

Carrera de Ingeniería Química  
Proyecto final de Carrera

Obtención de celulosa microcristalina a  
partir de bagazo de caña de azúcar

Amarilla Capurro Lidia Katherina

Profesores

---

Ing. Norberto Rubén Sirtori  
Ing. Fabián Carlos Garcia  
Ing. Daniel Atilio Sequeira

Septiembre 2025



## AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia**, por haber sido el espacio donde crecí, aprendí y me formé como profesional. Gracias por abrirme las puertas a un camino lleno de desafíos, aprendizajes y nuevas formas de ver el mundo.

A cada **profesor y profesora** que me acompañó durante la carrera: gracias por su tiempo, su paciencia y por compartir más que contenido técnico. Gracias por transmitir experiencias reales, por enseñarnos a pensar con criterio profesional y por mantenerse cerca incluso en los momentos más difíciles. En especial, a los docentes de la cátedra Integración V, por su compromiso y por ser parte fundamental de este último paso.

Al Centro de Investigación **QUIMOB**, por haberme dado la oportunidad de desarrollarme tanto profesional como personalmente. Haber formado parte de ese equipo significó un antes y un después. Fue en ese espacio de trabajo, de intercambio y aprendizaje, donde nació la idea que hoy se convierte en esta tesis. Me llevo de ahí no solo herramientas, sino también inspiración.

A **mi familia**, por estar siempre. Por acompañarme en cada etapa, por bancar mis enojos, mis miedos, mis ausencias y mis desvelos. Gracias por confiar en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis **amigos y compañeros** que me crucé a lo largo de la carrera, y que con un apunte, una explicación a último momento, un consejo o simplemente una palabra de aliento, hicieron que este camino fuera mucho más llevadero. Gracias por estar, por ayudar, por compartir y por demostrar que siempre hay lugar y tiempo para la generosidad.

A la Asociación Chaqueña de Estudiantes Tecnológicos de Ingeniería Química (**AChETIQ**), gracias por ser un espacio que me abrazó desde el primer día. Por cada congreso, actividad y momento compartido, donde encontré formación, vínculos y un sentido de pertenencia que me acompañará siempre.

Y a todas las personas que, de una u otra forma, fueron parte de este camino. Me voy con mucho más que un título: me voy con aprendizajes, vínculos y recuerdos que voy a llevar conmigo toda la vida.



## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo valorizar un residuo agroindustrial abundante en el norte argentino: el bagazo de caña de azúcar. A partir de este subproducto, se propone un proceso de obtención de celulosa microcristalina, un bien intermedio de alto valor agregado, destinado a las industrias alimenticia y farmacéutica. El producto final será envasado en bolsas de polipropileno de 25 kg, listas para su comercialización a escala industrial.

La planta industrial estará ubicada en el Parque Industrial de Tucumán, en la ciudad de San Miguel de Tucumán. Esta localización resulta estratégica tanto por la disponibilidad local de materia prima como por la infraestructura regional, facilitando una operación eficiente y sostenible.

El proceso productivo contempla múltiples etapas: selección, molienda, pretratamiento químico, hidrólisis ácida, extracción alcalina, blanqueo, centrifugación, lavados sucesivos, secado y envasado. Cada una de estas etapas ha sido diseñada para garantizar la calidad del producto final y el cumplimiento de los requisitos técnicos de la industria.

Se proyecta una producción inicial de 1.158 toneladas anuales en el primer año, alcanzando las 2.000 toneladas por año al décimo año de operación. La financiación del proyecto contempla un crédito del Banco Nación para cubrir el 35,47 % de la inversión total en activos fijos, complementado con capital propio.

Se tienen resultados favorables en la rentabilidad del proyecto, que se evidencian en el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) con valores positivos y en el Índice de Efecto Palanca con un resultado mayor a uno.

**Palabras clave:** celulosa microcristalina, bagazo de caña de azúcar, industria alimenticia, industria farmacéutica, residuo agroindustrial.



---

## CONSIDERACIONES SOBRE EL PROYECTO

El presente proyecto es un estudio de prefactibilidad de un emprendimiento industrial del proceso de *obtención de celulosa microcristalina a partir de bagazo de la caña de azúcar* que se realiza con objetivos didácticos a los efectos de integrar los conocimientos adquiridos en el trayecto de la carrera de *Ingeniería Química* y de ejercitar a los alumnos en la aplicación de un esquema de trabajo estructurado.

De este modo, se busca dar valor agregado a un residuo de la agroindustria potenciando el concepto de economía circular y aportando al desarrollo industrial del país.

Respecto de un estudio de prefactibilidad real se marcan las siguientes diferencias principales:

- Dado que los alumnos deben aplicar conocimientos adquiridos en las asignaturas de Procesos y Operaciones se les solicita un tratamiento más profundo en el aspecto de la ingeniería de producción.
- Los temas que no son de la incumbencia de la profesión se tratan con menor profundidad, tal es el caso de los Estudios de Mercado y de Comercialización.
- Se hace énfasis en los criterios con que los alumnos aplican los conocimientos adquiridos, a la vez de desarrollar algunos conocimientos nuevos. En los proyectos puede haber errores o faltantes ya que no se pretende una evaluación real.
- Los valores de precios de insumos y productos son estimados y pueden ser diferentes de los reales.
- Los valores de las inversiones (precios de equipos, instalaciones y otros) son estimados, en algunos casos los márgenes de error pueden ser altos.
- Los tiempos de ejecución del proyecto (año= 0) son estimados en algunos casos con posibles márgenes de error altos.
- Por lo tanto, los resultados económicos no pueden tomarse como definitivos.



## INDICE

<b><u>1. SÍNTESIS .....</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>2 - ESTUDIO DE MERCADO .....</u></b>	<b><u>12</u></b>
<b><u>3. LOCALIZACIÓN .....</u></b>	<b><u>24</u></b>
<b><u>4- INGENIERÍA.....</u></b>	<b><u>34</u></b>
<b><u>5. ORGANIZACIÓN.....</u></b>	<b><u>140</u></b>
<b><u>6. COSTOS.....</u></b>	<b><u>148</u></b>
<b><u>7. INVERSIONES.....</u></b>	<b><u>177</u></b>
<b><u>8. FINANCIAMIENTO.....</u></b>	<b><u>190</u></b>
<b><u>9. RESULTADOS .....</u></b>	<b><u>193</u></b>
<b><u>10. CONCLUSIONES .....</u></b>	<b><u>200</u></b>
<b><u>BIBLIOGRAFIA .....</u></b>	<b><u>203</u></b>
<b><u>ANEXOS.....</u></b>	<b><u>210</u></b>

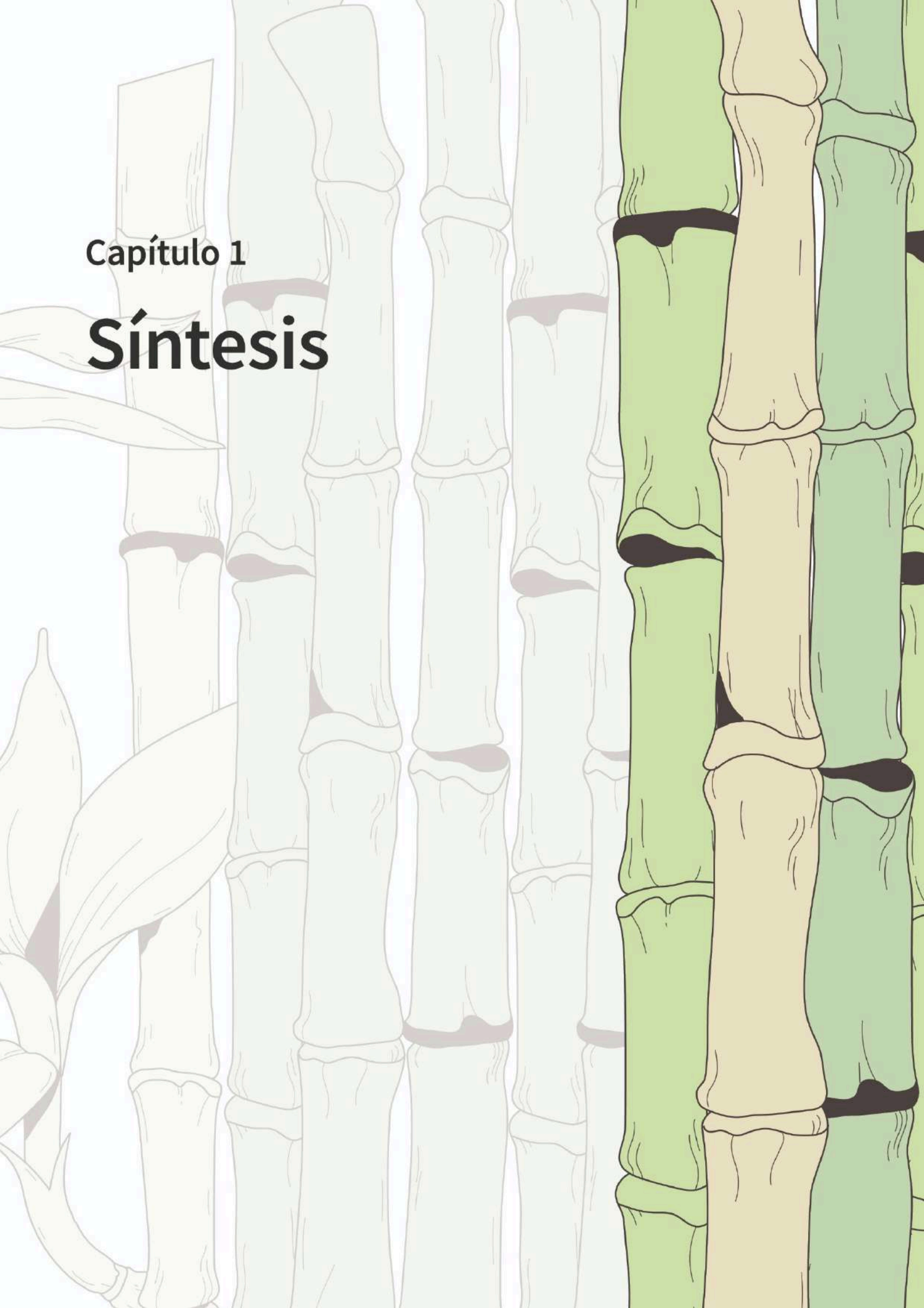


## INDICE ANEXO

<b><u>ANEXOS.....</u></b>	<b><u>210</u></b>
Plano N°1- Planimetría .....	211
Plano N°2- Distribución de equipos.....	212
Plano N°3- Distribución de cañerías de proceso .....	213
Plano N°4- Distribución de cañerías de servicio .....	214
Plano N°5- Distribución de motores y tableros.....	215
Plano N°6- Unifilar.....	216
Plano N°7- Corte A-A´ .....	217
Plano N°8- Reactor de Hidrolisis ácida 1 .....	218
Plano N°9- Secador de bandejas.....	219
<b><u>FOLLETERIA.....</u></b>	<b><u>220</u></b>

Capítulo 1

# Síntesis





## 1. SÍNTESIS

### *1.1 BREVE RESEÑA DEL PROYECTO*

El presente proyecto tiene como objetivo principal valorizar un residuo agroindustrial de gran disponibilidad en el norte argentino: el bagazo de caña de azúcar. A partir de esta materia prima, se propone el diseño de una planta industrial destinada a la obtención de celulosa microcristalina, un bien intermedio de alto valor agregado, ampliamente utilizado en las industrias alimenticia y farmacéutica.

El proceso productivo contempla una serie de etapas físico-químicas que permiten purificar, fraccionar y estabilizar la fibra del bagazo para obtener MCC con las especificaciones exigidas por el Código Alimentario Argentino. Este proyecto se presenta como una oportunidad para promover la economía circular, generar valor local y reducir la dependencia de insumos importados.

### *1.2 MERCADO, PRODUCCIÓN Y VENTAS*

#### *1.2.1 Orientación básica del mercado a servir*

La celulosa microcristalina se comercializa como aditivo funcional en múltiples formulaciones alimenticias y farmacéuticas. Se clasifica como un bien intermedio, ya que forma parte de la composición de productos terminados como galletitas, productos de panadería, suplementos, comprimidos, cápsulas, entre otros. Se comercializa en bolsas de 25 kg de polipropileno.

El mercado objetivo está compuesto por empresas elaboradoras de alimentos procesados y laboratorios farmacéuticos, siendo ambos sectores de gran desarrollo y proyección en el país.

#### *1.2.2 Volúmenes de producción previstos y programa de producción*

La planta prevé una producción inicial de 1.158 toneladas anuales de celulosa microcristalina, lo que equivale a un promedio de 6.434 kg diarios. Se proyecta un crecimiento anual del 5% durante el año 1 y 2, del 6% hasta el año 9 y alcanzando un aumento del 7% en el año 10, teniendo así una capacidad operativo de 2000 toneladas anuales en el último año de análisis.



### *1.2.3 Fuentes de suministro actuales de los productos*

Actualmente, el abastecimiento de celulosa microcristalina en Argentina proviene en su totalidad de la importación.

## *1.3 FACTIBILIDAD TÉCNICA Y RECURSOS*

### *1.3.1 Breve descripción del proceso y grado de actualidad del mismo*

El proceso productivo inicia con la recepción del bagazo húmedo de caña de azúcar, subproducto generado en los ingenios azucareros luego de la extracción del jugo. Debido a la estacionalidad de la zafra, la planta operará durante los 6 meses del año en que se concentra la cosecha.

Luego del ingreso del material, se realiza una etapa de selección y limpieza, seguida por una molienda y tamizado para obtener una harina de bagazo de tamaño adecuado. A continuación, se inicia el tratamiento químico, comenzando con un pretratamiento alcalino, tras el cual se realiza un primer lavado y filtración mediante filtro prensa.

Posteriormente, el material pasa por una hidrólisis ácida, seguida de una extracción alcalina, y luego se realiza un nuevo lavado y filtración. La fibra resultante se somete a un proceso de blanqueo, tras el cual se efectúa una tercera etapa de lavado y filtrado.

Luego, se realiza una segunda hidrólisis ácida, cuyo objetivo es romper las estructuras de celulosa para reducir su tamaño y obtener microcristales de celulosa. Finalmente, se lleva a cabo un lavado con centrifugación para eliminar por completo los restos de licor ácido.

La celulosa microcristalina obtenida se somete a secado en un secador de bandejas, y luego es envasada en bolsas de polipropileno de 25 kg listas para su comercialización.

Este proceso ha sido ampliamente estudiado y aplicado a nivel internacional, adaptándose en este caso a las condiciones locales de materia prima. Se trata de una tecnología probada y vigente, con alta eficiencia y aplicabilidad industrial.



### 1.3.2 Disponibilidad de mano de obra, materias primas, insumos y transportes

La planta se localizará en San Miguel de Tucumán, una zona con fuerte presencia agroindustrial y excelente disponibilidad de bagazo de caña de azúcar como subproducto de los ingenios azucareros cercanos.

La región también cuenta con buena infraestructura, accesibilidad y oferta de mano de obra calificada, gracias a la presencia de universidades técnicas y profesionales formados en la zona. Los insumos químicos necesarios son fácilmente adquiribles en el mercado nacional y podrán ser transportados por vía terrestre.

### 1.3.3 Localización prevista

La planta se ubicará en el Parque Industrial Tucumán, en las afueras de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Esta localización fue seleccionada por su cercanía a las fuentes de materia prima, su infraestructura adecuada para actividades industriales, la disponibilidad de servicios básicos, los beneficios fiscales asociados y su buena conectividad con los centros de consumo.

## 1.4 MONTO DE INVERSIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

### 1.4.1 Inversiones totales del proyecto

El proyecto requiere una inversión inicial de 3.239.639 USD.

CALENDARIO DE INVERSIONES												
Rubro	Año 0 [USD]	Año 1 [USD]	Año 2 [USD]	Año 3 [USD]	Año 4 [USD]	Año 5 [USD]	Año 6 [USD]	Año 7 [USD]	Año 8 [USD]	Año 9 [USD]	Año 10 [USD]	Total Período de Análisis [USD]
Activos Fijos	3.075.952	31.153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.107.105
Activos de Trabajo	163.686	1.045.830	30.760	43.233	52.507	55.561	58.178	62.034	66.107	70.467	86.892	1.735.255
<b>TOTAL</b>	<b>3.239.639</b>	<b>1.076.982</b>	<b>30.760</b>	<b>43.233</b>	<b>52.507</b>	<b>55.561</b>	<b>58.178</b>	<b>62.034</b>	<b>66.107</b>	<b>70.467</b>	<b>86.892</b>	<b>4.842.360</b>

Tabla 1.1. Calendario de inversiones. Fuente: Elaboración propia



### 1.4.2 Rentabilidad del proyecto

Análisis económico	
VAN [USD]	14.227.311
VAN propio [USD]	13.635.504
TIR	33%
TOR	43%
<b>Efecto palanca</b>	<b>1,32</b>

Tabla 1.2. Análisis económico. Fuente: Elaboración propia

El VAN es positivo, resultando un proyecto rentable en las condiciones planteadas. Además el efecto palanca es mayor a 1, estos valores reflejan una alta rentabilidad y rápida recuperación de la inversión, consolidando la viabilidad del proyecto en el corto y mediano plazo.

### 1.4.3 Financiamiento previsto

Se prevé la obtención de un crédito del Banco Nación, que cubrirá el 35,47 % de la inversión en activos fijos, cuyo interés anual es del 17,75% y una amortización de tipo Sistema Alemán. El resto será financiado con capital propio, permitiendo optimizar el índice de apalancamiento sin comprometer la rentabilidad esperada.

Financiamiento		
Concepto	Importe [USD]	[%]
Capital Propio	1.897.980	64,53%
Capital Bancario	1.043.403	35,47%



Capítulo 2

# Estudio de mercado

## 2. ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1. BIENES A PRODUCIR

#### 2.1.1. Descripción del producto.

El producto final, *Celulosa microcristalina*, es un polvo blanco bolsones de polipropileno. Es un bien de consumo intermedio, el cual está destinado principalmente a la industria alimenticia y la industria farmacéutica, se utiliza comúnmente como un agente de carga, aglutinante y estabilizador y espesante en una gran variedad de productos.

#### 2.1.2. Niveles de calidad y normas a las que se ajusta

El producto se ajusta al Código Alimentario Argentino (CAA), en el Artículo 1398, inciso 52.2 se establecen las especificaciones particulares para cada aditivo, incluyendo la celulosa microcristalina.

#### 2.1.3. Envases

La celulosa microcristalina será comercializada en sacos de polipropileno de 25 kg.



Ilustración 2.1: Bolsa de polipropileno. Fuente: <https://facainpack.com/>

#### 2.1.2. Subproductos

No corresponde.



### 2.1.3. Tipo del bien y mercados consumidores

La celulosa microcristalina se clasifica como un bien intermedio o un ingrediente utilizado en la producción de otros productos, y se comercializa en diferentes mercados consumidores, se utiliza como ingrediente en la producción de otros productos, como alimentos, productos farmacéuticos, entre otros.

En la Industria alimentaria, la celulosa microcristalina se utiliza como aditivo en la industria alimentaria para mejorar la textura, la estabilidad y la consistencia de los alimentos y también, se utiliza como agente espesante. Se utiliza comúnmente en productos como panes, galletas, salsas, bebidas y productos lácteos.

En la Industria farmacéutica, se utiliza como excipiente debido a ser un buen agente aglutinante, diluyente y desintegrante para la formulación de tabletas y capsulas.

### 2.1.4. Bienes complementarios

No corresponde.

### 2.1.5. Bienes competitivos

Considerando a los bienes competitivos como aquellos capaces de reemplazar a la celulosa microcristalina como un agente espesante y estabilizante de la industria alimenticia, estos son: la goma guar, la goma xantana, la pectina, la gelatina, alginato de sodio.

#### 2.1.5.1. GOMA GUAR

La *goma guar* es un polvo blanco, aditivo alimentario conocido como E-412 y se utiliza como gelificante y espesante de alimentos. Preferentemente en lácteos.

Marca	Presentación	Precio (\$)
Química Palumbo	1kg	11479
Powder	1kg	20000
Ecomarket Shop	1kg	13800

#### 2.1.5.2. GOMA XANTANA

La *goma xántica*, *xantana* o *xantan* es un polvo blanco, aditivo alimentario que se conoce como E-415 y se utiliza principalmente como estabilizador en distintos alimentos. También se suele utilizar como espesante y emulsionante.



Marca	Presentación	Precio (\$)
Química Palumbo	1kg	14464
Alzol	1kg	12694

### 2.1.5.3. PECTINA

La *pectina* es una fibra presente de manera natural en la pared celular de las frutas, aditivo alimentario E-440, funciona como espesante natural, y gelificante.

Marca	Presentación	Precio (\$)
Top Class	100g	19832
El Granate	100g	9900

### 2.1.5.4. GELATINA

La *gelatina* es un polvo que se obtiene por la extracción del colágeno de origen animal. Es el aditivo alimentario E-428, tiene propiedades gelificantes y espesantes.

Marca	Presentación	Precio (\$)
Mayana	1 kg	26038
Química Palumbo	1 kg	21228

### 2.1.5.5. ALGINATO DE SODIO

El *alginato de sodio* es un polvo procedente de algas marinas pardas, aditivo alimentarios E-401 usado como gelificante y para hacer esferificaciones.

Marca	Presentación	Precio (\$)
Natural Whey	100g	14672
Breaking Lab	250g	19199

## *2.2. MERCADOS PREVISTOS*

### *2.2.1. Ámbito del análisis*

Se realizará un análisis de mercado en el ámbito de comercialización nacional.

### *2.2.2. Análisis histórico del mercado*

En Argentina, se estima que el consumo de la celulosa microcristalina ronda alrededor de las 2000 toneladas anuales. Sin embargo, la misma es procedente de importaciones.

En el mercado mundial de celulosa microcristalina represento 1,1 mil millones de dólares de celulosa microcristalina, correspondientes a 75 millones de toneladas promedio, el cual se proyecta que ascienda a un 7% anual.

Globalmente, la producción de celulosa microcristalina está segmentado por fuente (a base de madera, no a base de madera), y en base al proceso (extrusión reactiva, mediada por enzimas, explosión de vapor, hidrólisis ácida).

La región de Asia Pacífico será el mercado de más rápido crecimiento debido al mayor consumo de productos farmacológicos y cosméticos en países de China e India.

El mayor exportador es Estados Unidos, seguido por Alemania, China, Bélgica y Japón.

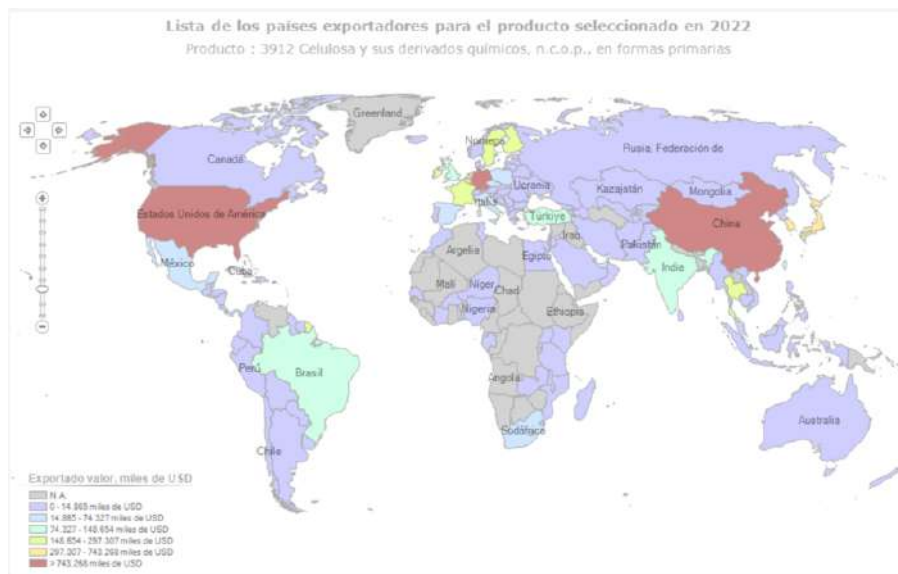


Ilustración 2.2: Mapa de países exportadores de Celulosa y sus derivados químicos. Fuente: <https://www.trademap.org/>

Por último, se puede observar que el comercio internacional de la celulosa microcristalina este presenta una tendencia de aumento si se observa los valores exportados en el periodo 2018/2022 Internacional Trade Centre, a nivel mundial, se ha exportado USD \$ 5.727.069 mil alcanzando los USD \$ 7.354.251mil.

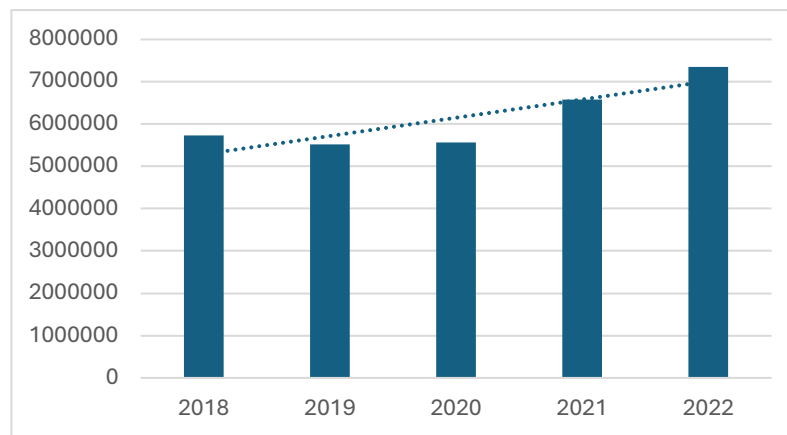


Ilustración 2.3: Gráfico de tendencia de la exportación a nivel mundial de Celulosa y sus derivados químicos.

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de: <https://www.trademap.org/>

3El aumento poblacional acompañado de cambios en patrones alimenticios y una tendencia al consumo de alimentos procesados producen una mayor demanda del producto.

En cuanto a la industria farmacéutica debido a la utilización de suplementos, con el envejecimiento de la población mundial y aumento de las enfermedades y patologías crónicas aportan al incremento de la demanda de celulosa microcristalina.

La sostenibilidad también es un factor que impulsa la demanda de celulosa microcristalina. La celulosa microcristalina se deriva de recursos renovables, lo que la convierte en una alternativa sostenible a otros materiales sintéticos en muchas áreas. Se espera que la creciente concienciación sobre la sostenibilidad siga aumentando la demanda de celulosa microcristalina en los próximos años.

#### 2.2.2.1. Importaciones

Según datos de INDEC, en Argentina, en el año 2022 las importaciones totalizaron 10.654 millones de dólares y 1900 toneladas. Las cuales provienen principalmente de Estados Unidos, seguido por Alemania y Brasil.

La misma es clasificada como Celulosa microcristalina en polvo y Celulosa microcristalina en formas primarias excluida en polvo. Por otro lado, no diferencian el fin al que va dirigido (alimentos, fármacos, otros)

#### 2.2.2.2. Exportaciones

No corresponde.



#### 2.2.2.3. Consumo aparente

No corresponde.

#### 2.2.2.4. Demanda insatisfecha

No corresponde.

#### 2.2.2.5. Principales productores

El principal productor en el país es Biopack, es el único conocido hasta el momento que comercializa el producto como un producto químico, ubicada en la provincia de Buenos Aires.

#### 2.2.2.6. Principales consumidores

Los principales consumidores son la industria alimentaria y la industria farmacéutica. Se estima que la celulosa microcristalina es representa el 0,5-2% en la composición de los alimentos figurando como aditivo, siendo denominado como E460i. En cuanto a la industria farmacéutica, este representa entre un 5-95% dependiendo del producto.

#### 2.2.2.7. Sistemas actuales de comercialización

La celulosa microcristalina es posible conseguirla mediante distribuidores, entre ellos se encuentran Lanpex S.A., Quimtia, Química Córdoba S.A. y Biopack, ubicadas en la provincia de Buenos Aires.

#### 2.2.3 - Demanda futura (proyectada a 5 años)

La demanda de celulosa microcristalina en Argentina se encuentra actualmente totalmente cubierta por productos importados, provenientes principalmente de Estados Unidos, Alemania y Brasil. Sin embargo, se proyecta un crecimiento sostenido del consumo debido a un crecimiento de la industria alimentaria y farmacéutica, sectores que incorporan cada vez más aditivos funcionales y excipientes seguros, como la celulosa microcristalina.

Se estima un crecimiento de la demanda interna del 5 % anual acumulativo, lo cual llevaría el consumo nacional estimado de 2.000 toneladas actuales a 2.552 toneladas en el quinto año de operación.

La producción proyectada de este emprendimiento permitirá cubrir una porción creciente del mercado, reduciendo la necesidad de importación y posicionando al producto nacional como alternativa competitiva.



### 2.3. TAMAÑO DEL PROYECTO

#### 2.3.1. Capacidad de producción proyectada, evolución de la producción.

El proyecto contempla una capacidad inicial de 1.158 toneladas anuales, con una producción diaria de aproximadamente 6.434 kg. A lo largo de los 10 años se prevé un incremento gradual de la producción, alcanzando las 2.000 toneladas anuales en el año 10. Considerando un incremento del 5% anual en los primeros dos años de la producción, siguiente por un incremento del 6% anual hasta el año 9 y un 7% en el año 10, en los próximos 10 años se tendrá:

Producto	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Celulosa microcristalina	[tn/año]	1158	1219	1283	1365	1452	1545	1643	1748	1860	2000

Tabla 2.1. Capacidad de producción proyectado. Fuente: Elaboración propia

#### 2.3.2. Forma en que operará la empresa (turnos y días de trabajo) y los cambios previstos si hay que incrementar la producción.

La planta operará durante los 6 meses del año que dura la zafra de caña de azúcar, con una jornada continua de 24 horas al día, los 7 días de la semana. Esto representa un total de 183 días laborales por año, lo que permite maximizar el aprovechamiento de la materia prima fresca.

El esquema contempla tres turnos rotativos de 8 horas por día, garantizando una operación ininterrumpida. En caso de que sea necesario incrementar la capacidad, se evaluará la posibilidad de almacenar materia prima pretratada o seca, lo que permitiría extender la producción más allá de los meses de zafra.

#### 2.3.3 - Relación de la capacidad con el análisis de mercado.

La capacidad de producción del proyecto permite cubrir inicialmente un 58 % del mercado nacional estimado (2.000 t/año), alcanzando un 100 % de cobertura para el año 10. Esta evolución acompaña el crecimiento estimado de la demanda interna y permite sustituir progresivamente las importaciones, lo cual representa una ventaja estratégica en términos de logística, precios y disponibilidad.



### *2.3.4 - Posibilidades futuras de expansión (por sobre los incrementos proyectados)*

El proyecto contempla la posibilidad de expandir su capacidad instalada más allá de las 2.000 toneladas anuales, mediante la incorporación de nuevas líneas de procesamiento o de tecnologías que permitan procesar materia prima seca o almacenada.

## *2.4. ESTUDIO DE LOS INSUMOS*

### *2.4.1. Disponibilidad de la materia prima en función de la capacidad de producción*

La principal materia prima utilizada para este producto es el bagazo de la caña de azúcar, residuo lignocelulósico, que dependiendo de la eficiencia en el proceso de la extracción de su jugo está constituido entre un 25 y 40% de la caña de azúcar.<sup>1</sup>

En Argentina, se cuenta con 20 ingenios azucareros, obteniendo principalmente azúcar de la cual el 20% es exportada; y 8 establecimiento de bioetanol a partir de la caña de azúcar el cual representa el 50% del volumen de bioetanol entregado a las petroleras.

Por lo que los principales proveedores de esta materia prima podrán ser encontrados en el mercado interno.

#### 2.4.1.1. Volumen físico producido y principales lugares de producción

Actualmente en Argentina según lo que informa el Centro Azucarero Argentino, se producen de 2,2 a 2,5 millones de toneladas de azúcar, lo cual equivale a aproximadamente 23,3 millones toneladas de caña de azúcar, encontrándose en el noveno puesto en cuanto a la producción mundial de azúcar.

Las principales provincias donde se concentra la producción de azúcar son Tucumán, Jujuy y Salta.

---

<sup>1</sup> Pernalet et al. (2008a, p. 4)

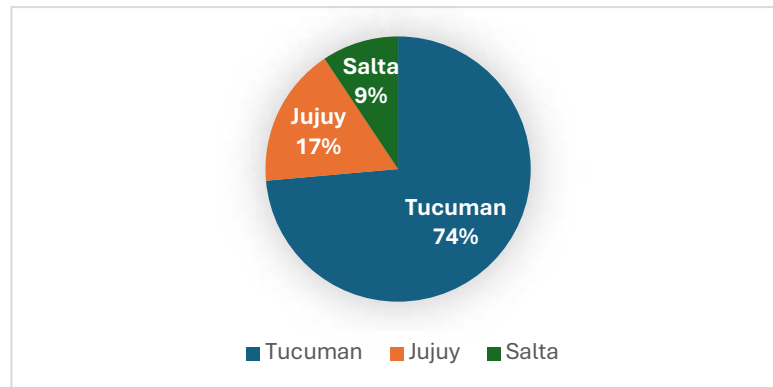


Ilustración 2.4: Distribución de producción azucarera en Argentina. Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.1.2. Principales productores, capacidad instalada y ubicación

Los principales productores de azúcar en el 2021 en el país de Argentina fueron;

En primer lugar, el Grupo Los Balcanes, constituidos por los ingenios azucareros: La Florida, Cruz Alta y Aguilares, quienes produjeron 3,42 millones de toneladas de caña de azúcar. Dichos ingenios se encuentran ubicados en la provincia de Tucumán.

Seguidos por Ledesma, quienes en dicho año produjeron 3,25 millones de toneladas de caña de azúcar. Sin embargo, son considerados el ingenio azucarero más grande del país, se encuentra en la provincia de Jujuy y cuentan con 40.000 hectáreas de siembra de caña de azúcar propia.

Después se encuentra el Grupo Luque, conformados por los ingenios azucareros de Concepción y Marapa, localizados en la provincia de Tucumán y cuentan con una producción de 3,14 millones de toneladas de caña de azúcar.

En cuarto puesto se encuentra Tabacal Agroindustria, conformado con el ingenio San Martín de Tabacal en la provincia de Salta, el cual contó con una producción de 2,23 millones de toneladas de caña de azúcar.

Quinto se encuentra Azucarera Argentina, con los ingenios Santa Rosa y La Corona, que se encuentran en la provincia de Tucumán, produciendo 2,11 millones de toneladas de caña de azúcar.

#### 2.4.1.3. Precios

El bagazo de caña de azúcar es un subproducto generado en grandes volúmenes durante la zafra de caña, una vez extraído el jugo en los ingenios. Si bien históricamente se lo consideró un residuo sin valor comercial, en la actualidad tiene cierta demanda como

biocombustible sólido, especialmente dentro de los mismos ingenios, que lo utilizan como fuente de energía en calderas.

A pesar de esto, el valor económico del bagazo sigue siendo bajo, ya que su precio está asociado a su poder calorífico más que a su potencial como materia prima industrial. Por ello, algunos ingenios lo comercializan a un valor estimado de 3 USD por tonelada, lo que lo hace competitivo frente a otros combustibles de biomasa.

Este bajo costo lo convierte en una materia prima atractiva para proyectos de valorización como el presente, que buscan transformarlo en productos de alto valor agregado, como la celulosa microcristalina.

#### 2.4.1.4. Importaciones y exportaciones

No corresponde.

#### 2.4.1.5. Evolución de la producción

La producción de azúcar en Argentina creció velozmente en el periodo entre los años noventa y el 2008, incrementando en un 83% momento en el cual se lograba moler aproximadamente 30 millones de toneladas de caña de azúcar, equivaliendo a la obtención de 2,4 millones de toneladas de azúcar.

Desde entonces, la producción presentó una baja entre el 2006 hasta la actualidad el promedio de producción de azúcar fue de 2,1 millones de toneladas.

Sin embargo, se modificó la industria y ahora los ingenios azucareros no solo producen azúcar para el consumo si no que a partir del bagazo de caña de azúcar se obtiene combustible y otros productos como el papel, jarabes y alcoholes.

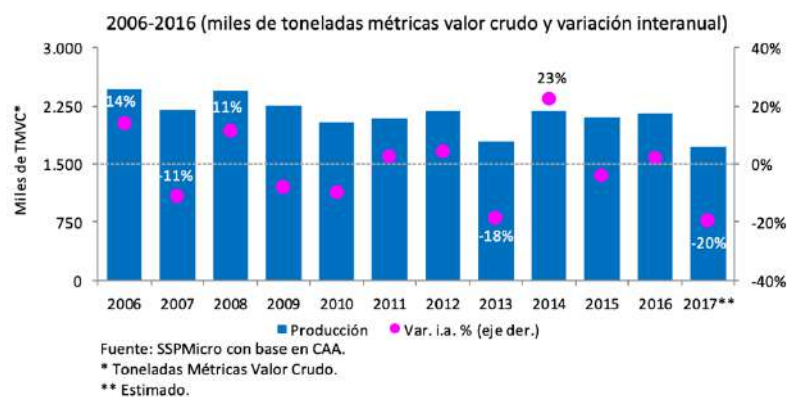


Ilustración 2.5: Producción de azúcar. Gráfico 4. Fuente: Secretaría de Política Económica. Subsecretaría de Programación Microeconómica. Informes de cadenas de valor de la industria azucarera. 2018



#### 2.4.1.6. Incidencia del proyecto sobre el mercado de materias primas

Se requieren 4000 toneladas de bagazo de caña de azúcar aproximadamente, resultara insignificante el proyecto sobre el mercado de la materia prima.

#### 2.4.2. Evolución futura prevista para los insumos

Debida a que las cantidades de producción de caña de azúcar son altas en el país, la incidencia del proyecto en el uso del bagazo de caña de azúcar resultaría insignificantes. Teniendo en cuenta que el crecimiento proyectado.

### *2.5.JUSTIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA ADOPTADA*

#### *2.5.1. JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO POR LA TECNOLOGÍA ADOPTADA. LIMITACIONES DE MATERIAS PRIMAS*

La tecnología utilizada permite el máximo aprovechamiento del proceso, ya que se tiene la ventaja de que en distintas etapas se pueden utilizar los mismos equipos. En el diseño de los equipos se contempla el aumento previsto de la producción en los próximos 10 años.

Actualmente, existe un gran excedente de bagazo de caña de azúcar en el país, generado como subproducto de los ingenios azucareros. Este residuo, en muchos casos, no es aprovechado en su totalidad y representa un problema ambiental y logístico por su volumen y estacionalidad. En este contexto, la valorización del bagazo se presenta como una alternativa sostenible y de creciente interés tanto a nivel industrial como institucional, alineada con los objetivos de desarrollo productivo regional y economía circular.

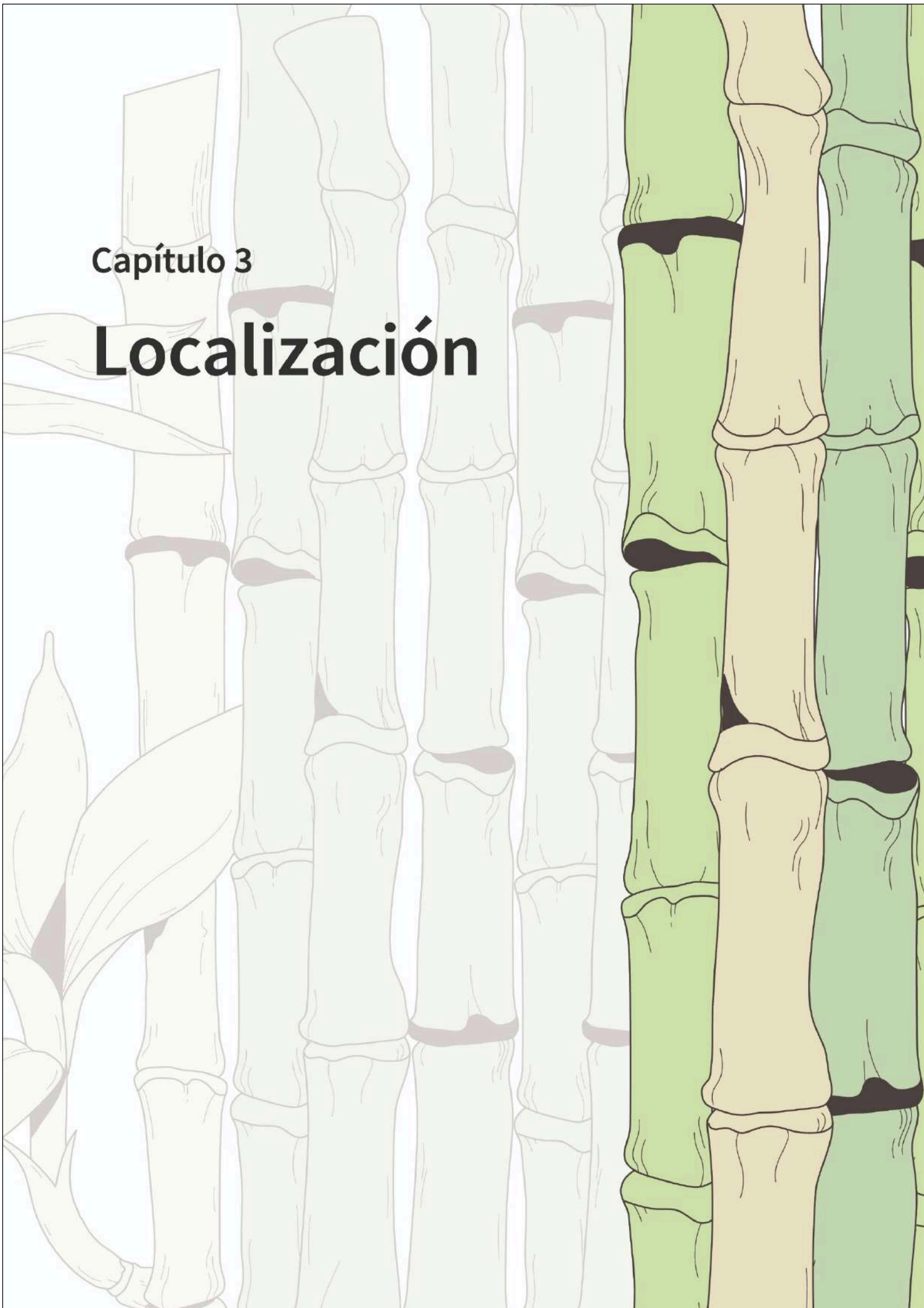
#### *2.5.2. POSIBLES CONSECUENCIAS FUTURAS DE LAS TECNOLOGÍAS ADOPTADAS*

Los equipos seleccionados fueron dimensionados considerando el crecimiento proyectado de la producción durante todo el período de análisis, por lo que no se prevén inversiones adicionales en ampliación de capacidad.

Asimismo, la tecnología incorporada responde a estándares actuales del sector, por lo que no será necesario reemplazar los equipos por obsolescencia tecnológica en el corto ni mediano plazo.

Capítulo 3

# Localización



### 3. LOCALIZACIÓN

#### 3.1 LOCALIZACIÓN PREVISTA

La localización seleccionada es el Parque Industrial Tucumán, ubicado en las afueras de la ciudad de San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán.

La planta de producción se ubicará en un parque industrial, debido a que tendrá un volumen de producción es bajo comparado con otros productos, que es un producto nuevo el cual no se produce en el país, y que no se prevén grandes expansiones futuras. También se tienen en cuenta la accesibilidad a diferentes beneficios, como servicios auxiliares, tratamiento de efluentes, accesibilidad y beneficios impositivos por estar emplazada en un parque industrial y por la cercanía a los consumidores del producto.



Ilustración 3.1: Provincia de Tucumán. Fuente: <https://www.google.com/maps>



Ilustración 3.2: Ciudad de San Miguel de Tucumán. Fuente: <https://www.google.com/maps>

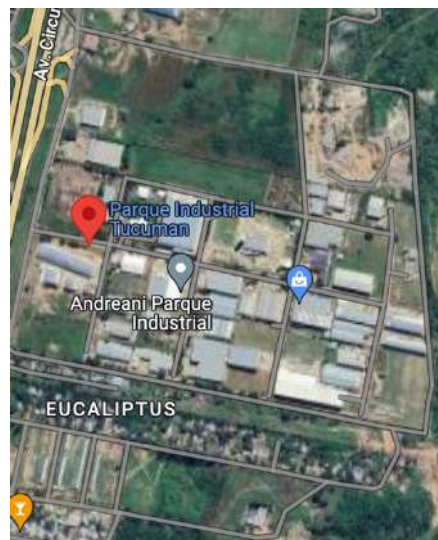


Ilustración 3: Parque Industrial Tucumán. Fuente: <https://www.google.com/maps>

### 3.2 CONDICIONES DE LA LOCALIZACIÓN

Para la selección de la localización se lleva a cabo un análisis cualitativo por el método por factores no cuantificables, como principal factor la localización de la materia prima.

Se considerarán parques industriales localizados en las principales provincias productoras de caña de azúcar (Salta, San Luis y Tucumán) por lo que se encontrarán fácilmente la materia prima principal (bagazo de caña de azúcar).

Para realizar el análisis se eligieron 3 posibles parques industriales.

Los parques elegidos son:

- Parque Industrial Tucumán. San Miguel de Tucumán, Tucumán.
- Parque Industrial General Mosconi. General Mosconi, Salta.
- Parque Industrial Ing. Carlos Snopek. Palpalá, Jujuy.

Las condiciones que se tendrán en cuenta en este análisis son:



- Cercanía de la materia prima
- Distancia a los consumidores
- Disponibilidad de mano de obra y mano de obra calificada
- Combustibles y fuentes de energía
- Accesibilidad
- Beneficios del parque industrial

Luego, se determina el parque industrial óptimo para la localización de la planta mediante el método cualitativo por puntos en el ítem 3.3.

### *3.2.1 Cercanía de la materia prima*

#### *Parque Industrial Tucumán:*

- Ingenio Santa Barbara (93 km, por RN38 y RN 1V38)
- Ingenio San Juan (8,9 km, por Av. Circunvalación/ RN 9)
- Ingenio Ñuñorco (61,3 km por RN 38 y RN 1V38)
- Ingenio Marapa (107 km por RN 1V38)
- Ingenio Leales (35,1 km por RP306)
- Ingenio La Trinidad (86,8 km por RN38 y RN 1V38)
- Ingenio La Providencia (71,1 km por RN 1V38 y RN 38)
- Ingenio La Florida (17,2 km por RP312)
- Ingenio La Corona (85,9 km por RN38 y RN1V38)
- Ingenio Famailla (46,6 km por Av. Circunvalación y RN38)
- Ingenio Cruz Alta (18,6 km por Av. San Martin)
- Ingenio Concepción (8,4 km por Av. Circunvalación y RN9)

#### *Parque Industrial Ingeniero Carlos Snopek:*

- Ingenio La esperanza (53,1 km por RN66 y RN34)
- Ingenio Ledesma (98,4 km por RN 66 y RN 34)
- Ingenio Río Grande (42,5 km por RN66)

#### *Parque Industrial General Mosconi*

- Ingenio y Refinería San Martin del Tabacal(104 km por RN34)



### 3.2.2 *Distancia a los consumidores*

Debido a que las principales plantas de producción de alimentos y productos farmacéuticos se encuentran en las grandes ciudades, se toma como referencia Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Rosario y Ciudad de Córdoba.

