifuga inicial, donde comienza el proceso de secado y transporte hacia el silo de acumulación de material seco para seguir con el proceso de extrusión.

5) *Desgarrador Weima*: trituradora de polietileno

6) *Molino Folcieri 3-4-5*: equipo que utiliza el material scrap limpio de extrusión (scrap, material rechazado por alguna falla, término/inicio de proceso procedente de la sección de extrusión o sellado) y sellado para la generación de material desgarrado, el cual es posteriormente reutilizado, sin necesidad de ingresar a la etapa de lavado. El operario deposita el material en las cintas transportadoras, las cuales se encargan de llevarlo al interior del molino donde una serie de cuchillas, guiadas por un motor eléctrico, se ocupan de cortar el material reduciendo considerablemente su tamaño. Este material al salir del molino es transportado hacia el siguiente proceso mediante una turbina impulsora.

7) *Desgarrador ISVE*: trituradora de polietileno, o algún objeto con dureza alta.

El proceso de tratamiento de aguas busca la transformación del agua sucia proveniente desde las líneas de lavado y extrusión de la planta de recuperado, de forma que esta agua pueda ser reutilizada en los procesos mismos, sin generar daño alguno a la máquina, al operario o al medio ambiente. Esto se logra separando los residuos sólidos inmersos en el agua mediante reacciones físico-químicas. A su vez estos residuos sólidos son transformados en tortas del barro en un proceso adyacente.

El agua sucia es succionada desde las piscinas de acumulación mediante bomba sumergibles, para llegar al tamiz rotativo, el cual se encarga de separar los restos de plumilla mezclando con el agua.

El agua de esta separación cae en un estanque de ecualización y a través de una bomba centrífuga el agua es impulsada hacia el mezclador estático, donde se agregan el coagulante y el floculante. El primero permite la estabilización de la carga del ril y el segundo logra la aglomeración y aumento de la densidad de las partículas contenidas en ella.

Luego en el sistema DAF ingresa aire presurizado mediante una bomba permitiendo la flotación de los residuos aglomerados en el agua, a su vez mediante un sistema de paletas estos residuos son retirados de la superficie y llevado a la zona de succión de una bomba extractora de lodos. Por otro lado, el agua que fue separada en el DAF es enviada a un estanque de rebalse y de allí se distribuye nuevamente por medios de bombas centrífugas a los diferentes puntos de procesos de lavado y extrusión.

#### 1.6. Personal en operaciones y labores administrativas.

- Jefe de planta
- Supervisor planta 1
- Supervisor planta 2
- Supervisor planta 3
- Jefe de turno
- Operador Erema
- Ayudante Erema
- Extrusor 1
- Extrusor 2
- Lavador 1
- Lavador 2
- Operador Weima
- Ayudante Weima
- Horquillero
- Operador Spring Water
- Molinero

#### 1.7. Seguridad e higiene industrial. Mantenimiento preventivo y correctivo. Problemas frecuentes de operación y criterios de solución.

Existen procedimientos e instructivos para los operarios y ayudantes de operarios de las diferentes máquinas, donde está la información paso a paso para realizar un trabajo en forma segura, además existen líneas de color amarillo que demarcan los lugares de trabajo y las vías por donde las grúas horquillas pueden conducir. Además, existen diferentes señaléticas de vías de escape, extintores y red húmeda en caso de incendio. Por otro lado, los trabajadores cuentan con un camarín con baños y duchas, además de un casino donde almorzar.

#### Mantenimiento preventiva:

Cada día miércoles de cada semana en el turno de las 7.30 am se realiza una mantención preventiva, en donde entre otras cosas se realiza lo siguiente: (hay ciertas mantenciones que se realizan casi diariamente o cuando la máquina lo requiera)

- Quemado y limpieza de portamallas, los portamallas son placas metálicas resistentes a temperaturas altas y presión, que permiten proteger los filtros de las extrusoras.

- Retiro de merma en extrusora Erema, la merma es un material de desecho que es eliminado en distintas etapas del proceso con el fin de obtener un polietileno de trabajo con mayor pureza.

- Destape de filtros de aire en silo Erema, la extrusora Erema encargada de procesar el polietileno previamente tratado cuenta con un silo de gran tamaño el cual va recepcionando el material proveniente de las líneas de lavado, por lo cual cuenta con un sistema que permite la entrada de 4 líneas de alimentación.

- Limpieza aglomeradora WIPA, una máquina aglomeradora reduce el volumen y compacta el procesamiento del material. Este procedimiento se lleva a cabo a la hora de realizar el cambio de material a procesar, puede ser alta densidad a baja o viceversa. Cuando se trabaja en baja densidad se está expuesto a mas desechos en la máquina, en la cual es fundamental la limpieza.

- Retiro material aglomerado del compactador.

#### -Limpieza Gneuss:

- Cambio de tamices, los tamices (elementos metálicos los cuales tienen la función de filtrar la masa de polietileno, alta o baja densidad, proveniente desde el proceso de extrusión) no sobrepasen el 90% de su vida útil, llegando a este valor se debe dar aviso al jefe de turno para realizar los pedidos pertinentes. En caso de que las presiones se mantengan estables se puede completar el 100% de utilización, de no ser así se deberá realizar el recambio inmediato.

- Retiro de merma cámara de vacío.