Las distancias entre los parque industriales y dichas ciudades son las siguientes:

#### *El Parque Industrial Tucumán*

- Rosario: 958 km
- Ciudad de Córdoba: 565 km
- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: 1265 km

#### *El Parque Industrial Ingeniero Carlos Snopek*

- Rosario: 1195 km
- Ciudad de Córdoba: 897 km
- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: 1490 km

#### *El Parque Industrial General Mosconi*

- Rosario: 1429 km
- Ciudad de Córdoba: 1131 km
- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: 1724 km

### 3.2.3 *Disponibilidad de mano de obra y mano de obra calificada*

Según la UNESCO, Argentina presenta un 99% de alfabetismo. Se contemplan personas activas laboralmente cuya edad comprenda entre los 18 y 65 años.

Dentro de ese rango se considera como posible mano de obra de la empresa a personas de entre 18 y 40 años.

Parque Industrial Tucumán (San Miguel de Tucumán): Se cuenta con una sede de la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Tucumán), que cuenta con las carreras de Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica. También cuenta con la Universidad Nacional de Tucumán que cuenta con las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería Industrial e Ingeniería Ambiental, además de Licenciatura en Higiene y Seguridad Laboral, siendo un buen foco de mano de obra especializada.

Parque Industrial Ingeniero Carlos Snopek (Palpalá): este parque industrial se encuentra próximo a la ciudad de San Salvador de Jujuy. En cuanto a mano de obra



calificada, en la zona, San Salvador de Jujuy cuenta con la Universidad Nacional de Jujuy la cual cuenta con la carrera de Ingeniería Química e Ingeniería Industrial.

Parque Industrial General Mosconi (General Mosconi): este parque industrial se encuentra más cerca de San Salvador de Jujuy por las características geográficas de la provincia que de Salta, Capital teniendo la misma disponibilidad de mano de obra calificada que el Parque Industrial Ingeniero Carlos Snopek.

### 3.2.4 *Combustibles y fuentes de energía*

#### *Parque Industrial Tucumán:*

- Energía eléctrica: Subestación transformadora con red de distribución de media y baja tensión.
- Red de Gas Natural

#### *Parque Industrial Ingeniero Carlos Snopek:*

- Energía eléctrica: de media y baja tensión.
- Red de gas de distribución interna.

#### *Parque Industrial General Mosconi:*

- Red Eléctrica: de media y baja tensión.
- Red de Gas Natural.

### 3.2.5 *Accesibilidad*

#### *Parque Industrial Tucumán:*

Este parque industrial consta con un predio de 45.5 hectáreas, ubicado en Autopista Circunvalación, Ruta Nacional 9 (km 1294) ubicado a 6,8 km del centro de la Ciudad de San Miguel de Tucumán y a 9,6 km del Aeropuerto Internacional Teniente Benjamín Matienzo.

Posee la facilidad de sistemas logísticos para una fácil accesibilidad y distribución dadas sus cercanías con el centro urbano de la ciudad. Además, que posee servicios, infraestructura y urbanización capaces de satisfacer a empresas como multinacionales.

#### *Parque Industrial Ingeniero Carlos Snopek:*

Ubicado en la localidad de Palpalá, Provincia de San Juan, consta con una superficie de 52 hectáreas, ubicado en Colectora Ruta Nacional 66, sur. El mismo se encuentra a 13km de la capital de la provincia, a 1,1 km de la terminal de la ciudad de Palpalá.



El parque tiene como fin promover el desarrollo industrial potenciando a la provincia de forma económica tanto local como regionalmente, generar fuentes de empleo, propender a una mejor planificación urbana y generar oportunidades para obtener los beneficios de la promoción industrial dentro del marco normativo provincial y municipal. También cuenta con la coordinación de las áreas logísticas de Aduana y el funcionamiento del ferrocarril.

*Parque Industrial General Mosconi:*

Ubicado en la localidad de General Mosconi, en la Provincia de Salta, posee una superficie de 24 hectáreas, ubicado en Ruta Nacional 34 km 1425. Este 1,1km de la terminal de la localidad, a 3,5 km del Aeródromo General Mosconi.

*3.2.6 Servicios y beneficios*

- Parque Industrial Carlos Snopek (PALPALÁ):
  - UBICACIÓN ESTRATÉGICA: Ubicación estratégica con coordinación de las áreas logísticas de Aduana, cercanía al ferrocarril.
  - LOTES: De 1000 a 1500 m<sup>2</sup>, dentro del parque industrial.
  - SEGURIDAD: Puesto de seguridad las 24 hs. con cerrado perimetral
  - SERVICIOS: Factibilidad de la provisión proyectada de los servicios (comunicaciones, agua, energía eléctrica, gas, etc.) y sus redes de distribución interna, emitidos por los organismos prestadores.
  - INFRAESTRUCTURA: Aptitud Hidráulica del predio, calles internas, acceso fácil al predio, tratamiento y conducción de efluentes pluviales e industriales.
  - BENEFICIOS: Bajo la Ley Provincial de Promoción Industrial N°4392/88, contarán con exención del impuesto a los IB, Exención de impuestos que graven, aumento de capital, constancias o transferencias o fusión de sociedades, tramitación de escrituras, transferencia de dominios, inscripciones de inmuebles. Exención de impuestos de sellos. Exención del impuesto inmobiliario. Reducción del 50% del arancel de tasas de protocolización y escritura de venta del EP a terceros.
- Parque Industrial Tucumán (TUCUMÁN):



- UBICACIÓN ESTRATÉGICA: Ubicación estratégica cercano a la ciudad de San Miguel de Tucumán, excelente acceso, cercanías del aeropuerto.
- LOTES: De 5000 m<sup>2</sup>, dentro del parque industrial.
- CONECTIVIDAD: Telefonía internet, banda ancha.
- SEGURIDAD: Puesto de seguridad las 24 hs con cerrado perimetral
- SERVICIOS: Subestación eléctrica para energía eléctrica de media y baja tensión, Teléfono, Agua potable con posibilidad de perforación para uso industrial, Alumbrado público, desagüe pluvial.
- INFRAESTRUCTURA: Estacionamiento automóviles, Estacionamiento camiones, Nomenclatura de calles, Señalización, Sistema contra incendio, Calles internas pavimentadas, Áreas verdes comunes, Oficinas administrativas, Sala de eventos especiales, Mantenimiento de áreas comunes.
- Parque Industrial General Mosconi (GENERAL MOSCONI):
  - UBICACIÓN ESTRATÉGICA: Ubicación estratégica en la ciudad General Mosconi, de fácil acceso.
  - LOTES: De 600 m<sup>2</sup>, dentro del parque industrial.
  - CONECTIVIDAD: Telefonía internet, banda ancha.
  - SEGURIDAD: Puesto de seguridad las 24 hs con cerrado perimetral
  - SERVICIOS: Agua industrial. Desagüe pluvial. Energía Eléctrica. Red de gas.
  - INFRAESTRUCTURA: Calles internas pavimentadas.

### *3.3 FACTORES DECISIVOS*

Para la selección se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- 1) Cercanía de la materia prima: se evalúa la proximidad y la posibilidad de variedad en cuanto a proveedores de materia prima más cercanos al parque industrial.
- 2) Distancia a los consumidores: se evalúa la distancia a empresas de alimentos y farmacéuticas.
- 3) Disponibilidad de mano de obra y mano de obra calificada: Se evalúa la proximidad a las universidades de Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Ingeniería



Electromecánica, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Ambiental y Licenciatura de Higiene y Seguridad, para analizar la disponibilidad de mano de obra calificada.

4) Accesibilidad: se evalúa el fácil acceso basándonos en la proximidad a rutas nacionales y provinciales, a ferrocarriles, a aeropuertos, entre otros.

5) Servicios y Beneficios (Provisión de servicios auxiliares, seguridad y confort): se evalúa la existencia de redes de energía eléctrica, agua, gas, cloacas y desagües. Además, se contempla la seguridad, el servicio de comunicación, los beneficios impositivos y los servicios adicionales que ofrece cada parque (balanza, servicios financieros, servicios administrativos, infraestructura, etc.).

Para elegir la localización se utilizará el método cualitativo por puntos.

Factores	Peso	Parque Industrial Tucumán		Parque Industrial Ing. Carlos Snopek		Parque Industrial General Mosconi	
		Puntaje	Peso Relativo	Puntaje	Peso Relativo	Puntaje	Peso Relativo
Cercanía de la materia prima	0,35	10	3,5	9	3,15	7	2,45
Distancia a los consumidores	0,1	9	0,9	8	0,8	5	0,5
Disponibilidad de mano de obra	0,1	10	1	9	0,9	9	0,9
Accesibilidad	0,15	10	1,5	9	1,35	7	1,05
Servicios y Beneficios del parque industrial	0,3	9	2,7	10	3	8	2,4
<b>Total</b>			<b>9,6</b>		<b>9,2</b>		<b>7,3</b>

Tabla 3.1. Matriz de factores decisivos. Fuente: Elaboración propia



Luego de la aplicación del método, el parque industrial más conveniente para nuestro proyecto es el Parque Industrial Tucumán.

### *3.4 IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA PROYECTADA EN Y PARA LA REGIÓN DONDE SE LOCALIZA*

La provincia de Tucumán presenta un gran desempeño industrial. Por otra parte, la industria proyectada provocará un crecimiento del mercado interno; aprovechando residuos de la industria azucarera, a los cuales se le agregará valor. También proporcionará fuente de trabajo tanto como mano de obra calificada, como para el resto de los habitantes de la ciudad y alrededores.

La Argentina no presenta producción nacional de celulosa microcristalina, todo lo que se consume en el país es importado, lo cual beneficiaría al país ya que es un producto necesario y presentara beneficios en la parte impositiva al ser un producto nacional.

Capítulo 4

# Ingeniería



## 4. INGENIERÍA

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

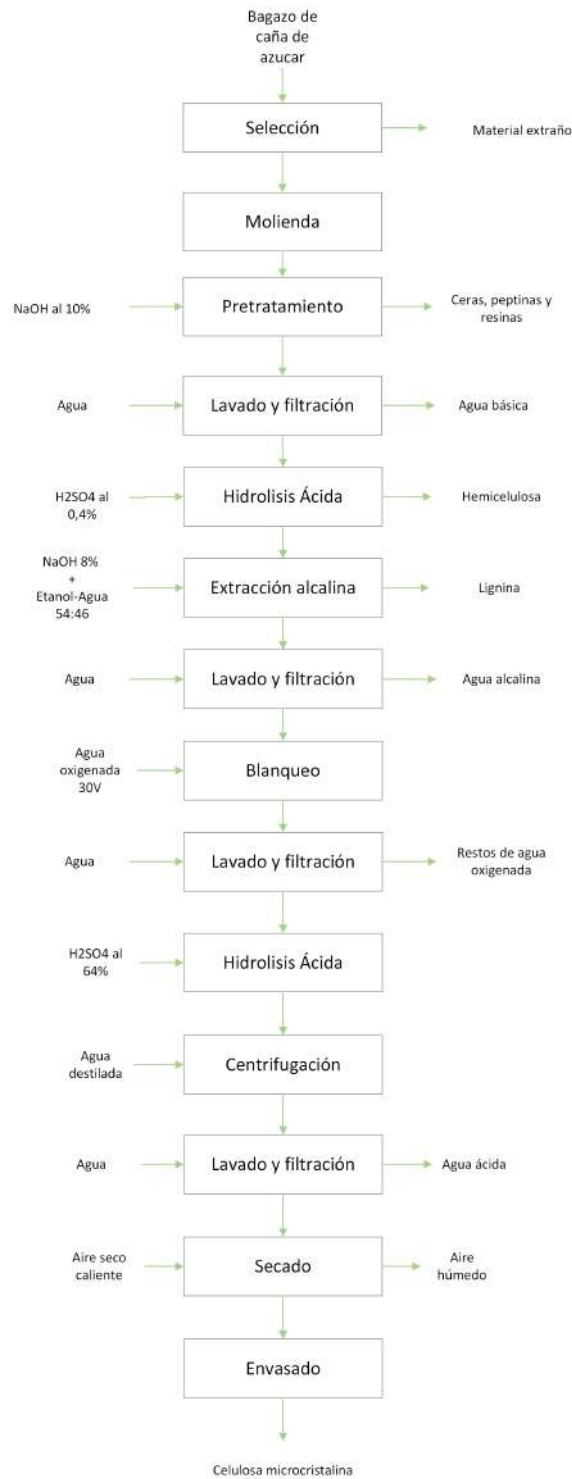


Diagrama 4.1: Diagrama de bloques del proceso. Fuente: Elaboración propia



#### *4.1.1. Descripción detallada del proceso de fabricación*

1. **Selección:** mientras la materia prima es transportada por medio de cintas transportadoras a la siguiente etapa, estas últimas poseen una corriente de agua la cual elimina impurezas superficiales como tierra y polvo que pudieran adquirirse en el traslado y se revisara que esta no se encuentre con otros restos materiales o insectos.
  2. **Molienda y Tamizado:** para aumentar el área de superficie de contacto para los procesos posteriores de hidrólisis, el bagazo tratado será molido y tamizado. Se utilizará un tamiz vibratorio con mallas N°8 y 16 ASTM y el ciego colector, con el fin de conseguir partículas finas de la fibra del bagazo.
  3. **Pretratamiento:** se someterá la fibra fina obtenida anteriormente, a una solución de NaOH al 10%, durante 45 minutos a 100°C con el fin de eliminar ceras, pectinas y resinas presentes en la fibra.
  4. **Lavado y filtración:** se utilizará la operación de filtración para eliminar el agua remanente del pretratamiento, agregando agua y lavando el material hasta obtener un pH neutro.
  5. **Hidrolisis Ácida 1:** Con la fibra seca, se la colocará en un reactor con una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 0,4%, con una relación fibra, licor 1:10, sometiendo la mezcla durante media hora a 150°C, con el fin de remover las regiones amorfas de la celulosa correspondientes de la hemicelulosa presente en la fibra.
  6. **Extracción alcalina:** La fibra obtenida se coloca en un reactor junto a una solución etanol-agua cuya proporción es de 54:46 con NaOH al 8% durante una hora a 160°C.
  7. **Lavado y filtración:** al igual que en los otros lavados, se utilizará agua corriente hasta obtener un pH de 7, acompañado de la operación de filtración para eliminar el agua remanente del lavado.
  8. **Blanqueo:** La fibra obtenida se coloca nuevamente en un reactor con una solución de peróxido de hidrogeno de 30 volúmenes durante una hora y media a 70°C con agitación constante.
  9. **Lavado y filtración:** Con agua corriente se lavará la fibra resultante hasta obtener un pH neutro, efectuando en simultaneo la operación de filtración.
-



10. Hidrolisis Ácida 2: empleando  $H_2SO_4$  al 64% con una relación celulosa/ácido de 1/10, mediante agitación constante y manteniendo a una temperatura que no exceda los  $45^{\circ}C$  se deja reaccionar por 45 minutos, con el fin de disminuir el tamaño de las partículas de celulosa.
11. Centrifugación: para separar las partículas de celulosa de los restos del líquido de la hidrolisis, se agregará agua destilada para detener la reacción y se procederá a centrifugar a 3600rpm, utilizando una centrifugadora de platos así separa la corriente sólida para secar de la corriente líquida.
12. Lavado: se procederá a un último lavado para eliminar cualquier resto del líquido ácido que pudiera quedar.
13. Secado: el precipitado se secará hasta obtener un polvo, la celulosa microcristalina, la misma no deberá superar una temperatura de  $60^{\circ}C$ .
14. Envasado: Se procede a envasar la celulosa microcristalina en sacos de polipropileno de 25kg y las mismas se almacenan sobre pallets hasta su distribución.

#### *4.1.1 Programa de producción, en forma anual para todo el proceso de análisis.*

En el ítem 2.4.1.6 del capítulo de Estudio de mercado, se determinó que la capacidad instalada de la empresa será de 1157 toneladas anuales en el primer año, operando 6 meses al año, los correspondientes a la cosecha de la caña de azúcar, de mayo a noviembre. Se aumentará la producción en un 5% los primeros dos años, luego en un 6% hasta el año 9 y un 7% en el año 10. Alcanzando un 53% de aumento total. Correspondiente a satisfacer la demanda interna del país.

Dicho aumento estará considerado en el dimensionamiento de los equipos.



Año	Aumento anual	Produccion anual de celulosa microcristalina (tn)	Producción diaria de celulosa (kg)
1	0%	1158	6434
2	5%	1219	6772
3	5%	1283	7129
4	6%	1365	7584
5	6%	1452	8068
6	6%	1545	8583
7	6%	1643	9131
8	6%	1748	9713
9	6%	1860	10333
10	7%	2000	11111

Tabla 4.4. Producción Proyectada. Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Balance de masa y diagrama de flujo

Los cálculos efectuados se realizan en función de la producción diaria por deberse a un proceso Batch. Debido a que la planta solo opera durante 6 meses al año, la misma trabajara en tres turnos de ocho horas, los siete días de la semana, incluyendo los feriados.

Se toma como base de cálculo la cantidad de celulosa microcristalina a obtener.

La producción de celulosa microcristalina el año 1 es de 6428 kg/día, obteniéndose 1157 toneladas anuales.

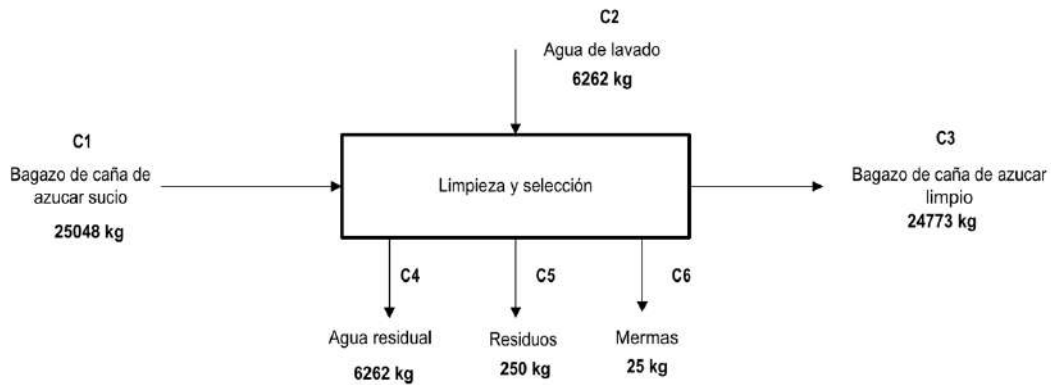
#### Recepción

La recepción se realiza durante los meses de cosecha, entre mayo y noviembre. Se reciben los desechos de bagazo procesado para la obtención de azúcar. Se consideran despreciables las pérdidas en esta etapa.

#### Limpieza y selección

Se eliminan las impurezas y restos de tierra mediante un lavado con agua. Se consideran pérdidas del 0,1% en esta etapa. Para una producción diaria de 6428 kg de celulosa microcristalina, deben ingresar kg de bagazo de caña de azúcar.

Se realizará el lavado en una proporción 1:1, ya que la suciedad presente en el bagazo es ligera y el objetivo es simplemente eliminar restos de tierra u otras impurezas superficiales.

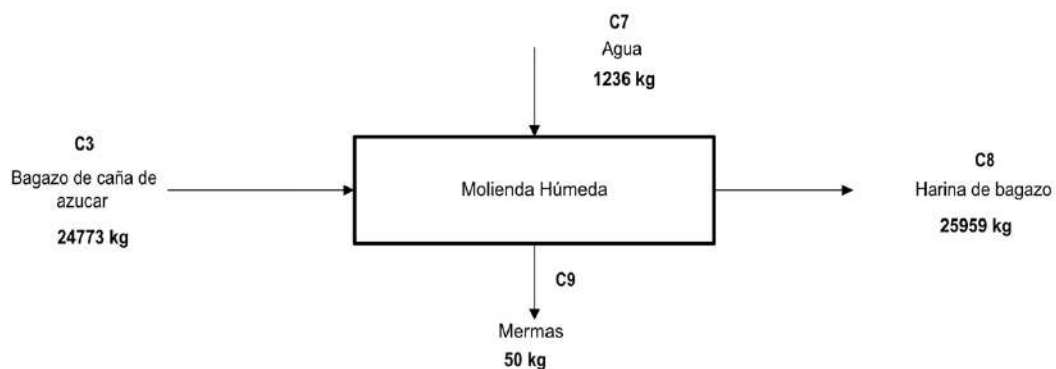


LIMPIEZA Y SELECCIÓN						
Eficiencia	1					
Merzas	0,001					
Corriente	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	Bagazo de caña de azúcar sucio	Agua de lavado	Bagazo de caña de azúcar limpio	Agua residual	Residuos	Merzas
[kg]	25.048	6.262	24.773	6.262,1	250,5	25,0

Tabla 4.5. Balance de masa de limpieza y selección

### Molienda y tamizado

Se realiza el balance de masa para la molienda húmeda. En esta etapa se reduce el tamaño de las partículas del bagazo para mejorar la extracción de la celulosa en las etapas posteriores. La pérdida considerada es del 0,2%.



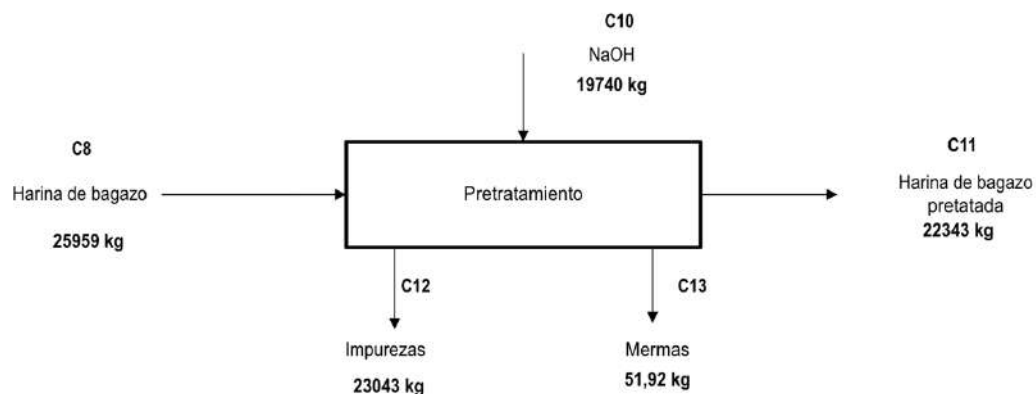
MOLIENDA HÚMEDA				
Eficiencia	1			
Merzas	0,002			
Corriente	C3	C7	C8	C9
	Bagazo de caña de azúcar	Agua	Harina de bagazo	Merzas
[kg]	24.773	0,06 1.236	25.959	50

Tabla 4.6. Balance de masa de molienda húmeda



### Pretratamiento

Se someterá la harina obtenida anteriormente, a una solución de NaOH al 10%, durante 45 minutos con el fin de eliminar ceras, pectinas y resinas presentes en la fibra. Además, porque se evidencio que aumenta el rendimiento del producto ya que elimina impurezas y facilitar la separación de la celulosa.



PRETRATAMIENTO										
Eficiencia	0,95									
Merms	0,002									
Corriente	C8		C10		C11		C12		C13	
	Harina de bagazo		NaOH		Harina de bagazo pretatada		Impurezas		Merms	
[kg]	25.959		19.470		22.334		23.043		51,92	
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]
Agua	0,500	12.980	0,90	17.523	0,435	9.714	0,901	20.762,26	0,500	25,96
Celulosa	0,250	6.490	0,00	0	0,290	6.477	0,000	0,00	0,250	12,98
Lignina	0,100	2.596	0,00	0	0,116	2.591	0,000	0,00	0,100	5,19
Hemicelulosa	0,136	3.530	0,00	0	0,158	3.523	0,000	0,00	0,136	7,06
Ceras y peptinas	0,004	104	0,00	0	0,000	0	0,004	103,63	0,004	0,21
Cenizas	0,010	260	0,00	0	0,000	0	0,011	259,07	0,010	0,52
NaOH	0,000	0	0,10	1.947	0,001	29	0,083	1.917,78	0,000	0,00
Total	1,00	25.959	1,00	19.470	1,00	22.334	1,00	23.043	1,00	51,92

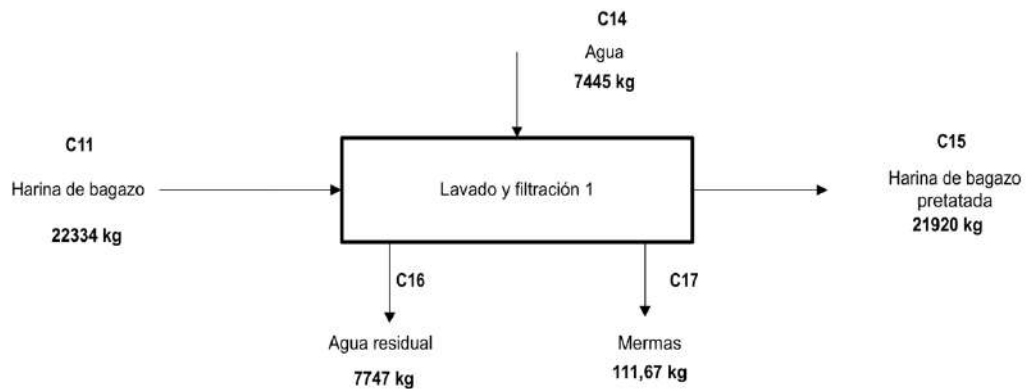
Tabla 4.7. Balance de masa de pretratamiento

### Lavado y filtración 1

Se introduce la harina de bagazo pretratada a filtración. Se lava para eliminar los restos de NaOH remanente y se extrae el exceso de agua presente en la torta de bagazo.

Para asegurar la eliminación total, se utiliza una relación de harina/agua 1:3. Se tiene la composición del bagazo de caña de azúcar por datos bibliográficos y se considera que el agua residual solo arrastra el NaOH que quedo sin reaccionar.

Además, se considera una merma del 0,5% producto de la filtración.

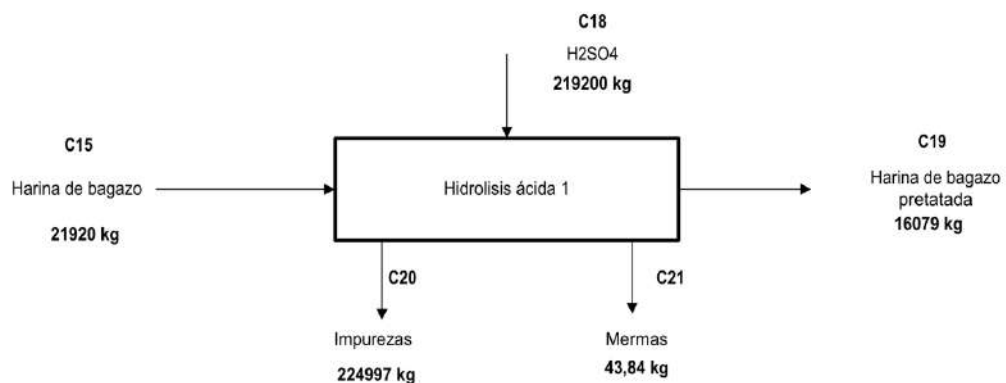


LAVADO Y FILTRACION 1										
Eficiencia	0,95									
Merzas	0,005									
Corriente	C11		C14		C15		C16		C17	
	Harina de bagazo		Agua		Harina de bagazo		Agua residual		Merzas	
[kg]	22.334		7.445		21.920		7.747		111,67	
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]
Agua	0,435	9.714	1,00	7.445	0,428	9.392	0,996	7.718,43	0,435	48,57
Celulosa	0,290	6.477	0,00	0	0,294	6.444	0,000	0,00	0,290	32,38
Lignina	0,116	2.591	0,00	0	0,118	2.578	0,000	0,00	0,116	12,95
Hemicelulosa	0,158	3.523	0,00	0	0,160	3.506	0,000	0,00	0,158	17,62
NaOH	0,001	29	0,00	0	0,000	0	0,004	29,02	0,001	0,15
Total	1,00	22.334	1,00	7.445	1,00	21.920	1,00	7.747	1,00	111,67

Tabla 4.8. Balance de masa de lavado y filtración 1

### Hidrolisis ácida

Se colocará en un reactor con una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 0,4%, con una relación fibra, licor 1:10, sometiéndola durante media hora con el fin de remover las regiones amorfas de la celulosa correspondientes de la hemicelulosa presente en la fibra. Se considera una pérdida del 0,2%.





HIDROLISIS ACIDA 1										
Eficiencia	0,95									
Mermas	0,002									
Corriente	C15		C18		C19		C20		C21	
	Harina de bagazo		H2SO4		Harina de bagazo tratada		Impurezas		Mermas	
[kg]	21.920		10,00	219.200	16.079		224.997		43,84	
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]
Agua	0,428	9.392	0,900	197.280	0,440	7.072	0,887	199.581,53	0,428	18,78
Celulosa	0,294	6.444	0,000	0	0,400	6.432	0,000	0,00	0,294	12,89
Lignina	0,118	2.578	0,000	0	0,160	2.573	0,000	0,00	0,118	5,16
Hemicelulosa	0,160	3.506	0,000	0	0,000	0	0,016	3.498,78	0,160	7,01
H2SO4	0,000	0	0,100	21.920	0,000	2	0,097	21.917,60	0,000	0,00
Total	1,00	21.920	1,00	219.200	1,00	16.078	1,00	224.998	1,00	43,84

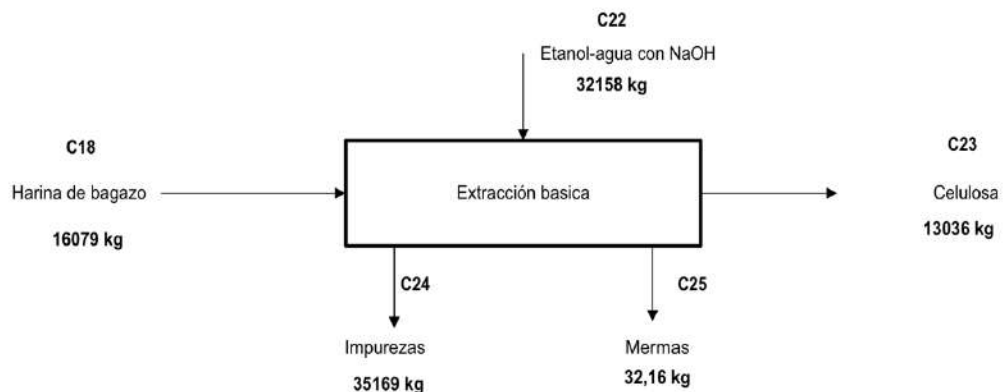
Tabla 4.9. Balance de masa de hidrolisis ácida 1

### Extracción alcalina

La fibra obtenida se coloca en un reactor junto a una solución etanol-agua cuya proporción es de 54:46 con NaOH al 8% durante una hora.

Se considera que el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> remanente de la etapa anterior se neutraliza con el NaOH. Además, que se elimina la lignina presente en la harina de bagazo, quedando celulosa.

Las pérdidas consideras son del 0,2%.



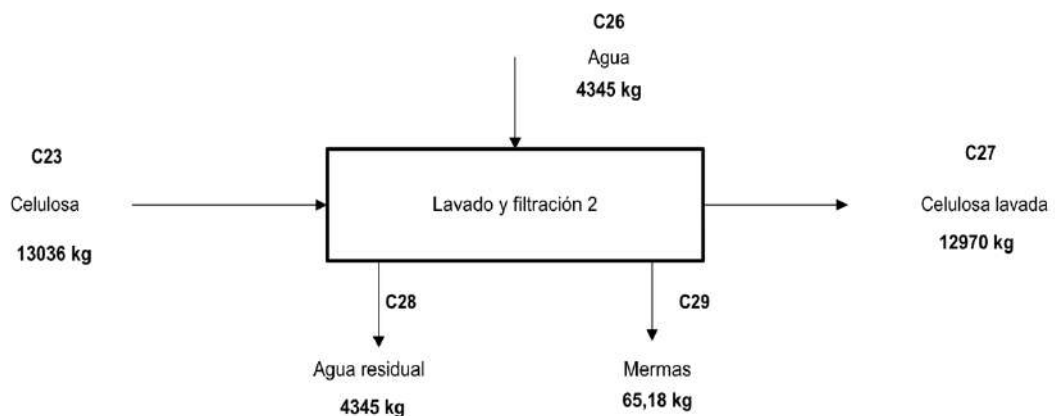
EXTRACCIÓN BÁSICA										
Eficiencia	0,95									
Mermas	0,002									
Corriente	C18		C22		C23		C24		C25	
	Harina de bagazo		Etanol- agua		Celulosa		Impurezas		Mermas	
[kg]	16.079		2,00	32.158	13.036		35.169		32,16	
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]
Agua	0,440	7.072	0,92	29.585	0,478	6.226	0,865	30.416,93	0,440	14,14
Celulosa	0,400	6.432	0,00	0	0,492	6.419	0,000	0,00	0,400	12,86
Lignina	0,160	2.573	0,00	0	0,000	0	0,073	2.567,49	0,160	5,15
H2SO4	0,000	2	0,00	0	0,000	0	0,000	2,40	0,000	0,00
NaOH	0,000	0	0,08	2.573	0,030	391	0,062	2.181,57	0,000	0,00
Total	1,00	16.078	1,00	32.158	1,00	13.036	1,00	35.168	1,00	32,16

Tabla 4.10. Balance de masa de extracción básica

### Lavado y filtración 2

La celulosa obtenida se introduce al proceso de filtración. Se lava para eliminar los restos de NaOH remanente y se extrae el exceso de agua presente en la fibra.

Se considera nuevamente una relación de celulosa/agua 1:3. Se considera que el agua residual solo arrastra el NaOH que quedo sin reaccionar. Las mermas de esta etapa son del 0,5% producto de la filtración.

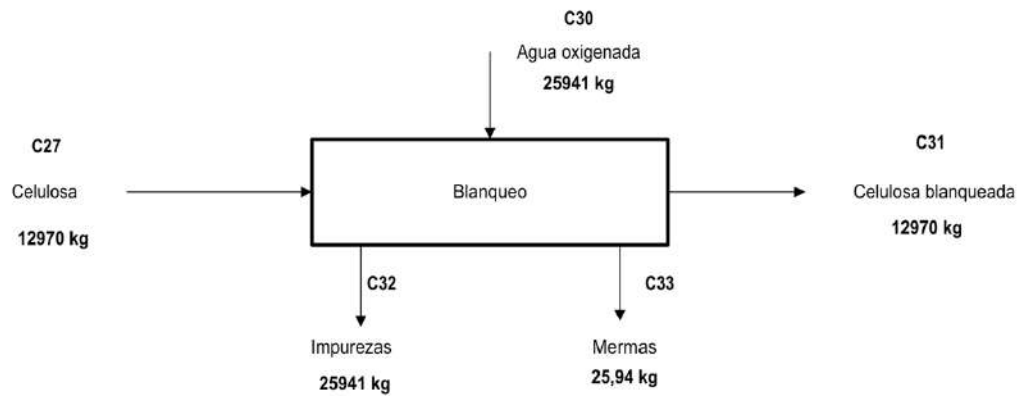


LAVADO Y FILTRACION 2											
Eficiencia	0,95										
Mermas	0,005										
Corriente	C23		C26		C27		C28		C29		
	Celulosa		Agua		Celulosa lavada		Agua residual		Mermas		
[kg]	13.036		4.345		12.970		4.345		65,18		
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	
Agua	0,478	6.226	1,00	4.345	0,508	6.584	0,910	3.956,09	0,478	31,13	
Celulosa	0,492	6.419	0,00	0	0,492	6.387	0,000	0,00	0,492	32,09	
NaOH	0,030	391	0,00	0	0,000	0	0,090	389,11	0,030	1,96	
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>13.036</b>	<b>1,00</b>	<b>4.345</b>	<b>1,00</b>	<b>12.970</b>	<b>1,00</b>	<b>4.345</b>	<b>1,00</b>	<b>65,18</b>	

Tabla 4.11. Balance de masa de lavado y filtración 2

### Blanqueo

La fibra obtenida se coloca nuevamente en un reactor con una solución de peróxido de hidrogeno de 30 volúmenes para obtener las características deseadas en cuanto aspecto. Se considera una pérdida del 0,2%



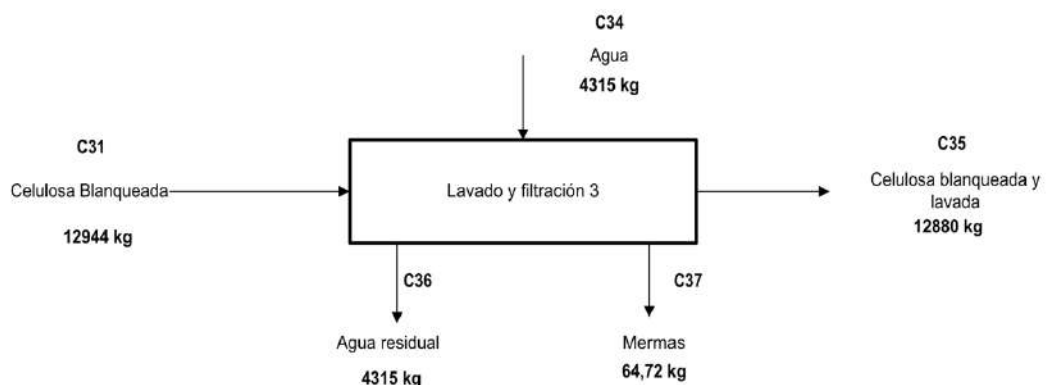
BLANQUEO										
Eficiencia	0,95									
Merms	0,002									
Corriente	C27		C30		C31		C32		C33	
	Celulosa		Agua oxigenada		Celulosa blanqueada		Impurezas		Merms	
[kg]	12.970		25.941		12.944		25.941		25,94	
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]
Agua	0,508	6.584	0,70	18.159	0,507	6.563	0,700	18.166,36	0,508	13,17
Celulosa	0,492	6.387	0,00	0	0,492	6.374	0,000	0,00	0,492	12,77
Peroxido de H	0,000	0	0,30	7.782	0,001	8	0,300	7.774,49	0,000	0,00
Total	1,00	12.970	1,00	25.941	1,00	12.944	1,00	25.941	1,00	25,94

Tabla 4.12. Balance de masa de blanqueo

### Lavado y filtración 3

La celulosa blanqueada se introduce al proceso de filtración. Se lava para eliminar los restos de peróxido de hidrogeno remanente y se extrae el exceso de agua presente.

Se considera nuevamente una relación de celulosa/agua 1:3. Se considera que el agua residual solo arrastra el peróxido de hidrogeno que quedo sin reaccionar. Las merms de esta etapa son del 0,5% producto de la filtración.



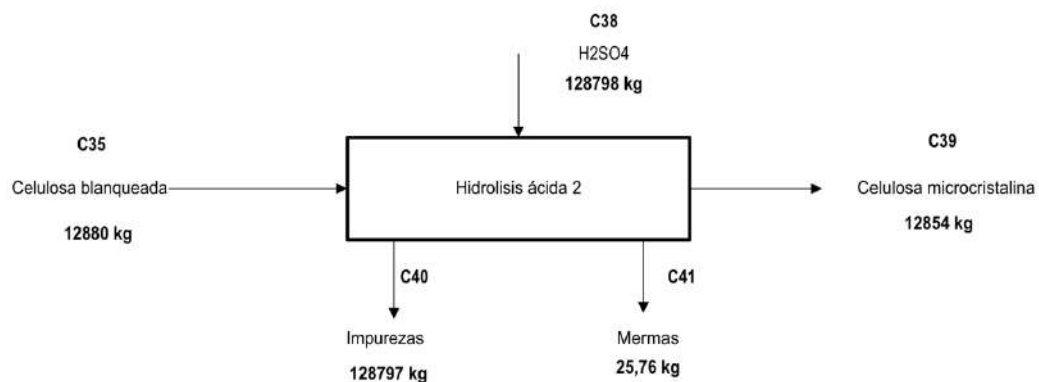


LAVADO Y FILTRACION 3										
Eficiencia	0,95									
Mermas	0,005									
Corriente	C31		C34		C35		C36		C37	
	Celulosa blanqueada		Agua		Celulosa blanqueada y lavada		Agua residual		Mermas	
[kg]	12.944		4.315		12.880		4.315		64,72	
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]
Agua	0,507	6.563	1,00	4.315	0,508	6.538	0,998	4.307,10	0,507	32,81
Celulosa	0,492	6.374	0,00	0	0,492	6.342	0,000	0,00	0,492	31,87
Peroxido de H	0,001	8	0,00	0	0,000	0	0,002	7,72	0,001	0,04
Total	1,00	12.944	1,00	4.315	1,00	12.880	1,00	4.315	1,00	64,72

Tabla 4.13. Balance de masa de lavado y filtración 3

### Hidrolisis ácida 2

Se emplea H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 64% con una relación celulosa/ácido de 1/10, por 45 minutos, con el fin de disminuir el tamaño de las partículas de celulosa. Se considera una pérdida del 0,2%.



HIDROLISIS ACIDA 2										
Eficiencia	0,95									
Mermas	0,002									
Corriente	C35		C38		C39		C40		C41	
	Celulosa blanqueada		H2SO4		Celulosa microcristalina		Impurezas		Mermas	
[kg]	12.880		128.798		12.854		128.797		25,76	
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]
Agua	0,508	6.538	0,36	46.367	0,498	6.396	0,361	46.495,68	0,508	13,08
Celulosa	0,492	6.342	0,00	0	0,492	6.329	0,000	0,00	0,492	12,68
H2SO4	0,000	0	0,64	82.430	0,010	129	0,639	82.301,57	0,000	0,00
Total	1,00	12.880	1,00	128.798	1,00	12.854	1,00	128.797	1,00	25,76

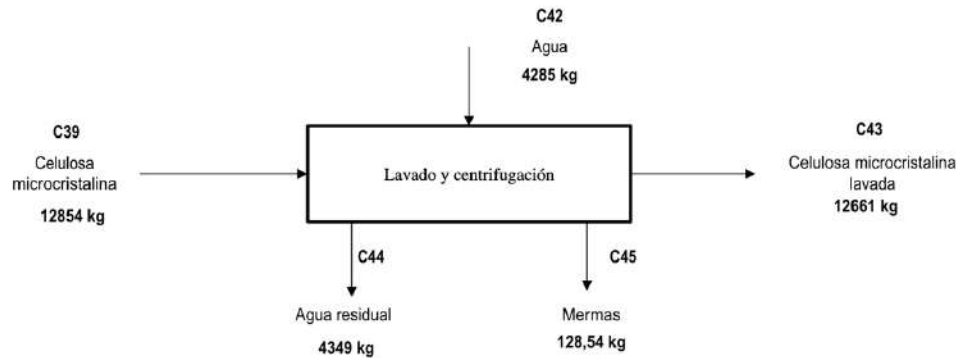
Tabla 4.14. Balance de masa de hidrolisis ácida 2

### Lavado y centrifugación

La celulosa tratada se introduce al proceso de centrifugación. Se lava para eliminar los restos de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> remanente y se extrae el exceso de agua presente en la torta de bagazo.



Se considera nuevamente una relación de celulosa/agua 1:3. Las mermas de esta etapa son del 1%.

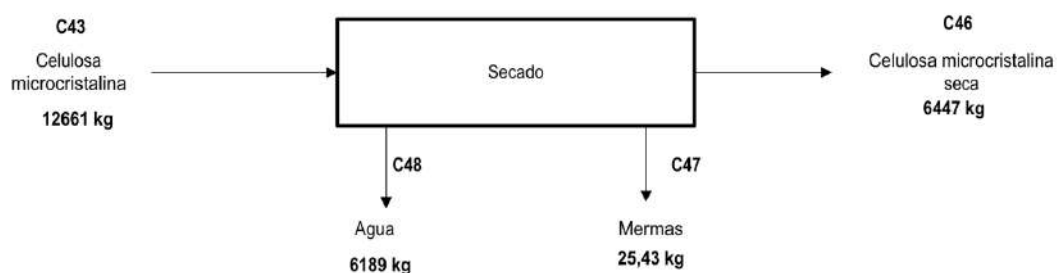


LAVADO Y CENTRIFUGACION										
Eficiencia	0,95									
Mermas	0,01									
Corriente	C39		C42		C43		C44		C45	
	Celulosa microcristalina		Agua		Celulosa microcristalina lavada		Agua residual		Mermas	
[kg]	12.854		4.285		12.661		4.349		128,54	
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]
Agua	0,498	6.396	1,00	4.285	0,50	6.331	0,986	4.285,97	0,498	63,96
Celulosa	0,492	6.329	0,00	0	0,49	6.266	0,000	0,00	0,492	63,29
H2SO4	0,010	129	0,00	0	0,01	65	0,014	62,66	0,010	1,29
Total	1,00	12.854	1,00	4.285	1,00	12.661	1,00	4.349	1,00	128,54

Tabla 4.15. Balance de masa de lavado y centrifugación

## Secado

Se seca la celulosa obtenida hasta alcanzar una humedad del 2%. Se consideran pérdidas del 0,2% en esta etapa. Se considera un 1% de impurezas. La composición final, se extrae de datos bibliográficos y se asegura el cumplimiento de estos por cuestiones de calidad.





SECADO									
Eficiencia	1								
Mermas	0,002								
Corriente	C43		C46		C47		C48		
	Celulosa microcristalina		Celulosa microcristalina seca		Mermas		Agua		
[kg]	12.661		6447		25,32		6189		
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	
Agua	0,50	6331	0,02	128,94	0,50	12,66	1,00	6189	
Celulosa	0,49	6266	0,97	6253,49	0,49	12,53	0,00	0	
Otros	0,01	65	0,01	64,47	0,01	0,13	0,00	0	
Total	1,0	12.661	1,0	6447	1,0	25,32	1,0	6189	

Tabla 4.16. Balance de masa de secado

### Envasado

Se envasa la celulosa microcristalina en bolsas de 25 kg. Se consideran pérdidas del 0,1%. Se utilizan un total de 257 bolsas.



ENVASADO									
Eficiencia	1								
Mermas	0,002								
Corriente	C46		C49		C50				
	Celulosa microcristalina seca		Celulosa microcristalina envasada		Mermas				
[kg]	6447		6434		12,9				
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	
Agua	0,02	128,94	0,02	128,68	0,02	0,26			
Celulosa	0,97	6253,49	0,97	6240,98	0,97	12,51			
Otros	0,01	64,47	0,01	64,34	0,01	0,13			
Total	1,0	6447	1,0	6434	1,0	12,89			

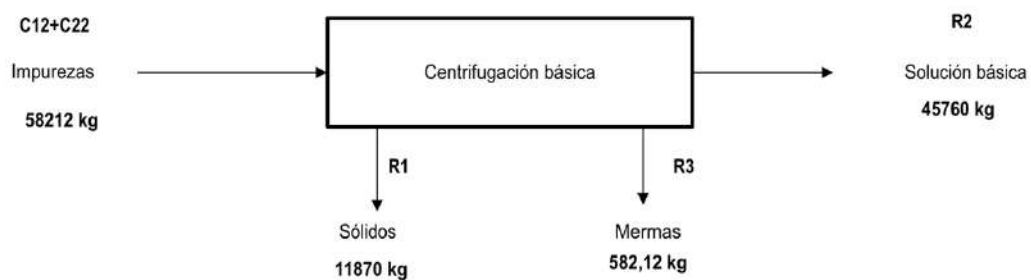
Tabla 4. 17. Balance de masa de envasado



## Recuperación de soluciones alcalinas

### Centrifugación

Al tratarse de una solución que tiene sólidos en suspensión y que, además el producto de interés es el menos volátil, se procederá a realizar una previa centrifugación. Se considera que la etapa tiene una eficiencia del 95% y pérdidas del 1%.



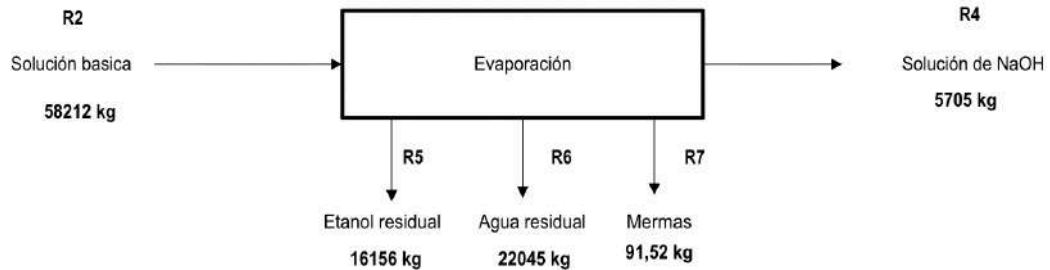
CENTRIFUGACION BASICA									
Eficiencia	0,95								
Mermas	0,01								
Corriente	C12+C22		R1		R2		R3		
	Impurezas		Sólidos		Solución básica		Mermas		
[kg]	58.212		11.870		45.760		582,12		
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	
Agua	0,605	35.206,57	0,756	8.969	0,566	25.885,39	0,605	352,07	
Celulosa	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,00	
Lignina	0,044	2.567,49	0,216	2.542	0,000	0,00	0,044	25,67	
Hemicelulosa	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,00	
Ceras y peptinas	0,002	103,63	0,009	103	0,000	0,00	0,002	1,04	
Cenizas	0,004	259,07	0,022	256	0,000	0,00	0,004	2,59	
Etanol	0,274	15.976,08	0,000	0	0,346	15.816,32	0,274	159,76	
NaOH	0,070	4.099,35	0,000	0	0,089	4.058,35	0,070	40,99	
Total	1,00	58.212	1,00	11.870	1,00	45.760	1,00	582,12	

Tabla 4.18. Balance de masa de centrifugación básica

### Evaporación

Como se trata de una solución de NaOH se evapora el agua presente en la solución para obtener una solución más concentrada de NaOH y su reutilización. Se considera que la etapa tiene una eficiencia del 50%, ya que se buscará evaporar la solución hasta alcanzar una concentración del 50% p/p. Se consideran pérdidas del 0,2%.

Dentro de la evaporación, lo primero que se evaporará será el etanol presente en la solución y luego las aguas residuales restantes para que la solución de NaOH alcance dicha concentración.



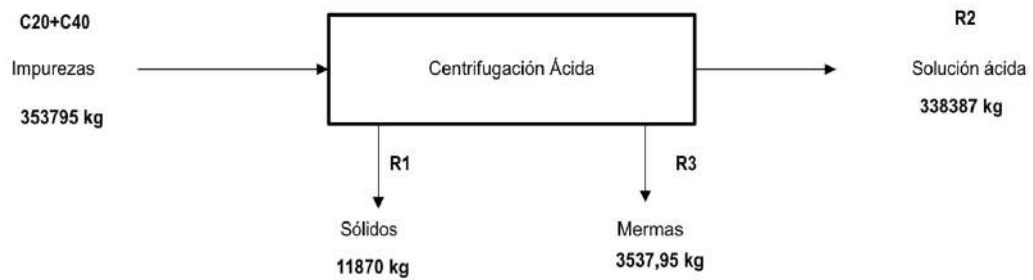
EVAPORACIÓN										
Eficiencia	0,5									
Merms	0,002									
Corriente	R2		R4		R5		R6		R7	
	Solución básica		Solución de NaOH		Etanol Residual		Agua residual		Merms	
[kg]	45.760		7.467		16.156		22.045		91,52	
	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]	%	[kg]
Agua	0,566	25885,39	0,500	3733,5	0,023	371,59	0,986	21728,56	0,566	51,77
Celulosa	0,000	0,00	0,000	0,0	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Lignina	0,000	0,00	0,000	0,0	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Hemicelulosa	0,000	0,00	0,000	0,0	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Ceras y peptin	0,000	0,00	0,000	0,0	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Cenizas	0,000	0,00	0,000	0,0	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Etanol	0,346	15816,32	0,000	0,0	0,977	15784,7	0,000	0,00	0,346	31,63
NaOH	0,089	4058,35	0,500	3733,5	0,000	0,00	0,014	316,76	0,089	8,12
Total	1,0	45.760	1,000	7.467	1,000	16.156	1,0	22.045	1,0	91,52

Tabla 4.19. Balance de masa de evaporación

## Recuperación de soluciones ácidas

### Centrifugación

Al igual que en caso de la solución alcalina, es necesario separar los sólidos en suspensión de la solución. Se considera que la centrifugación tiene una eficiencia del 95% y merms del 1%. El producto de esta etapa se almacenará en un tanque y se recirculará en la etapa de hidrólisis ácida 2, redosificando el  $H_2SO_4$  necesario para alcanzar la concentración óptima.



CENTRIFUGACION ACIDA										
Eficiencia	0,95									
Mermas	0,01									
Corriente	C20+C40		R7		R8		R9			
	Impurezas		Sólidos		Solución ácida		Mermas			
	353.795		11.870		338.387		3.537,95			
	[kg]		[kg]		[kg]		[kg]		[kg]	
	%		%		%		%		%	
Agua	0,696	246.076,61	0,708	8.406	0,695	235.209,64	0,696	2.460,77		
Celulosa	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,00		
Lignina	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00		
Hemicelulosa	0,010	3.498,78	0,292	3.464	0,000	0,00	0,010	34,99		
H2SO4	0,295	104.219,17	0,000	0	0,305	103.176,97	0,295	1.042,19		
Total	1,00	353.795	1,00	11.870	1,00	338.387	1,00	3.537,95		

Tabla 4.20. Balance de masa de centrifugación ácida

### Diagrama de flujo

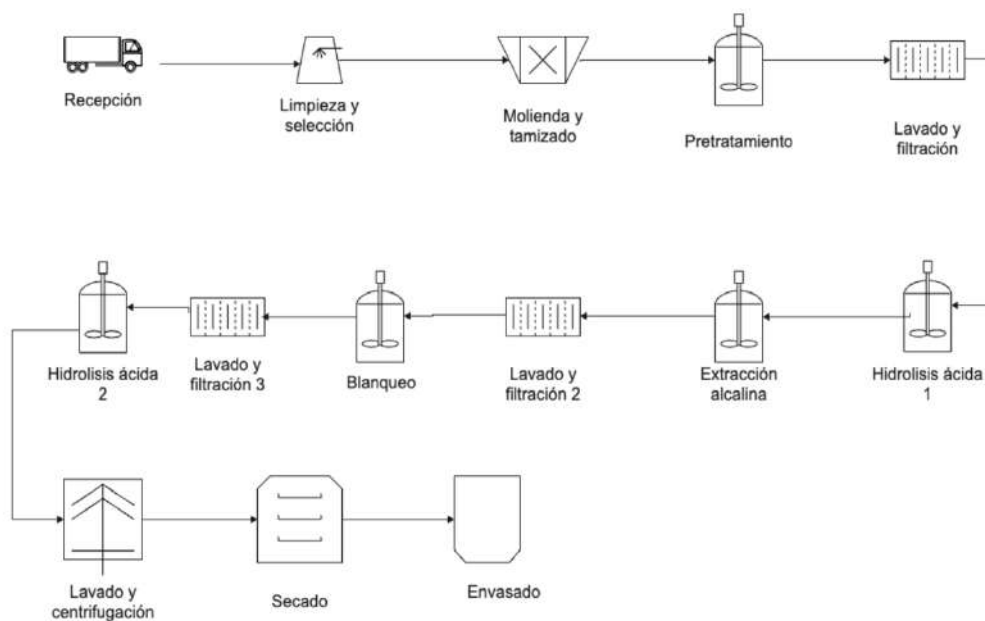


Diagrama 4.2. Diagrama de flujo. Fuente: Elaboración propia



4.1.3 Realizar el cuadro de evolución de acuerdo con el programa de producción, indicando los consumos de materias primas, los subproductos y desperdicios.

En el siguiente cuadro se evidencia la evolución de la materia prima, la producción, los desperdicios y los insumos en los primeros 10 años de análisis. Se tiene en cuenta un crecimiento anual constante del 5 % desde el año 1 al 3 y a partir del año 3 hasta el 9 un crecimiento del 6%, seguido de un 7 % en el año 10.

Detalles	Unidades	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Materia Prima</b>												
Bagazo de caña de azúcar	[tn/año]	-	4509	4734	4971	5269	5585	5920	6276	6652	7051	7545
NaOH	[tn/año]	-	137	143	151	160	169	179	190	202	214	229
Etanol	[L/año]	-	16281	17095	17949	19026	20168	21378	22661	24020	25462	27244
H2SO4	[tn/año]	-	301	317	332	352	373	396	420	445	472	505
H2O2	[L/año]	-	4206624	4416955	4637803	4916071	5211035	5523697	5855119	6206426	6578812	7039329
Envase	[unidades/año]	-	257	270	283	300	318	337	358	379	402	430
<b>Stock de MP</b>												
Bagazo de caña de azúcar	[tn]	175	184	193	205	217	230	244	259	274	291	311
NaOH	[tn]	136	142	149	158	168	178	189	200	212	225	241
Etanol	[L]	31	33	34	36	39	41	43	46	49	52	55
H2SO4	[tn]	209	219	230	244	259	274	290	308	326	346	370
H2O2	[L]	47	49	52	55	58	61	65	69	73	77	83
Envase	[Unidades]	129	135	142	150	159	169	179	190	201	213	228
<b>Compras MP</b>												
Bagazo de caña de azúcar	[tn/año]	175	4.517,46	4.743	4.982	5.281	5.598	5.934	6.290	6.668	7.068	7.565
NaOH	[tn/año]	136	143,37	151	160	169	179	190	201	214	226	244
Etanol	[L/año]	31	16.282	17.096	17.952	19.029	20.170	21.381	22.663	24.023	25.465	27.248
H2SO4	[L/año]	209	311,93	327,53	346,21	366,98	389,00	412,34	437,08	463,31	491,10	528,74
H2O2	[L/año]	47	4.206.626	4.416.958	4.637.806	4.916.074	5.211.039	5.523.701	5.855.123	6.206.431	6.578.816	7.039.334
Envase	[Unidades/año]	129	263	277	292	309	328	348	368	391	414	445
<b>Insumos</b>												
Hidróxido de cal	[tn/año]	-	66	70	73	77	82	87	92	98	104	111
<b>Stock de insumos</b>												
Hidróxido de cal	[tn]	33	35	36	39	41	43	46	49	52	55	59
<b>Compra de insumos</b>												
Hidróxido de cal	[tn/año]	33	68	71	75	80	84	90	95	101	107	115
<b>Ventas</b>												
Celulosa microcristalina	[tn/año]	-	1100	1213	1274	1350	1430	1516	1607	1704	1806	1932
<b>Stock</b>												
Celulosa microcristalina	[tn/año]	-	58	61	64	68	72	76	81	85	91	97
<b>Producción</b>												
Celulosa microcristalina	[tn/año]	-	1158	1216	1277	1353	1435	1521	1612	1709	1811	1938
<b>Mermas y desperdicios</b>												
Agua residual	[tn/año]	-	75.004	78754	82692	86826	91168	95726	100512	105538	110815	118572
Residuos	[tn/año]	-	45	47	50	52	55	58	60	63	67	71
Impurezas	[tn/año]	-	4.669	4903	5148	5405	5676	5959	6257	6570	6899	7382
Mermas	[tn/año]	-	4.874	5118	5374	5642	5925	6221	6532	6858	7201	7705
Agua de secado	[tn/año]	-	1114	1170	1228	1290	1354	1422	1493	1568	1646	1761

Tabla 4.21 .Evolución anual. Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Capacidad real de producción - capacidad de cada etapa, coeficientes de utilización y etapa limitante, indicar etapas de concreción para cada nivel de utilización. Indicar turnos y días de marcha por año.

Se tiene en cuenta el tiempo necesario para emplear cada etapa y la cantidad de materia a procesar en la misma, para determinar la capacidad real.



En el año 1, la producción es de 1158 toneladas anuales celulosa microcristalina. La planta opera en tres turnos diarios de 8 horas, 6 meses del año inclusive domingos y feriados, por lo que se tienen 180 días de trabajo. La producción diaria es de 6434 kg del producto de interés. Esta producción se realiza en 13 lotes de 494,92 kg.

Para el año 10, se prevé un aumento del 53 %, por lo que se producen 2000 toneladas anuales de celulosa microcristalina. Se mantienen los turnos y días de trabajo similares al año 1. La producción diaria es de 11111 kg de celulosa microcristalina. Esta producción se realiza en 13 lotes de 854,7 kg de celulosa microcristalina.

El dimensionamiento de los equipos se realiza considerando los volúmenes de producción proyectados en el año 10, por lo que en el periodo de análisis no será necesario realizar inversiones extra en equipamiento. Por lo cual, en el año 10, se tendrá el mayor rendimiento de estos. Los cuales, se analizan en el ítem 4.3.1. En caso de que la producción aumente más de lo previsto en el periodo de análisis o se desee aumentar más la producción luego del mismo, se podrá añadir lotes extras de producción.

No se tiene en cuenta el tiempo para el lavado de los equipos ya que el mismo se realiza al terminar los primeros 6 lotes, es decir dos veces al día. La misma, se realizará en los tiempos muertos entre cada etapa.

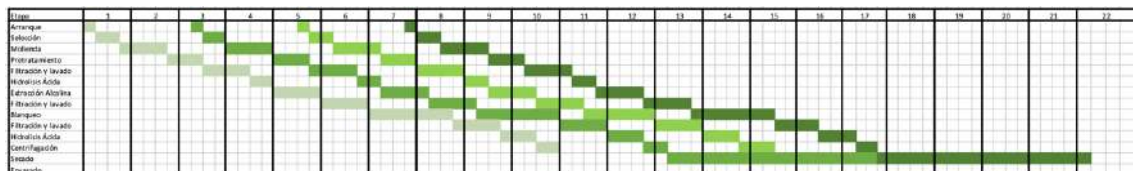


Diagrama 4.3. Diagrama de Grand. Fuente: Elaboración propia

## 4.2. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL PROCESO.

### Recepción de la materia prima

Se recibe la materia prima en los meses de cosecha y procesamiento de la caña de azúcar, desde abril hasta finales de noviembre, meses en los que abastecen la producción anual planificada. Se lleva a cabo un plan de muestro en el que se evaluara lo siguiente:

*Determinación de Humedad:* El método elegido es por su sencillez y común conocimiento. Además que es importante para el proceso. Se determina secando la



muestra a temperatura constante, generalmente 105°C, hasta peso constante. La pérdida de peso es la humedad.

*Determinación de Cenizas:* El método elegido es por su sencillez y común conocimiento. Se incinera la muestra en un horno a alta temperatura (500-600°C) hasta que sólo queden las cenizas. El peso de cenizas indica el contenido mineral.

*Determinación de Fibras:* Se determina el contenido de carbohidratos no digeribles (celulosa, hemicelulosa, lignina) mediante el tratamiento con ácidos y bases concentrados, seguido de secado y pesaje.

### *Selección*

Las principales tecnologías para la selección y clasificación del bagazo de caña de azúcar como materia prima, las cuales se clasifican en selección y limpieza húmeda.

#### *Limpieza húmeda*

Tiene como ventaja que elimina partículas y suciedad firmemente adheridas al producto. Como desventaja, utiliza gran cantidad de agua, que esta debe ser de seguridad alimentaria por lo cual es necesario controlar continuamente su estado higiénico, y el exceso de humedad en la superficie de la materia prima significa mayores costos.

Son métodos de limpieza muy eficaces cuando la superficie de la materia prima no es resistente, cuando los contaminantes son pegajosos o se encuentran demasiados adheridos o se utilizan métodos de limpieza inadecuados.

- **Aspersión:** Es un método de lavado que rocía con agua la materia prima mientras rota y se desplaza mediante cintas transportadoras. Dada la presión del agua y la altura a la que cae sobre la materia prima humecta y arrastra los contaminantes.
- **Inmersión:** Es un método de lavado que sumerge la materia prima que se va a limpiar en un tanque con agua en agitación mediante la inyección de aire. Se utiliza en la limpieza de materias primas con superficies blandas que pueden lesionarse fácilmente.



- Flotación: Este método se utiliza para separar contaminantes aprovechando la diferencia de densidades con respecto a la materia prima, que al humectarse, se desprenden en el agua de lavado van precipitando de forma selectiva en el fondo del lavador.

La tecnología seleccionada es el método de limpieza húmedo dado que el bagazo es proveniente de un tratamiento industrial previo, el mismo ya presentara cierta humedad y procesamiento, selección y limpieza previa. Por lo cual, se efectuará un lavado por aspersión en cintas, en el cual se eliminaran impurezas, polvo y partículas de tierra que podrían encontrarse en la materia prima, proyectando agua sobre la materia prima en forma de lluvia desde una tubería con orificios o duchas situada por encima de la cinta de transporte.

### *Molienda*

En cuanto a la molienda esta debe ser *húmeda* por el estado de la materia prima. La *molienda húmeda* no necesita captadores de polvo y existe menos calentamiento en los equipos lo que permite mayor rendimiento, reduce la fricción entre las partículas. Sin embargo, requieren un mayor gasto energético y tiene un mayor desgaste de cuerpos moledores y blindajes que la molienda por vía seca (principalmente debido a la corrosión), hasta 6 u 8 veces superior.

En este caso se trata de un material húmedo, que el gasto económico para secarlo sería alto, y al cual posteriormente será sometido a una solución, por esto se opta por realizar una molienda húmeda.

- Molino de Bolas: Consiste en un cilindro horizontal que contiene bolas de acero o cerámica. El cilindro gira sobre su eje horizontal y las bolas dentro de él caen y golpean el material a moler. La acción de las bolas y el movimiento del cilindro produce una molienda efectiva del material.
- Molino de Barras: Similar al molino de bolas, pero en lugar de bolas, contiene barras de acero. Estas barras actúan sobre el material a moler, causando su fragmentación. Adecuado para la molienda húmeda de materiales blandos a medianamente duros, como minerales, carbón, coque, etc.



- Molino de Martillos: Consiste en un rotor con martillos que giran a alta velocidad dentro de una cámara. El material se introduce en la cámara y es golpeado repetidamente por los martillos hasta que alcanza el tamaño deseado.
- Molino de Discos: Consta de uno o más discos horizontales rotativos que contienen ranuras o dientes. El material se alimenta en el espacio entre los discos y es triturado por la acción de los dientes.
- Molino de Cuchillas Desmenuzador: El molino de cuchillas desmenuzador consiste en un rotor equipado con cuchillas afiladas que giran a alta velocidad dentro de una cámara. El material se introduce en la cámara y es cortado y desgarrado por las cuchillas en movimiento, lo que reduce el tamaño de las partículas.

En los molinos desmenuzadores de cuchillas, son los más utilizados para esta materia prima, los haces de fibras se deshacen en cuanto entran en contacto con las cuchillas, y la acción de las cuchillas junto con la velocidad del rotor desmenuza el material en partículas más pequeñas. El tamaño de las partículas se puede controlar ajustando la velocidad del rotor y el tamaño de las aberturas de salida.

### *Pretratamiento*

A continuación, se mencionan algunos de los procesos de pretratamiento comunes y sus características:

- Pretratamiento Alcalino: en el proceso, se utiliza una solución alcalina para tratar el bagazo de caña de azúcar. El pretratamiento es eficaz para eliminar impurezas, mejorando la pureza de la celulosa preservando la celulosa. Además, es menos propenso a generar compuestos inhibidores.
- Pretratamiento Ácido: para este proceso, se utiliza un ácido fuerte para descomponer las impurezas como la lignina y la hemicelulosa. Sin embargo, puede degradar parte de la celulosa, generar compuestos y requerir un manejo especial de residuos químicos.
- Explosión de Vapor: este proceso implica el uso de vapor a alta presión y temperatura para abrir las fibras y descomponer la lignina. Es eficaz para mejorar



la accesibilidad de las enzimas a la celulosa. Facilita la liberación de celulosa y mejora la eficiencia de la hidrólisis enzimática.

Se opta por la utilización del *Pretratamiento Alcalino*, dado que permite eliminar las impurezas sin correr el riesgo de atacar el producto de interés, la celulosa, además que se empleará concentraciones al 10%, lo cual no requerirá un manejo especial de residuos químicos. Además, que es la más idónea por el proceso de obtención de celulosa utilizado posteriormente.

### *Lavado*

El lavado posterior a las operaciones en las que se utilizan ácido o base, es importante para eliminar los residuos de dichas soluciones y otros compuestos no deseados neutralizando el material. Los métodos de lavado pueden ser:

- Lavado con Agua: El método más básico y común de lavado es simplemente usar agua para enjuagar la suspensión. Este proceso ayuda a eliminar las soluciones residuales y otras impurezas solubles en agua.
- Lavado por Filtración: La suspensión se puede someter a un proceso de filtración en el que se separa el líquido del sólido. Luego, se lava el sólido con agua o una solución de lavado para eliminar los residuos. Este método es eficaz para concentrar la suspensión y eliminar los compuestos solubles en agua.
- Lavado con Solución Alcalina o Ácida: En algunos casos, después de la extracción ácida o alcalina, se puede utilizar una solución alcalina o ácida respectivamente, para lavar y neutralizar el material.
- Lavado con Solventes Orgánicos: En ciertas aplicaciones, se pueden utilizar solventes orgánicos para lavar la celulosa y eliminar compuestos no deseados. Estos solventes pueden ser útiles cuando se requiere una alta pureza y se desean eliminar contaminantes específicos.

El método más conveniente es el lavado por filtración, ya que permite separar el material sólido del líquido, realizando a la vez el lavado necesario para la neutralización del material de interés. Además, que el material saldrá de la operación sin exceso de humedad, estando listo para proceder con la siguiente etapa.



### *Hidrolisis ácida 1 y extracción alcalina*

En la obtención de celulosa microcristalina a partir del bagazo de caña de azúcar, se pueden utilizar varios tipos de hidrólisis, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. Los principales tipos de hidrólisis que se aplican en este proceso son:

- **Hidrólisis Ácida:** En la hidrólisis ácida, se utiliza un ácido fuerte, como ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, para descomponer la celulosa en glucosa y otros productos. Esta es una opción común y efectiva, pero puede generar subproductos no deseados y requiere condiciones ácidas severas que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente.
- **Hidrólisis Enzimática:** La hidrólisis enzimática involucra el uso de enzimas celulolíticas, como las celulasas, para degradar selectivamente la celulosa en glucosa y oligosacáridos. Es un método más suave y respetuoso con el medio ambiente que la hidrólisis ácida, pero puede ser más lento y costoso.
- **Hidrólisis Alcalina:** En la hidrólisis alcalina, se utiliza una solución alcalina, como hidróxido de sodio (NaOH), para romper los enlaces de celulosa y convertirlos en productos solubles en agua. Este método puede ser eficiente, pero requiere altas concentraciones de sustancias alcalinas y puede ser corrosivo.

Se utilizará la hidrolisis ácida ya que es más rápida y efectiva que la hidrolisis enzimática la cual requiere de condiciones y cuidados de operación rigurosos. Además, que a grandes escalas la hidrolisis enzimática puede resultar muy costosa.

En cuanto a la elección de la Hidrolisis ácida por encima de la alcalina se debe a que se puede emplear bajas concentraciones del ácido a comparación de la alcalina que requiere altas concentraciones de las sustancias significando gastos mayores, así como un mayor cuidado en la recuperación de las soluciones restantes.

Después de la hidrólisis en la obtención de celulosa microcristalina, se pueden realizar varias extracciones para separar los componentes no deseados y obtener una celulosa microcristalina purificada. Los tipos de extracción posteriores a la hidrólisis incluyen:



- **Extracción Ácida:** La extracción ácida se utiliza para eliminar cualquier impureza alcalina que pueda quedar después de la hidrólisis alcalina. Se utiliza un ácido débil, como ácido acético, para neutralizar y eliminar los residuos alcalinos.
- **Extracción con Solventes Orgánicos:** Los solventes orgánicos, como etanol o acetona, se utilizan para eliminar compuestos orgánicos no deseados que pueden haberse formado durante la hidrólisis o estar presentes en la materia prima. Esta extracción ayuda a purificar la celulosa.
- **Extracción con Solventes Alcalinos:** En algunos casos, se emplean solventes alcalinos, como hidróxido de sodio (NaOH), para eliminar componentes no celulósicos y lignina.
- **Extracción con Disolventes Específicos:** Se pueden utilizar disolventes específicos para extraer compuestos no celulósicos específicos, como lignina, ceras o resinas.

Teniendo en cuenta que se realiza primero una hidrólisis ácida, es conveniente realizar una extracción alcalina ya que en este medio se solubilizan los componentes no celulósicos y es posible efectuar la separación del producto de interés fácilmente por la diferencia de los estados de agregación en la solución.

### *Blanqueo*

En la industria de la celulosa y el papel, el blanqueo es un proceso importante para mejorar el color y la blancura de la celulosa, especialmente cuando se produce papel de alta calidad y productos relacionados. Existen varios métodos de blanqueo para la celulosa, y algunos de los más comunes incluyen:

- **Blanqueo con Cloro:** en este proceso, se utiliza cloro gaseoso ( $\text{Cl}_2$ ) para blanquear la celulosa. Aunque es eficaz, puede generar subproductos indeseados, como compuestos clorados que son perjudiciales para el medio ambiente.
- **Blanqueo con Hipoclorito de Sodio (Blanqueo al Cloro en Etapas):** implica el uso de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) en varias etapas secuenciales. Esto puede reducir



la cantidad de cloro elemental utilizado y minimizar la formación de subproductos no deseados.

- Blanqueo con Dióxido de Cloro: se utiliza en este proceso para blanquear la celulosa. Es menos perjudicial para el medio ambiente que el blanqueo con cloro elemental y es especialmente eficaz para eliminar compuestos orgánicos que causan color.
- Blanqueo con Peróxido de Hidrógeno (Blanqueo de Oxígeno): se utiliza para blanquear la celulosa en un proceso que minimiza la formación de subproductos clorados. Es una opción respetuosa con el medio ambiente y se utiliza en el blanqueo sin cloro.
- Blanqueo con Ozono (O<sub>3</sub>): se utiliza para degradar los compuestos orgánicos que causan color en la celulosa. Es un proceso eficaz y respetuoso con el medio ambiente, aunque puede ser costoso.
- Blanqueo con Oxígeno y Peróxido de Hidrógeno: utilizan una combinación de oxígeno y peróxido de hidrógeno junto con otros agentes blanqueadores no clorados para reducir el uso de cloro y minimizar los impactos ambientales.
- Blanqueo con Enzimas (Blanqueo Biológico): las enzimas específicas se utilizan para degradar los componentes coloreados de la celulosa. Este método es suave y respetuoso con el medio ambiente, y se utiliza en combinación con otros procesos de blanqueo.

Se utilizará el blanqueo con Peróxido de Hidrógeno por ser eficaz, económico, sencillo y amistoso con el medio ambiente, ya que no utiliza compuestos clorados y minimiza los subproductos que podrían requerir un tratamiento especial. Siendo este, el método más óptimo en comparación con los otros anteriormente mencionados.

### *Hidrolisis ácida 2*

La obtención de celulosa microcristalina a partir de celulosa implica la reducción de las partículas de celulosa a un tamaño microcristalino mediante diversos métodos.



Algunos de los métodos más comunes para reducir las partículas de celulosa y producir celulosa microcristalina son:

- **Molienda Mecánica:** La molienda mecánica es un método tradicional en el que la celulosa se reduce de tamaño mediante el uso de molinos y equipos de molienda. Esto puede lograrse en seco o en suspensión acuosa, dependiendo de la aplicación y el equipo utilizado.
- **Molienda Criogénica:** En este proceso, la celulosa se muele a temperaturas muy bajas utilizando nitrógeno líquido o dióxido de carbono sólido para reducir el tamaño de las partículas de manera eficaz. La baja temperatura ayuda a prevenir la degradación térmica de la celulosa.
- **Hidrólisis Ácida o Enzimática Controlada:** La celulosa se trata con ácidos fuertes o enzimas celulolíticas para romper las cadenas de celulosa en partículas más pequeñas. El proceso puede ser controlado para obtener tamaños de partícula microcristalinos específicos.
- **Reprecipitación en Solventes:** En este método, la celulosa se disuelve en un solvente y luego se precipita en otro solvente en el que no es soluble. Esto da como resultado la formación de partículas de celulosa microcristalina.
- **Métodos de Alta Presión:** La celulosa se somete a altas presiones, a menudo en combinación con temperaturas elevadas, para reducir su tamaño a nivel microcristalino.
- **Tratamiento Ultrasónico:** El ultrasonido de alta intensidad se utiliza para dispersar y desagregar las fibras de celulosa en partículas más pequeñas.

Se utilizará la hidrólisis ácida ya que se dispondrá del ácido dado que se utiliza en una etapa previa, es capaz de ser controlada para obtener microcristales de tamaños específicos y no requiere equipos especiales.



### *Centrifugación*

Existen varios métodos de separación de líquidos y sólidos que se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales y de laboratorio. Aquí tienes algunos de los métodos más comunes:

- **Filtración:** La filtración implica el paso de una mezcla de líquido y sólidos a través de un medio poroso, como un filtro o papel de filtro. Los sólidos quedan atrapados en el medio, mientras que el líquido pasa a través de él. Es un método ampliamente utilizado para separar sólidos de líquidos.
- **Centrifugación:** En la centrifugación, la mezcla de líquido y sólidos se coloca en un rotor giratorio de alta velocidad. La fuerza centrífuga separa los sólidos del líquido, haciendo que los sólidos se depositen en el fondo del tubo o recipiente.
- **Sedimentación:** La sedimentación es un proceso en el que una mezcla se deja en reposo, permitiendo que los sólidos más densos se asienten en el fondo del recipiente debido a la gravedad. El líquido claro se puede separar de los sólidos sedimentados.
- **Decantación:** Similar a la sedimentación, en la decantación, se vierte cuidadosamente el líquido claro o sobrenadante desde la parte superior de un recipiente, separando así los sólidos acumulados en el fondo.
- **Filtración al Vacío:** Este método utiliza un embudo de filtración conectado a una bomba de vacío para acelerar el proceso de filtración. El vacío aspira el líquido a través del filtro, dejando los sólidos atrapados en el filtro.
- **Electroforesis:** La electroforesis se utiliza para separar moléculas cargadas, como proteínas o ácidos nucleicos, en un gel mediante la aplicación de un campo eléctrico.

Se procede a utilizar la centrifugación dado que es un método rápido en comparación a una sedimentación o decantación. Además, que no se necesitan materiales como filtros que pueden generar otros desechos o contaminar el producto. Si bien, la electroforesis



sería una buena opción, la centrifugación es menos costosa y cumple con los requerimientos necesarios.

### *Secado*

El secado de partículas pequeñas puede ser un desafío debido a su mayor área superficial y tendencia a formar aglomerados. Para secar partículas pequeñas de manera efectiva, se utilizan diversos métodos y técnicas. Aquí hay algunos tipos de secado que se emplean comúnmente para partículas pequeñas:

- *Secaderos de bandejas*: Consistente en una cámara rectangular de chapa metálica que contiene dos carretones para soportar los bastidores. Cada bastidor lleva numerosas bandejas poco profundas que se cargan con el material a secar. Entre las bandejas se hace circular aire por medio del ventilador, pasando sobre los calentadores. Las placas deflectoras distribuyen el aire uniformemente sobre el conjunto de bandejas.
- *Secaderos de tamices transportadores*: Una capa de 1 a 6 pulg de espesor del material que se ha de secar es transportada lentamente sobre un tamiz metálico que se mueve a través de una larga cámara o túnel de secado. En el extremo de entrada del secadero el aire generalmente pasa hacia arriba a través del tamiz y de los sólidos, mientras que cerca del extremo de descarga, donde el material está seco y puede desprender polvo, el aire circula hacia abajo a través del tamiz.

Los secaderos de tamiz transportador operan de forma continua y suave con una gran variedad de sólidos; su coste es razonable, y el consumo de vapor de agua es bajo.

- *Secaderos de torre*: Un secadero de torre contiene una serie de bandejas dispuestas unas encima de otras sobre un eje central rotatorio. La alimentación de sólidos se introduce sobre la bandeja superior y está expuesta a una corriente de aire o gas caliente que pasa sobre la bandeja. El sólido es después descargado por medio de una rasqueta y pasa a la bandeja inmediatamente inferior. De esta forma va circulando a través del secadero, descargando el producto seco por el fondo de la torre. Los flujos de gas y de sólido pueden ser en corrientes paralelas o en contracorriente.



- *Secaderos rotatorios:* Un secadero rotatorio consiste en una carcasa cilíndrica giratoria, dispuesta horizontalmente o ligeramente inclinada hacia la salida. Al girar la carcasa, unas pestañas levantan los sólidos para caer después en forma de lluvia a través del interior de la carcasa. La alimentación entra por un extremo del cilindro y el producto seco descarga por el otro. Los secaderos rotatorios se calientan por contacto directo del gas con los sólidos, por gas caliente que pasa a través de un encamisado externo, o por medio de vapor de agua que condensa en un conjunto de tubos instalados sobre la superficie interior de la carcasa.
- *Secaderos de tornillo transportador:* Es un secadero continuo de calentamiento indirecto, que consiste esencialmente en un transportador horizontal de tornillo (o de palas) confinado dentro de una carcasa cilíndrica encamisada. La alimentación de sólido entra por un extremo, circula lentamente a través de la zona calentada y descarga por el otro extremo.
- *Secaderos Flash:* En un secadero flash se transporta un sólido húmedo pulverizado durante pocos segundos en una corriente de gas caliente. El secado tiene lugar durante el transporte. La velocidad de transmisión de calor desde el gas hacia las partículas de sólido suspendido es elevada y el secado es rápido, de forma que no se requieren más de 3 o 4 segundos para evaporar toda la humedad del sólido. La temperatura del gas es, pero el tiempo de contacto es tan corto que la temperatura del sólido no llega a ser alta durante el secado.

Debido a que se trata de un producto alimenticio, se elige el secado por convección. Los secaderos de rotatorios resultan la opción más conveniente ya que pueden secar cualquier producto. Los secaderos rotatorios de este tipo se utilizan con frecuencia para sal, azúcar y todo tipo de materiales granulares y cristalinos que han de mantenerse limpios y que no se pueden exponer directamente a gases de combustión muy calientes. Se requieren ciclos más cortos que si se utilizará un secador de bandejas, además se puede obtener un secado uniforme.



#### *4.2.1 - Causas y consecuencias en esta elección en comparación con otras y con el nivel medio de la industria similar ya instalada en el país*

Actualmente, no se encuentran industrias en el país que realicen este proceso. Se eligen equipos aptos para la industria alimenticia y los cuales permiten asegurar la calidad del producto sin dejar de lado los costos y el tiempo de operación.

Se optan tecnologías que optimizan los tiempos de operación y que permiten obtener un producto de alta calidad.

### *4.3 CALCULO, DISEÑO Y ADOPCIÓN DE EQUIPOS.*

#### *4.3.1 Cálculo de los equipos principales.*

##### 4.3.1.1 Túnel de lavado por aspersion

El túnel de lavado para fruta y verdura de Favrin S.R.L. está completamente fabricado en acero INOX AISI304. Presenta una banda de acero mediante la cual, recorre la cámara de lavado dotada de boquillas dispuestas a 360°, permite la limpieza de fruta y verdura “tanto en cajas” como suelta.

El caudal de agua es fácilmente regulable en base a las específicas exigencias y dos filtros de placa permiten quitar el material de desecho garantizando la continuidad de lavado.

Consta de una fotocélula, colocada al final de la cinta y eludible mediante la consola de mando, detiene automáticamente la cinta al finalizar el producto el recorrido.

Las dos coberturas a los lados del túnel, fácilmente removibles y el sistema de deflujo de los líquidos, compuesto por una tapa y una válvula de 3” hacen muy fáciles las operaciones de limpieza de la máquina misma.

- Longitud: 3780 mm
- Ancho: 1950 mm
- Altura: 1490 mm
- Tipo de producto lavable: cualquier tipo de fruta y verdura en cajas y/o suelta
- Cambio de agua recomendado: 1000 l/h aproximadamente
- Caudal lavado máx.: 17 cajas/min aproximadamente
- Velocidad de lavado máx.: 13 m/min aproximadamente

- Dimensiones producto lavable máx.: 750x300 mm



*Ilustración 4.1: Túnel de lavado por aspersion. Fuente: <https://www.favrinsrl.com/es/catalogo-productos/maquinas-hortofruticolas/tunel-lavado-fruta-verdura>*

#### 4.3.1.2 Molino húmedo con tamiz integrado

El molino utiliza el movimiento relativo entre el disco de dientes móviles y el disco de dientes fijos para aplastar materiales a través de los dientes de impacto y fricción. El tamaño de salida diferente se puede obtener cambiando la pantalla.

Este molino esta hecho completamente de acero inoxidable. Es apto para granulación de material húmedo como seco.

- Marca: *Jiangyin Loongyi Machinery Co. Ltd.*
- Modelo: F-100B

#### Características Técnicas

- Capacidad de la máquina de molienda y granulometría: 600-3000 kg/h
- Granularidad: 15mm
- Energía del motor: 37KW
- Dimensiones generales (LxWxH)mm: 1400x1100x2800



*Ilustración 4.2. Molino húmedo. Fuente: [https://es.made-in-china.com/co\\_loongyi/product\\_Loongyi-Dry-Cassava-Cacao-Beans-Tea-Small-Herb-Wet-Rice-Onion-Cereal-Kava-Powdered-Icing-Sugar-Grinding-Mill\\_yugnrsg.html](https://es.made-in-china.com/co_loongyi/product_Loongyi-Dry-Cassava-Cacao-Beans-Tea-Small-Herb-Wet-Rice-Onion-Cereal-Kava-Powdered-Icing-Sugar-Grinding-Mill_yugnrsg.html)*

### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (kg)	Caudal (kg/h)	Capacidad real de la máquina (kg/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (kg/h)	Grado de aprovechamiento
2915,6	2915,62	3000	1	3000	97,1 %

*Tabla 4.22. Grado de aprovechamiento en el año 10 del molino de húmedo*

### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (kg)	Caudal (kg/h)	Capacidad real de la máquina (kg/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (kg/h)	Grado de aprovechamiento
1905,61	1905,61	3000	1	3000	63,52 %

*Tabla 4.23. Grado de aprovechamiento en el año 1 del molino húmedo*

#### 4.3.1.3 Reactor para las etapas de Pretratamiento

Se opta por el proveedor Guangzhou Li&Li Equipo mecánico Co, Ltd. Se trata de un recipiente de reacción de acero inoxidable está compuesto por una cubierta de recipiente, una cubierta de pila, una camisa, una batidora, un engranaje y un soporte para la junta del eje construido de acero inoxidable y fondo redondeado.

- Marca: Guangzhou Li&Li Equipo mecánico Co, Ltd.



- Modelo: Fp10000
- Capacidad: 10000 L
- Diámetro: 2200 mm
- Área de transferencia de calor de la bobina externa: 50 m<sup>2</sup>
- Velocidad del agitador requerida: 50-80 rpm
- Potencia: 11-22 KW

Se considera la densidad como 676 kg/m<sup>3</sup> para la estimación del volumen. Teniendo en cuenta una proporción 4:3 de harina de bagazo y de solución respectivamente. La solución es de NaOH al 10%.

#### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
7702,75	10000	1	10000	77,03 %

Tabla 4.21. Grado de aprovechamiento en el año 10 del reactor para la etapa de Pretratamiento

#### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
5034,48	10000	1	10000	50,35 %

Tabla 4.22. Grado de aprovechamiento en el año 1 del reactor para la etapa de Pretratamiento



*Ilustración 4.3. Reactor Químico. Fuente: [https://es.made-in-china.com/co\\_liliequipment/product\\_Large-Capacity-Stainless-Steel-Pressure-Reactor-for-Chemical-Processing\\_rrrusshsg.html](https://es.made-in-china.com/co_liliequipment/product_Large-Capacity-Stainless-Steel-Pressure-Reactor-for-Chemical-Processing_rrrusshsg.html)*

#### 4.3.1.4 Lavado y filtración

Se opta por el proveedor Shanghai Junyi Filter Plant Co., Ltd. Se trata de un filtro prensa automático. La barra lateral del filtro está cubierta por una carcasa de acero inoxidable 304 para protegerse del desgaste. La superficie lisa de la carcasa también hace que el cambio de placa sea más fácil. Es seguro para la industria alimentaria y farmacéutica. Se caracteriza por su peso ligero, fácil operación, resistencia a ácidos y álcalis, alta temperatura y resistencia a la presión.

- Marca: Shanghai Junyi Filter Plant Co., Ltd
- Modelo: XAMYZ500/1500-30
- Capacidad: 7460 L
- Área de filtración: 500 m<sup>2</sup>
- Longitud: 11660mm
- Ancho: 2200mm
- Alto: 1900mm
- Potencia: 4 KW

Se considera la densidad como 512 kg/m<sup>3</sup> para la estimación del volumen. Teniendo en cuenta una proporción 3:1 de harina de bagazo y de agua respectivamente.

### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
6845,23	7460	1	7460	91,76 %

Tabla 4.23. Grado de aprovechamiento en el año 10 del Filtro Prensa para la primera etapa de lavado y filtración

1

### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
4474	7460	1	7460	59,97 %

Tabla 4.24. Grado de aprovechamiento en el año 1 del Filtro prensa para la primera etapa de lavado y filtración

1



Ilustración 4.4. Filtro prensa. Fuente: [https://xsglsb.en.made-in-china.com/product/OZRxSYiDgmVt/China-Automatic-Chamber-Degrade-Cellulose-Filter-Press.html?pv\\_id=1icge1hccbb&faw\\_id=1icge1j66803](https://xsglsb.en.made-in-china.com/product/OZRxSYiDgmVt/China-Automatic-Chamber-Degrade-Cellulose-Filter-Press.html?pv_id=1icge1hccbb&faw_id=1icge1j66803)

#### 4.3.1.5 Hidrolisis ácida 1

El equipo por utilizar es un reactor cilíndrico con fondo toriesférico y cierre hermético de acero inoxidable AISI 316. Se encuentra provisto de agitadores, cuyas turbinas son de hojas curvas. Así como también un encamisado lateral como sistema de calefacción, control de temperatura, control de pH, toma de muestras y un sistema de desagote.

##### 4.3.1.5.1. Parámetros de operación

El equipo para la operación de Hidrolisis ácida 1 es un reactor químico. Se procede con el diseño de este.

El fluido a agitar tiene una proporción 1:10 de bagazo de caña de azúcar y ácido sulfúrico respectivamente.



Se empleará la operación a 5 atm de presión y a la temperatura de 150 °C.

La viscosidad y densidad de la suspensión se estiman a partir de las viscosidades y densidades del bagazo de caña de azúcar y el ácido sulfúrico.

- Densidad del ácido sulfúrico:  $(\rho_a) = 1840 \frac{Kg}{m^3}$
- Viscosidad del ácido sulfúrico:  $(\mu_a) = 24,6 \times 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2}$
- Densidad del bagazo de caña de azúcar:  $(\rho_b) = 350 \frac{Kg}{m^3}$

Por lo tanto, la densidad de la suspensión es:

$$\rho_s = 0,0909 * \rho_b + 0,909 * \rho_a = 1704,38 \frac{Kg}{m^3}$$

La viscosidad de la suspensión se estima mediante la ecuación de Einstein (suspensiones de partículas sólidas en líquidos).

$$\mu_s = \left[ 1 + \frac{5}{2} \phi \right] * \mu_a$$

La constante 5/2 es debido a que se considera una suspensión diluida de partículas de forma esférica. El termino  $\phi$  es la fracción volumétrica de sólidos y está dada por:

$$\phi = \frac{\frac{x_b}{\rho_b}}{\frac{x_b}{\rho_b} + \frac{x_a}{\rho_a}} = \frac{\frac{0,0909}{350 \frac{Kg}{m^3}}}{\frac{0,0909}{350 \frac{Kg}{m^3}} + \frac{0,909}{1840 \frac{Kg}{m^3}}} = 0,344$$

$$\mu_s = \left[ 1 + \frac{5}{2} * 0,344 \right] * 24,6 \times 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2} = 4,575 \times 10^{-2} \frac{N \cdot s}{m^2}$$

#### 4.3.1.5.2. Dimensionamiento

A partir del volumen de líquido se calculan la altura del líquido H y el diámetro del tanque Dt, y las demás dimensiones utilizando la normativa ASTM para agitadores estándar.