- Limpieza de centrífuga.

#### - Máquina Erema:

- Retiro de merma cámara de vacío mientras la maquina está trabajando.

- Cambio de mallas.

- Línea de lavado Herbold (tareas de limpieza y mantención):

- Revisar la parrilla de ambas centrífugas.
- Revisar los tamices vibradores.
- Retirar la tapa inferior del tornillo lavador inicial.
- Retirar el pelillo residual que pueda tener las canales de agua.

Problemas frecuentes de operación y criterios de solución:

-Falla en la operación de Cortadora N 40 (equipo utilizado para corte de material), un palpador detecta los atascos de material alrededor del rodillo acanalado. En caso de atasco, la máquina se para. La máquina se pondrá de nuevo en marcha después de liberar el rodillo. En caso de sobrecarga en espesor, la cinta de alimentación se para. La alimentación se pondrá en marcha de nuevo tras la extracción del material. La marcha atrás facilita la extracción.

- Posibles problemas en el funcionamiento de WIPPA:

-Motor de tornillo del compactador no se mueve a pesar de que esta energizado: cuando el motor del tornillo del compactador esta energizado y no presenta movimiento o no es normal su funcionamiento, al prenderlo y apagarlo se observa que el amperaje se eleva súbitamente, esto significa que el motor tiende a alcanzar su potencia máxima de manera muy rápida a pesar de que no hay movimiento. La razón es que el tornillo está trabado con material, lo que impide el movimiento. Se debe apagar el compactador y comunicarse con personal de mantención.

- Fugas de material en los ciclones: la fuga de material en algún ciclón se debe principalmente a una compactación y a la acumulación de plumilla y una posterior obstrucción en las vías posteriores en el equipo. Se debe apagar el compactador y comunicarse con personal de mantención.

- Molino Folcieri 3-4-5 trabado, es debido al exceso de material o al ingreso de algún material ajeno al proceso, se debe consultar el Procedimiento de operación del molino Folcieri 3-4-5 para resolver el problema (seguir los pasos descritos en el procedimiento).

### 1.8. Literatura u otra forma de información con que cuenta la Empresa para su proceso productivo o de investigación

La empresa cuenta con un sistema de gestión de seguridad, salud ocupacional y medioambiente, el cual ha generado documentos que guían la operación en la planta, los cuales se nombran a continuación:

- Procedimiento de puesta en marcha, manipulación y paro de máquina Wipa.
- Procedimiento operación línea lavado Herbold.
- Procedimiento de trabajo operador Weima.
- Procedimiento de operación molino Folcieri 3-4-5.
- Procedimiento de trabajo operador ISVE.
- Procedimiento de trabajo cortadora bobinas.
- Instructivo de trabajo en el detector de metales.
- Procedimiento de operación y limpieza Ext-Gneuss.
- Instructivo limpieza aglomeradora Wipa.
- Procedimiento operación de planta de tratamiento de agua.
- Procedimiento descarga de camiones con fardos plásticos.
- Procedimiento línea de lavado Wipa 2 y 3.
- Instructivo retiro material aglomerado del compactador.
- Instructivo quemado y limpieza portamallas.
- Instructivo para retiro de merma extrusora Erema.
- Instructivo destape de filtros de aire silo Erema.
- Procedimiento trabajo seguro máquina Erema.
- Instructivo mitigación de malos olores.
- Instructivo operativo cortadora de conos N40.
- Instructivo operación sistema secado de plumilla.
- Manual Herbold.
- Manual Erema.

### 1.9. Planes de modificación, expansión e investigación.

Se ha analizado y estudiado la compra de un nuevo sistema de pre tratamiento compacto de agua, separador sólido/líquido, desarenador y desgrasador, todo de marca Speco. Sin embargo, la opción de compra ha sido desestimada ya que existe una máquina antigua que se desea arreglar para esos fines.

**Anexo B: Fotos de la Instalación y Puesta en Marcha**













## Bibliografía

- Se redactó la introducción y la descripción de los procesos que se llevan a cabo en la Planta de Recuperado de Cambiaso Hnos. S.A.C, en base a información entregada por la empresa.
- Para obtener información sobre el origen de la empresa y sus productos, esta cuenta con una página web en donde es posible encontrar toda la información relacionada con su origen y desarrollo en el tiempo. <http://www.cambiaso.cl/>.
- El compromiso que tiene la empresa con el medioambiente <http://www.superior.cl/reciclaje.html>.
- [Arnoletto. E.J., 07]: Administración de la producción como ventaja competitiva, Edición electrónica.
- [Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 09]: Herramientas para la mejora de la calidad.
- [Banco Japonés de desarrollo y el instituto japonés de investigación económica, 03]: Manual de administración de la calidad total y círculos de control de calidad, Volumen II. Gibler y Gonzales-Ávila son responsables de la versión en español.
- [Noreen, Smith, Mackey, 95]: Introducción a los procesos de razonamiento. *“The IMA foundation for Applied Research Inc.”*
- [Pérez, Pérez-Martinez, 06]: El precio. Tipos y estrategias de fijación. MBA, edición 2006.
- [Gabriel Baca Urbina, 01]: Evaluación de Proyectos, 4° edición.
- [Nassir Sapag Chain, Reinaldo Sapag Chain, 69]: Preparación y Evaluación de Proyectos, 2° edición.