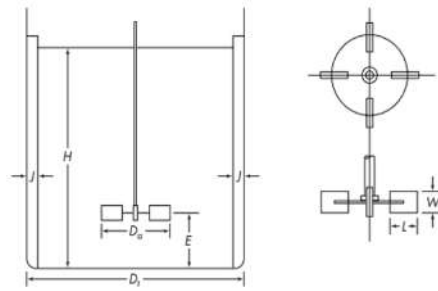


Ilustración 4.5. Dimensiones de tanque de agitación

Ahora entonces, el volumen a tratar para **un lote** es:

$$m = 28377,97 \text{ Kg/lote}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{28377,97 \text{ Kg}}{1704,38 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 16,65 \text{ m}^3 = \mathbf{16650 \text{ L}}$$

El volumen del líquido es de 16650L, teniendo en cuenta un factor de seguridad para evitar derrames y proporcionar un espacio de cabeza para la mezcla y agitación, el volumen del equipo es de 22000L.

Siendo:

- $Dt$ : Diámetro del tanque
- $H$ : Altura del líquido
- $V$ : Volumen del tanque
- $Da$ : Diámetro del agitador
- $J$ : Ancho del bafle
- $W$ : Altura de la turbina
- $E$ : Distancia desde el eje al fondo del recipiente (holgura)
- $L$ : Largo de la turbina

Realizando los cálculos se obtienen las siguientes dimensiones:

- $V = H * Dt^2 * \frac{\pi}{4}$
- $Dt = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}} = \mathbf{2,76 \text{ m}}$
- $H = Dt = \mathbf{2,76 \text{ m}}$

- $Da = Dt * \frac{1}{3} = 0,92 m$
- $E = Da = 0,92 m$
- $W = Da * \frac{1}{8} = 0,115 m$
- $L = Da * \frac{1}{4} = 0,23 m$

#### 4.3.1.5.3. Cálculo de los agitadores

Al tratarse de un material fibroso, se selecciona un *agitador de turbina de hojas curvas*.

Para una suspensión de viscosidad moderada, 75 rpm se considera una agitación adecuada para mantener las partículas suspendidas y promover una mezcla uniforme.

##### 4.3.1.5.3.1 Cálculo de potencia consumida por el agitador

La potencia consumida por un agitador, P, varía con respecto al diámetro del agitador, la gravedad, (g) la viscosidad del fluido ( $\mu$ ), la densidad ( $\rho$ ), la velocidad de rotación del agitador (N), el diámetro del tanque, el ancho de las aspas y la altura del líquido. El número adimensional que relaciona estas variables es el número de potencia NP.

Existen gráficas que utilizan las correlaciones de potencia. Se tiene el  $Re$  en abscisas y el  $Np$  en ordenadas. La curva se elige teniendo en cuenta los factores de forma antes mencionados. Luego, la potencia se calcula como:

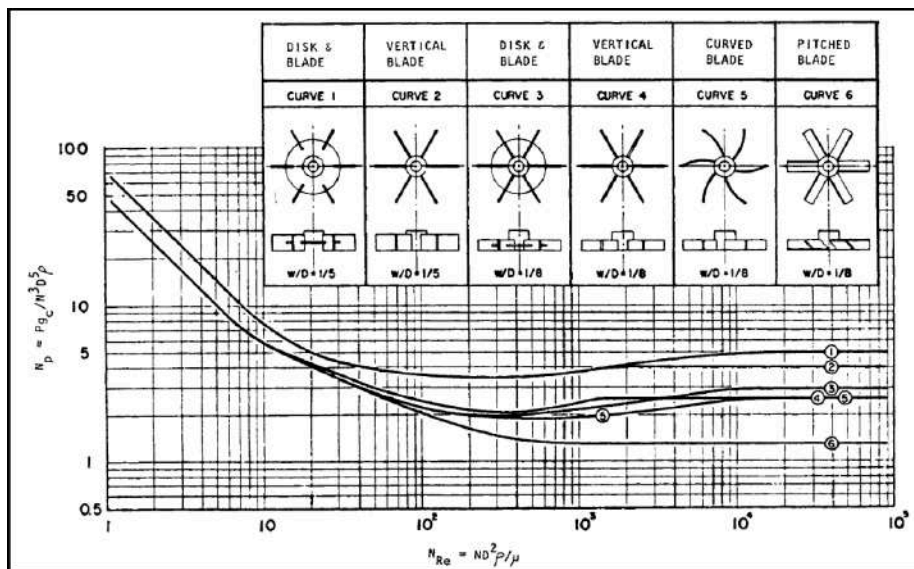


Ilustración 4.6. Relación número de Reynolds- Potencia

Numero de Reynolds para agitación:

$$NRe = \frac{N * Da^2 * \rho_s}{\mu_s} = \frac{75 \frac{rev}{min} * \frac{1min}{60 s} * (0,92 m)^2 * 1704,38 \frac{Kg}{m^3}}{4,575 \times 10^{-2} \frac{N * s}{m^2}} = 3,94 \times 10^4$$

En este caso W/D es 1/8, por lo que se toma la curva 5 del gráfico:

$$Np = 2,1$$

$$P = Np * Da^5 * N^3 * \rho_s = 2,1 * (0,92 m)^5 * (75 \frac{rev}{min} * \frac{1min}{60s})^3 * 1704,38 \frac{Kg}{m^3} = 4607,39 W$$

Se considera una eficiencia del motor de 85 %:

$$Pm = \frac{P}{\eta} = \frac{4607,39 W}{0,85} = 5420,45 W = 5,42 kW$$

#### 4.3.1.5.4. Aislación

Debido a que en la etapa de hidrólisis se trabaja a 150°C de temperatura, se debe reducir lo máximo posible la pérdida de calor del reactor con el medio y aumentar la eficiencia energética. Es por esto por lo que se adoptará un material aislante.

El material por utilizar es lana de vidrio porque este material permite temperaturas de hasta 250 °C, es económico y es relativamente fácil de manejar e instalar.

Siguiendo la norma de ASTM C592, es posible seleccionar el espesor recomendado según la temperatura del proceso. Se selecciona un espesor de 8 cm de aislante.



Ilustración 4.7. Aislante fibra de vidrio

#### Cálculos de la superficie de intercambio

Se calcula la superficie de intercambio en la cual se tiene en cuenta únicamente los laterales del tanque, sin incluir el fondo ni la tapa.

$$A_{intQ} = \pi * D * H = \pi * 2,76 m * 2,76 m = 23,93 m^2$$



#### 4.3.1.5.5. Cálculos mecánicos

##### 4.3.1.5.5.1. Material

Se utiliza acero inoxidable AISI 316 ya que tiene una alta resistencia a la corrosión.

##### 4.3.1.5.5.2. Espesor

Basándose en las condiciones operativas, se calcula el espesor con la regla de Barrow.

$$P = \frac{2 \cdot \sigma \cdot e}{D} \rightarrow e = \frac{P \cdot D}{2\sigma} = \frac{5 \text{ at.e} \cdot 2,76 \text{ m}}{2 * 5800 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0,0012\text{m}$$

En base a la norma Estándar API-650, el espesor del tanque es de 4 mm.

##### 4.3.1.5.5.3. Fondo

El fondo del tanque es toriesférico. Esta forma facilita el drenaje completo del contenido del tanque, minimizando la acumulación de fluidos y facilitando la limpieza de este. Asimismo, como el proceso requiere de agitación, este diseño mejora la eficiencia del proceso ya que la forma curva proporciona una distribución uniforme del flujo. La altura del fondo toriesférico es de 0,55 m.

##### 4.3.1.5.5.4. Paredes

Las paredes del tanque están encamisadas, por este espacio se hace circular vapor de agua para transferir calor, siendo esta la forma de calefacción de la etapa de hidrólisis ácida 1. La camisa permite un control más uniforme y preciso de la temperatura en todo el contenido del tanque, lo cual es indispensable en este proceso, para asegurar la homogeneidad de la reacción. A su vez, la camisa evita las pérdidas de calor hacia el ambiente proporcionando una mayor superficie de contacto para la transferencia de calor.

La camisa es de acero inoxidable, ya que usar el mismo material para ambos asegura que no habrá reacciones químicas entre los dos materiales. Además, que este material es altamente resistente a la corrosión, duradero y de fácil limpieza y desinfección.



#### 4.3.1.5.6. Accesorios

##### 4.3.1.5.6.1. Patas

Se cuenta con 4 patas de 0,55 m por debajo del fondo toriesférico para facilitar el drenaje y la limpieza.

##### 4.3.1.5.6.2. Tapa

Se utiliza una tapa de forma toriesférica con cierre hermético y desmontable, y sobre la misma se encuentran el eje y el motor del agitador. A su vez, la misma cuenta con secciones superiores para la carga de los materiales, del vapor y una toma de muestra.

##### 4.3.1.5.6.3. Desagote

Para el desagote del tanque se cuenta con una válvula diafragma unida por juntas bridadas y una bomba centrífuga.

#### 4.3.1.5.7 Forma de calefacción del tanque

La forma de calefacción seleccionada para el tanque, como se mencionó anteriormente, es un encamisado por donde a su través fluye vapor de agua y esta última es calentada por medio de una caldera industrial alimentado con Gas Licuado de Petróleo (GLP).

#### 4.3.1.5.8 Consideración

Luego del calentamiento del sistema para el primer lote, se recirculará el vapor de agua caliente las etapas consiguientes del proceso que requieren calefacción a temperaturas menores, minimizando el uso del combustible.

#### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
16650	22000	1	22000	75,68 %

Tabla 4.25. Grado de aprovechamiento en el año 10 del reactor para Hidrolisis ácida 1

#### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
7825,5	22000	1	22000	35,57 %

Tabla 4.26. Grado de aprovechamiento en el año 1 del reactor para Hidrolisis ácida 1



#### 4.3.1.6 Extracción alcalina

Se opta por el mismo proveedor que para la etapa de Pretratamiento, pero se selecciona un reactor de menor capacidad.

- Marca: Guangzhou Li&Li Equipo mecánico Co, . Ltd.
- Modelo: Fp6000
- Capacidad: 6000 L
- Diámetro: 1800 mm
- Área de transferencia de calor de la bobina externa: 10,323 m<sup>2</sup>
- Velocidad del agitador requerida: 50-80 rpm
  
- Potencia: 5,5-15 KW

Se considera la densidad como 1117,88 kg/m<sup>3</sup> para la estimación del volumen. Teniendo en cuenta una proporción 1:2 de celulosa y lignina y de solución respectivamente. La solución está conformada por etanol-agua cuya proporción es de 54:64 con NaOH al 8%.

#### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
5078,47	6000	1	6000	84,64 %

Tabla 4.27. Grado de aprovechamiento en el año 10 del reactor para la etapa de Extracción alcalina

#### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
3319,26	6000	1	6000	55,32 %

Tabla 4.28. Grado de aprovechamiento en el año 1 del reactor para la etapa de Extracción alcalina



#### 4.3.1.7 Blanqueo

Se opta por el mismo proveedor que para la etapa de Pretratamiento y Extracción alcalina.

- Marca: Guangzhou Li&Li Equipo mecánico Co, Ltd.
- Modelo: Fp6000
- Capacidad: 6000 L
- Diámetro: 1800 mm
- Área de transferencia de calor de la bobina externa: 10,323 m<sup>2</sup>
- Velocidad del agitador requerida: 50-80 rpm
- Potencia: 5,5-15 KW

Se considera la densidad como 1159,02 kg/m<sup>3</sup> para la estimación del volumen. Teniendo en cuenta una proporción 1:2 de celulosa y de solución respectivamente. La solución es peróxido de hidrogeno de 30 volúmenes.

#### **Año 10**

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
3951,2	6000	1	6000	65,87 %

Tabla 4.29. Grado de aprovechamiento en el año 10 del reactor para la etapa de Blanqueo

#### **Año 1**

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
2582,48	6000	1	6000	43,04 %

Tabla 4.30. Grado de aprovechamiento en el año 1 del reactor para la etapa de Blanqueo

#### 4.3.1.8 Lavado y filtración 2 y 3

Se opta por el mismo proveedor que para la etapa de Lavado y filtración 1, pero se selecciona un filtro prensa de menor capacidad. Se utiliza el mismo equipo para las etapas de lavado y filtración 2 y 3 ya que las cantidades máxicas son similares.



- Marca: Shanghai Junyi Filter Plant Co., Ltd
- Modelo: XAMYZ500/1250-30
- Capacidad: 2090 L
- Área de filtración: 140 m<sup>2</sup>
- Longitud: 6030mm
- Ancho: 1800mm
- Alto: 1600mm
- Potencia: 4 KW

Se considera la densidad como 1172,82 kg/m<sup>3</sup> para la estimación del volumen. Teniendo en cuenta una proporción 3:1 de harina de bagazo y de agua respectivamente.

#### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
1744,18	2090	1	2090	83,45%

Tabla 4.31. Grado de aprovechamiento en el año 10 del Filtro Prensa para la primera etapa de lavado y filtración

2

#### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
1139,98	2090	1	2090	54,54 %

Tabla 4.32. Grado de aprovechamiento en el año 1 del Filtro prensa para la primera etapa de lavado y filtración

2

Se considera la densidad como 1475,65 kg/m<sup>3</sup> para la estimación del volumen.

#### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
1376,51	2090	1	2090	65,86 %

Tabla 4.33. Grado de aprovechamiento en el año 10 del Filtro Prensa para la primera etapa de lavado y filtración

3

### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de máquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
899,68	2090	1	2090	43 %

Tabla 4.34. Grado de aprovechamiento en el año 1 del Filtro prensa para la primera etapa de lavado y filtración

#### 4.3.1.9 Hidrolisis acida 2

Se opta por el proveedor Shanghai Kaiquan Machine Valve Co., Ltd. Se trata de un recipiente con las características similares a los demás reactores que cuenta con un mayor volumen.

- Marca: Shanghai Kaiquan Machine Valve Co., Ltd.
- Modelo: KQ-15000L
- Capacidad: 15000 L
- Dimensión del tanque: (2530\*3000) mm
- Altura: 5700 mm
- Diámetro de salida y entrada: 60 mm
- Velocidad del agitador: 36 rpm
- Potencia del motor: 4 KW

Se considera la densidad como  $1504,52 \text{ kg/m}^3$  para la estimación del volumen. Teniendo en cuenta una proporción 1:10 de celulosa y de solución respectivamente. La solución empleada es  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 64%.



Ilustración 4.8. Reactor Químico. Fuente: [https://es.made-in-china.com/co\\_sh-kaiquan/product\\_Stainless-Steel-Electric-Heating-Mixing-Tank-for-Food-Industry\\_rhohnrygg.html](https://es.made-in-china.com/co_sh-kaiquan/product_Stainless-Steel-Electric-Heating-Mixing-Tank-for-Food-Industry_rhohnrygg.html)



### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
11082,87	15000	1	15000	73,89 %

Tabla 4.35. Grado de aprovechamiento en el año 10 del reactor para la etapa de Hidrolisis ácida 2

### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
7243,71	15000	1	15000	48,29 %

Tabla 4.36. Grado de aprovechamiento en el año 1 del reactor para la etapa de Hidrolisis ácida 2

#### 4.3.1.10 Centrifugación

Se selecciono la centrifuga de disco, de la marca Nanjing FiveMen Machine Co., Ltd. es un tipo de equipo con alta velocidad y descarga de boquilla continua. La centrífuga/separadora de disco se utiliza para purificar almidón, preconcentración, separación de proteínas y recuperación de almidón, también se puede utilizar en alimentos, medicamentos, teñido, departamentos de protección ambiental del proceso de separación y clarificación, concentración y recuperación de dos fases líquido-sólido.

- Marca: Nanjing FiveMen Machine Co., Ltd.
- Modelo: RPDH270
- Capacidad: 1800 L
- Dimensión del tambor: 270 mm
- Velocidad del tambor: 7200 rpm
- Tamaño: (850\*645\*1100) mm
- Potencia del motor: 4 KW

Se considera la densidad como  $1072,27 \text{ kg/m}^3$  para la estimación del volumen. Teniendo en cuenta una proporción 3:1 de celulosa y de agua respectivamente.



Ilustración 4.9. Centrifuga de discos. Fuente: [https://fivemen.en.made-in-china.com/product/EOxmVBMKZYWN/China-Disc-Centrifuge-for-Milk-Cream-Separator-with-Stainless-Steel.html?pv\\_id=1irrv8df2f82&faw\\_id=1irs2g922595](https://fivemen.en.made-in-china.com/product/EOxmVBMKZYWN/China-Disc-Centrifuge-for-Milk-Cream-Separator-with-Stainless-Steel.html?pv_id=1irrv8df2f82&faw_id=1irs2g922595)

### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
1410,85	1800	1	1800	78,38 %

Tabla 4.37. Grado de aprovechamiento en el año 10 para la etapa de Centrifugación

### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (L)	Capacidad real de la máquina (L/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (L/h)	Grado de aprovechamiento
922,13	1800	1	1800	51,23 %

Tabla 4.38. Grado de aprovechamiento en el año 1 para la etapa de Centrifugación

#### 4.3.1.11 Secado

Se opta por un secador de bandejas, conformado por bastidores que llevan bandejas dentro de una cámara metálica rectangular. Dichas bandejas presentan poca profundidad y una separación óptima para el material a secar.



#### 4.3.1.11.1 Parámetros

Para el diseño se consideró las características de la materia prima, su forma y tamaño, así como también que el producto saldrá una temperatura de 60°C ya que la temperatura de desnaturalización de la celulosa es de 65/70°C.

Para elegir las dimensiones del secador, es necesario determinar la masa de aire seco que se requiere y la humedad absoluta con la que el aire sale del secador. La alimentación es de 1587 kg de producto seco, que es lo que equivalente a dos lotes de producción, teniendo en cuenta la producción del año 10.

Variable	Nomenclatura	Valor
Alimentación al secadero [Kg seco/lote]	F	1587
Humedad inicial [kg agua/Kg producto]	X1	0,50
Humedad final [kg agua/Kg producto]	X2	0,02
Masa aire seco [kg/lote]	mAS	A determinar
Humedad absoluta inicial AS [Kg agua/Kg AS]	$\varphi_i$	0,01
Humedad absoluta final AS [kg agua/kg AS]	$\varphi_f$	A determinar
Temperatura de entrada producto [°C]	t1	25
Temperatura salida producto [°C]	t2	60
Temperatura entrada de aire [°C]	Ta1	220
Temperatura salida de aire [°C]	Ta2	150
Temperatura de evaporación del agua	Te	100
Calor específico del agua [kJ/kg°C]	cpw	4,16
Calor específico del producto húmedo [kJ/kg°C]	cpph	2,86
Calor específico del producto [kJ/kg°C]	cpp	1,55
Calor latente del agua a 100°C (T0) [kJ/kg]	$\lambda$	2.256
Calor específico del aire [kJ/kg°C]	cpAS	1,01
Calor específico del vapor [kJ/kg°C]	cpv	2,08
Coefficiente convectivo del aire [W/m2K]	hc	15,62
Humedad critica de la mezcla	Xcr	0,08
Humedad de equilibrio	Xe	0,015
Difusividad del agua a traves del solido [m2/s]	Di	0,00
Espesor de la pieza a secar [m]	e	0,01
Area total de intercambio [m2]	A	464

Tabla 4.39. Parámetros de diseño para secador de bandejas. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.11.2 Cálculo del volumen de aire requerido

En primer lugar, se plantea el balance de masa:

$$m_{as} * (\varphi_f - \varphi_i) = F * (X_i - X_f)$$



Por seguir, se plantea el balance de energía:

$$m_{as} * (h_{af} - h_{ai}) = F * (H_{fi} - H_{ff})$$

Donde:

$$H_f = Cp_p * (t - T_0) + X * Cp_w * (t - T_0)$$

$$h_a = (Cp_{AS} + \varphi * Cp_v) * (T - T_0) + \varphi * \lambda$$

Siendo:

- $H_{pi}$ : Entalpía del producto a la entrada
- $H_{pf}$ : Entalpía del producto a la salida
- $h_{ai}$ : Entalpía del aire a la entrada
- $h_{af}$ : Entalpía del aire a la salida

Remplazando en el balance de energía, se obtiene:

$$F * (Cp_p * (t_i - t_f) + (X_i - X_f) * Cp_w * (t_i - t_f)) \\ = m_{as} * ((Cp_a + (\varphi_f - \varphi_i) * Cp_v) * (T_f - T_i) + (\varphi_f - \varphi_i) * \lambda)$$

Combinando tanto el balance de energía como el balance de materia y resolviendo a partir de los datos expuestos anteriormente, resulta:

$$m_{AS} = 26743 \text{ kg}$$

$$\varphi_f = 0,038 \frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{kg}_{AS}}$$

Para disminuir el consumo de aire se propone utilizar la mitad de aire requerido y realizar recirculación. Entonces:

$$X_f = X_i - \frac{m_{AS}}{F} * (\varphi_f - \varphi_i) = 0,26$$

Humedad final del aire recirculado:



$$\varphi_f = \varphi_i + \frac{F}{m_{AS}} * (X_i - X_f) = 0,067 \frac{kg_{agua}}{kg_{AS}}$$

Entonces, teniendo en cuenta las condiciones iniciales de masa, temperatura y humedad, el volumen requerido es de:

$$V = 37736,15 m^3$$

Considerando que el equipo tendrá una eficiencia térmica del 70%, entonces

$$Vr = 49056,98 m^3$$

#### 4.3.1.11.3 Cálculo del tiempo de secado

Se considera el proceso de secado a una velocidad constante partiendo de la humedad inicial hasta la humedad crítica.

$$t_c = F * \frac{(X_i - X_{cr})}{A * R_c} = 1,73 h$$

Siendo

$X_{cr}$ : humedad crítica de la mezcla

A: área total de intercambio

$R_c$ : velocidad de secado constante

La velocidad de secado constante se determina por:

$$R_c = \frac{h_c}{\lambda} * (T_{a1} - T_v) = 0,83 \frac{kg}{m_2 h}$$

Una vez alcanzada la humedad crítica, la velocidad de secado no es constante, si no que se da a velocidad decreciente. El tiempo de secado en esta etapa se calcula por:

$$t_d = \frac{4 * e^2}{D_l * \pi^2} * \ln \left( \frac{X_{cr} - X_e}{X_f - X_e} \right) = 2,71 h$$

En consecuencia, el tiempo total de secado será la suma de dichos tiempos:



$$T_t = t_c + t_d = 1,73 h + 2,71 h = 4,44 h$$

Dos lotes de producto tomarán 4,4 horas de secado.

#### 4.3.1.11.4 Cálculo del requerimiento energético

El calor requerido para el proceso considera el calor necesario para la evaporación del agua contenida y el calor requerido para la evaporación del agua.

$$\frac{q_T}{F} = C p_p * (t_2 - t_1) + X_i * C p_w * (T_e - t_1) + (X_i - X_f) * \lambda + X_f * C p_w * (T_e - t_f) \\ + (X_i - X_f) * C p_v * (T_{a2} - T_e)$$

Entonces el calor requerido por masa de sólido seco es de:

$$\frac{q_T}{F} = 90330,83 \frac{kJ}{kg}$$

Considerando la masa de sólido seco a procesar, resulta:

$$q_T = 143380828,7 kJ$$

Teniendo en cuenta, la eficiencia térmica del equipo del 70%.

$$q_{Tr} = 186395078,6 kJ$$

#### 4.3.1.11.5 Dimensionamiento del equipo

##### 4.3.1.11.5.1 Estructura

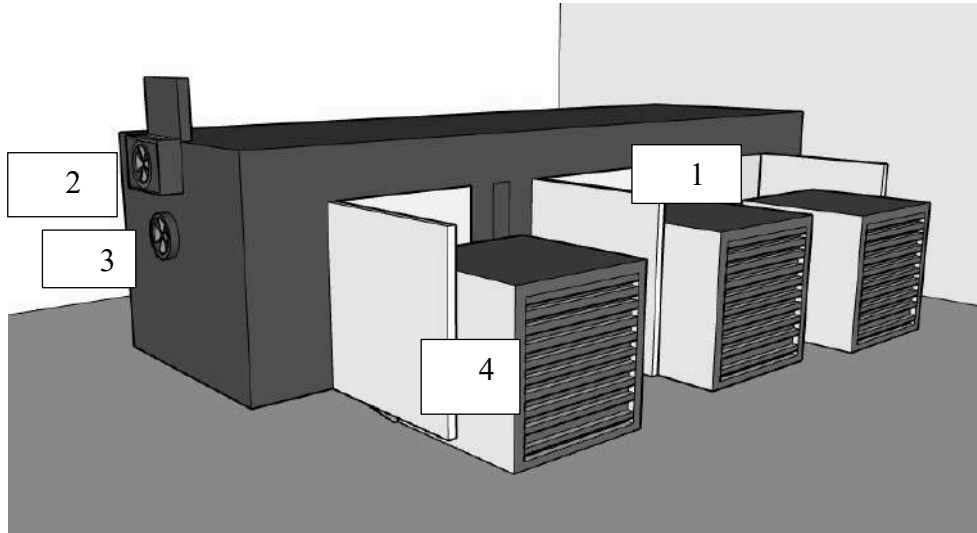


Ilustración 4.10. Esquema secador de bandeja. Fuente: Elaboración propia

Siendo:

1. Cámara de secado
2. Ventilador de inducción aire seco
3. Ventilador de extracción aire húmedo
4. Carro de bandejas

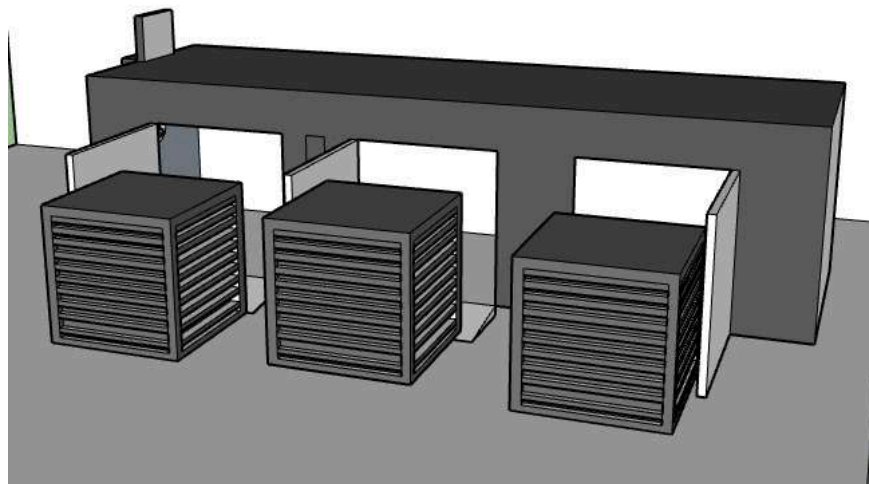


Ilustración 4.11. Esquema de secador de bandejas. Vista de frente. Fuente: Elaboración propia

La cámara de secado está construida exteriormente por láminas de chapa galvanizada. Interiormente presentara láminas de acero inoxidable AISI 304. Estas se encuentran aisladas con una capa de fibra de vidrio de 35mm de espesor. Teniendo las paredes un espesor de 40mm.

Las dimensiones de la cámara de secado son de 9x3x3 m. Ya que las hileras de bandejas tendrán una separación de 1m entre la pared y las mismas, para permitir el paso de un operario y de 0,5m entre ellas para beneficiar la circulación del aire. Las puertas son de acero lacado aislante y su espesor es de 50 mm.

#### 4.3.1.11.5.2 Accesorios

##### 4.3.1.11.5.2.1 Bandejas y bastidor

Se consideran bandejas de acero inoxidable AISI 304, cuadradas de 2x2x0,5 m, cuya área es de 4m<sup>2</sup>.

Teniendo en cuenta el espesor de material seleccionado de 0,1m. Cada bandeja tiene una capacidad de 16 kg de celulosa microcristalina. Se requerirán 99 bandejas por lotes. Las mismas se apilarán formando 3 columnas de 33 bandejas cada una con una separación de 2 cm entre ellas.



Ilustración 4.12. Bandeja de acero inoxidable. Fuente: <https://www.fooddehydratorsales.com/es/tags-50898>

##### 4.3.1.11.5.2.2 Filtro de aire

Filtro de aire ultra compacto de alta eficacia; marco de acero galvanizado con rejilla protectora. Papel de fibra de vidrio con cordones de cola termoplastica y sellado con poliuretano. Idoneo para caudales de aire elevados.

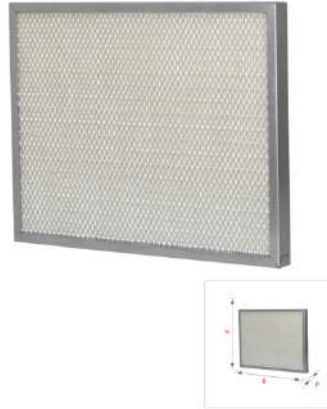


Ilustración 4.13. Filtro de aire. Fuente: <https://venfilter.es/es/producto/varipleat-doble-rejilla-metalico/>

#### 4.3.1.11.5.2.3 Ventilador

Ventilador centrífugo de media presión con acoplamiento director de motor trifásico, de tipo doble brida (U). Radio de 790 mm. Motor de 6 polos con una velocidad máxima de 960 rpm.

Presenta turbina auto limpiante y rodete fabricado en acero laminado al carbono equilibrado dinámicamente para minimizar el ruido y las vibraciones.



Ilustración 4.14. Ventilador centrífugo. Fuente: [https://www.casals.com/assets/uploads/cat\\_pdf/ccf5d-casals-industrial-fans-catalogue.pdf](https://www.casals.com/assets/uploads/cat_pdf/ccf5d-casals-industrial-fans-catalogue.pdf)



Code	Model	R.P.M.	Rated Power kW	Air flow m <sup>3</sup> /h	Sound db(A)	Weight kg
NX7146132	NIMAX 714 T6 3kW	960	3	21000	61	209,71

Tabla 4.40. Características técnicas del ventilador. Obtenida de:  
[https://www.casals.com/assets/uploads/cat\\_pdf/ccf5d-casals-industrial-fans-catalogue.pdf](https://www.casals.com/assets/uploads/cat_pdf/ccf5d-casals-industrial-fans-catalogue.pdf)

#### 4.3.1.11.5.2.4 Conductos

Los conductos de aire son de acero inoxidable AISI 304 de 400 mm de diámetro.

#### Año 10

Cantidad que ingresa por lote (kg)	Capacidad real de la máquina (kg/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (kg/h)	Grado de aprovechamiento
855	190	1	1900	100%

Tabla 4.41. Grado de aprovechamiento en el año 10 del secador de bandejas

#### Año 1

Cantidad que ingresa por lote (kg)	Capacidad real de la máquina (kg/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la selección (kg/h)	Grado de aprovechamiento
401,85	190	1	190	47 %

Tabla 4.42. Grado de aprovechamiento en el año 1 del secador de bandejas

#### 4.3.1.12 Envasado

Se selecciono la maquina embolsadora para bolsas de boca abierta, de marca Ingesir. Es una embolsadora que carga a partir de un tornillo sin fin. Está diseñada para la dosificación de bolsas desde 5 a 50 kg. Dosifica las mismas por carga directa a las bolsas a través de celdas de carga y equipo de pesaje frontal. Todos los elementos que se encuentran en contacto con el producto son construidos en acero inoxidable AISI 304. Resto de la máquina pintada con pintura en polvo y horneado.

- Marca: Ingesir
- Modelo: Embolsadora boca abierta sin fin
- Capacidad: 4 bolsas por minuto



Ilustración 4.15. Embolsadora. Fuente: <https://ingesir.com.ar/maquina-22-embolsadora-boca-abierta-sinfin>

### 4.3.2 Cálculo y/o adopción de equipos auxiliares

#### 4.3.2.1 Instalaciones auxiliares

##### 4.3.2.1.1 **Equipos necesarios para la recuperación de reactivos**

##### 4.3.2.1.1.1 *Recuperación del ácido*

##### 4.3.2.1.1.1.1 Centrifuga

Se selecciona la centrifuga de la marca *Hunan Zhongyi Centrifuge Co., Ltd.*, modelo HR630-N. Esta permite realizar las operaciones de alimentación, separación y descarga a una velocidad constante. Está diseñada para producciones de alta capacidad, presenta bajo consumo energético y peso reducido. Además, es apta para el uso de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio.

- Marca: Hunan Zhongyi Centrifuge Co., Ltd
- Modelo: HR630-N
- Capacidad: 14-40 m<sup>3</sup>/h
- Velocidad del tambor: 1000-1800 rpm
- Tamaño: (3190\*1460\*1280) mm
- Potencia del motor: 45-75 KW



Ilustración 4.46. Centrifuga. Fuente: [https://evalee2018.en.made-in-china.com/product/bJzrqjUyrOVh/China-Copper-Sulfate-Separator-Copper-Sulfate-Separation-Machine-Copper-Sulfate-Pusher-Centrifuge.html?header\\_search\\_page=lv&pv\\_id=1iticij59a7&faw\\_id=1itj32m652cd&bv\\_id=1](https://evalee2018.en.made-in-china.com/product/bJzrqjUyrOVh/China-Copper-Sulfate-Separator-Copper-Sulfate-Separation-Machine-Copper-Sulfate-Pusher-Centrifuge.html?header_search_page=lv&pv_id=1iticij59a7&faw_id=1itj32m652cd&bv_id=1)

#### 4.3.2.1.1.2. Recuperación de la base

##### 4.3.2.1.1.2.1 Centrifuga

Se obtendrá una centrifuga igual que para la recuperación del ácido, mismo modelo y marca, para emplear la primera etapa de recuperación de la solución básica, cuyas características son:

- Marca: Hunan Zhongyi Centrifuge Co., Ltd
- Modelo: HR630-N
- Capacidad: 14-40 m<sup>3</sup>/h
- Velocidad del tambor: 1000-1800 rpm
- Tamaño: (3190\*1460\*1280) mm
- Potencia del motor: 45-75 KW

##### 4.3.2.1.1.2.2. Evaporador-Condensador

Se opta por un evaporador con condensador de doble efecto de la empresa Wenzhou Jinbang Light Ind Machinery Co., Ltd., modelo SJN500. Ofrece una tecnología cuya eficiencia es de un 15% mejor que una estructura tradicional.

Presenta un fondo plano que, en comparación con la tecnología tradicional de fondo cónico, la estructura del equipo es más compacta y la altura de operación se reduce considerablemente, lo que permite que el concentrador de doble efecto 3000 se pueda observar y operar fácilmente sin necesidad de utilizar una plataforma.

Por otro lado, la tecnología de condensación y enfriamiento mediante intercambiador de calor tipo placas: En comparación con la estructura tubular original, puede alcanzar una tasa de recuperación de solvente del 95% y un diámetro de vacío mayor. La temperatura de concentración no aumenta el diámetro de vacío. La temperatura de concentración no se incrementa y el equipo tiene una estructura compacta.

- Marca: Wenzhou Jinbang Light Ind Machinery Co., Ltd
- Modelo: SJN500
- Evaporación: 500 kg/h
- Dimensiones: (4\*1,5\*3,3) m
- Consumo de vapor:  $\leq 200$



*Ilustración 4.17. Evaporador-Condensador. Fuente: <https://pdf.directindustry.es/pdf-en/wenzhou-jinbang-light-ind-machinery-co-ltd/concentrator/244841-1034006-2.html>*



### 4.3.3 Cálculo y adopción de equipos para el movimiento de fluidos y cañerías

#### 4.3.3.1 Cañerías

Para identificar el fluido transportado por las cañerías, en la industria, estas siguen un código de colores. El cual esta presentado en la siguiente tabla.

Producto	Color
Agua	Verde
Vapor de agua	Naranja
Línea de proceso	Blanco
Combustibles	Amarillo
Aire comprimido	Azul
Agua caliente	Verde con franjas naranjas
Elementos para la lucha contra el fuego	Rojo

Para el diseño de las cañerías se tiene en cuenta las velocidades recomendadas para el transporte del fluido por las mismas

Fluido	Aplicación	Velocidades Normas americanas m/s	Velocidades Normas alemanas m/s
Agua	Succión bombas	1 – 2.5	1 – 3
	Uso industrial	2 -4	2.5 – 3
	Alimentación calderas	4 - 8	4- 5
Vapor	Saturado	20 – 40	10-25
	sobrecalentado	50-70	30-50
Aire comprimido		7 - 15	3- 10
Gas natural		20-40	20-30
Aceites (fuel oil, etc.)		1-3	0.3 – 1.5
Hidróxido de sodio	Conc. < 30 %	2	
	Conc. ≤ 60 %	1.5	
	Conc. > 60 %	1.2	
Acido sulfúrico	Conc ≅ 98 %	1 – 1.2	

Tabla 4.43. Velocidades recomendadas

A partir de estos datos de velocidades recomendadas se calculan los caudales correspondientes y se selecciona el diámetro de la cañería. Todas las cañerías son cédula 40. Para las corrientes cuya concentración de solidos sea alta, se utiliza transportadores de tornillo.



#### 4.3.1.1 Cañerías de proceso

Las cañerías de proceso son de acero inoxidable AISI 316. Las cuales tienen las siguientes dimensiones:

Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Material	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Tiempo [s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Velocidad [m/s]	m <sup>2</sup>	D interior [m]	Tamaño nominal [in]	Longitud [m]	Densidad [m <sup>3</sup> /kg]
P1	Suspensión pretratada	Reactor de pretratamiento	Filtro prensa	AISI 316	7,91	900	0,0088	1,5	0,00586	0,086	3 1/2	22,64	676
P2	Harina tratada	Reactor de hidrolisis acida 1	Reactor de extraccion alcalina	AISI 316	16,65	1.750	0,0095	1,5	0,00634	0,090	3 1/2	1,66	1704,38
P3	Celulosa	Reactor de extraccion alcalina	Filtro prensa 2	AISI 316	5,08	600	0,0085	1,5	0,00564	0,085	3 1/2	15,95	1117,88
P4	Celulosa blanqueada	Reactor de blanqueo	Filtro prensa 3	AISI 316	3,95	420	0,0094	1,5	0,00627	0,089	3 1/2	17,32	1159,02
P5	CMC	Reactor de hidrolisis acida 2	Centrifuga	AISI 316	11,08	1.200	0,0092	1,5	0,00616	0,089	3 1/2	7,97	1504,52

Tabla 4.44. Dimensiones de cañerías de proceso. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.2 Cañerías de agua de proceso

Las cañerías de agua de proceso son de acero inoxidable AISI 316. Las cuales tienen las siguientes dimensiones:

Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Material	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Tiempo [s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Velocidad [m/s]	m <sup>2</sup>	D interior [m]	Tamaño nominal [in]	Longitud [m]
WP1	Agua	Tanque cisterna	Tunel de lavado	AISI 316	0,74	180	0,0041	2	0,0021	0,051	2	22,44
WP2	Agua	Tanque cisterna	Molino	AISI 316	0,15	35	0,0042	2	0,0021	0,051	2	19,02
WP3	Agua	Tanque cisterna	Reactor de pretratamiento	AISI 316	2,07	500	0,0041	2	0,0021	0,051	2	17,02
WP4	Agua	Tanque cisterna	Filtro prensa	AISI 316	0,88	210	0,0042	2	0,0021	0,052	2	26,73
WP5	Agua	Tanque cisterna	Reactor de hidrolisis acida	AISI 316	23,26	5.500	0,0042	2	0,0021	0,052	2	21,54
WP6	Agua	Tanque cisterna	Reactor de extraccion basica	AISI 316	1,60	400	0,0040	2	0,0020	0,051	2	25,9
WP7	Agua	Tanque cisterna	Filtro prensa 2	AISI 316	0,51	130	0,0039	2	0,0020	0,050	2	34,33
WP8	Agua	Tanque cisterna	Tanque de blanqueo	AISI 316	2,14	500	0,0043	2	0,0021	0,052	2	29,99
WP9	Agua	Tanque cisterna	Filtro prensa 3	AISI 316	0,51	120	0,0043	2	0,0021	0,052	2	39,86
WP10	Agua	Tanque cisterna	Reactor de hidrolisis acida 2	AISI 316	5,47	1.300	0,0042	2	0,0021	0,052	2	34,21
WP11	Agua	Tanque cisterna	Centrifuga	AISI 316	0,51	120	0,0042	2	0,0021	0,052	2	38,75

Tabla 4.45. Dimensiones de cañerías de agua de proceso. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.3 Cañerías de insumos

Las cañerías de insumos son de acero inoxidable AISI 316, exceptuando las que transportan ácido sulfúrico, las cuales son de polietileno de alta densidad (HDPE). Las cuales tienen las siguientes dimensiones:



Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Material	Volumen [m3]	Tiempo [s]	Q [m3/s]	Velocidad [m/s]	m2	D interior [m]	Tamaño nominal [in]	Longitud [m]	Densidad [m3/kg]
S1	H2SO4	Tanque de H2SO4	Reactor de hidrolisis acida 1	AISI 316	11,91	1800	0,0066	1,5	0,0044	0,075	3	32,46	1840
S2	H2SO4	Tanque de H2SO4	Reactor de hidrolisis acida 2	AISI 316	44,80	6500	0,0069	1,5	0,0046	0,076	3	37,76	1840
S3	Peroxido de hidrogeno	Tanque de Peroxido de Hidrogeno	Reactor de blanqueo	AISI 316	5,37	800	0,0067	1,5	0,0045	0,075	3	38,51	1450
S4	Etanol	Tanque de Etanol	Reactor de extraccion basica	AISI 316	20,25	4000	0,005062	1,2	0,00422	0,073	3	50	789
S5	Etanol	Evaporador	Tanque de Etanol	AISI 317	4,88	400	0,012200	2	0,0061	0,088	3	41,66	789
S6	Solución de H2SO4	Reactor de hidrolisis acida 1	Centrifuga para recuperacion del ácido	HDPE	214,49	30000	0,007150	1,5	0,00477	0,078	3	2,07	1049
S7	Solución de H2SO4	Reactor de hidrolisis acida 2	Centrifuga para recuperacion del ácido	HDPE	91,35	13000	0,007027	1,5	0,0046844	0,077	3	12,26	1410
S8	Solución de H2SO4	Centrifuga para recuperacion de ácido	Tanque de H2SO4	HDPE	291,96	45000	0,006488	1,5	0,0043254	0,074	3	21,6	1159
S9	NaOH	Tanque de NaOH	Reactor de extraccion basica	AISI 316	1	150	0,008052	2	0,0040260	0,072	3	37,68	2130
S10	NaOH	Tanque de NaOH	Reactor de pretratamiento	AISI 316	0,91	100	0,009141	2	0,0045703	0,076	3	28,61	2130
S11	NaOH	Reactor de extraccion basica	Centrifuga para recuperacion de base	AISI 316	37,98	4000	0,009495	2	0,0047475	0,078	3	3,03	926
S12	NaOH	Reactor de pretratamiento	Centrifuga para recuperacion de base	AISI 316	21,95	2500	0,008778	2	0,0043891	0,075	3	11,22	1050
S13	NaOH	Centrifuga para recuperacion de base	Evaporador	AISI 316	43,54	5000	0,008708	2	0,0043540	0,074	3	2	1051
S14	NaOH	Evaporador	Tanque de NaOH	AISI 316	4,88	400	0,012201	2	0,0061004	0,088	3	30,71	1530

Tabla 24.46. Dimensiones de cañerías de insumos. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.4 Cañerías de agua de servicios auxiliares

Las cañerías de agua de servicios auxiliares son de Polipropileno (PPM). Las cuales tienen las siguientes dimensiones:

Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Material	Volumen [m3]	Tiempo [s]	Q [m3/s]	Velocidad [m/s]	m2	D interior [m]	Tamaño nominal [in]	Longitud [m]
WA1	Agua de red	Entrada	Tanque cistema	PPM	50,00	10.000	0,00500	1,2	0,00417	0,073	3	78,44
WA2	Agua de reposicion de caldera	Tanque cistema	Osomosis inversa	PPM	0,40	350	0,00115	1,2	0,00096	0,035	1 1/2	10,71
WA3	Agua de reposicion de caldera	Osomosis inversa	Tanque de agua de caldera	PPM	0,40	400	0,00101	1,2	0,00084	0,033	1 1/2	4,21
WA4	Agua de reposicion de caldera	Tanque de agua de caldera	Caldera	PPM	2,68	2.500	0,00107	1,2	0,00089	0,034	1 1/2	3,63
WA6	Agua caliente	Evaporador/Condensador	Torre de enfriamiento	PPM	0,73	600	0,00122	1,2	0,00102	0,036	1 1/2	11,2
WA7	Agua fria	Torre de enfriamiento	Tanque de agua fria	PPM	0,73	700	0,00105	1,2	0,00087	0,033	1 1/2	1,04
WA8	Agua de reposición	Tanque cistema	Tanque de agua fria	PPM	0,50	150	0,00333	2	0,00167	0,046	1 1/2	6,69

Tabla 4.47. Dimensiones de cañerías de servicios auxiliares. Fuente: Elaboración propia



#### 4.3.1.5 Cañerías de agua residual a planta de tratamiento de efluentes

Las cañerías de efluentes a la planta de tratamiento de efluentes son de PVC. Las cuales tienen las siguientes dimensiones:

Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Material	Volumen [m3]	Tiempo [s]	Q [m3/s]	Velocidad [m/s]	m2	D interior [m]	Tamaño nominal [in]	Longitud [m]
E1	Agua residual	Tunel de lavado	Tratamiento de efluentes	PVC	0,74	800	0,0009	1,5	0,0006	0,028	1	49,54
E2	Agua residual	Filtro prensa 1	Tratamiento de efluentes	PVC	0,91	1100	0,0008	1,5	0,0006	0,027	1	37,52
E3	Agua residual	Filtro prensa 2	Tratamiento de efluentes	PVC	0,51	700	0,0007	1,5	0,0005	0,025	1	29,47
E4	Agua residual	Reactor de blanqueo	Tratamiento de efluentes	PVC	3,05	4000	0,0008	1,5	0,0005	0,025	1	28,17
E5	Agua residual	Filtro prensa 3	Tratamiento de efluentes	PVC	0,51	700	0,0007	1,5	0,0005	0,025	1	25,45
E6	Agua residual	Centrifuga acida	Tratamiento de efluentes	PVC	1,40	1800	0,0008	1,5	0,0005	0,026	1	28,63
E7	Agua residual	Centrifuga basica	Tratamiento de efluentes	PVC	1,40	1800	0,0008	1,5	0,0005	0,026	1	24,15
E8	Agua residual	Centrifuga	Tratamiento de efluentes	PVC	4,35	6500	0,0007	1,2	0,0006	0,027	1	16,92

Tabla 4.48. Dimensiones de cañerías de agua residual. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.3.2. Bombas

##### 4.3.3.2.1 Bombas de proceso

Para desplazar el fluido en las etapas del proceso se elige de proveedor a Seepex. Estas bombas alimentarias e higiénicas con su eje de titanio flexible y sin juntas (Flexrod), está certificada según las normas sanitarias 3-A.

Estas bombas fueron seleccionadas por su capacidad de manejar suspensiones con sólidos de hasta una concentración del 45% en medios abrasivos y viscosos.

Además, gracias a las mínimas pulsaciones y características de cizallamiento, es especialmente adecuado para el transporte de alimentos sensibles, evitando el daño de este.

Por otro lado, sus materiales son compatibles con aplicaciones alimenticias y químicas.



Ilustración 4.18. Bomba de tornillo. Fuente: <https://www.seepex.com/es-us/products/pumps/food-and-hygienic-pumps/bcf-flexrod-design>

Las bombas de esta línea varían el modelo según los requerimientos de caudal y pérdidas de cargas. Para las cañerías de proceso principales y para el transporte desde los reactores de Hidrolisis ácida 1 y 2 hacia la Centrifuga ácida, se utilizarán las bombas de modelo BFC 05-12. Por otro lado, se utilizará el modelo BFC 03-6L, se utilizará para el transporte de los fluidos desde el reactor de Pretratamiento y Extracción alcalina, hacia la centrifuga básica.

#### **4.3.3.2.2 Bombas para transporte de agua de proceso**

Se utiliza para el transporte de agua de proceso a los distintos equipos desde el tanque cisterna, una bomba centrífuga sanitaria. Sus componentes en acero inoxidable AISI 316L aseguran la resistencia a la corrosión y compatibilidad alimentaria.

Este modelo se emplea para mover agua a temperatura ambiente, se caracteriza por el manteniendo de las características sanitarias y de eficiencia, sin requerir resistencia a temperatura elevada. Se seleccionó por su robustez y compatibilidad con uso alimenticio.

Se optó por el proveedor Fristam.



Ilustración 5.19 Bomba centrífuga. Fuente: Catalogo de la marca Fristam

#### 4.3.3.2.3 Bombas para transporte de insumos

Para el transporte de insumos tanto para el ácido sulfúrico, el hidróxido de sodio y el peróxido de hidrogeno, se seleccionó la bomba dosificadora electromagnética de la marca Grundfos, modelo DME 60-10. Su construcción en materiales resistentes (como PVDF y PTFE) garantiza seguridad ante agentes agresivos, y el control automático asegura una dosificación segura y estable.



Ilustración 4.20. Bomba Dosificadora. Fuente: <https://product-selection.grundfos.com/cl>

Para el caso del Etanol, se seleccionó la bomba de la marca Ampco del modelo ZP1-060, esta bomba de desplazamiento positivo sanitarios diseñada para líquidos de baja viscosidad y con normas alimentarias. El etanol requiere materiales resistentes y seguros por riesgo de inflamabilidad. El modelo seleccionado es CIP-compatible, con construcción en acero inoxidable 316L y operación suave para evitar vaporización del fluido.

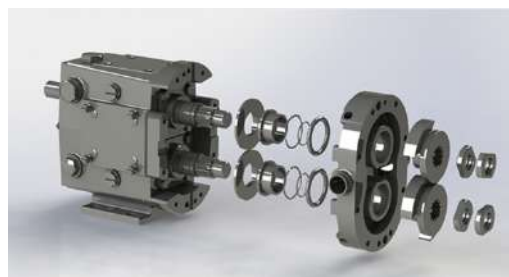


Ilustración 4.21. Bomba de la marca Ampco. Fuente: <https://www.ampcopumps.com/es/zp1-series/>

#### 4.3.3.2.4 Bombas para transporte hacia planta de tratamiento de efluentes

Para el desplazamiento de agua residual desde los equipos hasta la planta de tratamiento de efluentes se opta nuevamente por las bombas de cavidad progresiva de la marca Seepex, dado que, por las características del efluente, estas bombas están diseñadas



para efluentes con sólidos y residuos químicos (NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, etc.). Su diseño evita obstrucciones, y la configuración del rotor y estator permite un transporte confiable de fluidos abrasivos, viscosos y con sólidos. Soportan variaciones de pH y son resistentes a la abrasión, lo que las hacen aptas para esta aplicación.

Los accesorios en la succión de las bombas son un manómetro y una válvula esclusa para facilitar en el momento de realizar mantenimiento.

En la impulsión se cuenta con una válvula de retención para evitar el retroceso de fluido cuando se apaga la bomba, una válvula compuerta para mantenimiento, un manómetro y además un medidor de caudal.

En el siguiente cuadro se pueden ver las características de cada bomba, incluyendo el fluido que transporta, el caudal que impulsa y a qué velocidad, el tipo de bomba, proveedor y la potencia que requiere.

Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Q [m <sup>3</sup> /s]	Velocidad [m/s]	D [m]	ha	Tipo de bomba	Marca	Modelo	Potencia [KW]
B1	Suspensión pretratada	Reactor de pretratamiento	Filtro prensa	0,0088	1,5	0,0864	2,10	Sanitaria de tornillo	Seepex	BCF 05-12	2,20
B2	Harina tratada	Reactor de hidrolisis acida 1	Reactor de extracción alcalina	0,0095	1,5	0,0899	2,40	Sanitaria de tornillo	Seepex	BCF 05-12	2,20
B3	Celulosa	Reactor de extracción alcalina	Filtro prensa 2	0,0085	1,5	0,0848	1,73	Sanitaria de tornillo	Seepex	BCF 05-12	2,20
B4	Celulosa blanqueada	Reactor de blanqueo	Filtro prensa 3	0,0094	1,5	0,0894	1,74	Sanitaria de tornillo	Seepex	BCF 05-12	2,20
B5	CMC	Reactor de hidrolisis acida 2	Centrifuga	0,0092	1,5	0,0885	1,01	Sanitaria de tornillo	Seepex	BCF 05-12	2,20
B6	Agua	Tanque cisterna	Filtro prensa 3	0,0043	2,0	0,0521	4,42	Sanitaria	Fristam	FPX 70/70	1,50
B7	Agua de red	Entrada	Tanque cisterna	0,0050	1,2	0,0728	6,06	Sanitaria	Fristam	FPX 70/70	1,50
B8	Agua de reposición de caldera	Osmosis inversa	Tanque de agua de caldera	0,0010	1,2	0,0327	2,19	Centrifuga	Grundfos	CR 15-1	0,25
B9	Agua de reposición de caldera	Tanque de agua de caldera	Caldera	0,0011	1,2	0,0337	1,39	Centrifuga	Grundfos	CR 15-1	0,25
B10	Agua recirculada	Evaporador/ Condensador	Torre de enfriamiento	0,0012	1,2	0,0360	2,76	Centrifuga	Grundfos	CR 15-1	0,25



Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Q [m <sup>3</sup> /s]	Velocidad [m/s]	D [m]	ha	Tipo de bomba	Marca	Modelo	Potencia [KW]
B11	Agua fría	Torre de enfriamiento	Tanque de agua fría	0,0010	1,2	0,0333	1,46	Centrifuga	Grundfos	CR 15-1	0,25
B12	Agua residual	Túnel de lavado	Tratamiento de efluentes	0,0009	1,5	0,0280	4,07	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B13	Agua residual	Filtro prensa 1	Tratamiento de efluentes	0,0008	1,5	0,0265	3,25	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B14	Agua residual	Filtro prensa 2	Tratamiento de efluentes	0,0007	1,5	0,0249	2,72	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B15	Agua residual	Reactor de blanqueo	Tratamiento de efluentes	0,0008	1,5	0,0255	2,54	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B16	Agua residual	Filtro prensa 3	Tratamiento de efluentes	0,0007	1,5	0,0248	2,35	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B17	Agua residual	Centrifuga acida	Tratamiento de efluentes	0,0008	1,5	0,0257	2,56	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B18	Agua residual	Centrifuga básica	Tratamiento de efluentes	0,0008	1,5	0,0257	2,16	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B19	Agua residual	Centrifuga	Tratamiento de efluentes	0,0007	1,2	0,0266	0,93	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B20	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Tanque de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Reactor de hidrolisis acida 2	0,0069	1,5	0,0765	3,63	Dosificadora	Grundfos	DME 60-10	1,50
B21	Peróxido de hidrogeno	Tanque de Peróxido de Hidrogeno	Reactor de blanqueo	0,0067	1,5	0,0755	3,53	Dosificadora	Grundfos	DME 60-10	1,50
B22	Etanol	Tanque de Etanol	Reactor de extracción básica	0,0051	1,2	0,0733	3,63	Centrifuga	Ampco	ZP1-060	1,50
B23	Solución de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Reactor de hidrolisis acida 1	Centrifuga ácida	0,0071	1,5	0,0779	2,82	Centrifuga	Seepex	BCF 05-12	1,10
B24	Solución de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Reactor de hidrolisis acida 2	Centrifuga ácida	0,0070	1,5	0,0772	2,72	Centrifuga	Seepex	BCF 05-12	1,10
B25	Solución de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Centrifuga ácida	Tanque de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0065	1,5	0,0742	2,67	Dosificadora	Grundfos	DME 60-10	1,50
B26	NaOH	Tanque de NaOH	Reactor de extracción básica	0,0081	2,0	0,0716	4,78	Dosificadora	Grundfos	DME 60-10	1,50



Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Q [m <sup>3</sup> /s]	Velocidad [m/s]	D [m]	ha	Tipo de bomba	Marca	Modelo	Potencia [KW]
B27	NaOH	Reactor de extracción básica	Centrifuga básica	0,0095	2,0	0,0777	1,44	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B28	NaOH	Reactor de pretratamiento	Centrifuga básica	0,0088	2,0	0,0748	1,89	Centrifuga	Seepex	BCF 03-6L	1,10
B29	NaOH	Centrifuga básica	Evaporador	0,0087	2,0	0,0745	3,41	Dosificadora	Grundfos	DME 60-10	1,50
B30	NaOH	Evaporador/ Condensador	Tanque de NaOH	0,0122	2,0	0,0881	3,42	Dosificadora	Grundfos	DME 60-10	1,50
B31	Etanol	Evaporador/ Condensador	Tanque de Etanol	0,0122	2,0	0,0881	3,93	Centrifuga	Ampco	ZP1-060	1,50

Tabla 4.49. Características de las bombas. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4. Cálculo y adopción de equipos de transporte

##### 4.3.4.1 Transportador de tornillo

Se utiliza transportador de tornillos para las etapas en la que se presentan altas concentraciones de sólidos.

Se opta por el proveedor Vibrotech. Una empresa argentina, ubicada en la ciudad de Buenos Aires.

Los Sinfines verticales de elevación VE son la solución más económica y de ahorro de espacio para la transferencia de materiales en polvo o granular a partir de un bajo nivel a uno más alto. Este modelo se distingue de los demás, por una alta eficacia volumétrica y características mecánicas excelentes. En relación a los elevadores a cangilones, los sistemas de transporte neumático, los sinfines verticales VE ofrecen importantes ventajas: espacio mínimo, mantenimiento reducido, pocas partes de desgaste, excelente relación calidad-precio. La empresa confecciona los transportadores neumáticos de forma personalizada, según las especificaciones del cliente.

Material	Desde	Hacia	Long horizontal del tornillo [m]	Long vertical del tornillo[m]	Longitud total[m]
Bagazo de caña de azucar	Tunel de lavado	Molino	1,5	1,59	3,09
Harina de bagazo	Molino	Reactor de pretratamiento	2	2,7	4,7
Harina de bagazo lavada	Filtro prensa	Reactor de hidrolisis acida	3	2,76	5,76
Celulosa	Filtro prensa 2	Reactor de blanqueo	3	2,4	5,4
Celulosa blanqueada	Filtro prensa 3	Hidrolisis acida 2	3	2,4	5,4

Tabla 4.30. Dimensiones de transportador de tornillo. Fuente: Elaboración propia

- Marca: Vibrotech
- Capacidad: 1000 kg/h
- Potencia del motor: 0,75 KW
- Longitud de paso 2/3: 800 mm
- Diámetro interior del tubo: 48 mm



Ilustración 4.22. Transportador de tornillos. Fuente: <https://vibrotech.com.ar/m/3/3/9/productos/transporte-y-alimentacion/sinfines-transportadores>

#### 4.3.4.2 Carretilla Manual

Para el movimiento de las bolsas envasadas de celulosa microcristalina. Se hace uso de una carretilla manual. Se opta por el proveedor Indumov, empresa ubicada en la provincia de Buenos Aires, Argentina.



*Ilustración 4.23. Carretilla manual. Fuente: <https://indumov.com/producto/carretilla-manual-para-cargas-livianas/>*

#### 4.3.4.3 Autoelevador

Se utiliza un autoelevador para almacenar las Big Bags recibidas por los proveedores y los productos paletizados. Se opta por el proveedor Elevamundo, empresa ubicada en Buenos Aires, Argentina.

- Marca: Elevamundo
- Modelo: EFL181
- Capacidad: 1800 kg/h
- Motor: eléctrico



*Ilustración 4.24. Autoelevador. Fuente: <https://www.elevamundo.com.ar/index.php/productos-para-autoelevadores/ep/equipos-electricos>*



#### 4.3.5 Instalaciones Auxiliares

##### 4.3.5.1 PROVISIÓN DE AGUA

El agua es provista por la red del Parque Industrial de Tucumán. La cual presenta la siguiente distribución:

##### 4.3.5.1.1 Agua de proceso

El agua de proceso es transportada en cañerías de acero inoxidable AISI 316.

Etapa	[kg]	Consumo diario año 0 [m3]	Consumo anual año 0 [m3]	Consumo diario año 10 [m3]	Consumo anual año 10 [m3]
Limpieza	6.262	6,26	1127,17	9,58	1724,57
Molienda	1.236	1,24	222,51	1,89	340,44
Pretatamiento	17.523	17,52	3154,07	26,81	4825,72
Lavado y filtración 1	7.445	7,44	1340,04	11,39	2050,26
Hidrolisis ácida	197.280	197,28	35510,42	301,84	54330,94
Extracción básica	29.585	29,59	5325,36	45,27	8147,80
Lavado y filtración 2	4.345	4,35	782,14	6,65	1196,67
Blanqueo	18.159	18,16	3268,55	27,78	5000,88
Lavado y filtración 3	4.315	4,31	776,67	6,60	1188,30
Hidrolisis ácida 2	46.367	46,37	8346,08	70,94	12769,51
Lavado y centrifugación	4.285	4,28	771,24	6,56	1180,00
Agua de condensación	9.532	9,53	1715,77	14,58	2625,13
Agua de caldera	2.683	2,68	482,91	4,10	738,85
<b>Total</b>	<b>349.016</b>	<b>349,02</b>	<b>62822,93</b>	<b>533,99</b>	<b>96119,08</b>

Tabla 4.31. Consumo de agua de proceso. Fuente: Elaboración propia

##### 4.3.5.1.2 Agua de limpieza

Se tiene en cuenta el agua de limpieza de las áreas comunes como baños, administración, área de producción y lavado de equipos.

Area	Volumen de agua [m3/día]	volumen anual [m3]
Espacios comunes	1,43	257,54
Baños	0,052	9,41
Oficinas	0,032	5,76
Producción	0,092	16,56
<b>Total</b>	<b>1,61</b>	<b>289,28</b>

Tabla 4.32. Consumo de agua de limpieza por día. Fuente: Elaboración propia

Para conocer el agua de lavado requerida para cada equipo, se toma un 5% del volumen del equipo.



Etapa	Volumen de equipo [m <sup>3</sup> ]	Volumen de agua [m <sup>3</sup> /día]	Volumen anual [m <sup>3</sup> /año]
Lavado y selección		0,0039	0,70
Molienda	4,312	0,22	38,81
Pretratamiento	10	0,50	90,00
Filtro prensa 1	7,46	0,37	67,14
Hidrolisis ácida 1	22	1,10	198,00
Extracción alcalina	6	0,30	54,00
Blanqueo	6	0,30	54,00
Filtro prensa 2	2,09	0,10	18,81
Filtro prensa 3	2,09	0,10	18,81
Hidrolisis ácida 2	15	0,75	135,00
Centrifuga	1,8	0,09	16,20
Secador	81	4,05	729,00
Evaporador	1	0,05	9,00
Condensador	1	0,05	9,00
Centrifuga basica	1	0,05	9,00
Centrifuga acida	2	0,10	18,00
Total		8,14	1464,77

Tabla 4.33. Consumo de agua de limpieza por equipo. Fuente: Elaboración propia

Se estima entonces un consumo anual de 1465 m<sup>3</sup> lo que equivale a 8,14 m<sup>3</sup> diarios.

#### 4.3.5.1.3 Agua para consumo humano

Según la reglamentación de Higiene y Seguridad en el trabajo se debe asegurar una reserva mínima diaria de 5 litros por persona y por jornada, tal como lo determina el Decreto 351/79, según la Ley 19,587.

Área	Cantidad de personas	Consumo [m <sup>3</sup> /día]	Consumo [m <sup>3</sup> /año]
Gerencia	2	0,01	1,8
Administración	5	0,025	4,5
Producción	30	0,15	27
Calidad	1	0,005	0,9
Servicios generales	3	0,015	2,7
Seguridad	4	0,02	3,6
Total	45	0,225	40,5

Tabla 4.34. Agua de consumo humano. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.5.1.4 Tanque de almacenamiento

Se selecciona el siguiente tanque cisterna donde se almacena el agua provista por el parque industrial:

- Marca: Richer
- Capacidad: 50.000 litros
- Diámetro: 4000 mm
- Altura: 4880 mm
- Material: Plástico Reforzado con fibra de vidrio.



Ilustración 4.25. Tanque cisterna. Fuente: <https://drive.google.com/file/d/1rXoIwqZ8h-hXFLzIMVbdXTZDcf6mjH5a/view>

#### 4.3.5.1.5 Tanque de agua contra incendios

La ley N°18587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo establece que la planta debe contar con un equivalente de 10 litros de agua por metro cuadrado de superficie para provisión contra incendios. La planta tiene una superficie cerrada de 1607,1 m<sup>2</sup>, por lo que se necesita un tanque de 18 m<sup>3</sup>. Se utiliza el agua provista por el parque industrial. El tanque seleccionado es el siguiente:

- Marca: Richer
- Capacidad: 18.000 litros
- Diámetro: 2500 mm
- Altura: 4060 mm
- Material: Plástico Reforzado con fibra de vidrio.



#### 4.3.5.2 Provisión de vapor

Se requiere vapor de agua saturado para recuperar y concentrar la solución de NaOH. Se realizan los cálculos en función del año 10.

Se transporta el vapor en cañerías de acero al carbono.

*Vapor necesario para recuperar NaOH:*

Variable	Nomenclatura	Valor
Cantidad de vapor [Kg]	mv	A determinar
Calor latente del agua a 100°C (T0) [kJ/kg]	λv	2.255
Cantidad de NaOH [Kg]	me	11.424
Cantidad de agua a evaporar	mh	33.729
Calor específico del agua [kJ/kg°C]	cpa	4,18
Calor específico del NaOH [kJ/kg°C]	cph	1,49
Calor específico de las impurezas [kJ/kg°C]	cpe	1,76
Calor latente del NaOH a 100°C (T0) [kJ/kg]	λh	167
Temperatura inicial del extracto [°C]	Tf	110
Temperatura final del extracto [°C]	Ti	130

$$m_v * \lambda_v = m_e * C_{p_e} * (t_f - t_i) + m_h * \lambda_h$$

$$m_v = \frac{m_e * C_{p_e} * (t_f - t_i) + m_h * \lambda_h}{\lambda_v} = 4679 \text{ kg}$$

Para el año 10, la caldera seleccionada, tendrá una potencia de:

$$P = m_v * \lambda_v = 10547195 \frac{\text{kJ}}{\text{dia}} = 439466 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

La caldera trabaja 24 horas al día.

#### 4.3.5.2.1 Caldera

La caldera seleccionada es del proveedor Henan Yuanda Boiler Corporation Ltd., aptas tanto para combustibles líquidos y gaseosos.

- Marca: Henan Yuanda Boiler Corporation Ltd.
- Modelo: WNS 0.35

#### Características Técnicas

- Capacidad térmica: 0.35 MW
- Capacidad de producción de vapor: 0,35 Tn/h
- Tipo de combustible: líquido y gaseoso

#### Dimensiones

- Largo total: 2860 mm
- Alto total: 1230 mm
- Ancho total: 1653 mm



Ilustración 4.26. Caldera humotubular. Fuente: [https://yuandaboiler.en.made-in-](https://yuandaboiler.en.made-in-china.com/product/UOwmdpYDbrWR/China-30-40-50-60-70-100-150-200-250-300-350-400-450-500-550-600-700-HP-Bhp-Precio-De-La-Caldera-De-Vapor-De-Gas-Natural-Diesel.html?ads_tp=ppc&ads_id=OmGQyuNhC)

[china.com/product/UOwmdpYDbrWR/China-30-40-50-60-70-100-150-200-250-300-350-400-450-500-550-600-700-HP-Bhp-Precio-De-La-Caldera-De-Vapor-De-Gas-Natural-Diesel.html?ads\\_tp=ppc&ads\\_id=OmGQyuNhC](https://yuandaboiler.en.made-in-china.com/product/UOwmdpYDbrWR/China-30-40-50-60-70-100-150-200-250-300-350-400-450-500-550-600-700-HP-Bhp-Precio-De-La-Caldera-De-Vapor-De-Gas-Natural-Diesel.html?ads_tp=ppc&ads_id=OmGQyuNhC)

#### Año 10

Vapor requerido (Kg)	Caudal (kg/h)	Capacidad térmica requerida (KJ/h)	Capacidad de producción de la caldera (Kg/h)	Capacidad térmica de la caldera (KJ/h)	Cantidad de maquinas	Capacidad real de la sección (KJ/h)	Grado de aprovechamiento
4676	198,85	439466	350	1260000	1	1260000	56,8%

Tabla 4.35. Grado de aprovechamiento de la caldera al año 10. Fuente: Elaboración propia



#### 4.3.5.2.2 Cañerías de vapor

Las cañerías de vapor son de acero al carbono, cuyas dimensiones son las siguientes:

Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Material	Volumen [m3]	Tiempo [s]	Q [m3/s]	Velocidad [m/s]	m2	D interior [m]	Tamaño nominal [in]	Longitud [m]
V1	Vapor de agua	Caldera	Evaporador	Acero al carbono	100	12.000	0,008	5	0,00166	0,046	2 1/2	10,8
V2	Vapor de agua	Caldera	Reactor de hidrolisis acida 1	Acero al carbono	100	12.000	0,008	5	0,00166	0,046	2 1/2	21,84
V3	Vapor de agua	Reactor hidrolisis acida 1	Tanque de caldera	Acero al carbono	94	6.500	0,014	5	0,00289	0,061	2 1/2	16,7
V4	Vapor de agua	Evaporador/Condensador	Tanque de caldera	Acero al carbono	52	6.500	0,008	5	0,00159	0,045	2 1/2	4,14

Tabla 4.36. Dimensiones de cañerías de vapor. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.5.2.3 Recirculación

El vapor proveniente de las etapas de hidrolisis ácida y evaporación es recirculado. Se considera una pérdida del 15% del vapor, en el proceso. Por lo cual se tiene un volumen de 1200 m<sup>3</sup> diarios.

Se considera un tanque de almacenamiento para evitar variaciones en el caudal de circulación y asegurar un funcionamiento correcto y evitar paradas innecesarias. Se selecciona un tanque de la marca Spirax Sarco. Cuyos tanques están diseñados como desaireadores atmosféricos para aumentar la eficiencia y mantener bajos los costos de mantenimiento. Sin revestimientos o juntas donde se pueden producir fugas.

Posee un cabezal desaireador y condensador de revaporizado, mezcla el agua fría de aportación con el retorno de condensado y recuperación de revaporizado.

Cuyas características son las siguientes:

- Marca: Spirax Sarco
- Capacidad: 12000 litros.
- Altura: 2000 mm
- Ancho: 2000 mm
- Largo: 3000 mm
- Material: Acero inoxidable 304 SS



*Ilustración 4.27. Tanque de almacenamiento del condensado. Fuente: [https://yuandaboiler.en.made-in-china.com/product/UOwmdpYDbrWR/China-30-40-50-60-70-100-150-200-250-300-350-400-450-500-550-600-700-HP-Bhp-Precio-De-La-Caldera-De-Vapor-De-Gas-Natural-Diesel.html?ads\\_tp=](https://yuandaboiler.en.made-in-china.com/product/UOwmdpYDbrWR/China-30-40-50-60-70-100-150-200-250-300-350-400-450-500-550-600-700-HP-Bhp-Precio-De-La-Caldera-De-Vapor-De-Gas-Natural-Diesel.html?ads_tp=)*

#### **4.3.5.2.4 Bombas**

Para desplazar el agua caliente, se opta por bombas centrífugas que trabajan a altas temperaturas (100°C o más) del proveedor Grundfos. Estas desplazarán el agua desde el evaporador hasta el tanque de caldera y desde dicho tanque hasta la caldera.

#### **4.3.5.2.5 Agua de reposición**

Se considera las pérdidas de vapor del 15%, las cuales serán repuestas. Se opta por la utilización de un equipo de osmosis inversa, el cual permite eliminar los sólidos y minerales del agua. Mejorando así la eficiencia, vida útil de la caldera y evitando corrosión e incrustaciones en la misma.

- Marca: Xi'an Xinchengtai Water Treatment Technology CO., LTD
- Modelo: XSTRO-15T
- Capacidad: 15 m<sup>3</sup>/h
- Dimensiones del equipo: 3,7m\*1,5m\*2,1m
- Filtros:
  - filtro de arena de cuarzo
  - filtro de carbón activado
  - ablandador de agua
  - filtro de seguridad



Ilustración 4.28. Osmosis Inversa. Fuente: [https://sxstwt.en.made-in-china.com/product/HQspVOwCrucG/China-15m3-H-Well-Borehole-River-Lake-etc-Reverse-Osmosis-Water-Purification-Plant-RO-Water-Purifier-for-Drinking.html?pv\\_id=1iv31boc1d13&faw\\_id=1iv31cgpbea7&bv\\_id=1iv31c](https://sxstwt.en.made-in-china.com/product/HQspVOwCrucG/China-15m3-H-Well-Borehole-River-Lake-etc-Reverse-Osmosis-Water-Purification-Plant-RO-Water-Purifier-for-Drinking.html?pv_id=1iv31boc1d13&faw_id=1iv31cgpbea7&bv_id=1iv31c)

#### 4.3.5.3 Provisión de combustibles

Dentro de los servicios del parque industrial, cuenta con una red de gas natural, por lo que se utiliza este combustible. Se utiliza combustible para la caldera y para el calentador de aire del secador de bandejas.

##### 4.3.5.3.1 Cantidad de combustible que requiere la caldera

Cantidad de gas que utiliza al caldera		
Variable	Nomenclatura	Valor
Poder Calorífico del gas natural [KJ/Kg]	Hi	39.700
Rendimiento de la caldera	n	0,80
Densidad del gas natural [Kg/m3]	ρgas	0,737

Tabla 4.37. Variables para el cálculo de combustible requerido. Fuente: Elaboración propia

$$Q_{combustible} = \frac{G_v * \lambda_v}{n * H_i} = 7,94 \frac{kg}{h} = 190,52 \frac{kg}{día}$$



$$Q_{combustible} = \frac{190,52 \frac{kg}{día}}{0,737 \frac{kg}{m^3}} = 259 \frac{m^3}{día} = 10,77 \frac{m^3}{h}$$

#### 4.3.5.3.2 Cantidad de combustible que requiere el calentador de aire

Para calentar el aire hasta 170			
Variable	Nomenclatura	Valor	Cantidad de aire por lote [Kg]
Temperatura inicial del aire	Ti	30	
Temperatura final del aire	Tf	170	
Calor específico del aire [kJ/kg°C]	cpa	1	
Cantidad de aire para secado [Kg/día]	ma	347.664	26.743

Tabla 4.38. Variables para el cálculo de combustible requerido. Fuente: Elaboración propia

$$Q = m_{aT} * C_{pa} * (T_{af} - T_{ai}) = 347664 \frac{kg}{día} * 1 \frac{kJ}{kg°C} * (170 - 30)°C = 48797543 \frac{kJ}{día}$$

$$Q_{Combustible} = \frac{Q}{n * H_i} = \frac{48797543 \frac{kJ}{día}}{0,8 * 39700 \frac{kJ}{kg}} = 1536 \text{ kg/día}$$

Considerando un rendimiento del calentador del 80%.

#### 4.3.5.3.3 Cantidad de combustible diario total

Se considera un consumo de combustible del 20% del requerido para poner en marcha ambos equipos.

Equipo	Requerimiento diario [KJ]	Poder calorífico del combustible [Kj/Kg]	Requerimiento diario de combustible [Kg]	Req. diario considerando puesta en marcha [Kg]	Req. diario considerando puesta en marcha [m3]
Caldera	6.050.861	39.700	190,5	229	310
Generador de aire caliente	48.797.543		1.229	1.475	2.001
<b>TOTAL</b>	<b>54.848.404</b>		<b>1.420</b>	<b>1.704</b>	<b>2.312</b>

Tabla 4.39. Requerimientos de combustible. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.5.3.4 Cañerías de gas natural

Las cañerías de gas natural son de acero al carbono. Sus dimensiones son las siguientes:

Nomenclatura	Fluido	Desde	Hacia	Material	Volumen [m3]	Tiempo [s]	Q [m3/s]	Velocidad [m/s]	m2	D interior [m]	Tamaño nominal [in]	Longitud [m]
GN 1	Gas natural	Entrada	Secador	Acero al carbono	128	4.000	0,032	30	0,00107	0,037	2	34
GN 2	Gas natural	Entrada	Caldera	Acero al carbono	20	1.700	0,012	10	0,00117	0,039	2	63,16

Tabla 4.40. Dimensiones de cañerías de gas natural. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.5.4 Instalaciones de frío

Es necesario enfriar el agua utilizada para condensar el agua residual en el condensador. Para esto, se cuenta con un sistema cerrado de agua que va del condensador hacia una torre de enfriamiento y nuevamente hacia el condensador.

##### 4.3.5.4.1 Torre de enfriamiento

Se enfriará el caudal proveniente de la salida del condensador de 10 m<sup>3</sup>/h, a una temperatura de 75°C y se enfriará a unos 25°C, temperatura de entrada al condensador.

Se utiliza la torre de enfriamiento del proveedor Wuxi Master Cooling Machinery Manufacturing Co., LTD. Cuyas dimensiones son de 1600mm\*900mm\*2300mm.



Ilustración 4.29. Torre de enfriamiento. Fuente: [https://sxstwt.en.made-in-china.com/product/HQspVOwCrucG/China-15m3-H-Well-Borehole-River-Lake-etc-Reverse-Osmosis-Water-Purification-Plant-RO-Water-Purifier-for-Drinking.html?pv\\_id=1iv31boc1d13&fav\\_id=1iv31cgpbea7&bv\\_id=](https://sxstwt.en.made-in-china.com/product/HQspVOwCrucG/China-15m3-H-Well-Borehole-River-Lake-etc-Reverse-Osmosis-Water-Purification-Plant-RO-Water-Purifier-for-Drinking.html?pv_id=1iv31boc1d13&fav_id=1iv31cgpbea7&bv_id=)



#### **4.3.5.4.2 Tanque de almacenamiento de agua fría**

Se almacena el agua luego del enfriamiento, el caudal diario es de 17,5 m<sup>3</sup>/día. Se utiliza nuevamente un tanque de la marca Bricher. Los mismos utilizados en el almacenamiento del agua contra incendios. El tanque para esta sección contara con las siguientes características:

- Marca: Bricher
- Capacidad: 18000 litros
- Diámetro: 2500 mm
- Altura: 4060 mm
- Material: plástico reforzado con fibra de vidrio

#### **4.3.5.4.3 Bombas**

Se opta por una bomba centrífuga apta para trabajar en un amplio rango de temperaturas. Para lo cual se seleccionaron las bombas de la marca Grundfos, capaces de trabajar en rangos de (20-120)°C lo que permite desplazar el agua caliente desde el condensador a la torre de enfriamiento, así como también el agua desde la torre de enfriamiento al tanque de almacenamiento y desde el tanque hacia el condensador.

#### 4.3.5.5 Otros servicios

##### **4.3.5.5.1 Provisión de Ácido Sulfúrico**

Se opta como proveedor de este insumo a la empresa argentina Ar Zinc S.A. cuya planta industrial se encuentra ubicada en la Provincia de Santa Fe. El ácido sulfúrico es transportado hasta el Parque Industrial a granel.

El ácido sulfúrico se optará por una concentración del 98% ya que es menos corrosivo que el diluido. Además que se requerirá menos espacio para su almacenamiento.

Dadas las distancias, se preverá una cantidad suficiente de insumo para dos días de operación.

Para su almacenamiento se utilizaran 4 tanques de plástico reforzado con fibra de vidrio. De los cuales, dos tanques corresponderán al almacenamiento de ácido sulfúrico recuperado del proceso.



Estos tendrán las siguientes características:

- Marca: Bricher
- Capacidad: 100.000 L
- Diámetro: 4000 mm
- Altura: 8860 mm
- Material: plástico reforzado con fibra de vidrio

#### ***4.3.5.5.2 Provisión de Hidróxido de Sodio***

El hidróxido de sodio es adquirido en forma solida del proveedor Breentag. La solución se prepara cada dos días. Se opta por utilizar un tanque del proveedor Medelinox de acero inoxidable de 80 m<sup>3</sup>, el cual se encontrará automatizado y previsto de un agitador. Por otro lado, se constará con dos tanques de iguales dimensiones que el anterior, de la marca Bricher de plástico reforzado con fibra de vidrio, para el almacenamiento de la solución preparada y de la solución recuperada del proceso.

- Capacidad: 80.000 L
- Diámetro: 4000 mm
- Altura: 7265 mm

#### ***4.3.5.5.3 Provisión de Peróxido de Hidrogeno***

Para el peróxido de hidrogeno también se opta por el proveedor Breentag. De igual manera para su almacenamiento se selecciona un tanque de la marca Bricher de plástico reforzado con fibra de vidrio.

- Capacidad: 20.000 L
- Diámetro: 3200 mm
- Altura: 2990 mm

#### ***4.3.5.5.4 Provisión de Etanol***

En el caso del Etanol, se opta por la reposición diaria del mismo por cuestiones de seguridad. Este se obtendrá de la empresa Los Balcanes S.A. ubicado en Tucumán. Se almacenará en un tanque de acero inoxidable de 50 m<sup>3</sup> de la empresa Medelinox.

- Capacidad: 50.000 L
- Diámetro: 3200 mm
- Altura: 6720 mm



#### 4.3.6 Tratamiento de efluentes

Se propone el siguiente tratamiento para los efluentes producidos por la planta para su vuelco en los conductos pluviales ya que el Parque Industrial de Tucumán no cuenta con planta de tratamiento de efluentes.

De acuerdo con la Resolución N°030 de la Secretaria de Estado de Medio Ambiente de Tucumán (SEMA), expediente N°018/621-DFA-2008, en Anexo I, los parámetros admisibles son:

Parámetros	Unidad	Límites para descargar a cuerpo de agua superficial
Temperatura	°C	≤ 45
pH	mL/L	≥ 6 y ≤ 9,5
Sólidos sedimentables 10'	mL/L	≤ 0,1
Sólidos sedimentables 2hs	mg/L	≤ 1
Sulfuros	mg/L	≤ 100
Sustancias solubles en frío en Éter	mg/L	≥ 2
Oxígeno disuelto	mg/L	≤ 50
Demanda Bioquímica de Oxígeno a 20°C en 5 días	mg/L	≤ 250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	≤ 0,1

Tabla 4.41. Parámetros admisibles en Tucumán. Fuente:

[http://www.sematucuman.gob.ar/archivos\\_publicados/descarga/anio\\_carga\\_2021/iddocumento\\_445.pdf](http://www.sematucuman.gob.ar/archivos_publicados/descarga/anio_carga_2021/iddocumento_445.pdf)

Los efluentes de la planta provienen de las etapas de Limpieza y selección, Lavado y filtración 1, 2 y 3, Blanqueo, Lavado y centrifugación, Centrifugación básica, Centrifugación ácida. Así también se considera el agua de limpieza de los equipos, la cual incluye todas las mermas producidas en el proceso. Se tendrán las siguientes características en cuenta para el diseño de la planta de tratamiento de efluentes.



Etapa	Caudal [kg/día]	Corriente de sólidos [kg/día]	SSEE [mg/L]	Sólidos Totales [mg/L]
Limpieza y selección	6262,10	0,00	0	0,00
Lavado y filtración 1	7747,00	0,00	0	0,00
Lavado y filtración 2	4345,00	0,00	0	0,00
Lavado y filtración 3	4351,00	0,00	0	0,00
Blanqueo	25941,00	0,00	0	0,00
Lavado y centrifugación	4349,00	0,00	0	0,00
Centrifugación básica	11870,00	2901,00	1205,61	33548,80
Centrifugación ácida	11870,00	3564,00	0,00	41216,11
Limpieza de equipos	13522,67	449,27	0,00	5195,61
<b>TOTAL</b>	<b>90257,77</b>	<b>6914,27</b>	<b>1205,6</b>	<b>79960,52</b>

Tabla 4.42. Características del efluente en el año 1

Componente	Caudal [kg/día]	%
Agua	74029,23	0,82
Celulosa	248,85	0,00
Lignina	2596,12	0,03
Hemicelulosa	3530,68	0,04
Ceras y peptinas	104,25	0,00
Cenizas	259,11	0,00
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1106,14	0,01
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	7844,91	0,09
NaOH	481,33	0,01
Otros	75,15	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>90275,77</b>	<b>1,00</b>

Tabla 4.43. Composición del efluente en el año 1

Se tomará el año 10 como parámetro para el diseño.

Etapa	Caudal [m <sup>3</sup> /día]	Corriente de sólidos [kg/día]	SSEE [mg/L]	Sólidos Totales [mg/L]
Limpieza y selección	9581,01	0,00	0	0,00
Lavado y filtración 1	11852,91	0,00	0	0,00
Lavado y filtración 2	6647,85	0,00	0	0,00
Lavado y filtración 3	6657,03	0,00	0	0,00
Blanqueo	39689,73	0,00	0	0,00
Lavado y centrifugación	6653,97	0,00	0	0,00
Centrifugación básica	18161,10	4438,53	1207,42	33555,49
Centrifugación ácida	18161,10	5452,92	0,00	41224,33
Limpieza de equipos	20689,69	687,38	0,00	5196,65
<b>TOTAL</b>	<b>138094,39</b>	<b>10578,83</b>	<b>1207,4</b>	<b>79976,47</b>

Tabla 4.44. Características del efluente en el año 10



Componente	Caudal [kg/día]	%
Agua	113190,69	0,82
Celulosa	381,24	0,00
Lignina	3972,06	0,03
Hemicelulosa	5409,00	0,04
Ceras y peptinas	159,71	0,00
Cenizas	397,22	0,00
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1696,82	0,01
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	12034,09	0,09
NaOH	738,36	0,01
Otros	115,20	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>138094,39</b>	<b>1,00</b>

Tabla 4.45. Composición del efluente en el año 10

Dado el alto caudal de efluente, se propone iniciar el tratamiento con una filtración para evitar el paso de materiales extraños y proteger a los equipos en las fases siguientes, seguiremos con un equalizador.

A partir de las cantidades de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y NaOH presentes en el efluente, se procede a estimar el pH del efluente final.

Moles de [OH<sup>-</sup>]:

Masa de NaOH: 738,36 kg= 738360 g

Masa molar de NaOH = 40g/mol

$$\text{moles } OH^- = \frac{738360 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 18459 \text{ moles}$$

Moles de [H<sup>+</sup>]:

Masa de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 1696,82 kg= 1696820 g

Masa molar de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 98g/mol

$$\text{moles de } H^+ = \frac{2 * 1696820 \text{ g/mol}}{98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 34634 \text{ moles}$$

Entonces:

$$\text{Exceso } H^+ = [H^+] - [OH^-] = [34634 - 18459] \text{ moles} = 16175 \text{ moles}$$



$$[H^+] = \frac{16175 \text{ moles}}{13200 \text{ litros de Sn}} = 0,1223 \frac{\text{moles}}{L}$$

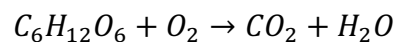
$$pH = -\log[H^+] = -\log(0,1223) = 0,91$$

El efluente para el año 10 es muy ácida por lo que se deberá continuar el tratamiento con una neutralización.

Por otro lado, Además como se evidencia en las tablas de las características del efluente para el año 10, este excede en sustancias solubles en éter etílico, por lo que se propone iniciar el tratamiento con una cámara de flotación y posterior sedimentación.

Por seguir, se estima la DBO teórica, por lo que se considera que gran parte de los sólidos sedimentables son eliminados en la etapa de sedimentación. Sin embargo, los sólidos solubles en el efluente serán eliminados recién el biorreactor de membrana (MBR), para el cual se considera un valor de 2115,75 kg/día.

Se considera esa cantidad de materia en como glucosa. Se procede con el cálculo de oxígeno consumido en base a la estequiometria de la reacción de oxidación de la glucosa a dióxido de carbono y agua.



Teniendo en cuenta que hay una relación molar 1:1, entonces el oxígeno consumido por día es:

$$O_2 \text{ consumido} = 2115,75 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} = 2115,75 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * \frac{32 \text{ g } O_2}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6}$$

$$O_2 \text{ consumido} = 376,13 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Teniendo en cuenta el caudal de 132,27 m<sup>3</sup>/día:

$$\begin{aligned} \text{DBO teórica} &= \frac{O_2 \text{ consumido}}{\text{Caudal}} = \frac{376,13 \frac{\text{kg } O_2}{\text{día}}}{132,27 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} * \frac{1000000 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \\ &= 2843,65 \text{ ppm} \end{aligned}$$



Los valores sobrepasan en gran medida el límite establecido por lo que se necesitara una laguna facultativa para eliminar la materia orgánica.

#### 4.3.6.1 Instalaciones requeridas, cálculo y adopción de equipos

Se inicia entonces con un pretratamiento del efluente el cual pasa por una zona de filtrado con el objetivo de retener sólidos grandes como papeles, fibras o residuos y proteger a los equipos consiguientes en el proceso.

##### **4.3.6.1.1 Dimensionamiento del área de filtración**

Teniendo en cuenta que el caudal es de 132 m<sup>3</sup>/día:

El caudal volumétrico de entrada es de:

$$Q_v = 132 \frac{m^3}{día} * \frac{1 día}{24 horas} = 5,5 \frac{m^3}{h}$$

Por otro lado, se define la velocidad a través de la malla cuya rango operativo es de 50-150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*h, adoptando un valor de 100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*h

Entonces:

$$\text{Área mínima} = \frac{5,5 \frac{m^3}{h}}{100 \frac{m^3}{m^2 * h}} = 0,055 m^2$$

Dado que esa es el área mínima, se eligen sistemas de área útil mayor a 0,1 m<sup>2</sup> para asegurar una operación adecuada.

Se selecciona el equipo del tipo Band Screen del modelo Bandguard de la marca Spirac para mallas de 2mm.



Ilustración 4.30. Bandguard. Fuente:

[https://www.spirac.com/sites/default/files/product\\_type\\_file/SPIRAC\\_product\\_catalogue\\_03\\_2022\\_v3\\_1.pdf](https://www.spirac.com/sites/default/files/product_type_file/SPIRAC_product_catalogue_03_2022_v3_1.pdf)

Este equipo soporta canales de hasta 4 m de ancho y 20 m de profundidad. Por lo cual se dispondrá un canal con las siguientes características:

Para obtener un área útil de 0,10 m<sup>2</sup>, se consideró:

- Ancho del panel (longitud del canal): 0,40 m
- Altura útil del panel: 0,25 m
- Así:  $0,40 \times 0,25 = 0,10 \text{ m}^2$

Profundidad del canal:

- Se propuso 1,5 m para permitir nivel de agua, espacio para filtros limpios y altura de motor/cepillos.

Para seguir y lograr una homogenización del efluente en su composición, disminuyendo las variaciones de caudal y carga evitando sobrecargas en la etapas posteriores se propone un equalizador. El mismo será un tanque fabricado de polietileno de alta densidad.

#### 4.3.6.1.2 Dimensionamiento del tanque ecualizador

Se opta por un tiempo de retención de 2 horas, que es el tiempo recomendado para esta clase de instalaciones.

Teniendo en cuenta esto, se procede a calcular el volumen necesario del mismo.

$$V_t = Q_v * t_R = 5,5 \frac{m^3}{h} * 2 h = 11 m^3 = 11000 l$$

Se considera un factor de seguridad del 20%, por lo cual

$$V_t = 13,2 m^3 = 13200 l$$

El tanque es cilíndrico y la relación de D/H es de 1,5 por lo tanto:

$$V_t = \pi * \frac{D^2}{4} * H ; D = 1,5 * H$$

Entonces:

$$V_t = \pi * \frac{D^2}{4} * H = \pi * \frac{(1,5 * H)^2}{4} * H \rightarrow H = \sqrt[3]{\frac{V_t * 4}{2,25 * \pi}} = 1,95 m$$

Por lo tanto:

$$D = 2,93 m$$

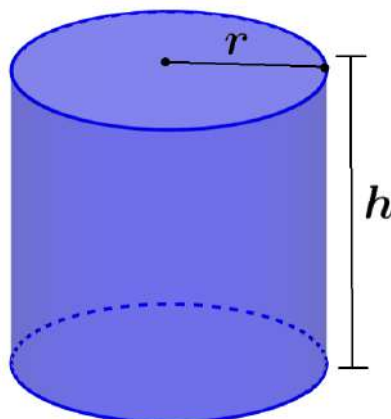


Ilustración 4.31. Dimensiones del tanque ecualizador



Se continua con una neutralización dado el pH del efluente, para la misma se tendrá un tanque cilíndrico similar al utilizado en la etapa de equalización, este será de HDPE también.

#### 4.3.6.1.3 Dimensionamiento del tanque de neutralización

Se considera que en este tanque se hará el ajuste de pH de forma gruesa y en la próxima etapa de ser necesario, se ajustará el pH dependiendo del coagulante a utilizar.

Para hacerlo, se utilizará la solución de NaOH recuperada del proceso, la cual presenta una concentración más alta que la utilizada en durante el proceso de obtención de celulosa microcristalina.

Se tendrá en cuenta un tiempo de retención de 0,50 horas.

$$V_t = Q_v * t_R = 5,5 \frac{m^3}{h} * 0,5 h = 2,75 m^3 = 2750 l$$

Se considera un factor de seguridad del 20%, por lo cual

$$V_t = 3,3 m^3 = 3300 l$$

El tanque es cilíndrico y la relación de D/H es de 1,5 por lo tanto:

$$V_t = \pi * \frac{D^2}{4} * H ; D = 1,5 * H$$

Entonces:

$$V_t = \pi * \frac{D^2}{4} * H = \pi * \frac{(1,5 * H)^2}{4} * H \rightarrow H = \sqrt[3]{\frac{V_T * 4}{2,25 * \pi}} = 1,23 m$$

Por lo tanto:

$$D = 1,85 m$$

Por seguir, el proceso contará con una cámara de flotación, la misma estará construida con acero inoxidable, en la cual se removerán las ceras y peptinas presentes.

#### 4.3.6.1.4 Dimensionamiento de la cámara de flotación

Teniendo en cuenta el caudal volumétrico de  $5,5 \text{ m}^3/\text{día}$  y un tiempo de retención de 0,5 horas.

$$V_t = Q_v * t_R = 5,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,5 \text{ h} = 2,75 \text{ m}^3 = 2750 \text{ l}$$

Se considera un factor de seguridad del 20%, por lo cual

$$V_t = 3,3 \text{ m}^3 = 3300 \text{ l}$$

La cámara tiene una forma rectangular, la cual presenta las relaciones de largo (L), altura (H) y ancho (W) de 2:1:1 respectivamente.

Entonces:

$$V_c = L * H * W$$

$$V_c = 2H * H * H$$

Por lo tanto:

$$V_c = 2H * H * H \rightarrow H = \sqrt[3]{\frac{V_c}{2}} = 1,18 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta que:

$$H = W = 1,18 \text{ m}$$

Entonces:

$$L = 2 * H = 2,36 \text{ m}$$

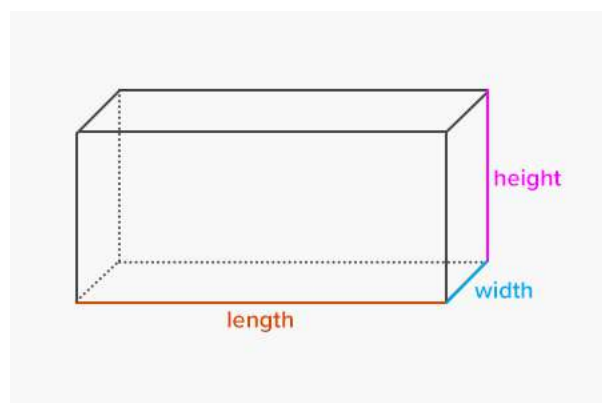


Ilustración 4.32. Dimensiones de la cámara de flotación



La cámara de flotación utiliza además una corriente de aire que ayuda a separar estas ceras y peptinas del efluente. Por lo tanto, se define una proporción de aire-sólidos de:

$$\text{Relación aire - sólidos} = 0,042 \frac{\text{ml aire}}{\text{mg sólidos}}$$

Luego de esta etapa se procede a una sedimentación para lograr una óptima separación de los sólidos sedimentables del efluente. Se utiliza un sedimentador rectangular.

#### 4.3.6.1.5 Dimensionamiento de sedimentador

Se supone un tamaño de partículas da remover de  $d = 50 \mu\text{m} = 50 \cdot 10^{-5} \text{m}$

Asumiendo los siguientes parámetros:

- Gravedad  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- Densidad de la partícula  $\rho_p = 1200 \text{ kg/m}^3$
- Densidad del agua  $\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Viscosidad del agua  $\mu_a = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
- Diámetro  $d = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

Utilizando la ley de Stokes para partículas esféricas en agua:

$$v_s = \frac{g \cdot (\rho_p - \rho_f) \cdot d^2}{18 \cdot \mu} = \frac{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot (1200 - 1000) \text{ kg/m}^3 \cdot (5 \cdot 10^{-5} \text{ m})^2}{18 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}}$$
$$= 2,72 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Se determina el área superficial del sedimentador a partir de la siguiente formula:

$$A_s = \frac{Q}{V_s}$$

Donde:

Q es el caudal de diseño [m<sup>3</sup>/s]

Se utilizará el caudal de diseño adoptado para el proceso de 5,5 m<sup>3</sup>/h

$$A_s = \frac{5,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{\text{h}}{3600 \text{ s}}}{2,72 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}} = 5,62 \text{ m}^2$$

Se adopta una altura de para el sedimentador de 1,5 m, por lo que el volumen del mismo es:

$$V = A_s * h = 5,62 \text{ m}^2 * 1,5\text{m} = 8,43 \text{ m}^3$$

Se determina el largo de 3,75 m y el ancho de 1,5 m.

Ahora, el tiempo de retención hidráulico es:

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{8,43 \text{ m}^3}{5,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1,53 \text{ h}$$

Se adopta una velocidad de entrada al sedimentador de 0,1 m/s dado que velocidades superiores a 0,15 m/s podrían generar turbulencias.

Se procede a calcular el área del orificio de entrada del efluente:

$$A_o = \frac{Q}{v_e} = \frac{5,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}}}{0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,0152 \text{ m}^2 = 152 \text{ cm}^2$$

La velocidad horizontal del efluente es:

$$V_h = \frac{Q}{W * H} = \frac{5,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{3,75\text{m} * 1,5\text{m}} = 0,98 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

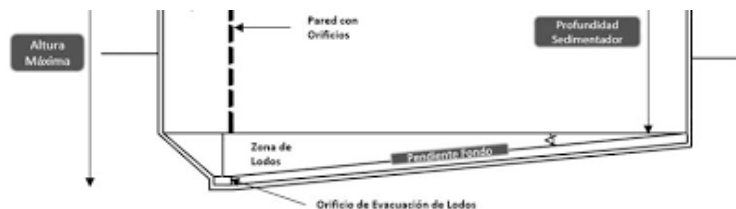


Ilustración 4.33. Dimensionamiento del sedimentador

Por ultimo para finalizar el tratamiento se conta con un biorreactor de membrana.

#### 4.3.6.1.6 Reactor biológico de membrana (MBR)

Se selecciona el biorreactor de la marca Sigma, modelo SMBR150. Este sistema MBR combina procesos de tratamiento biológico convencionales con un proceso de filtración mediante una membrana semipermeable o selectivamente permeable. Es una tecnología de fácil manejo y bajos costos operativos. Estos biorreactores pueden tratar concentraciones de lodos más elevadas (entre 10 y 20 g/l), lo que significa que el sistema logra una mayor tasa de degradación, en parte debido a la optimización del tiempo de retención de lodos.

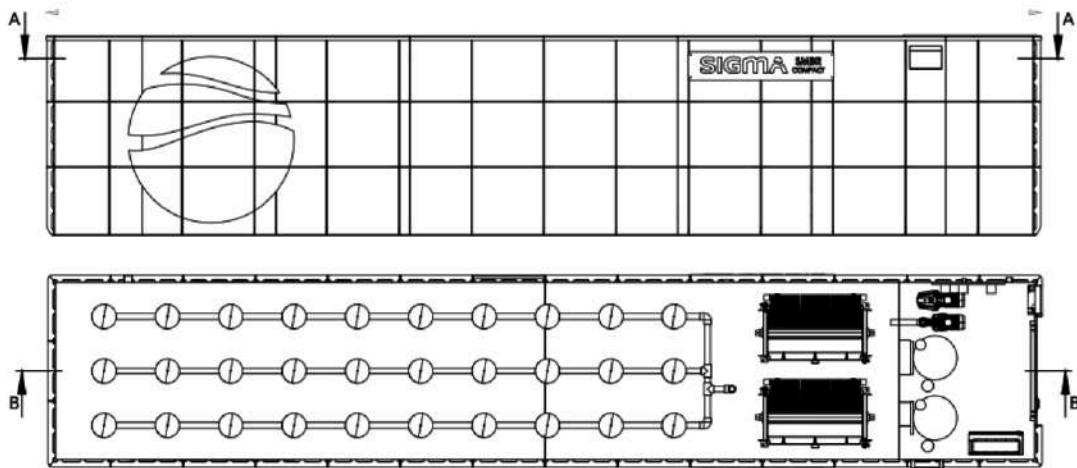


Ilustración 4.44. Dimensionamiento del biorreactor MBR. Fuente: <https://sigmadafclarifiers.com/wp-content/uploads/Catalogo-SIGMA-ES.pdf>

#### 4.3.6.2 Justificación del proceso de tratamiento elegido

##### **4.3.6.2.1 Pretratamiento**

Se utiliza un tanque de ecualización debido a que este ayuda a estabilizar las fluctuaciones en el caudal del efluente, para lograr un único efluente, con una composición más uniforme que mejora la eficiencia de los tratamientos posteriores.

Además permite evitar la fluctuación del caudal y en caso de ser necesario, proporciona un almacenamiento temporal en caso de mantenimiento de los demás equipos de tratamiento o durante situaciones de emergencia.

##### **Tratamiento primario**

Como primer paso, se procede a una neutralización dado que el pH estimado del efluente sería muy ácido y por seguridad y eficiencia del proceso, se procede a elevar este hasta un pH entre 6-7.

Por otro lado, se justifica el uso de una cámara de flotación ya que esta se utiliza para remover las ceras presentes en el efluente que son menos densos que el agua y tienden a flotar en la superficie. Así mismo, la flotación reduce la carga de contaminantes orgánicos, reduciendo en parte la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y se evitan los problemas de obstrucción para los tratamientos posteriores.



El sedimentador se usa para eliminar los sólidos sedimentables de las aguas residuales por medio de la gravedad, con el fin de eliminar partículas grandes del efluente. Removiendo así, parte de las sustancias orgánicas que se encuentran en este y mejorando el tratamiento biológico, afectando al rendimiento y efectividad.

#### 4.3.6.2.2 Tratamiento secundario

Se trata la materia orgánica residual en el efluente mediante un reactor biológico de membrana (MBR) ya que este ocupa menos lugar que una laguna facultativa y tiene la capacidad de procesar efluentes con DBO alto. El reactor seleccionado, reduce significativamente la DBO, habilitando el efluente para su vuelco en los sistemas cloacales.

#### 4.3.6.2.3 Tratamiento terciario

No se requiere de un tratamiento terciario debido a que el efluente de la fábrica no presenta contaminantes como metales pesados, nutrientes (nitrógeno y fósforo), compuestos orgánicos persistentes, microcontaminantes, productos químicos o patógenos.

### 4.3.7 Instalaciones eléctricas

#### 4.3.7.1 Determinación de fuerza motriz requerida

Equipo	Cantidad	Potencia [kW]	Tiempo de uso diario [h/día]	Consumo diario [kWh]	Consumo semanal [kWh]	Consumo MENSUAL [kWh]	Consumo anual [kWh]
Túnel de lavado	1	3,55	6,50	23,08	161,53	646	138
Molino húmedo	1	37,00	13,00	481,00	3.367,00	13.468	2.886
Reactor de Pretratamiento	1	22,00	9,75	214,50	1.501,50	6.006	1.287
Filtro prensa 1	1	4,00	13,00	52,00	364,00	1.456	312
Reactor de Hidrolisis ácida 1	1	5,42	6,00	32,52	227,64	911	195
Reactor de Extracción alcalina	1	15,00	13,00	195,00	1.365,00	5.460	1.170



Equipo	Cantidad	Potencia [kW]	Tiempo de uso diario [h/día]	Consumo diario [kWh]	Consumo semanal [kWh]	Consumo MENSUAL [kWh]	Consumo anual [kWh]
Reactor de Blanqueo	1	15,00	19,50	292,50	2.047,50	8.190	1.755
Filtro prensa 2 y 3	2	4,00	13,00	104,00	728,00	2.912	624
Reactor de Hidrolisis ácida 2	1	4,00	9,75	39,00	273,00	1.092	234
Centrifuga de platos	1	4,00	6,00	24,00	168,00	672	144
Ventilador de secador	1	3,00	24,00	72,00	504,00	2.016	432
Envasadora	1	3,00	6,00	18,00	126,00	504	108
Centrifuga para recuperación	2	55,00	6,00	660,00	4.620,00	18.480	3.960
Transportador de tornillo	5	0,75	3,00	11,25	78,75	315	68
Osmosis inversa	1	32,00	6,00	192,00	1.344,00	5.376	1.152
Torre de enfriamiento	1	0,75	6,00	4,50	31,50	126	27
Bomba Seepex BCF 05-12	7	2,20	4,00	61,60	431,20	1.725	370
Bomba Fristam FPX 70/70	2	1,50	8,00	24,00	168,00	672	144
Bomba Grundfos CR 15-1	4	0,25	6,00	6,00	42,00	168	36
Bomba Seepex BCF 03-6L	10	1,10	6,00	66,00	462,00	1.848	396
Bomba Grundfos DME 60-10	6	1,50	8,00	72,00	504,00	2.016	432



Equipo	Cantidad	Potencia [kW]	Tiempo de uso diario [h/día]	Consumo diario [kWh]	Consumo semanal [kWh]	Consumo MENSUAL [kWh]	Consumo anual [kWh]
Bomba Ampco ZP1-060	2	1,50	3,00	9,00	63,00	252	54
<b>TOTAL</b>		<b>217</b>		<b>2.654</b>	<b>18.578</b>	<b>74.310</b>	<b>15.924</b>

Tabla 4.46. Fuerza motriz requerida. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.7.2. Iluminación, cálculo de iluminación, instalaciones necesarias

Teniendo en cuenta la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el trabajo, según el decreto 351/79 de la misma.

Los valores de iluminancia son los siguientes, obtenido del anexo IV del decreto.

Área	Sector	Em [lux]
Producción	Zona de producción	750
	Sala de envasado	300
	Sala de caldera	200
	Pasillo	200
	Sector semicubierto para secador	300
	Depósito de materia prima	200
	Depósito de producto	200
	Baño y vestuario	100
	Laboratorio	750
	Administración	Oficina 1
Oficina 2		500
Baño		100
Espacios comunes	Comedor y cocina	100
	Recepción	100
Exterior	Calle	100
	Tratamiento de efluentes	100
Perímetro edificio	Lado derecho	100
	Lado izquierdo	100
	Lado frontal	100
	Lado posterior	100
Perímetro exterior	Lado derecho	100
	Lado izquierdo	100
	Lado frontal	100
	Lado posterior	100

Tabla 4.47. Iluminación por sector. Fuente: Decreto 351/79



Para los cálculos correspondiente a la iluminación se realiza el método de los lúmenes.

Donde:

- $\phi_t$ : flujo luminoso total
- E: iluminancia media
- S: superficie del plano de trabajo
- $\eta$ : factor de utilización
- $f_m$ : factor de mantenimiento
- N: número de luminarias
- $\phi_l$ : flujo luminoso de una lámpara
- N: número de lámparas por luminaria

Se adopta los siguientes valores, obtenidos de tabla:

- $\eta=0,49$
- $f_m= 0,8$

$$k = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

Donde se utilizan las siguientes formulas:

$$\phi_t = \frac{E * S}{\eta * f_m}$$

$$N = \frac{\phi_t}{\eta * \phi_l}$$

Se elige las siguientes luminarias para cada área.

Modelo	Imagen	Flujo luminoso por lámpara (lm)	Potencia (W)	Sector
Plafón led 60x60cm con marco negro		4000	45	Administración y espacios comunes
Colgante industrial Star X		19500	150	Producción
Júpiter alumbrado publico		15000	150	Exterior

Tabla 4.48. Luminarias por sector. Fuente: Elaboración propia

Se calcula el flujo luminoso total requerido por sector.

Área	Sector	Ancho [m]	Largo [m]	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Plano de trabajo (h)	Altura(H) [m]	Altura de luminaria (h)	Em [lux]	k (Índice de local)	η factor de utilización	fm factor de mantenimiento	Flujo luminoso total [lm]
Producción	Zona de producción	29,0	35,1	970,9	0,85	5	3,32	750	4,78	0,7	0,80	1.300.341
	Sala de envasado	3,0	4,0	12,0	0,85	3	1,72	300	1,00	0,57	0,80	7.895
	Sala de caldera	5,5	3,7	20,4	0,85	4	2,52	200	0,88	0,57	0,80	8.925
	Pasillo	8,5	1,0	8,5	0,85	5	3,32	200	0,27	0,38	0,80	5.592
	Sector semicubierto para secador	13,7	13,1	180,0	0,85	5	3,32	300	2,02	0,67	0,80	100.756
	Depósito de materia prima	9,0	15,0	135,0	0,85	4	2,52	200	2,23	0,64	0,80	52.734
	Depósito de producto	8,0	10,0	80,0	0,85	4	2,52	200	1,76	0,64	0,80	31.250
	Baño y vestuario	8,0	5,5	44,3	0,85	3	1,72	100	1,90	0,64	0,80	8.656
Administración	Laboratorio	6,0	4,0	24,0	0,85	3	1,72	750	1,40	0,61	0,80	36.885
	Oficina 1	4,0	4,0	16,0	0,85	3	1,72	500	1,16	0,53	0,80	18.868
	Oficina 2	4,0	4,0	16,0	0,85	3	1,72	500	1,16	0,53	0,80	18.868
Espacios comunes	Baño	2,0	4,0	8,0	0,85	3	1,72	100	0,78	0,42	0,80	2.381
	Comedor y cocina	10,0	8,0	80,0	0,85	3	1,72	100	2,58	0,64	0,80	15.625
Exterior	Recepción	3,0	4,0	12,0	0,85	3	1,72	100	1,00	0,53	0,80	2.830
	Calle	5,5	104,2	572,9	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	218.240
Perímetro edificio	Tratamiento de efluentes	9,1	27,2	123,7	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	47.112
	Lado derecho	35,1	2	70,2	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	26.743
	Lado izquierdo	35,1	2	70,2	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	26.743
	Lado frontal	28,95	2	57,9	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	22.057
Perímetro exterior	Lado posterior	28,95	2	57,9	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	22.057
	Lado derecho	82,23	2	164,5	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	62.651
	Lado izquierdo	82,23	2	164,5	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	62.651
	Lado frontal	64,26	2	128,5	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	48.960
	Lado posterior	64,26	2	128,5	0,85	-	7	100	-	0,35	0,75	48.960

Tabla 4.49. Flujo luminoso por sector

Luego, se calcula la cantidad de luminarias necesarias para cada sector y el consumo energético de las mismas.



Área	Sector	Número de lámparas por luminaria	Flujo luminoso por lámpara	Número de luminarias	Potencia [w]	Tiempo de uso (h/día)	Consumo diario [KWh]	Consumo semanal [KWh]	Consumo mensual [KWh]	Consumo anual [KWh]
Producción	Zona de producción	1	19500	67	100	24,00	160,04	1.120	4.801	28.808
	Sala de envasado	1	19500	1	100	24,00	2,40	16,80	72,00	432
	Sala de caldera	1	19500	1	100	24,00	2,40	16,80	72,00	432
	Pasillo	1	19500	1	100	24,00	2,40	16,80	72,00	432
	Sector semicubierto para secadores spray	1	19500	5	100	24,00	12,40	86,81	372,02	2.232
	Depósito de materia prima	1	19500	3	100	24,00	6,49	45,43	194,71	1.168
	Depósito de producto	1	19500	2	100	24,00	3,85	26,92	115,38	692
	Baño y vestuario	1	4000	2	100	24,00	5,19	36,36	155,81	935
Administración	Laboratorio	1	4000	9	100	24,00	22,13	154,92	663,93	3.984
	Oficina 1	1	4000	5	45	8,00	1,70	11,89	50,94	306
	Oficina 2	1	4000	5	45	8,00	1,70	11,89	50,94	306
Espacios comunes	Baño	1	4000	1	45	8,00	0,21	1,50	6,43	39
	Comedor y cocina	1	4000	4	45	12,00	2,11	14,77	63,28	380
Exterior	Recepción	1	4000	1	45	24,00	0,76	5,35	22,92	138
	Calle	1	15000	15	150	12,00	26,19	183,32	785,66	4.714
Perímetro edificio	Tratamiento de efluentes	1	15000	3	150	12,00	5,65	39,57	169,60	1.018
	Lado derecho	1	15000	2	150	12,00	3,21	22,46	96,27	578
	Lado izquierdo	1	15000	2	150	12,00	3,21	22,46	96,27	578
	Lado frontal	1	15000	1	150	12,00	2,65	18,53	79,41	476
Perímetro exterior	Lado posterior	1	15000	1	150	12,00	2,65	18,53	79,41	476
	Lado derecho	1	15000	4	150	12,00	7,52	52,63	225,55	1.353
	Lado izquierdo	1	15000	4	150	12,00	7,52	52,63	225,55	1.353
	Lado frontal	1	15000	3	150	12,00	5,88	41,13	176,26	1.058
TOTAL	Lado posterior	1	15000	3	150	12,00	5,88	41,13	176,26	1.058
					2.625		294	2.059	8.824	52.943

Tabla 4.50. Número de luminarias y consumo de energía. Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.7.3 Motores y tableros

La ubicación de los motores y tableros se encuentra en el plano denominado “Plano N°5 - Distribución de Motores y Tableros” en el anexo.

Se cuenta con un tablero general al que llega la línea principal de corriente del parque industrial. De este se derivan 5 tableros seccionales que controlan diferentes sectores y elementos de la planta de la siguiente manera:

- Tablero Seccional N°1: Iluminación de la zona administrativa y exterior
- Tablero Seccional N°2: Iluminación de los depósitos, baños, vestuarios, cocina y exterior
- Tablero Seccional N°3: Iluminación de la zona de producción y exterior
- Tablero Seccional N°4: Motores de los equipos
- Tablero Seccional N°5: Bombas

Esto se encuentra detallado en un diagrama unifilar en el plano “Plano N°6 - Unifilar”.



Cada tablero cuenta con los interruptores y elementos de seguridad pertinentes como ser, puesta a tierra, interruptor manual, interruptores automáticos y más; de modo tal que se pueda trabajar sin correr riesgo de electrocución, así como también realizar mantenimientos o arreglos sin que sea necesario cortar la electricidad en toda la planta.

#### *4.3.8. DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS*

##### 4.3.8.1 Distribución de equipos de producción

La distribución de los equipos de producción se puede visualizar en la “Plano N°2 - Distribución de Equipos” en el anexo.

##### 4.3.8.2 Distribución de servicios auxiliares y diagrama general de distribución de instalaciones

Se puede visualizar en los planos adjuntados en el Anexo:

- El diagrama general de la distribución de las instalaciones en “Plano N°1- Planimetría”
- Distribución de distribución de equipos en “Plano N°2- Distribución de equipos”
- Distribución de cañerías de proceso en “Plano N°3- Distribución de Cañerías de procesos”
- Distribución de cañerías de servicios auxiliares en “Plano N°4- Distribución de Cañerías de Servicios”

#### *4.4 TERRENO Y EDIFICIOS*

##### *4.4.1 Terreno, medidas y características del mismo.*

El terreno se encuentra en el Parque Industrial De Tucumán en San Miguel de Tucumán, Provincia de Tucumán. El mismo tiene una superficie de 5284,1 m<sup>2</sup> (64,26 m x 82,23 m).



#### 4.4.2 Edificios y otras obras civiles

El edificio está conformado por los siguientes sectores:

- Zona de producción
- Sala de envasado
- Sala de caldera
- Laboratorio
- Depósito de materia prima
- Depósito de producto terminado
- Zona de tratamiento de efluentes
- Oficinas
- Baños con vestuarios
- Baños de oficinas
- Cocina/comedor
- Recepción

##### 4.4.2.1 Características generales de los edificios de producción, depósitos, administrativos y auxiliares. Diseño de planta, techos y paredes.

El terreno se encuentra delimitado por un cerco perimetral de malla de alambre tejido, soportado con columnas de hormigón de 4 metros de alto. Cuenta con una entrada principal para salida y entrada de camiones, así como una zona de recepción para la entrada del personal. Se tienen como accesos un portón automático corredizo de 3 metros de altura y 5 metros de ancho para entrada de camiones, una rueda giratoria para los operarios y una recepción para invitados, todos dispuestos sobre el camino interno del parque industrial.

Los caminos de circulación internos y del parque industrial están pavimentados. La planta consta de un camino para la entrada y salida de camiones y de caminos para el personal de la planta.

Para todos los edificios se cimientos de hormigón armado de 10 cm de espesor.

##### 4.4.2.1.1 Zona de producción y sala de envasado

En la zona de producción se encuentra dividida en una zona sucia de producción, donde se realizan la limpieza del bagazo de caña de azúcar y la molienda del mismo; y una zona limpia ocurre todo el proceso productivo excepto el envasado, la sala de

---



envasado se encuentra en un recinto aislado dentro de la zona de producción. Estas zonas están divididas por un pasillo sanitario que cuenta con una estación de lavado de zapatos, lavado de manos y una cortina sanitaria. La altura de la zona de producción es de 5 metros y la de la sala de envasado es de 3 metros.

Las paredes de ambas zona son de mampostería, las externas poseen un espesor de 20 cm y las internas de 15 cm pintadas con pintura impermeable blanca. El techo es de chapa de acero galvanizado, el cual internamente tiene cielorraso de paneles de PVC.

El suelo de la zona sucia tiene un ángulo de inclinación de un 2% en dirección hacia los desagües para asegurar un correcto escurrimiento. En el caso de la zona limpia, el suelo también posee el ángulo de inclinación y además presenta un contrapiso sanitario especial para esta zona. El acabado del suelo de ambas zonas, es de cemento alisado recubierto con epoxi lavable blanco con zócalos sanitarios.

Las aberturas son de aluminio y cuentan con malla metálica contra plagas y burletes.

#### 4.4.2.1.2 Laboratorio

El laboratorio se encuentra dentro de la zona de producción. Tiene una altura de 3 metros y su techo tiene un cielorraso de placas de yeso soportado por una estructura metálica. El suelo presenta las mismas características que en la zona de producción. Las paredes son de mampostería de ladrillo revocado revestida con azulejos blancos. Las aberturas son de aluminio y cuentan con malla metálica contra plagas y burletes.

#### 4.4.2.1.3 Sala de caldera

La caldera se encuentran en recintos fuera de la zona de producción. Esta sala cuenta con paredes de mampostería de 20 cm de ancho y una altura de 4 metros de altura. Las mismas son de ladrillo revocado revestida con pintura látex blanca. El techo es de chapa ondulada de acero galvanizado con revestimiento interior de placas de yeso. El suelo es de cemento alisado.

#### 4.4.2.1.4 Depósitos de materia prima y producto terminado

Los depósitos de materia prima y de producto terminado tienen 4 metros de altura, siguen al igual que la zona de producción con las normas de Buenas Prácticas de Manufactura y cuentan con techo de chapa ondulada de acero galvanizado con revestimiento interior de cielorraso de PVC. El suelo es de cemento alisado con zócalos

---



sanitarios. Las paredes son de mampostería de ladrillo revocada revestida con epoxi lavable blanco.

Ambos depósitos cuentan con portones de 5 m de ancho y 3 m de alto para la entrada de camiones. Por otra parte, el depósito de producto terminado cuenta con racks metálicos para el almacenamiento de los pallets

#### 4.4.2.1.5 Zona de tratamiento de efluentes

La zona de tratamiento de efluentes consta con un tanque equalizador, un tanque de neutralización, una cámara de flotación, un sedimentador y un reactor biológico de membrana. Cuyas dimensiones están especificadas en los equipos del apartado 4.3.2 *Tratamiento de efluentes*.

Tanto el tanque equalizador como el neutralizador están fabricados de HDPE, la cámara de flotación de acero inoxidable, el sedimentador primario de hormigón de 12 cm de espesor reforzados con barras de acero inoxidable. Por último, el biorreactor de membrana cuya construcción e instalación estará a cargo del proveedor.

#### 4.4.2.1.6 Baños y vestuarios

Los baños y vestuarios tienen una altura de 3 metros con techo de chapa ondulada de acero galvanizado con revestimiento interior de cielorraso de bloques de yeso. El suelo es de baldosas de cerámica y las paredes son de mampostería revocada revestida por las mismas baldosas. Se tienen zócalos sanitarios.

Las aberturas son de aluminio y cuentan con malla metálica contra plagas y burletes.

#### 4.4.2.1.7 Oficina, comedor y recepción

Las oficinas, el comedor y la recepción, al igual que los baños tienen una altura de 3 metros con techo de chapa ondulada de acero galvanizado con revestimiento interior de cielorraso de bloques de yeso.

El suelo es de baldosas de cerámica y las paredes son de mampostería revocada revestida por pintura látex blanca lavable. Las aberturas son de aluminio y cuentan con malla metálica contra plagas y burletes.



#### *4.4.2.2 Obras complementarias*

Los insumos para el proceso,  $H_2SO_4$ , NaOH, Etanol,  $H_2O_2$ , se encuentran almacenados en tanques en un recinto separado. Los tanques se encuentran perimetrados por un muro de contención de 70 cm de altura. Este cerco perimetral es de hormigón, dada la característica de estos químicos. Además presentan las dimensiones de seguridad para caso de derrames o pérdidas, dado que son peligrosos.

### *4.5 SISTEMA DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y DE CALIDAD*

#### *4.5.1 Sistema de gestión de stock previsto*

Dado que la materia prima es traída posterior al procesamiento de la caña de azúcar y las cantidades que se requieran de este es importante constar con un sistema de gestión y logística que se encargue de prever las cantidades necesarias, sobre todo si son días feriados o fin de semana.

De igual manera, con los insumos, dado las cantidades de insumos requeridas en el proceso y que se cuenta con capacidad para almacenar insumos para dos días de producción. También se debe prever la reposición y garantizar las cantidades necesarias para que la producción continúe.

#### *4.5.2 Sistema de calidad*

Debido a que se trata de una industria alimenticia, es fundamental mantener la inocuidad del alimento y asegurar un buen sistema de calidad. Para ello, la empresa cuenta con un sistema de calidad que incluye:

- Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)
- Procedimiento Operativo Estandarizado (POE)
- Procedimiento Operativo Estandarizado de Saneamiento (POES)
- Manejo Integral de Plagas (MIP)
- Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)
- Los operarios deben contar con libreta sanitaria

El lavado de los equipos y zona de producción se realiza todos los días tras dos jornadas laborales. Estos se desempeñarán bajo los procedimientos específicos para cada equipo según el POES.



Todos los operarios deben tener Libreta Sanitaria. Además, se realiza una capacitación sobre BPM, POE, MIP y HACCP una vez al mes.

Por otro lado, el equipo de calidad realiza controles por lote en el laboratorio para asegurar la calidad e inocuidad del producto. Estos controles incluyen:

- Porcentaje de humedad
- Presencia de microorganismos patógenos

Además, se abordará un sistema de gestión de calidad (SGC) integral, incluyendo cada sector de la organización. El sistema de calidad estará incorporado en forma de compromiso dentro de la empresa. Este está basado en la norma ISO 9001, cuyo principal objetivo es proporcionar un marco sólido para que las organizaciones mejoren continuamente generando cambios y mejoras en la calidad de sus productos o servicios, satisfaciendo las necesidades y expectativas de sus clientes, evitando así los costos asociados a la no calidad.

Se obtendrán datos del proceso, se diagramarán planillas de control y se utilizarán herramientas de calidad para mejorar el producto.

Además para implementar exitosamente la norma se hace uso del ciclo PHVA: planificar, hacer, verificar y actuar. Por otro lado, se efectuarán auditorías internas y externas para asegurar la conformidad con la norma y buscar oportunidades de mejora.

#### 4.6 PUESTA EN MARCHA

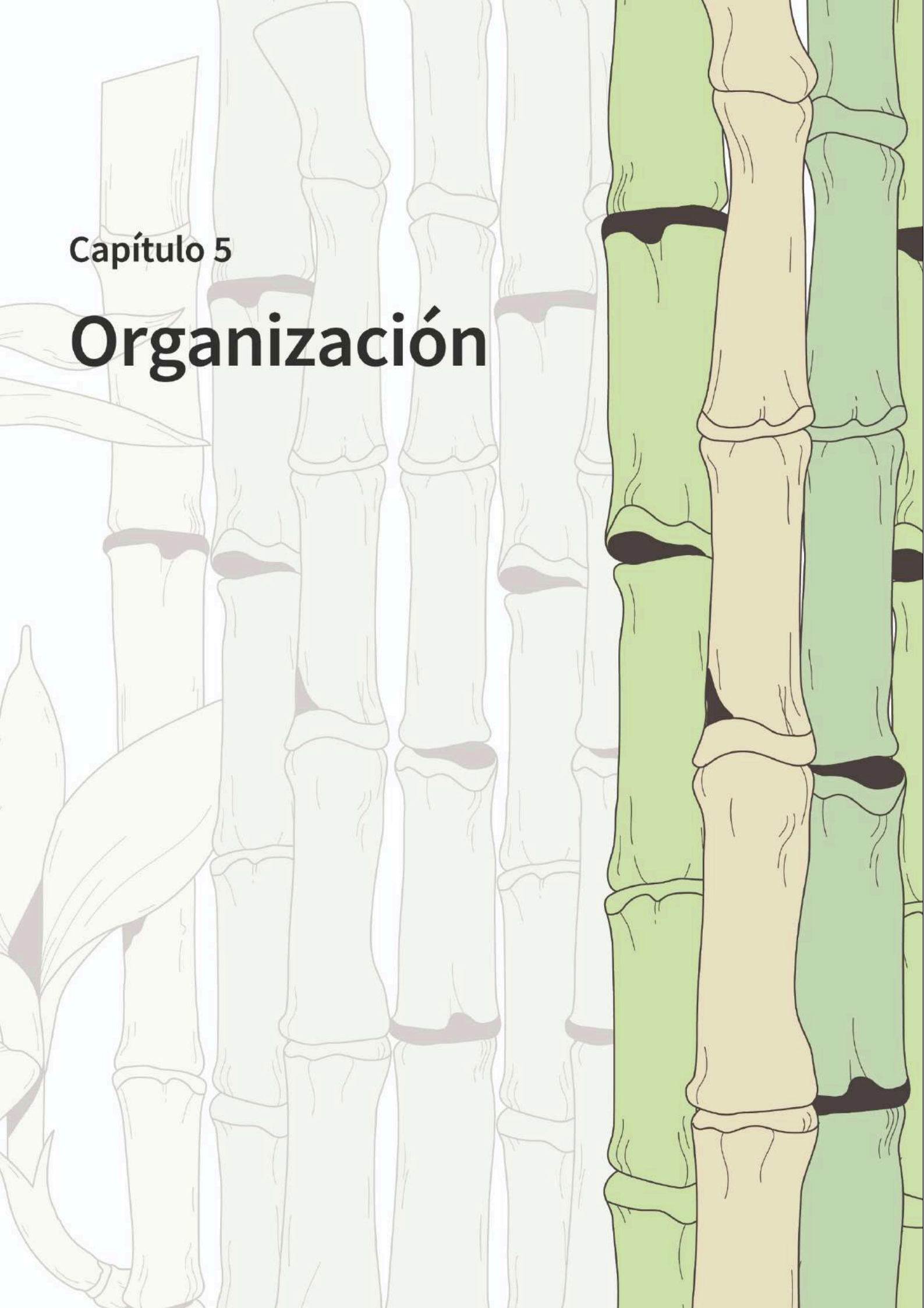
Se inicia el proyecto en el año 0 de producción, el cual se contempla en el siguiente Diagrama de Gantt:

Actividad		Meses												
		-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	
Obras civiles	Compra de materiales de construcción													
	Edificación													
	Instalación de servicios auxiliares y cañerías													
Equipamiento	Compra de equipos													
	Instalación de equipos													
	Pruebas													
	Compra de equipos de laboratorio													
	Compra de utilitarios de oficina y comedor													
Puesta a punto	Búsqueda y selección de personal													
	Pruebas y puesta a punto													

Ilustración 4.6. Diagrama de Grantt de la actividades del año 0. Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5

# Organización





## 5. ORGANIZACIÓN

### 5.1 TIPO DE EMPRESA

La empresa es una Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL), debido a que es el tipo de sociedad que mejor se ajusta los intereses del proyecto. Este tipo de empresas se rige por La Ley de Sociedades Comerciales N°19.550 en la cual se describe las siguientes características de este tipo de societarios:

- Uno o más gerentes, socios o no. Designados en el contrato o posteriormente. Por tiempo determinado o indeterminado.
- Posee un mínimo de 2 socios y máximo de 50 socios.
- La responsabilidad de los socios se encuentra limitada al capital aportado, es decir, no responden con su patrimonio personal por las deudas de la sociedad.

### 5.2. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

#### 5.2.1 Gerencia

Este sector incluye a los altos directivos, quienes se encargan de la toma de decisiones estratégicas de la empresa. Estos coordinan las distintas áreas y supervisan las operaciones diarias para asegurar la rentabilidad, competitividad, sustentabilidad y continuidad de la empresa.

Las personas que integran este sector, tanto gerente como subgerente, deben poseer capacidad de liderazgo, amplios conocimientos para efectuar la toma de decisiones de forma eficiente, proactividad, responsabilidad y comunicación clara y efectiva. Además debe ser capaz de trabajar bajo presión y ser asertivo en la toma de decisiones. También debe perseguir la excelencia en todo momento.

#### 5.2.2 Sector administrativo

##### 5.2.2.1 Recursos humanos

El área de Recursos Humanos se encarga de gestionar todos los aspectos relacionados con el personal de la empresa. Sus responsabilidades incluyen el reclutamiento y selección de nuevos talentos, la capacitación y el desarrollo profesional de los empleados, la administración de beneficios y compensaciones, y la gestión del desempeño. Además,



esta área vela por el cumplimiento de las normativas laborales vigentes, promueve un entorno laboral saludable y se encarga de resolver conflictos internos. Su principal objetivo es optimizar el rendimiento del equipo humano y alinear sus capacidades con la estrategia general de la empresa.

#### 5.2.2.2 Compras, Finanzas y Contabilidad

Este sector concentra la gestión de los recursos económicos y administrativos de la empresa, integrando en un mismo equipo las funciones de compras, finanzas y contabilidad. El personal de esta área se encarga de adquirir los insumos, materiales y servicios necesarios para el funcionamiento de la planta, gestionando proveedores, presupuestos y condiciones de compra, asegurando la calidad y el abastecimiento en tiempo y forma.

Además, tienen a su cargo la planificación y control financiero, incluyendo la elaboración de presupuestos, la gestión del flujo de fondos y el análisis de viabilidad económica de proyectos. También realizan el registro contable de las operaciones, la confección de balances, la presentación de informes financieros y el cumplimiento de las obligaciones fiscales y legales vigentes.

Su objetivo es garantizar el uso eficiente de los recursos, mantener la estabilidad financiera de la empresa y asegurar una administración transparente y ordenada que respalde la toma de decisiones estratégicas.

#### 5.2.2.3 Asesor legal

El Asesor Legal brinda acompañamiento jurídico a la empresa, asegurando que todas sus actividades se realicen dentro del marco legal vigente. Se encarga de analizar y redactar contratos, evaluar riesgos legales, asesorar en temas laborales, comerciales y ambientales, y representar a la empresa ante organismos regulatorios o en instancias judiciales, si fuera necesario.

#### 5.2.2.4 Secretaría

La Secretaria cumple un rol administrativo clave en el funcionamiento diario de la empresa. Es responsable de la gestión de agendas, la coordinación de reuniones, la atención telefónica y el manejo de correspondencia. También colabora con tareas de archivo, redacción de documentos, seguimiento de trámites y asistencia general a la



dirección o a otros sectores que lo requieran. Su trabajo contribuye al orden interno, la organización y la fluidez de la comunicación dentro de la empresa.

#### 5.2.2.5 Marketing, Ventas

Esta área esta cargo de las funciones vinculadas a Marketing y Ventas, ocupándose tanto de la promoción de los productos como de su comercialización. Tiene la responsabilidad de analizar el mercado, identificar oportunidades comerciales y establecer estrategias para posicionar la marca y atraer nuevos clientes.

Dentro de sus tareas se incluyen la gestión de redes sociales y canales digitales, la creación de contenido publicitario, la atención a consultas de clientes, la elaboración de propuestas comerciales, el seguimiento de pedidos y el cierre de ventas. También realiza el análisis de la competencia y colabora en la definición de precios y condiciones comerciales.

Cumple un rol clave en la visibilidad externa de la empresa y en el crecimiento sostenido de sus operaciones comerciales.

#### *5.2.3 Sector de producción*

##### 5.2.3.1 Jefe de Producción

Tiene a su cargo la supervisión general de toda la operación productiva. Se encarga de planificar y coordinar las actividades de producción, asegurando el cumplimiento de los planes establecidos, la optimización de los recursos y el respeto por los estándares de calidad, seguridad y eficiencia. También toma decisiones estratégicas ante imprevistos y coordina con otras áreas como mantenimiento, calidad y logística.

##### 5.2.3.2. Responsable de Producción

Reporta al Jefe de Producción y se ocupa de organizar y controlar las tareas diarias en planta. Supervisa al personal operativo, asegura la correcta ejecución de los procedimientos y realiza el seguimiento de indicadores de desempeño productivo. Además, colabora en la implementación de mejoras y en el cumplimiento de las metas de producción.



#### 5.2.3.3. Logística

Está a cargo de la gestión del almacenamiento y movimiento de insumos, productos en proceso y productos terminados dentro de la planta. También planifica y ejecuta la distribución hacia los clientes, asegurando entregas en tiempo y forma. Sus tareas incluyen la recepción de materiales, control de stock, preparación de pedidos y coordinación del transporte.

#### 5.2.3.4. Operarios

Son los responsables de llevar a cabo las tareas específicas del proceso productivo. Trabajan en diferentes etapas de la operación, siguiendo instrucciones técnicas, normas de seguridad y procedimientos establecidos. Su labor es fundamental para garantizar la calidad del producto final y el cumplimiento de los tiempos de producción.

#### 5.2.3.5 Operarios de almacén

Los Operarios de Almacén se encargan de la recepción, almacenamiento, organización y despacho de insumos, materiales y productos terminados. Sus funciones incluyen la carga y descarga de mercadería, control de inventarios, verificación de calidad en la recepción, preparación de pedidos y mantenimiento del orden y limpieza en el área de almacenamiento. Cumplen un rol esencial para asegurar la trazabilidad, disponibilidad y correcto manejo de los recursos dentro de la planta.

### *5.2.4 Sector de Calidad*

El área de Calidad es responsable de asegurar que los productos elaborados cumplan con los estándares establecidos, tanto a nivel interno como los exigidos por normativas y requisitos del cliente. Este sector interviene en todas las etapas del proceso productivo, implementando controles que garanticen la inocuidad, trazabilidad y conformidad del producto final.

Entre sus funciones se encuentran la elaboración y seguimiento de planes de control de calidad, la inspección de materias primas, productos en proceso y productos terminados, así como el registro y análisis de datos para la mejora continua. Debe asegurar el cumplimiento y seguimiento de BPM, POE, POES y HACCP. También se ocupa de gestionar las no conformidades, implementar acciones correctivas y preventivas, y colaborar en auditorías internas y externas.



### *5.2.5 Sector de servicios generales*

#### 5.2.5.1 Personal de limpieza

Encargado de la limpieza de los espacios comunes, incluyendo oficinas, sector productivo, baños, vestuarios y cocina/comedor.

#### 5.2.5.2. Personal de mantenimiento

Se encarga de planificar y ejecutar el programa de mantenimiento preventivo y correctivo. Dentro de sus funciones, debe inspeccionar el funcionamiento de todos los equipos, realizar reparaciones y solicitar la adquisición de repuestos.

#### 5.2.6 Sector de seguridad

Es el encargado del control del ingreso y egreso del personal a la planta. Así como también de la seguridad del lugar.

### *5.3 PERSONAL OCUPADO*

A continuación se detalla el personal requerido para el funcionamiento de la empresa. La empresa trabajará en tres turnos de 8 horas.



Sector	Puestos	Cantidad	Nivel requerido
Gerencia	Gerente	1	Lic. en Administración de empresas, Ing. industrial o carreras afines. Capacidad de liderazgo y compromiso
	Gerente de administración y finanzas	1	Contador/a, Lic. en Administración de Empresas, carreras afines
Administrativo	Encargado de Recursos Humanos	1	Lic. en Relaciones Laborales
	Encargado de Compras, Finanzas y Contabilidad	1	Contador/a, Lic. en Administración de Empresas, carreras afines
	Asesor Legal	1	Abogado o carreras afines.
	Secretario	1	Operarios comunes
	Encargado de Marketing y Ventas	1	Contador/a, Lic. en Administración de Empresas, Lic. en marketing, carreras afines
Producción	Jefe de producción	1	Ing. Químico, Ing. Industrial, Ing. de Procesos, carreras afines
	Responsable de producción	3	Ing. Químico, Ing. Industrial, Ing. de Procesos, carreras afines
	Ingeniero de Logística	1	Ing. Químico, Ing. Industrial, Ing. de Procesos, carreras afines
	Operario de almacenes	1	Operarios comunes
	Operarios	24	Operarios comunes
Calidad	Encargado de calidad	1	Ing. Químico con orientación ambiental o Técnico Químico
Servicios generales	Personal de limpieza	1	Operarios comunes
	Ingeniero de mantenimiento	1	Ing. Electromecánico, Ing. Electrónico, carreras afines
	Personal de mantenimiento	1	Operarios comunes
Seguridad	Portero	4	Operario común, habilidades sociales y comunicativas

Tabla 5.25. Personal Ocupado. Fuente: Elaboración propia

### 5.3.1 Sistema de remuneración e incentivos

Los salarios se corresponden a lo establecido por el Convenio Colectivo de Trabajo 244/94 de la Federación de Trabajadores de la Industria de la Alimentación.

El sueldo básico corresponde a 8 horas diarias, 20 días por mes y se corresponde con la categoría asignada en el convenio 244/94.

### 5.3.2 Planilla de determinación de salarios

En la siguiente tabla se encuentran los salarios de todos los trabajadores en función a la categoría asignada. Los salarios de todos los trabajadores de la empresa son mensuales.



Cargo	Categoría	Básico [\$]	Cargas sociales (25,8%) [\$]	Adicionales (10%) [\$]	SAC (8,33%) [\$]	ART (5%) [\$]	Otros (5%) [\$]	Total por operario [\$]	Cantidad	Total mensual [\$]	Total anual [\$]
<b>Producción y Calidad</b>											
<i>Mano de Obra Directa</i>											
Operarios	Operario general	663	171	66	55	33	33	1.022	24	24.520	147.120
<b>TOTAL MOD</b>								<b>1.022</b>		<b>24.520</b>	<b>147.120</b>
<i>Mano de Obra Indirecta</i>											
Jefe de producción	Fuera de convenio	2.405	620	241	200	120	120	3.707	1	3.707	22.241
Responsable de producción	Fuera de convenio	1.718	443	172	143	86	86	2.648	3	7.943	47.659
Encargado de calidad	Fuera de convenio	1.718	443	172	143	86	86	2.648	1	2.648	15.886
Porteros	Personal obrero	749	193	75	62	37	37	1.154	4	4.618	27.708
Personal de mantenimiento	Operario calificado	687	177	69	57	34	34	1.059	1	1.059	6.353
Personal de limpieza	Operario	638	165	64	53	32	32	983	1	983	5.899
Ingeniero de mantenimiento	Fuera de convenio	1.718	443	172	143	86	86	2.648	1	2.648	15.886
<b>TOTAL MOI</b>								<b>5.295</b>		<b>10.591</b>	<b>63.546</b>
<b>Gerencia</b>											
Gerente de planta	Fuera de convenio	4.466	1.152	447	372	223	223	6.884	1	6.884	41.305
Gerente de administración y finanzas	Fuera de convenio	1.155	298	115	96	58	58	1.779	1	1.779	10.677
<b>Total Gerencia</b>								<b>8.664</b>		<b>8.664</b>	<b>51.982</b>
<b>Administración y Comercialización</b>											
Encargado de Recursos Humanos	Fuera de convenio	1.419	366	142	118	71	71	2.187	1	2.187	13.119
Encargado de Compras, Finanzas y Contabilidad	Fuera de convenio	2.671	689	267	222	134	134	4.117	1	4.117	24.701
Recepcionista	Operario	663	171	66	55	33	33	1.022	1	1.022	6.130
Asesor legal	Fuera de convenio	1.413	365	141	118	71	71	2.178	1	2.178	13.067
Encargado de ventas y marketing	Adm. Cat. V	1.004	259	100	84	50	50	1.548	1	1.548	9.288
<b>Total Administración y Comercialización</b>								<b>11.051</b>		<b>11.051</b>	<b>66.305</b>
<b>Logística</b>											
Ingeniero de logística	Fuera de convenio	1.199	309	120	100	60	60	1.849	1	1.849	11.092
Operario de almacenes	Operario	663	171	66	55	33	33	1.022	1	1.022	6.130
<b>Total Logística</b>								<b>1.849</b>		<b>2.870</b>	<b>17.222</b>
<b>TOTAL</b>								<b>27.880</b>		<b>57.696</b>	<b>346.174</b>

Tabla 5.26. Planilla de determinación de salarios en dólares. Fuente: Elaboración propia

#### 5.4. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA

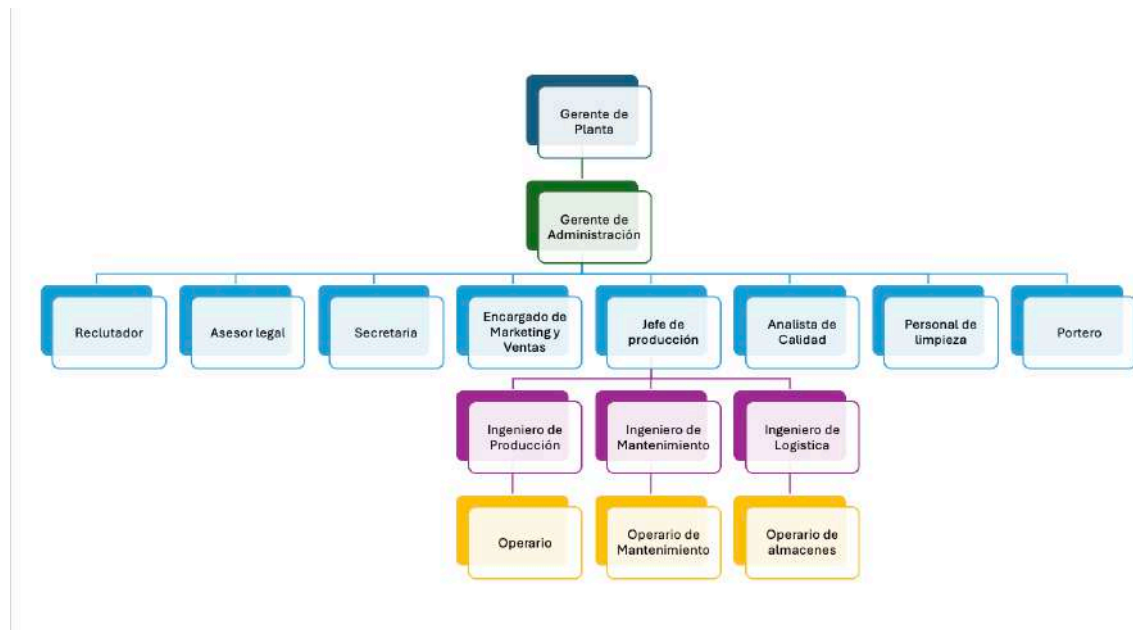
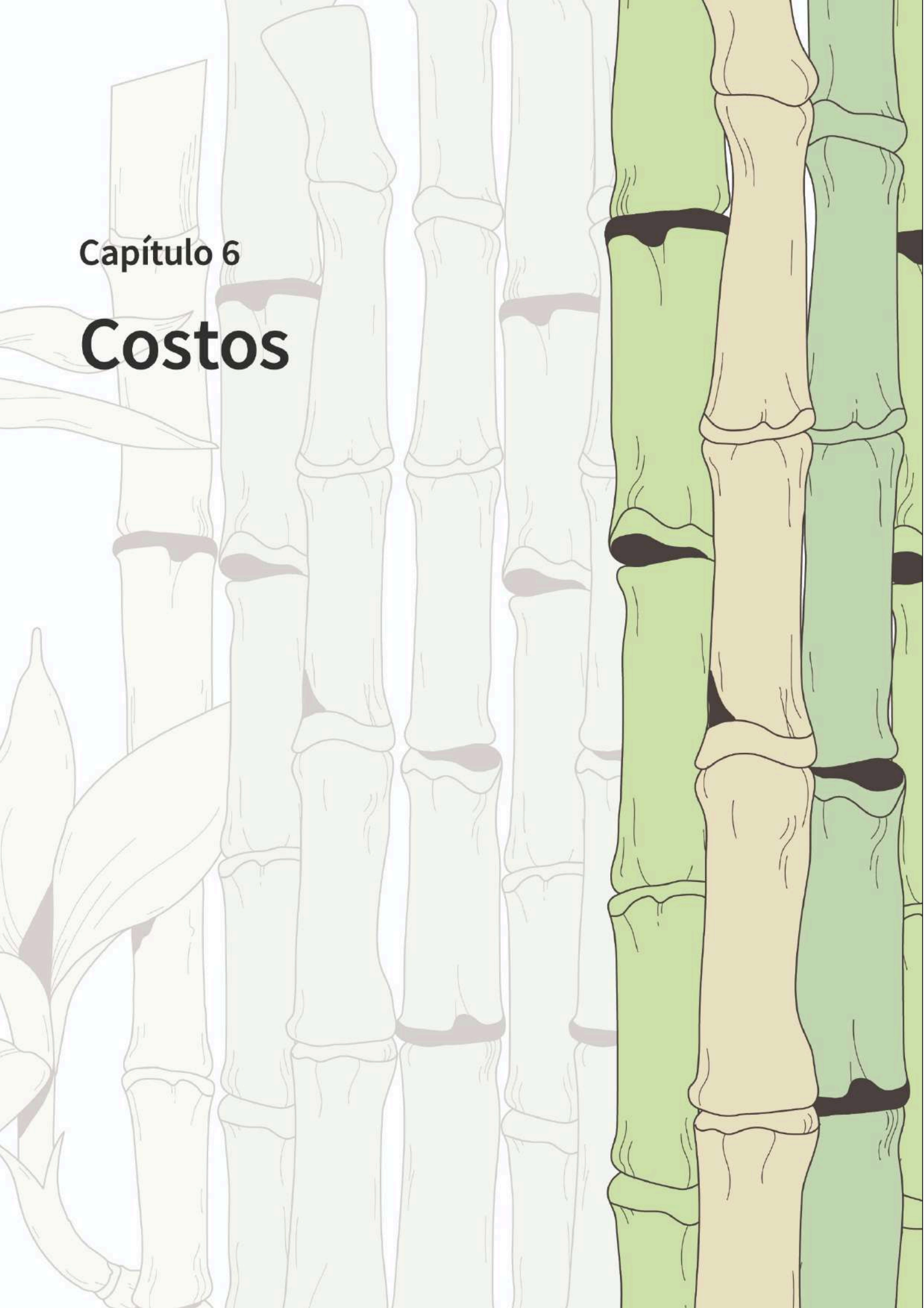


Ilustración 5.6. Organigrama de la empresa. Fuente: Elaboración propia

Capítulo 6

# Costos





## 6. Costos

### 6.1. CÁLCULO DE COSTOS

#### 6.1.1. Costos de producción

Son los costos relacionados con la elaboración del producto, tal como la mano de obra directa, materia prima y los insumos, aquellos que influyen de manera directa, y por otro lado, los costos de manera indirecta o también denominados gastos de fabricación, los cuales incluye la mano de obra indirecta, energía eléctrica y combustible, agua, amortizaciones y, por último, gastos varios e imprevistos.

#### I. Mano de obra directa

Los salarios están definidos por lo que establece el Convenio Colectivo 244/94, correspondiente a trabajadores de la industria de la Alimentación (obreros y empleados), detallada en el capítulo anterior.

Se tiene en cuenta solo la mano de obra directa del sector de producción, esto incluye únicamente a los operarios.

#### II. Materia prima

La materia prima es el bagazo de caña de azúcar. El precio del bagazo fue tomado de Quiminet del del mercado internacional.

Para los reactivos, el precio fue obtenido por proveedores directos. Para el NaOH, se obtuvo de la empresa Trasclor. En cuanto al H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, se obtuvo del proveedor Alper Química SRL y el etanol, del proveedor Barcan Química SRL.

El precio del peróxido de hidrogeno se tomó de la página del laboratorio Cotton Fields, situado en la provincia de Buenos Aires.

El precio de las bolas para envasar, fue obtenido de Mercado Libre por el vendedor Agrorubro.

#### III. Insumos

Para el precio del insumo de Hidróxido de cal, el precio fue obtenido de Alibaba.



Gastos de fabricación

IV. Mano de obra indirecta

Incluyen los sueldos de la mano de obra indirecta correspondiente al sector de producción. Estos son: jefe de producción, ingeniero de producción, encargado de calidad, personal de limpieza y personal de mantenimiento.

V. Materiales

Incluye la ropa de trabajo de los operarios y los elementos de protección personal (EPP). Los precios de la ropa de trabajo y los EPP fueron obtenidos del proveedor Casa Jonás.

VI. Agua

Incluye el costo del servicio de agua potable respecto al consumo mensual de la planta. La tarifa está establecida por el servicio de agua Aguas del Tucumán . Dentro de la categoría No residencial, grupo F8.

Categoría Cliente	Servicio	Franja	Unidad	Precio Básico
No Residencial	AGUA	Cargo Fijo-Medido (3)	\$/mes	\$ 7.183,00
		Cargo Fijo - No Medido (3)	\$/mes	\$ 6.823,85
		F1- Consumo hasta 10 m3	\$/m3	\$ 197,9119
		F2- Consumo entre 11 y 20 m3	\$/m3	\$ 217,7031
		F3- Consumo entre 21 y 31 m3	\$/m3	\$ 239,4734
		F4- Consumo entre 31 y 50 m3	\$/m3	\$ 263,4208
		F5- Consumo entre 51 y 100 m3	\$/m3	\$ 289,7628
		F6- Consumo entre 101 y 200 m3	\$/m3	\$ 318,7391
		F7- Consumo entre 201 y 300 m3	\$/m3	\$ 366,5500
		F8- Consumo desde 301 m3	\$/m3	\$ 421,5325
	CLOACA Y TRATAMIENTO	Cargo Fijo-Medido (4)	\$/mes	\$ 6.105,55
		Cargo Fijo - No Medido (4)	\$/mes	\$ 5.800,27
		F1- Consumo hasta 10 m3	\$/m3	\$ 168,2251
		F2- Consumo entre 11 y 20 m3	\$/m3	\$ 185,0476
		F3- Consumo entre 21 y 31 m3	\$/m3	\$ 203,5524
		F4- Consumo entre 31 y 50 m3	\$/m3	\$ 223,9076
		F5- Consumo entre 51 y 100 m3	\$/m3	\$ 246,2984
		F6- Consumo entre 101 y 200 m3	\$/m3	\$ 270,9283
F7- Consumo entre 201 y 300 m3	\$/m3	\$ 311,5675		
F8- Consumo desde 301 m3	\$/m3	\$ 358,3026		

Ilustración 6.7. Cuadro tarifario de Aguas del Tucumán. Fuente:

<https://www.aguasdeltucuman.com.ar/media/attachments/2025/04/23/res-ersept-0442-25-cuadro-tarifario-costos-a-dic-2024-1.pdf>



## VII. Energía eléctrica

Incluye los costos de la energía eléctrica respecto al consumo mensual de la planta. La energía eléctrica es provista por la Empresa Distribuidora de Electricidad de Tucumán S.A. (EDET S.A). El precio de la energía es de acuerdo a la potencia instalada y el consumo mensual, proporcionados por el cuadro tarifario.

### Tarifa 4 (Grandes demandas)

Cargo Fijo sin derecho a consumo	\$/mes	99.427,59	99.427,59
Por capacidad de suministro equivalente			
En Baja Tensión	\$/kW-mes	23.058,84	19.046,26
En Media Tensión	\$/kW-mes	21.980,82	18.368,81

### Tarifa 4 (Para toda Potencia)

Por consumo de energía:

En Baja Tensión

Período Horas de Punta	\$/kWh	112,1128	112,1128
Período Horas de Resto	\$/kWh	109,4578	109,4578
Período Horas de Valle	\$/kWh	107,9361	107,9361

En Media Tensión

Período Horas de Punta	\$/kWh	100,1556	100,1556
Período Horas de Resto	\$/kWh	97,7838	97,7838
Período Horas de Valle	\$/kWh	96,4243	96,4243

Por la energía reactiva inductiva

Bonificación por  $\text{tg } \phi < 0,32$  por la energía reactiva inductiva en defecto del 32% de la energía activa.

En Baja Tensión	\$/kVArh	22,4226	22,4226
En Media Tensión	\$/kVArh	20,0311	20,0311

*Ilustración 6.8. Tarifa de energía eléctricas para Grandes Demandas. Fuente:*

*RESOLUCIÓN%20ERSEPT%20803\_2024.pdf*

## VIII. Combustible

El combustible es el gas natural, ya que el parque industrial cuenta con gasoducto de GN de la empresa GASNOR. El precio está establecido en la tarifa vigente de GASNOR.

## IX. Amortizaciones

Incluye las amortizaciones de los equipos, inmuebles y cargos diferidos. Se tiene en consideración lo siguiente:

- Los terrenos no se amortizan.
- Las obras civiles se amortizan en 30 años.



- Las instalaciones y equipos industriales se amortizan en 10 años.
- Los muebles y útiles se amortizan en 5 años.
- Los cargos diferidos se amortizan en 3 años.

#### X. Mantenimiento

Incluyen los costos incurridos por el mantenimiento de los equipos y la compra de repuestos. Se considera el 1% de la inversión total en equipos.

#### XI. Seguros

Incluye el costo del seguro adquirido. Este es el seguro contra incendios y catástrofes, el cual representa un 2% del total de activos fijos.

#### XII. Expensas

Corresponde al 2% del total de activos fijos, esto incluye el costo de las expensas del Parque Industrial de Tucumán.

#### XIII. Gastos Varios

Incluyen los costos que no fueron considerados en los ítems anteriores. Se tiene en cuenta las tasas de industria y comercio, licencias, entre otros. Se considera como el 2% de los costos indirectos.

#### XIV. Imprevistos

Se incluyen todas aquellos costos por situaciones que no son posibles de prever. Se considera como el 2% de los costos indirectos, incluidos los gastos varios.

### *6.1.2 Costos administrativos y de comercialización*

Estos costos están relacionados con la organización de la empresa, si bien no pertenece al sector de producción son esenciales para el correcto funcionamiento de la misma. Son costos fijos, es decir, que no depende de la cantidad de producción.

#### I. Salarios de administración

Corresponde a los salarios de gerencia, administración y comercialización, entre los que se encuentran, gerente, encargado de RRHH, encargado de compras, finanzas y contabilidad, encargado de marketing, encargado de ventas y logística y portero.



## II. Gastos administrativos

Incluyen los gastos de telefonía móvil e internet, papelería, publicidad y gastos varios que se presenten.

## III. Telefonía móvil e Internet

Se cuenta con 6 redes de telefonía móvil pagadas por la empresa e internet ilimitado, el precio de este servicio se obtuvo a partir del precio de la empresa Claro y la empresa Personal.

## IV. Publicidad

Se incluyen los gastos destinados a la publicidad de los productos.

## V. Papelería

Se incluyen los gastos de oficina, como papeles, tinta de impresora, carpetas, entre otros.

## VI. Gastos varios

Se incluyen otros gastos de administración. Se considera el 5% de los gastos administrativos.

### *6.1.3 Gastos financieros*

Corresponden a los intereses generados por el préstamo solicitado al banco.

## *6.2 PLANILLA DE COSTOS*

### *6.2.1 Costos de materia prima*

Costo MP e Insumos	Unidad	Precio por unidad s/IVA [USD]
Bagazo de caña de azúcar	1 tn	3
NaOH	1 tn	910,00
Etanol	1 L	1,85
H2SO4	1 tn	131,47
H2O2 al 30%	1 L	0,70
Bolsas polipropileno 25 Kg	1	0,12
Hidroxido de cal	1 tn	136,00

Tabla 6.1. Costos de MP e insumos. Fuente: Elaboración propia



Materia Prima e Insumos	Año 1 [USD/año]	Año 2 [USD/año]	Año 3 [USD/año]	Año 4 [USD/año]	Año 5 [USD/año]	Año 6 [USD/año]	Año 7 [USD/año]	Año 8 [USD/año]	Año 9 [USD/año]	Año 10
Bagazo de caña de azúcar	13.526	14.202	14.912	15.807	16.756	17.761	18.827	19.956	21.154	22.634
NaOH	124.295	126.397	132.717	140.723	149.166	158.116	167.603	177.659	188.319	201.562
Etolanol	175.090	146.322	153.638	163.250	173.045	183.427	194.433	206.099	218.465	234.310
H2SO4	39.638,12	27.901,07	29.296,12	31.197,94	33.069,81	35.054,00	35.054,00	37.157,24	41.749,88	44.874,78
Peroxido de hidrogeno	2.944.637	3.091.869	3.246.462	3.441.250	3.647.725	3.866.588	4.096.583	4.344.498	4.605.168	4.927.530
Envase	31	32	34	36	39	41	43	46	49	52
<b>Subtotal MP</b>	<b>3.297.257</b>	<b>3.406.723</b>	<b>3.577.060</b>	<b>3.792.264</b>	<b>4.019.800</b>	<b>4.260.988</b>	<b>4.514.544</b>	<b>4.785.416</b>	<b>5.074.904</b>	<b>5.430.963</b>
Hidroxido de Cal	9.002	9.452	9.925	10.521	11.152	11.821	12.530	13.282	14.079	15.064
<b>Subtotal de insumos</b>	<b>9.002</b>	<b>9.452</b>	<b>9.925</b>	<b>10.521</b>	<b>11.152</b>	<b>11.821</b>	<b>12.530</b>	<b>13.282</b>	<b>14.079</b>	<b>15.064</b>
<b>Costo total MP</b>	<b>3.306.159</b>	<b>3.416.176</b>	<b>3.586.985</b>	<b>3.802.784</b>	<b>4.030.951</b>	<b>4.272.808</b>	<b>4.527.074</b>	<b>4.798.698</b>	<b>5.088.983</b>	<b>5.446.028</b>

Tabla 6.2. Proyección de costo de MP e insumos. Fuente: Elaboración propia

### 6.2.2 Costos de Servicios

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo fijo [USD/mes]	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Agua de proceso (Costo Variable)										
Consumo [m3/mes]	10470	10994	11544	12236	12971	13749	14574	15448	16375	17521
Costo [USD/mes]	3222	3383	3552	3765	3991	4230	4484	4753	5038	5391
Agua de limpieza (Costo Fijo)										
Consumo [m3/mes]	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292
Costo [USD/mes]	89,9	89,9	89,9	89,9	89,9	89,9	89,9	89,9	89,9	89,9
Agua de consumo humano (Costo fijo)										
Consumo [m3/mes]	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Costo [USD/mes]	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
<b>Total [USD/mes]</b>	<b>3319</b>	<b>3480</b>	<b>3649</b>	<b>3862</b>	<b>4088</b>	<b>4328</b>	<b>4581</b>	<b>4850</b>	<b>5136</b>	<b>5488</b>
<b>Total [USD/año]</b>	<b>19.913</b>	<b>20.880</b>	<b>21.895</b>	<b>23.173</b>	<b>24.529</b>	<b>25.965</b>	<b>27.488</b>	<b>29.103</b>	<b>30.814</b>	<b>32.930</b>

Tabla 6.3. Costo de agua. Fuente: Elaboración propia

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo fijo [USD/mes]	88,62	88,62	88,62	88,62	88,62	88,62	88,62	88,62	88,62	88,62
Energía Matriz										
Consumo [KW/mes]	44.830	47.072	49.425	52.391	55.534	58.311	61.809	65.518	69.449	74.310
Costo [USD/mes]	9.632	10.114	10.620	11.257	11.932	12.529	13.281	14.077	14.922	15.967
Energía luminica										
Consumo [KWh/mes]	8.824	8.824	8.824	8.824	8.824	8.824	8.824	8.824	8.824	8.824
Costo [USD/mes]	1.896	1.896	1.896	1.896	1.896	1.896	1.896	1.896	1.896	1.896
<b>Total [USD/mes]</b>	<b>11.617</b>	<b>12.099</b>	<b>12.604</b>	<b>13.241</b>	<b>13.917</b>	<b>14.513</b>	<b>15.265</b>	<b>16.062</b>	<b>16.907</b>	<b>17.951</b>
<b>Total [USD/año]</b>	<b>69.701</b>	<b>72.591</b>	<b>75.625</b>	<b>79.448</b>	<b>83.501</b>	<b>87.081</b>	<b>91.591</b>	<b>96.372</b>	<b>101.440</b>	<b>107.707</b>

Tabla 6.4. Costo energía eléctrica. Fuente: Elaboración propia

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo fijo [USD/mes]	928,71	928,71	928,71	928,71	928,71	928,71	928,71	928,71	928,71	928,71
Combustible para caldera										
Consumo [m3/año]	2.317	2.433	2.555	2.708	2.870	3.043	3.225	3.419	3.624	3.878
Costo [USD/mes]	17	18	18	20	21	22	23	25	26	28
Combustible para calentador de aire										
Consumo [m3/mes]	37.374	39.243	41.205	43.678	46.298	49.076	52.021	55.142	58.450	62.542
Costo [USD/mes]	270	283	297	315	334	354	375	398	422	451
<b>Total [USD/mes]</b>	<b>1.215</b>	<b>1.229</b>	<b>1.244</b>	<b>1.263</b>	<b>1.283</b>	<b>1.305</b>	<b>1.327</b>	<b>1.351</b>	<b>1.376</b>	<b>1.408</b>
<b>Total [USD/año]</b>	<b>7.290</b>	<b>7.376</b>	<b>7.466</b>	<b>7.579</b>	<b>7.700</b>	<b>7.827</b>	<b>7.963</b>	<b>8.106</b>	<b>8.258</b>	<b>8.446</b>

Tabla 6.5. Costo combustible. Fuente: Elaboración propia



### 6.2.3 Costos de Uniformes y Elementos de Protección Personal

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Uniforme</b>										
Cantidad	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Costo Unitario [USD]	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Subtotal [USD]	2.080	2.080	2.080	2.080	2.080	2.080	2.080	2.080	2.080	2.080
<b>Calzado de seguridad</b>										
Cantidad	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Costo Unitario [USD]	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00
Subtotal [USD]	3.185	3.185	3.185	3.185	3.185	3.185	3.185	3.185	3.185	3.185
<b>Casco de seguridad</b>										
Cantidad	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Costo Unitario [USD]	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95	7,95
Subtotal [USD]	516,75	516,75	516,75	516,75	516,75	516,75	516,75	516,75	516,75	516,75
<b>Gafas de seguridad</b>										
Cantidad	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Costo Unitario [USD]	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Subtotal [USD]	86,45	86,45	86,45	86,45	86,45	86,45	86,45	86,45	86,45	86,45
<b>Protector auditivo</b>										
Cantidad	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Costo Unitario [USD]	8,83	8,83	8,83	8,83	8,83	8,83	8,83	8,83	8,83	8,83
Subtotal [USD]	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574
<b>Stock EPP</b>										
Costo	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288	1288
<b>Total [USD]</b>	<b>7.731</b>	<b>7.731</b>	<b>7.731</b>	<b>7.731</b>	<b>7.731</b>	<b>7.731</b>	<b>7.731</b>	<b>7.731</b>	<b>7.731</b>	<b>7.731</b>

Tabla 6.6. Costos de elementos de protección personal. Fuente: Elaboración propia

### 6.2.4 Costos de Administración y Comercialización

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Salarios de Administración y Comercialización</b>										
Gerencia [USD/año]	51981,6	51981,6	51981,6	51981,6	51981,6	51981,6	51981,6	51981,6	51981,6	51981,6
Logística [USD/año]	17222	17.222	17.222	17.222	17.222	17.222	17.222	17.222	17.222	17.222
Adm [USD/año]	66.305	66.305	66.305	66.305	66.305	66.305	66.305	66.305	66.305	66.305
<b>TOTAL</b>	<b>135.509</b>	<b>135.509</b>	<b>135.509</b>	<b>135.509</b>	<b>135.509</b>	<b>135.509</b>	<b>135.509</b>	<b>135.509</b>	<b>135.509</b>	<b>135.509</b>
<b>Gastos administrativos</b>										
[USD/año]	11.592	11.668	11.747	11.830	11.918	12.010	12.106	12.208	12.314	12.426
<b>Total</b>	<b>147.101</b>	<b>147.176</b>	<b>147.256</b>	<b>147.339</b>	<b>147.427</b>	<b>147.519</b>	<b>147.615</b>	<b>147.716</b>	<b>147.823</b>	<b>147.934</b>

Tabla 6.7. Costos administrativos y comerciales. Fuente: Elaboración propia

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Telefonía móvil [USD/mes]	120	126	132	139	146	153	161	169	177	186
Internet [USD/mes]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Papelería [USD/mes]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Publicidad [USD/mes]	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Gastos varios [USD/mes]	46,00	46,30	46,62	46,95	47,29	47,66	48,04	48,44	48,86	49,31
<b>Total [USD/mes]</b>	<b>966</b>	<b>972</b>	<b>979</b>	<b>986</b>	<b>993</b>	<b>1.001</b>	<b>1.009</b>	<b>1.017</b>	<b>1.026</b>	<b>1.035</b>
<b>Total [USD/año]</b>	<b>11.592</b>	<b>11.668</b>	<b>11.747</b>	<b>11.830</b>	<b>11.918</b>	<b>12.010</b>	<b>12.106</b>	<b>12.208</b>	<b>12.314</b>	<b>12.426</b>

Tabla 6.8. Gastos administrativos. Fuente: Elaboración propia



6.2.5 Evolución de los costos mensuales

<b>Año 1</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		551.027	551.027
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	22.452		22.452
MO indirecta	9.002		9.002
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	3.222	3.319
Combustible	929	286	1.215
Energía Eléctrica	89	11.528	11.617
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	709		709
Imprevistos	354		354
<b>Total producción</b>	<b>44.545</b>	<b>590.583</b>	<b>635.127</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	966		966
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>12.258</b>	<b>0</b>	<b>12.258</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	15.434		15.434
<b>TOTAL</b>	<b>72.237</b>	<b>590.583</b>	<b>662.820</b>

Tabla 6.9. Evolución de costos mensuales- Año 1. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 2</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		569.363	569.363
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	22.452		22.452
MO indirecta	9.002		9.002
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	3.383	3.480
Combustible	929	301	1.229
Energía Eléctrica	89	12.010	12.099
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	722		722
Imprevistos	361		361
<b>Total producción</b>	<b>44.564</b>	<b>609.576</b>	<b>654.140</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	972		972
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>12.265</b>	<b>0</b>	<b>12.265</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	15.434		15.434
<b>TOTAL</b>	<b>72.263</b>	<b>609.576</b>	<b>681.839</b>

Tabla 6.10. Evolución de costos mensuales- Año 2. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 3</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		597.831	597.831
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	22.452		22.452
MO indirecta	9.002		9.002
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	3.552	3.649
Combustible	929	316	1.244
Energía Eléctrica	89	12.516	12.604
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	736		736
Imprevistos	368		368
<b>Total producción</b>	<b>44.585</b>	<b>638.734</b>	<b>683.319</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	979		979
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>12.271</b>	<b>0</b>	<b>12.271</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	13.719		13.719
<b>TOTAL</b>	<b>70.575</b>	<b>638.734</b>	<b>709.309</b>

Tabla 6.11. Evolución de costos mensuales- Año 3. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 4</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		633.797	633.797
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	7.326		7.326
MO indirecta	18.004		18.004
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	3.765	3.862
Combustible	929	335	1.263
Energía Eléctrica	89	13.153	13.241
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	753		753
Imprevistos	377		377
<b>Total producción</b>	<b>38.488</b>	<b>675.570</b>	<b>714.058</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	986		986
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>12.278</b>	<b>0</b>	<b>12.278</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	12.004		12.004
<b>TOTAL</b>	<b>62.770</b>	<b>675.570</b>	<b>738.340</b>

Tabla 6.12. Evolución de costos mensuales- Año 4. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 5</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		671.825	671.825
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	7.326		7.326
MO indirecta	9.002		9.002
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	3.991	4.088
Combustible	929	355	1.283
Energía Eléctrica	89	13.828	13.917
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	772		772
Imprevistos	386		386
<b>Total producción</b>	<b>29.514</b>	<b>714.519</b>	<b>744.032</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	993		993
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>12.286</b>	<b>0</b>	<b>12.286</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	10.289		10.289
<b>TOTAL</b>	<b>52.088</b>	<b>714.519</b>	<b>766.607</b>

Tabla 6.13. Evolución de costos mensuales- Año 5. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 6</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		712.135	712.135
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	7.165		7.165
MO indirecta	9.002		9.002
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	4.230	4.328
Combustible	929	376	1.305
Energía Eléctrica	89	14.425	14.513
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	772		772
Imprevistos	394		394
<b>Total producción</b>	<b>29.361</b>	<b>755.686</b>	<b>785.047</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	972		972
Total Adm. y Com.	12.265	0	12.265
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	8.574		8.574
<b>TOTAL</b>	<b>50.200</b>	<b>755.686</b>	<b>805.886</b>

Tabla 6.14. Evolución de costos mensuales- Año 6. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 7</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		754.512	754.512
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	7.165		7.165
MO indirecta	9.002		9.002
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	4.484	4.581
Combustible	929	398	1.327
Energía Eléctrica	89	15.177	15.265
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	789		789
Imprevistos	405		405
<b>Total producción</b>	<b>29.388</b>	<b>799.091</b>	<b>828.480</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	979		979
Total Adm. y Com.	12.271	0	12.271
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	6.859		6.859
<b>TOTAL</b>	<b>48.519</b>	<b>799.091</b>	<b>847.610</b>

Tabla 6.15. Evolución de costos mensuales- Año 7. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 8</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		799.783	799.783
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	7.165		7.165
MO indirecta	9.002		9.002
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	4.753	4.850
Combustible	929	422	1.351
Energía Eléctrica	89	15.973	16.062
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	809		809
Imprevistos	416		416
<b>Total producción</b>	<b>29.420</b>	<b>845.452</b>	<b>874.872</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	986		986
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>12.278</b>	<b>0</b>	<b>12.278</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	5.145		5.145
<b>TOTAL</b>	<b>46.843</b>	<b>845.452</b>	<b>892.295</b>

Tabla 6.16. Evolución de costos mensuales- Año 8. Fuente: Elaboración



<b>Año 9</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		848.164	848.164
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	7.165		7.165
MO indirecta	9.002		9.002
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	5.038	5.136
Combustible	929	448	1.376
Energía Eléctrica	89	16.818	16.907
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	831		831
Imprevistos	427		427
<b>Total producción</b>	<b>29.453</b>	<b>894.988</b>	<b>924.441</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	993		993
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>12.286</b>	<b>0</b>	<b>12.286</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	3.430		3.430
<b>TOTAL</b>	<b>45.168</b>	<b>894.988</b>	<b>940.156</b>

Tabla 6.17. Evolución de costos mensuales- Año 9. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 10</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		907.671	907.671
MO directa		24.520	24.520
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	7.165		7.165
MO indirecta	9.002		9.002
Mantenimiento	847		847
EPP	1.288		1.288
Agua	97	5.391	5.488
Combustible	929	479	1.408
Energía Eléctrica	89	17.863	17.951
Seguros	5.852		5.852
Expensas	2.926		2.926
Gastos varios	854		854
Imprevistos	441		441
<b>Total producción</b>	<b>29.491</b>	<b>955.924</b>	<b>985.414</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	11.292		11.292
Gastos administrativos	1.001		1.001
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>12.293</b>	<b>0</b>	<b>12.293</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	1.715		1.715
<b>TOTAL</b>	<b>43.499</b>	<b>955.924</b>	<b>999.423</b>

Tabla 6.18. Evolución de costos mensuales- Año 10. Fuente: Elaboración propia



### 6.2.6 Evolución de costos anuales

<b>Año 1</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		3.306.159	3.306.159
MO directa		147.120	147.120
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	269.418		269.418
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	19.330	19.913
Combustible	5.572	1.717	7.290
Energía Eléctrica	532	69.170	69.701
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	4.253		4.253
Imprevistos	2.127		2.127
<b>Total producción</b>	<b>473.546</b>	<b>3.543.496</b>	<b>4.017.043</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	11.592		11.592
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>147.101</b>	<b>0</b>	<b>147.101</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	185.204		185.204
<b>TOTAL</b>	<b>805.851</b>	<b>3.543.496</b>	<b>4.349.347</b>

Tabla 6.19. Evolución de costos anuales- Año 1. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 2</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		3.416.176	3.416.176
MO directa		147.120	147.120
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	269.418		269.418
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	20.296	20.880
Combustible	5.572	1.803	7.376
Energía Eléctrica	532	72.059	72.591
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	4.332		4.332
Imprevistos	2.166		2.166
<b>Total producción</b>	<b>473.665</b>	<b>3.657.455</b>	<b>4.131.119</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	11.668		11.668
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>147.176</b>	<b>0</b>	<b>147.176</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	185.204		185.204
<b>TOTAL</b>	<b>806.045</b>	<b>3.657.455</b>	<b>4.463.500</b>

Tabla 6.20. Evolución de costos anuales- Año 2. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 3</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		3.586.985	3.586.985
MO directa		147.120	147.120
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	269.418		269.418
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	21.311	21.895
Combustible	5.572	1.893	7.466
Energía Eléctrica	532	75.094	75.625
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	4.415		4.415
Imprevistos	2.207		2.207
<b>Total producción</b>	<b>473.789</b>	<b>3.832.403</b>	<b>4.306.192</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	11.747		11.747
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>147.256</b>	<b>0</b>	<b>147.256</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	164.626		164.626
<b>TOTAL</b>	<b>785.671</b>	<b>3.832.403</b>	<b>4.618.073</b>

Tabla 6.21. Evolución de costos anuales- Año 3. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 4</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		3.802.784	3.802.784
MO directa		147.120	147.120
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	87.915		87.915
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	22.590	23.173
Combustible	5.572	2.007	7.579
Energía Eléctrica	532	78.917	79.448
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	4.519		4.519
Imprevistos	2.260		2.260
<b>Total producción</b>	<b>292.442</b>	<b>4.053.418</b>	<b>4.345.860</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	11.830		11.830
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>147.339</b>	<b>0</b>	<b>147.339</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	144.048		144.048
<b>TOTAL</b>	<b>583.829</b>	<b>4.053.418</b>	<b>4.637.247</b>

Tabla 6.22. Evolución de costos anuales- Año 4. Fuente: Elaboración propia



Año 5			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
Costos de producción			
Materia Prima e insumos		4.030.951	4.030.951
MO directa		147.120	147.120
Gastos de fabricación			
Amortizaciones	87.915		87.915
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	23.945	24.529
Combustible	5.572	2.128	7.700
Energía Eléctrica	532	82.969	83.501
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	4.630		4.630
Imprevistos	2.315		2.315
<b>Total producción</b>	<b>292.608</b>	<b>4.287.113</b>	<b>4.579.721</b>
Costos Administración y Comercialización			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	11.918		11.918
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>147.427</b>	<b>0</b>	<b>147.427</b>
Financiación			
Intereses bancarios	123.469		123.469
<b>TOTAL</b>	<b>563.504</b>	<b>4.287.113</b>	<b>4.850.617</b>

Tabla 6.23. Evolución de costos anuales- Año 5. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 6</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		4.272.808	4.272.808
MO directa		147.120	147.120
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	85.980		85.980
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	25.382	25.965
Combustible	5.572	2.255	7.827
Energía Eléctrica	532	86.549	87.081
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	4.630		4.630
Imprevistos	2.366		2.366
<b>Total producción</b>	<b>290.724</b>	<b>4.534.114</b>	<b>4.824.839</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	11.668		11.668
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>147.176</b>	<b>0</b>	<b>147.176</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	102.891		102.891
<b>TOTAL</b>	<b>540.792</b>	<b>4.534.114</b>	<b>5.074.906</b>

Tabla 6.27. Evolución de costos anuales- Año 6. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 7</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		4.527.074	4.527.074
MO directa		147.120	147.120
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	85.980		85.980
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	26.905	27.488
Combustible	5.572	2.390	7.963
Energía Eléctrica	532	91.059	91.591
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	4.733		4.733
Imprevistos	2.428		2.428
<b>Total producción</b>	<b>290.889</b>	<b>4.794.548</b>	<b>5.085.437</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	11.747		11.747
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>147.256</b>	<b>0</b>	<b>147.256</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	82.313		82.313
<b>TOTAL</b>	<b>520.458</b>	<b>4.794.548</b>	<b>5.315.006</b>

Tabla 6.28. Evolución de costos anuales- Año 7. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 8</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima		4.798.698	4.798.698
MO directa		147.120	147.120
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	85.980		85.980
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	28.519	29.103
Combustible	5.572	2.534	8.106
Energía Eléctrica	532	95.840	96.372
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	4.856		4.856
Imprevistos	2.493		2.493
<b>Total producción</b>	<b>291.078</b>	<b>5.072.711</b>	<b>5.363.789</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	11.830		11.830
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>147.339</b>	<b>0</b>	<b>147.339</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	61.735		61.735
<b>TOTAL</b>	<b>500.152</b>	<b>5.072.711</b>	<b>5.572.863</b>

Tabla 6.29. Evolución de costos anuales- Año 8. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 9</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		5.088.983	5.088.983
MO directa		147.120	147.120
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	85.980		85.980
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	30.230	30.814
Combustible	5.572	2.686	8.258
Energía Eléctrica	532	100.908	101.440
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	4.987		4.987
Imprevistos	2.563		2.563
<b>Total producción</b>	<b>291.278</b>	<b>5.369.927</b>	<b>5.661.205</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	1.986		1.986
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>137.495</b>	<b>0</b>	<b>137.495</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	41.156		41.156
<b>TOTAL</b>	<b>469.929</b>	<b>5.369.927</b>	<b>5.839.857</b>

Tabla 6.30. Evolución de costos anuales- Año 9. Fuente: Elaboración propia



<b>Año 10</b>			
Concepto	Costo fijo [USD]	Costo variable [USD]	Costo total [USD]
<b>Costos de producción</b>			
Materia Prima e insumos		5.446.028	5.446.028
MO directa		147.120	147.120
<b>Gastos de fabricación</b>			
Amortizaciones	85.980		85.980
MO indirecta	108.026		108.026
Mantenimiento	5.081		5.081
EPP	7.731		7.731
Agua	584	32.346	32.930
Combustible	5.572	2.874	8.446
Energía Eléctrica	532	107.175	107.707
Seguros	35.112		35.112
Expensas	35.112		35.112
Gastos varios	5.125		5.125
Imprevistos	2.648		2.648
<b>Total producción</b>	<b>291.502</b>	<b>5.735.543</b>	<b>6.027.046</b>
<b>Costos Administración y Comercialización</b>			
MO Adm.	135.509		135.509
Gastos administrativos	2.002		2.002
<b>Total Adm. y Com.</b>	<b>137.510</b>	<b>0</b>	<b>137.510</b>
<b>Financiación</b>			
Intereses bancarios	20.578		20.578
<b>TOTAL</b>	<b>449.591</b>	<b>5.735.543</b>	<b>6.185.134</b>

Tabla 6.31. Evolución de costos anuales- Año 10. Fuente: Elaboración propia



### 6.3 GASTOS DE PUESTA EN MARCHA

Los gastos de puesta en marcha incluyen los sobrecostos iniciales a los que se incurre por el uso de recursos hasta lograr que el proceso opere en régimen. Se considera un consumo adicional de materia prima, combustible, agua y energía eléctrica por la propia puesta en marcha.

Gastos de puesta en marcha				
Concepto	MES			
	1	2	3	4
Nivel de producción	50%	65%	80%	100%
Kg producidos	90.076	117.099	144.122	180.152
Consumo de MP (Tn)	351	456	561	701
Gasto en MP (USD)	1.052	1.368	1.683	2.104
Ocupación de MO directa	100%	100%	100%	100%
Gasto en MO directa [USD]	24.520	24.520	24.520	24.520
Consumo de gas natural	50%	65%	80%	100%
Gasto en gas natural [USD]	607	790	972	1.215
Consumo de energía eléctrica	50%	65%	80%	100%
Gasto de energía eléctrica [USD]	5808	7551	9294	11617
Consumo de agua de proceso	50%	65%	80%	100%
Gasto de agua de proceso [USD]	1611	2094	2577	3222
Total de gastos [USD]	33.599	36.322	39.046	42.678
Gasto por unidad [USD]	0,4	0,3	0,3	0,2
Exceso de gasto por unidad [USD]	0,1	0,1	0,0	0,0
Exceso de gasto [USD]	12.260	8.582	4.904	0
<b>TOTAL [USD]</b>				<b>25.746</b>

Tabla 6.32. Gastos de puesta en marcha. Fuente: Elaboración propia

Capítulo 7

# Inversiones





## 7. Inversiones

### 7.1 CÁLCULO DE INVERSIONES

Las inversiones son aquellos bienes adquiridos en primer lugar por la empresa para que esta empiece a funcionar. El cálculo de las inversiones fue realizado en agosto del 2025, por lo que los precios se corresponden con esta fecha.

#### 7.1.1 Inversiones en activos fijos y asimilables

##### 7.1.1.1 Terreno

El terreno elegido se encuentra en el Parque Industrial de Tucumán en la provincia de Tucumán. El mismo posee 5284 m<sup>2</sup> (82,23 m x 64,26 m) con un valor de 50USD/m<sup>2</sup>, lo que equivale a un valor total del terreno de 265.000 USD.

##### 7.1.1.2 Edificios y obras civiles

A continuación se detallan los precios de la infraestructura de la planta, para la zona de producción, oficinas, laboratorio, baños y salas. Los presupuestos fueron obtenidos de la página de la Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina (UOCRA), este corresponde al Colegio Profesional de Maestros Mayores de Obras y Técnicos de Córdoba.

		Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario m <sup>2</sup> s/IVA [USD]	Mano de obra m <sup>2</sup> [USD]	Precio Parcial s/IVA [USD]	Precio total s/IVA [USD]
Producción	Zona de producción	Techo de chapa	m2	971	118,76	13,44	132,20	128.358,41
		Cielorraso de PVC	m2	971	18,56	7,09	25,65	24.905,33
		Mampostería	m2	640	144,12	82,63	226,75	145.176,87
		Revoque	m2	640	7,03	7,40	14,42	9.233,81
		Revestimiento de epoxi	m2	640	5,36	7,24	12,60	8.066,22
		Puerta de aluminio	Unidad	4	251,09	32,76	283,86	1.135,42
		Contrapiso	m2	971	14,03	8,23	22,25	21.606,75
		Piso de cemento alisado	m2	971	17,14	12,47	29,61	28.747,92
		Revestimiento de epoxi	m2	971	5,36	7,24	12,60	12.232,19



		Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario m2 s/IVA [USD]	Mano de obra m2 [USD]	Precio Parcial s/IVA [USD]	Precio total s/IVA [USD]
	Almacenamiento de insumos	Estructura de hormigón	m3	78	356,15	317,96	674,11	52.727,47
		Sala de caldera	Techo de chapa	m2	20	118,76	13,44	132,20
	Cielorraso de yeso		m2	20	7,19	6,91	14,10	286,84
	Mampostería		m2	74	144,12	82,63	226,75	16.688,82
	Revoque		m2	74	7,03	7,40	14,42	1.061,47
	Revestimiento de pintura látex		m2	74	6,70	4,20	10,90	801,99
	Contrapiso		m2	20	14,03	8,23	22,25	452,87
	Piso de cemento alisado		m2	20	17,14	12,47	29,61	602,54
	Puerta de aluminio	Unidad	2	251,09	32,76	283,86	567,71	
	Sala de envasado	Cielorraso de PVC	m2	12	18,56	7,09	25,65	307,81
		Mampostería	m2	42	144,12	82,63	226,75	9.523,51
		Revoque	m2	42	7,03	7,40	14,42	605,73
		Revestimiento de epoxi	m2	42	5,36	7,24	12,60	529,14
		Puerta de aluminio	Unidad	1	251,09	32,76	283,86	283,86
		Contrapiso	m2	12	14,03	8,23	22,25	267,05
Piso de cemento alisado		m2	12	17,14	12,47	29,61	355,31	
Revestimiento de epoxi		m2	12	5,36	7,24	12,60	151,18	
Sector Semicubierto para Secador	Techo de chapa	m2	180	118,76	13,44	132,20	23.798,87	
	Mampostería	m2	224	144,12	82,63	226,75	50.848,66	
	Revoque	m2	224	7,03	7,40	14,42	3.234,17	
	Revestimiento de epoxi	m2	224	5,36	7,24	12,60	2.825,22	
	Contrapiso	m2	180	14,03	8,23	22,25	4.006,10	
	Piso de cemento alisado	m2	180	17,14	12,47	29,61	5.330,14	
Pasillo	Cielorraso de PVC	m2	9	18,56	7,09	25,65	218,04	
	Mampostería	m2	95	144,12	82,63	226,75	21.541	
	Revoque	m2	95	7,03	7,40	14,42	1.370	



		Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario m2 s/IVA [USD]	Mano de obra m2 [USD]	Precio Parcial s/IVA [USD]	Precio total s/IVA [USD]
		Revestimiento de epoxi	m2	95	5,36	7,24	12,60	1.197
		Puerta de aluminio	Unidad	2	251,09	32,76	283,86	567,71
		Contrapiso	m2	9	14,03	8,23	22,25	189,16
		Piso de cemento alisado	m2	9	17,14	12,47	29,61	251,68
		Revestimiento de epoxi	m2	9	5,36	7,24	12,60	107,09
	Depósito de MP	Techo de chapa	m2	135	118,76	13,44	132,20	17.847,36
		Cielorraso de PVC	m2	135	18,56	7,09	25,65	3.462,92
		Mampostería	m2	192	144,12	82,63	226,75	43.536,06
		Revoque	m2	192	7,03	7,40	14,42	2.769,06
		Revestimiento de epoxi	m2	192	5,36	7,24	12,60	2.418,92
		Contrapiso	m2	135	14,03	8,23	22,25	3.004,27
		Piso de cemento alisado	m2	135	17,14	12,47	29,61	3.997,20
		Puerta de aluminio	Unidad	1	251,09	32,76	283,86	283,86
		Portón corredizo	Unidad	1	1.386,86	311,77	1.698,63	1.698,63
	Depósito de producto	Techo de chapa	m2	80	118,76	13,44	132,20	10.576,22
		Cielorraso de PVC	m2	80	18,56	7,09	25,65	2.052,10
		Mampostería	m2	144	144,12	82,63	226,75	32.652,04
		Revoque	m2	144	7,03	7,40	14,42	2.076,80
		Revestimiento de epoxi	m2	144	5,36	7,24	12,60	1.814,19
		Contrapiso	m2	80	14,03	8,23	22,25	1.780,31
Piso de cemento alisado		m2	80	17,14	12,47	29,61	2.368,71	
Puerta de aluminio		Unidad	1	251,09	32,76	283,86	283,86	
Portón corredizo		Unidad	1	1.386,86	311,77	1.698,63	1.698,63	
Laboratorio	Cielorraso de placas de yeso	m2	24	7,19	6,91	14,10	338,29	
	Mampostería	m2	60	144,12	82,63	226,75	13.605,02	
	Revoque	m2	60	7,03	7,40	14,42	865,33	
	Revestimiento de azulejos	m2	60	20,21	9,85	30,06	1.803,85	
	Contrapiso	m2	24	14,03	8,23	22,25	534,09	
	Piso de cemento alisado	m2	24	17,14	12,47	29,61	710,61	



		Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario m2 s/IVA [USD]	Mano de obra m2 [USD]	Precio Parcial s/IVA [USD]	Precio total s/IVA [USD]	
		Puerta de aluminio	Unidad	1	251,09	32,76	283,86	283,86	
		Ventanas	Unidad	2	127,15	28,31	155,47	310,93	
	Baño y Vestuario	Techo de chapa	m2	44	118,76	13,44	132,20	5.859,22	
		Cielorraso de yeso	m2	44	7,19	6,91	14,10	624,71	
		Mampostería	m2	81	144,12	82,63	226,75	18.421,19	
		Revoque	m2	81	7,03	7,40	14,42	1.171,66	
		Revestimiento de baldosa cerámica	m2	81	18,30	9,85	28,15	2.286,97	
		Contrapiso	m2	44	14,03	8,23	22,25	986,29	
		Piso de baldosas de cerámica	m2	44	13,33	11,65	24,97	1.106,79	
		Puerta de aluminio	Unidad	3	251,09	32,76	283,86	851,57	
Administración	Oficinas	Techo de chapa	m2	32	118,76	13,44	132,20	4.230,49	
		Cielorraso de yeso	m2	32	7,19	6,91	14,10	451,06	
		Mampostería	m2	96	144,12	82,63	226,75	21.768,03	
		Revoque	m2	96	7,03	7,40	14,42	1.384,53	
		Revestimiento de pintura látex	m2	96	6,70	4,20	10,90	1.046,08	
		Contrapiso	m2	32	14,03	8,23	22,25	712,12	
		Piso de baldosas de cerámica	m2	32	13,33	11,65	24,97	799,13	
		Puerta de aluminio	Unidad	2	251,09	32,76	283,86	567,71	
	Baño	Techo de chapa	m2	8	118,76	13,44	132,20	1.057,62	
		Cielorraso de yeso	m2	8	7,19	6,91	14,10	112,76	
		Mampostería	m2	36	144,12	82,63	226,75	8.163,01	
		Revoque	m2	36	7,03	7,40	14,42	519,20	
		Revestimiento de baldosa cerámica	m2	36	18,30	9,85	28,15	1.013,43	
		Contrapiso	m2	8	14,03	8,23	22,25	178,03	
		Piso de baldosas de cerámica	m2	8	13,33	11,65	24,97	199,78	
		Puerta de aluminio	Unidad	2	251,09	32,76	283,86	567,71	
	Espacios comunes	Comedor y Cocina	Techo de chapa	m2	80	118,76	13,44	132,20	10.576,22
			Cielorraso de yeso	m2	80	7,19	6,91	14,10	1.127,64
Mampostería			m2	108	144,12	82,63	226,75	24.489,03	
Revoque			m2	108	7,03	7,40	14,42	1.557,60	
Revestimiento de pintura látex			m2	108	6,70	4,20	10,90	1.176,84	
Contrapiso			m2	80	14,03	8,23	22,25	1.780,31	



		Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario m2 s/IVA [USD]	Mano de obra m2 [USD]	Precio Parcial s/IVA [USD]	Precio total s/IVA [USD]
		Piso de baldosas de cerámica	m2	80	13,33	11,65	24,97	1.997,82
		Puerta de aluminio	Unidad	1	251,09	32,76	283,86	283,86
	Recepción	Techo de chapa	m2	12	118,76	13,44	132,20	1.586,43
		Cielorraso de yeso	m2	12	7,19	6,91	14,10	169,15
		Mampostería	m2	42	144,12	82,63	226,75	9.523,51
		Revoque	m2	42	7,03	7,40	14,42	605,73
		Revestimiento de pintura látex	m2	42	6,70	4,20	10,90	457,66
		Contrapiso	m2	12	14,03	8,23	22,25	267,05
		Piso de baldosas de cerámica	m2	12	13,33	11,65	24,97	299,67
		Puerta de aluminio	Unidad	1	251,09	32,76	283,86	283,86
Exterior		Cerco perimetral	m2	293	6,44	8,49	14,92	4.372,67
		Columna de hormigón	Unidad	73	356,15	317,96	674,11	49.375,44
		Portón de ingreso	Unidad	1	1.386,86	311,77	1.698,63	1.698,63
Tratamiento de efluentes	Tanque neutralizador	Estructura de hormigón	m3	4	356,15	317,96	674,11	2.534,67
	Tanque equalizador		m3	7	356,15	317,96	674,11	4.496,34
	Cámara de flotación		m3	2	356,15	317,96	674,11	1.126,36
	Sedimentador primario		m3	3	356,15	317,96	674,11	2.161,38

Tabla 7.1. Precio de infraestructura. Fuente: Elaboración propia



## Planilla Resumida

Unificando los precios de infraestructura:

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario m <sup>2</sup> s/IVA [USD]	Mano de obra m <sup>2</sup> [USD]	Precio Parcial s/IVA [USD]	Precio total s/IVA [USD]
Techo de chapa	m <sup>2</sup>	1563	118,76	13,44	132,20	206581,16
Cielorraso de PVC	m <sup>2</sup>	1206	18,56	7,09	25,65	30946,20
Mampostería	m <sup>2</sup>	1834	144,12	82,63	226,75	415937,04
Revoque	m <sup>2</sup>	1834	7,03	7,40	14,42	26455,19
Revestimiento de epoxi	m <sup>2</sup>	2329	5,36	7,24	12,60	29341,00
Puerta de aluminio	unidad	21	251,09	32,76	283,86	5960,98
Contrapiso	m <sup>2</sup>	1607	14,03	8,23	22,25	35764,40
Piso de cemento alisado	m <sup>2</sup>	1431	17,14	12,47	29,61	42364,10
Revestimiento de pintura látex	m <sup>2</sup>	320	6,70	4,20	10,90	3482,57
Porton corredizo	unidad	3	1386,86	311,77	1698,63	5095,88
Cielorraso de placas de yeso	m <sup>2</sup>	221	7,19	6,91	14,10	3110,46
Revestimiento de azulejos	m <sup>2</sup>	60	20,21	9,85	30,06	1803,85
Ventanas	unidad	2	127,15	28,31	155,47	310,93
Cerco perimetral	ml	293	6,44	8,49	14,92	4372,67
Columna de hormigón	unidad	73	356,15	317,96	674,11	49375,44
Estructura de hormigón	m <sup>3</sup>	94	356,15	317,96	674,11	63046,22
Baldosas ceramicas	m <sup>2</sup>	117	18,30	9,85	28,15	3300,40
Piso ceramico	m <sup>2</sup>	176	13,326	11,646	24,97	4403,20
<b>Total</b>					<b>4072,77</b>	<b>931651,71</b>

Tabla 7.2. Precio de infraestructura unificados. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.1.3 Equipos

Se detallan los equipos necesarios para la producción, tanto principales como auxiliares, de transporte y de laboratorio. Los precios fueron obtenidos por comunicación directa con el proveedor (vía mail, WhatsApp y llamada telefónica), de páginas web propias de los proveedores y de las páginas web *Alibaba*, *Mercado Libre* y *Made in China*.

Equipos principales						
Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Precio Unitario [USD]	P total s/ IVA [USD]	P total c/ IVA [USD]
Tunel de lavado por aspersión	Favrín SRL	TLO	1	4.500	4.500	5.445
Molino Húmedo	Jiangyin Loongyi Machinery Co. Ltd.	F-100B	1	27.000	27.000	32.670
Reactor Pretratamiento	Guangzhou Li&Li Equipo mecánico Co., Ltd	Fp10000	1	5.000	5.000	6.050
Filtro Prensa 1	Shanghai Junyi Filter Plant Co., Ltd	XAMYZ500/1500-30	1	30.000	30.000	36.300
Filtro Prensa 2 y 3	Shanghai Junyi Filter Plant Co., Ltd	XAMYZ500/1250-30	2	40.000	80.000	96.800
Reactor Hidrolisis ácida 1	Diseño propio		1	25.000	25.000	30.250
Reactor extracción alcalina	Guangzhou Li&Li Equipo mecánico Co., Ltd	Fp6000	2	4.000	8.000	9.680
Reactor Hidrolisis ácida 2	Shanghai Kaiquan Machine Valve Co., Ltd.	KQ-15000L	1	1.500	1.500	1.815
Envasadora	Ingesir	Semiautomática	1	4.200	4.200	5.082
Centrifuga de discos	Nanjing FiveMen Machine Co., Ltd.	PRDH270	1	18.000	18.000	21.780
Secador de bandejas	Diseño propio	-	1	3.000	3.000	3.630
<b>TOTAL</b>					<b>206.200</b>	<b>249.502</b>

Tabla 7.3. Precios de equipos principales. Fuente: Elaboración propia



Equipos auxiliares						
Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Precio Unitario [USD]	P total s/ IVA [USD]	P total c/ IVA [USD]
Centrifuga	Hunan Zhongyi Centrifuge Co., Ltd	HR630-N	2	10.000	20.000	24.200
Evaporador/condensador	Wenzhou Jinbang Light Ind Machinery Co., Ltd	SJN500	1	8.000	8.000	9.680
Caldera	Henan Yuanda Boiler Corporation Ltd.,	WNS 0.35	1	10.000	10.000	12.100
Tanque agua de caldera (1200 L)	Spirax Sarco		1	600	600	726
Equipo de osmosis inversa	Xi'an Xinchengtai Water Treatment Technology CO., LTD	XSTRO-15T	1	8.800	2.091	2.530
Torre de enfriamiento	Wuxi Master Cooling Machinery Manufacturing Co., LTD		1	3.000	3.000	3.630
Bandguard	Spirac		1	2.500	2.500	3.025
Bioreactor	Sigma	SMBR150	1	5.000	5.000	6.050
Tanque de agua	Richer	Atermic	1	5.000	5.000	6.050
Tanque de incendios	Richer	Atermic	1	3.000	3.000	3.630
Tanque de NaOH	Richer	Atermic	3	8.000	24.000	29.040
Tanque de H2SO4	Richer	Atermic	4	8.500	34.000	41.140
Tanque de H2O2	Richer	Atermic	1	8.000	8.000	9.680
Tanque agua fria	Richer	Atermic	1	3.500	3.500	4.235
Tanque de Etanol	Richer	Atermic	1	8.000	8.000	9.680
<b>TOTAL</b>					<b>136.691</b>	<b>165.396</b>

Tabla 7.4. Precios de equipos auxiliares. Fuente: Elaboración propia

Equipos de laboratorio						
Concepto	Marca	Modelo	Cantidad	Precio Unitario [USD]	P total s/ IVA [USD]	P total c/ IVA [USD]
Elementos de vidrio	OneLab		-	700	700	847
Desecador	OneLab		1	400	400	484
Mufla	OneLab		1	4.200	4.200	5.082
Estufa al vacio	OneLab		1	1.250	1.250	1.513
Balanza analitica	OneLab	AS220 R2 plus	1	3.263	3.263	3.948
Otros	OneLab		-	900	900	1.089
<b>Total</b>					<b>10.713</b>	<b>12.963</b>

Tabla 7.5. Precios de equipos de laboratorio. Fuente: Elaboración propia

Equipos de transporte sólidos						
Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Precio Unitario [USD]	P total s/ IVA [USD]	P total c/ IVA [USD]
Transportador de tornillo (m)	MRG	Roscas transportadoras	5	3.435	17.175	20.782
Autoelevador	Escaleras mil	EP EFL 302	2	20.900	41.800	50.578
Carretilla manual	Indumov	Porta envases recto	2	126	252	305
<b>TOTAL</b>					<b>59.227</b>	<b>71.665</b>

Tabla 7.6. Precios de equipos de transporte de sólidos. Fuente: Elaboración propia

Equipos de transporte Fluidos						
Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Precio Unitario [USD]	P total s/ IVA [USD]	P total c/ IVA [USD]
Bomba de tornillo	Seepex	BCF 05-12	7	6.000	42.000	50.820
Bomba de Centrifugas	Seepex	BCF 03-6L	10	2.000	20.000	24.200
Bomba Sanitarias	Fristam	FPX 70/70	2	3.200	6.400	7.744
Bomba centrifuga	Grundfos	CR 15-1	4	600	2.400	2.904
Bomba dosificadora	Grundfos	DME 60-10	6	3.250	19.500	23.595
Bomba centrifuga	Ampco	ZP1-060	2	2.500	5.000	6.050
<b>TOTAL</b>					<b>95.300</b>	<b>115.313</b>

Tabla 7.7. Precios de equipos de transporte de fluidos. Fuente: Elaboración propia

#### 7.1.1.4 Instalaciones industriales

Incluye las instalaciones que se necesitan para suministrar los servicios de agua, energía eléctrica y combustible. Así como también para suministrar insumos hacia la planta de producción, como también para transportar hacia la planta de tratamiento de efluentes. Los precios fueron obtenidos de las páginas web de proveedores de cañerías.

Se considera también el costo de instalación y de accesorios, estimando un 15% de la inversión total para cada uno.



Cañerías									
Concepto	Material	DN	Longitud [m]	Costo [USD] s/IVA	Costo Parcial [USD] s/IVA	Costo de instalación	Costo de accesorios	Costo [USD/m] c/IVA	Costo total [USD] c/IVA
Proceso	AISI 316	3 1/2	66	71,63	4.694,51	704,18	704,18	86,67	6.102,86
Agua de Proceso	AISI 316	2	310	23,88	7.396,56	1.109,48	1.109,48	28,89	9.615,52
Servicios Auxiliares	PPM	3	78	10,73	841,45	126,22	126,22	12,98	1.093,88
Servicios Auxiliares	PPM	1 1/2	37	2,83	105,94	15,89	15,89	3,42	137,72
Tratamiento de efluentes	PVC	1	240	0,70	168,49	25,27	25,27	0,85	219,04
Insumos	AISI 316	3	218	51,47	11.240,77	1.686,12	1.686,12	62,28	14.613,00
Insumos	HDPE	3	36	15,26	548,16	82,22	82,22	18,46	712,60
Vapor	Acero al carbono	2 1/2	53	4,50	240,88	36,13	36,13	5,45	313,15
GN	Acero al carbono	2	97	4,26	413,53	62,03	62,03	5,15	537,59
<b>Total</b>				<b>185,25</b>	<b>25.650</b>	<b>3.848</b>	<b>3.848</b>	<b>224,15</b>	<b>33.345</b>

Tabla 7.8. Precios de cañerías. Fuente: Elaboración propia

Dentro de esta sección también se incluyen el costo de las luminarias y su instalación. Los precios fueron obtenidos del proveedor *Luz Desing SRL* y *Bael Iluminación Profesional*.

Modelo	N de Luminarias	Costo unitario s/ IVA [USD]	Costo total s/ IVA [USD]	Costo de instalación	Costo unitario c/ IVA [USD]	Costo total c/ IVA [USD]	Costo total [USD]
Plafon led 60x60cm con marco negro	26	53	1.369	205	64	1.656	1.862
Colgante industrial Star X	79	59	4.680	702	72	5.663	6.365
Jupiter alumbrado publico	39	154	6.015	902	186	7.278	8.180
<b>Costo total</b>		<b>266</b>	<b>12.064</b>	<b>1.810</b>	<b>321</b>	<b>14.597</b>	<b>16.407</b>

Tabla 7.9. Precios de luminarias. Fuente: Elaboración propia

#### 7.1.1.5 Mobiliarios y Utilitarios

Incluye todos los utilitarios de oficina, cocina y baños necesarios. Los precios fueron obtenidos por la página web de *Mercado Libre*, *Fravega* y por contacto directo con los proveedores de *Sanitarios Taragüí*.



Sector	Detalle	Cantidad	Precio unitario [USD] s/IVA	Precio total [USD] s/IVA	Precio unitario [USD] c/IVA	Precio total [USD] c/IVA
Oficinas	Escritorio	9	60,75	547	73,50	662
	Computadora	9	302	2.715	364,96	3.285
	Impresora	2	45	90	54,74	109
	Silla de escritorio	9	27	244	32,85	296
	Armario	9	51	461	62,04	558
	Estante	6	9,05	54	10,95	66
Comedor	Mesa	4	72	290	87,59	350
	Silla	24	21,11	507	25,55	613
Cocina	Heladera	1	905	905	1.094,89	1.095
	Mesada con bacha	3	97	290	116,79	350
	Microondas	1	115	115	138,69	139
	Horno con anafe	1	362	362	437,96	438
Laboratorio	Escritorio	2	60,75	121,49	73,50	147
	Mesada m2	10	97	965	116,79	1.168
	Heladera	1	211		255,47	255
	Silla de escritorio	2	27	54	32,85	66
	Bajo Mesada m2	5	57,31	287	69,34	347
	Computadora	2	302	603	364,96	730
	Ducha	1	241,30	241,30	291,97	292
Baños	Inodoros	5	154	769	186,13	931
	Mingitorios	3	51,88	155,64	62,77	188
	Lockers x 12	1			485,40	485
	Mesada con bacha	3	72	217	87,59	263
	Duchas	4	21,11	84	25,55	102
Pasillo	Mesada con bacha	2	72	145	87,59	175
<b>Costo total</b>			<b>3.373</b>	<b>9.676</b>	<b>4.567</b>	<b>12.448</b>

Tabla 7.10. Precio de mobiliarios y utilitarios. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.2 Planilla resumen de activos fijos

Activos Fijos		
Concepto	Costo s/IVA [USD]	Costo c/IVA [USD]
Terreno	265.000	265.000
Edificios y obras civiles	931.652	1.127.299
Máquinas y equipos	508.131	614.839
Instalaciones industriales	41.118	49.752
Muebles y útiles	9.676	12.448
<b>Total</b>	<b>1.755.576</b>	<b>2.069.338</b>

Tabla 7.11. Resumen de activos fijos. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.3 Inversiones en cargos diferidos

Los cargos diferidos son los gastos en los que se incurre para la realización del proyecto y hasta que la operación entra en régimen.



Inversión Total en Cargos Diferidos			
Concepto	% de Activo Fijo	Costo Año 0 [USD]	Costo Año 1 [USD]
Gastos de administración e ingeniería	2,00%	35.112	
Investigación y estudios	4,00%	70.223	
Organización de la empresa	1,00%	17.556	
Gastos de puesta en marcha			25.746
Intereses Preoperativos		185.204	
Otros	2,00%	35.112	
Imprevistos	10,00%	175.558	
<b>TOTAL [USD]</b>		<b>518.763</b>	<b>25.746</b>
			<b>544.509</b>

Tabla 7.12. Inversión total en cargos diferidos. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.4 Inversiones en activos de trabajo

La inversión cada año es el incremento de activos de trabajo en cada año, se calculan a partir del stock de materia prima, insumos y productos y de la disponibilidad de cajas y bancos.

Activo de trabajo											
DETALLE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>Stock Materias primas e insumos</b>											
Bagazo de caña de azúcar [USD]	526	552	580	615	652	691	732	776	823	872	933
NaOH (s) [USD]	123.385	129.554	136.032	144.194	152.845	162.016	171.737	182.041	192.964	204.542	218.859
Etanol [USD]	58	61	64	67	71	76	80	85	90	96	102
H2SO4 [USD]	27.438	28.810	30.250	32.065	33.989	36.029	38.190	40.482	42.911	45.485	48.669
H2O2 [USD]	33	34	36	38	41	43	46	48	51	54	58
Envase [USD]	15	32	33	35	37	39	42	44	47	50	53
Ca(OH)2 [USD]	4.501	9.227	9.689	10.223	10.836	11.486	12.175	12.906	13.680	14.501	15.587
<b>Stock de Productos</b>											
Celulosa microcristalina [USD]	-	1.372	1.440	1.512	1.603	1.699	1.801	1.909	2.024	2.145	2.295
Stock de EPP [USD]	7.731	1.288	1.288	1.288	1.288	1.288	1.288	1.288	1.288	1.288	1.288
Disponibilidad en cajas y bancos [USD]	-	1.038.586	1.060.864	1.093.471	1.134.653	1.178.209	1.223.663	1.272.209	1.324.018	1.379.330	1.447.409
<b>Total activos de trabajo [USD]</b>	<b>163.686</b>	<b>1.209.516</b>	<b>1.240.276</b>	<b>1.283.509</b>	<b>1.336.016</b>	<b>1.391.577</b>	<b>1.449.755</b>	<b>1.511.789</b>	<b>1.577.896</b>	<b>1.648.364</b>	<b>1.735.255</b>
<b>Incremento en AT [USD]</b>	<b>163.686</b>	<b>1.045.830</b>	<b>30.760</b>	<b>43.233</b>	<b>52.507</b>	<b>55.561</b>	<b>58.178</b>	<b>62.034</b>	<b>66.107</b>	<b>70.467</b>	<b>86.892</b>

Tabla 7.13. Inversiones en activos de trabajo. Fuente: Elaboración propia

Disponibilidad en cajas y bancos										
Concepto	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Materia prima	551.027	569.363	597.831	633.797	671.825	712.135	754.512	799.783	848.164	907.671
Sueldos	390.655	390.655	390.655	390.655	390.655	390.655	390.655	390.655	390.655	390.655
Agua	19.913	20.880	21.895	23.173	24.529	25.965	27.488	29.103	30.814	32.930
Combustible	7.290	7.376	7.466	7.579	7.700	7.827	7.963	8.106	8.258	8.446
Energía eléctrica	69.701	72.591	75.625	79.448	83.501	87.081	91.591	96.372	101.440	107.707
<b>TOTAL</b>	<b>1.038.586</b>	<b>1.060.864</b>	<b>1.093.471</b>	<b>1.134.653</b>	<b>1.178.209</b>	<b>1.223.663</b>	<b>1.272.209</b>	<b>1.324.018</b>	<b>1.379.330</b>	<b>1.447.409</b>

Tabla 7.14. Disponibilidad en cajas y bancos. Fuente: Elaboración propia



### 7.2 PLANILLA DE INVERSIONES

Se presenta a continuación la planilla en la que se visualiza la inversión inicial desde el planeamiento y construcción de la planta hasta abarcar todo el periodo de análisis.

PLANILLA DE INVERSIONES												
Rubro	Año 0 [USD]	Año 1 [USD]	Año 2 [USD]	Año 3 [USD]	Año 4 [USD]	Año 5 [USD]	Año 6 [USD]	Año 7 [USD]	Año 8 [USD]	Año 9 [USD]	Año 10 [USD]	Total Periodo de Análisis [USD]
Inversión en Activos Fijos												
1. Bienes de uso												
Terreno	265.000											265.000
Edificios y obras civiles	931.652											931.652
Máquinas y equipos	508.131											508.131
Instalaciones industriales	41.118											41.118
Muebles y útiles	9.676											9.676
Subtotal bienes de uso	2.069.338											2.069.338
2. Cargos Diferidos												
Gastos de adm. e ingeniería	35.112	0										35.112
Investigación y estudios	70.223	0										70.223
Organización de la empresa	17.556	0										17.556
Gastos de puesta en marcha	0	25.746										25.746
Otros	35.112	0										35.112
Imprevistos	175.558	0										175.558
Intereses Preoperativos	185.204											
Subtotal Cargos Diferidos	518.763	25.746										544.509
IVA sobre 1 y 2	487.851	5.407										493.258
Total de Activo Fijo	3.075.952	31.153										3.107.105
Inversión en Activos de Trabajo												
Incrementos en Activos de trabajo	163.686	1.045.830	30.760	43.233	52.507	55.561	58.178	62.034	66.107	70.467	86.892	1.735.255
<b>Inversiones totales presupuestadas</b>	<b>3.239.639</b>	<b>1.076.982</b>	<b>30.760</b>	<b>43.233</b>	<b>52.507</b>	<b>55.561</b>	<b>58.178</b>	<b>62.034</b>	<b>66.107</b>	<b>70.467</b>	<b>86.892</b>	<b>4.842.360</b>

Tabla 7.15. Planilla de inversiones. Fuente: Elaboración propia

### 7.3 PLANILLA DE AMORTIZACIONES

Refiere a las depreciaciones que sufren los activos fijos (exceptuando el terreno) a lo largo del tiempo. El valor residual es el que aún tienen los bienes luego de la amortización, resulta de la diferencia entre la inversión inicial y la cantidad amortizada dentro del periodo de análisis.

Concepto	Inversión Inicial [USD]	Periodo de amortización [años]	Tasa [%]	Año 1 [USD/año]	Año 2 [USD/año]	Año 3 [USD/año]	Año 4 [USD/año]	Año 5 [USD/año]	Año 6 [USD/año]	Año 7 [USD/año]	Año 8 [USD/año]	Año 9 [USD/año]	Año 10 [USD/año]	Total amortizaciones [USD]	Valor residual [USD]
Terreno	265.000														265.000
Edificios y obras civiles	931.652	30	0,03	31.055	31.055	31.055	31.055	31.055	31.055	31.055	31.055	31.055	31.055	310.551	621.101
Máquinas y equipos	508.131	10	0,10	50.813	50.813	50.813	50.813	50.813	50.813	50.813	50.813	50.813	50.813	508.131	0
Instalaciones industriales	41.118	10	0,10	4.112	4.112	4.112	4.112	4.112	4.112	4.112	4.112	4.112	4.112	41.118	0
Muebles y útiles	9.676	5	0,20	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935						9.676	0
Subtotal de bienes de uso	1.755.576														
Cargos diferidos	544.509	3	0,33	181.503	181.503	181.503								544.509	0
<b>Total anual [USD]</b>	<b>4.055.661</b>			<b>269.418</b>	<b>269.418</b>	<b>269.418</b>	<b>87.915</b>	<b>87.915</b>	<b>85.980</b>	<b>85.980</b>	<b>85.980</b>	<b>85.980</b>	<b>85.980</b>	<b>1.413.984</b>	<b>886.101</b>

Tabla 7.16. Planilla de amortizaciones. Fuente: Elaboración propia



### 7.4 CRONOGRAMA DE INVERSIONES

El siguiente diagrama muestra los tiempos estimados para realizar cada etapa del proyecto hasta el comienzo de las actividades.

Actividad		Meses											
		-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
Obras civiles	Compra de materiales de construcción												
	Edificación												
	Instalación de servicios auxiliares y cañerías												
Equipamiento	Compra de equipos												
	Instalación de equipos												
	Pruebas												
	Compra de equipos de laboratorio												
Puesta a punto	Compra de utilitarios de oficina y comedor												
	Búsqueda y selección de personal												
	Pruebas y puesta a punto												

Tabla 7.17. Cronograma de inversiones. Fuente: Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra un calendario anual de las inversiones a realizar para la puesta en marcha de la planta y el funcionamiento de la misma en los primeros 10 años:

Rubro	CALENDARIO DE INVERSIONES											Total Período de Análisis [USD]
	Año 0 [USD]	Año 1 [USD]	Año 2 [USD]	Año 3 [USD]	Año 4 [USD]	Año 5 [USD]	Año 6 [USD]	Año 7 [USD]	Año 8 [USD]	Año 9 [USD]	Año 10 [USD]	
Activos Fijos	3.075.952	31.153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.107.105
Activos de Trabajo	163.686	1.045.830	30.760	43.233	52.507	55.561	58.178	62.034	66.107	70.467	86.892	1.735.255
<b>TOTAL</b>	<b>3.239.639</b>	<b>1.076.982</b>	<b>30.760</b>	<b>43.233</b>	<b>52.507</b>	<b>55.561</b>	<b>58.178</b>	<b>62.034</b>	<b>66.107</b>	<b>70.467</b>	<b>86.892</b>	<b>4.842.360</b>

Tabla 7.18. Calendario de inversiones. Fuente: Elaboración propia

Capítulo 8

# Financiamiento





## 8. FINANCIAMIENTO

### 8.1 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Los fondos para el financiamiento del proyecto en todo el periodo de análisis provienen de aportes de capital propio por parte de los socios y de créditos de inversión. El crédito tomado financia el 35,47% de la inversión total, lo que equivale a 1.043.403 USD.

El capital externo se obtiene por un crédito del Banco Nación. El crédito se otorga a un plazo de nueve años con periodo de gracia de dos años, con un interés anual del 17,75% y una amortización de tipo Sistema Alemán (amortización del capital constante y disminución de los intereses en el tiempo).

Financiamiento		
Concepto	Importe [USD]	[%]
Capital Propio	1.897.980	64,53%
Capital Bancario	1.043.403	35,47%

Tabla 8.1. Fuentes de financiamiento. Fuente: Elaboración propia

### 8.2 PLANILLA DE FINANCIAMIENTO

Planilla de Financiamiento				
Rubro	Capital Propio [USD]	Capital Bancario [USD]	Tasa de Interés [%]	Total [USD]
<b>Inversión en Activos Fijos</b>				
1. Inversión en Bienes de Uso	30,00%	70,00%		
Terreno	265.000	0	17,75%	265.000
Edificios y obras civiles	279.496	652.156		931.652
Máquinas y equipos	152.439	355.692		508.131
Instalaciones industriales	12.335	28.782		41.118
Muebles y útiles	2.903	6.773		9.676
<b>Subtotal bienes de uso</b>	<b>712.173</b>	<b>1.043.403</b>		<b>1.755.576</b>
2. Inversión en Cargos Diferidos	100,00%	0,00%		
Gastos de adm. e ingeniería	35.112	0	17,75%	35.112
Investigación y estudios	70.223	0		70.223
Organización de la empresa	17.556	0		17.556
Otros	35.112	0		35.112
Imprevistos	175.558	0		175.558
Gastos de puesta en marcha	25.746			
Intereses Preoperativos	185.204	0		185.204
<b>Subtotal Cargos Diferidos</b>	<b>544.509</b>	<b>0</b>	<b>518.763</b>	
IVA sobre 1 y 2	477.611	0		477.611
<b>Subtotal Activos Fijos</b>	<b>1.734.294</b>	<b>1.043.403</b>	<b>2.777.697</b>	
<b>Inversiones en Activos de Trabajo</b>				
Incrementos en Activos de trabajo	163.686	0		163.686
<b>Total Inversiones</b>	<b>1.897.980</b>	<b>1.043.403</b>	<b>2.941.383</b>	

Tabla 8.2. Planilla de financiamiento. Fuente: Elaboración propia



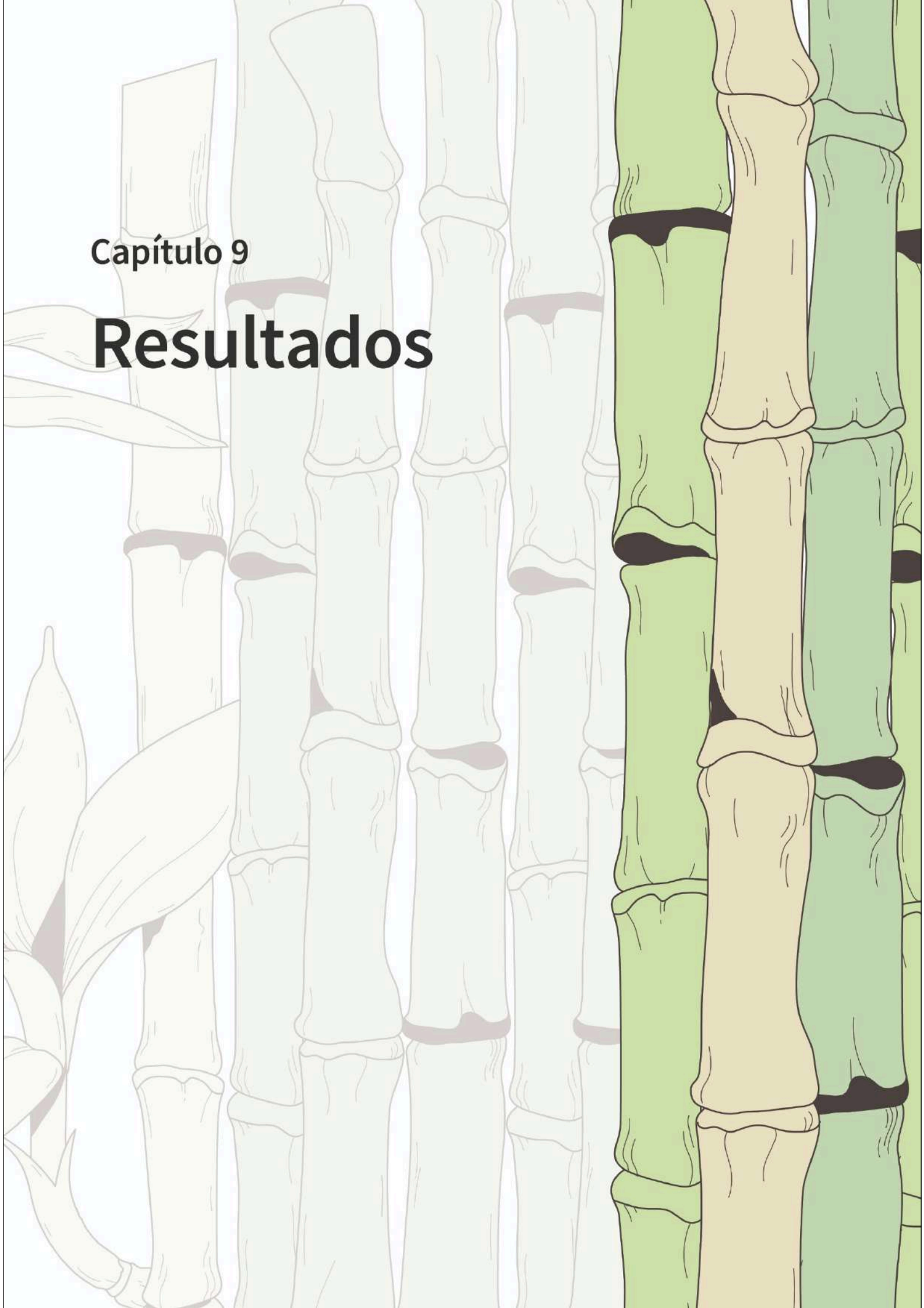
### 8.3 PLANILLA DE SERVICIOS DE DEUDA

Planilla de Servicio a la Deuda					
Préstamo [USD]	1.043.403				
TNA	17,75%				
Año	Deuda Inicial [USD]	Amortizaciones de Capital [USD]	Interés [USD]	Cuota [USD]	Deuda Final [USD]
0	1.043.403	0	185.204	0	1.043.403
1	1.043.403	0	185.204	0	1.043.403
2	1.043.403	115.934	185.204	301.138	927.469
3	927.469	115.934	164.626	280.560	811.536
4	811.536	115.934	144.048	259.981	695.602
5	695.602	115.934	123.469	239.403	579.668
6	579.668	115.934	102.891	218.825	463.735
7	463.735	115.934	82.313	198.247	347.801
8	347.801	115.934	61.735	177.668	231.867
9	231.867	115.934	41.156	157.090	115.934
10	115.934	115.934	20.578	136.512	0

Tabla 8.3. Planilla de servicio a la deuda. Fuente: Elaboración propia

Capítulo 9

# Resultados



## 9. RESULTADOS

### 9.1 DETERMINACION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA CADA AÑO DE DURACIÓN DEL PROYECTO

Se denomina punto de equilibrio al nivel de producción a partir del cual la rentabilidad es positiva. Es decir, si la planta opera debajo de ese nivel producirá pérdidas.

Para calcularlo se tienen en cuenta los costos fijos y variables del producto y cuanto se gana por las ventas del mismo. El punto de equilibrio de unidades vendidas se determina usando la siguiente expresión:

$$PE[\%] = \frac{\text{Costos fijos}}{\frac{\text{Ventas} \left[ \frac{\text{USD}}{\text{año}} \right]}{\text{Ventas} \left[ \frac{\text{Unidades}}{\text{año}} \right]} - \frac{\text{Costos Variables}}{\text{Ventas} \left[ \frac{\text{Unidades}}{\text{año}} \right]}} * 100$$

PUNTO DE EQUILIBRIO							
Año	Costos Fijos [USD]	Costos Variables [USD]	Costos Totales [USD]	Ventas [unidades/año]	Ventas [USD/año]	PE %	PE [Unidades]
1	805.851	3.543.496	4.349.347	1.100	5.610.752	38,98	429
2	806.045	3.657.455	4.463.500	1.213	6.186.592	31,87	387
3	785.671	3.832.403	4.618.073	1.274	6.495.922	29,50	376
4	583.829	4.053.418	4.637.247	1.350	6.882.576	20,64	278
5	563.504	4.287.113	4.850.617	1.430	7.295.531	18,73	268
6	540.792	4.534.114	5.074.906	1.516	7.733.263	16,90	256
7	520.458	4.794.548	5.315.006	1.607	8.197.259	15,30	246
8	500.152	5.072.711	5.572.863	1.704	8.689.094	13,83	236
9	469.929	5.369.927	5.839.857	1.806	9.210.440	12,24	221
10	449.591	5.735.543	6.185.134	1.932	9.850.814	10,92	211

Tabla 9.1. Punto de equilibrio. Fuente: Elaboración propia

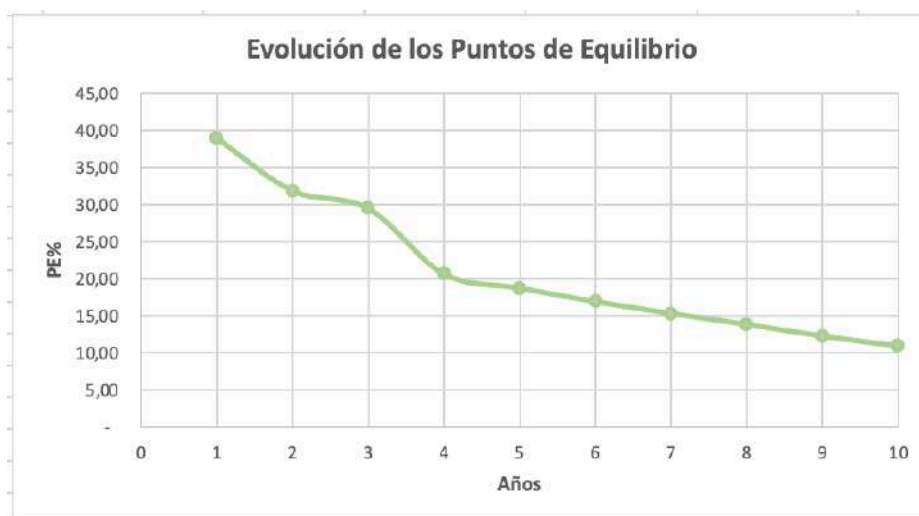


Gráfico 9.1. Punto de equilibrio. Fuente: Elaboración propia



Se observa que el punto de equilibrio en el año 1 es del 38,98%, disminuye progresivamente hasta ser de 10,92% en el año 10. También, el punto de equilibrio se ubica debajo del 60%, lo que significa que no se opera con altos riesgos. Además, esto se traduce como un aumento de la rentabilidad del proyecto año a año.

### 9.2 CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS

Se presenta un cuadro de fuentes y usos de fondos para conocer los flujos estimados de dinero y evaluar los requerimientos que puedan surgir de dinero.

Las fuentes son todos los ingresos de fondos que se realizan, estos ingresos provienen de las ventas, los aportes de los inversores, los créditos tomados y los reintegros de IVA sobre las inversiones. Los usos son todos los egresos de fondos y corresponden tanto a las inversiones como a los gastos.

FUENTES Y USOS DE FONDOS											
Rubro	Año 0 [USD]	Año 1 [USD]	Año 2 [USD]	Año 3 [USD]	Año 4 [USD]	Año 5 [USD]	Año 6 [USD]	Año 7 [USD]	Año 8 [USD]	Año 9 [USD]	Año 10 [USD]
FUENTES											
Saldo del ejercicio anterior	0	0	1.210.152	862.198	953.323	1.130.266	1.260.828	1.400.780	1.546.843	1.699.431	1.872.029
Aportes de capital propio	1.897.980	1.076.982	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Créditos no renovables	1.043.403	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventas	0	5.610.752	6.186.592	6.495.922	6.882.576	7.295.531	7.733.263	8.197.259	8.689.094	9.210.440	9.850.814
Reintegro IVA	0	493.258	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL DE FUENTES</b>	<b>2.941.383</b>	<b>7.180.992</b>	<b>7.396.744</b>	<b>7.358.119</b>	<b>7.835.900</b>	<b>8.425.797</b>	<b>8.994.091</b>	<b>9.598.039</b>	<b>10.235.938</b>	<b>10.909.871</b>	<b>11.722.843</b>
USOS											
Incremento del Activo Fijo	2.777.697	31.153	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incremento del Activo de Trabajo	163.686	1.045.830	30.760	43.233	52.507	55.561	58.178	62.034	66.107	70.467	86.892
Costo total de lo vendido	0	4.942.877	5.082.901	5.237.606	5.075.425	5.288.953	5.511.006	5.751.241	6.009.256	6.266.484	6.611.851
Impuesto a las ganancias (33%)	0	220.399	364.218	415.244	596.360	662.171	733.345	807.186	884.347	971.505	1.068.858
Cancelación de deudas	0	0	115.934	115.934	115.934	115.934	115.934	115.934	115.934	115.934	115.934
<b>TOTAL DE USOS</b>	<b>2.941.383</b>	<b>6.240.258</b>	<b>5.593.813</b>	<b>5.812.017</b>	<b>5.840.226</b>	<b>6.122.618</b>	<b>6.418.463</b>	<b>6.736.395</b>	<b>7.075.643</b>	<b>7.424.391</b>	<b>7.883.534</b>
<b>TOTAL DE FUENTES Y USOS</b>	<b>0</b>	<b>940.734</b>	<b>1.802.932</b>	<b>1.546.103</b>	<b>1.995.674</b>	<b>2.303.179</b>	<b>2.575.628</b>	<b>2.861.644</b>	<b>3.160.294</b>	<b>3.485.480</b>	<b>3.839.308</b>
Amortizaciones totales	0	269.418	269.418	269.418	87.915	87.915	85.980	85.980	85.980	85.980	85.980
<b>SALDO AL EJERCICIO SIGUIENTE</b>	<b>0</b>	<b>1.210.152</b>	<b>2.072.350</b>	<b>1.815.521</b>	<b>2.083.589</b>	<b>2.391.094</b>	<b>2.661.608</b>	<b>2.947.624</b>	<b>3.246.274</b>	<b>3.571.460</b>	<b>3.925.288</b>
<b>SALDO PROPIO DEL EJERCICIO</b>	<b>0</b>	<b>1.210.152</b>	<b>862.198</b>	<b>953.323</b>	<b>1.130.266</b>	<b>1.260.828</b>	<b>1.400.780</b>	<b>1.546.843</b>	<b>1.699.431</b>	<b>1.872.029</b>	<b>2.053.259</b>

Tabla 9.2. Fuentes y usos de fondos. Fuente: Elaboración propia

### 9.3 CUADRO DE RESULTADOS PROYECTADOS

Se determinan las utilidades de cada ejercicio.



Cuadro de Resultados Projectados										
Concepto	Año 1 [USD]	Año 2 [USD]	Año 3 [USD]	Año 4 [USD]	Año 5 [USD]	Año 6 [USD]	Año 7 [USD]	Año 8 [USD]	Año 9 [USD]	Año 10 [USD]
Ventas	5.610.752	6.186.592	6.495.922	6.882.576	7.295.531	7.733.263	8.197.259	8.689.094	9.210.440	9.850.814
Gastos de producción	4.017.043	4.131.119	4.306.192	4.345.860	4.579.721	4.824.839	5.085.437	5.363.789	5.661.205	6.027.046
Menos: gastos de puesta en marcha	25.746	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de producción	3.991.297	4.131.119	4.306.192	4.345.860	4.579.721	4.824.839	5.085.437	5.363.789	5.661.205	6.027.046
Menos: inc. en stock elaborado	1.371,69	1.440,28	1.512,29	1.603,03	1.699,21	1.801,16	1.909,23	2.023,79	2.145,22	2.295,38
Costo de prod. de lo vendido	3.989.925	4.129.679	4.304.679	4.344.257	4.578.022	4.823.037	5.083.528	5.361.765	5.659.060	6.024.750
Gastos de Adm. y Com.	147.101	147.176	147.256	147.339	147.427	147.176	147.256	147.339	137.495	137.510
Gastos Financieros	805.851	806.045	785.671	583.829	563.504	540.792	520.458	500.152	469.929	449.591
Costo total de lo vendido	4.942.877	5.082.901	5.237.606	5.075.425	5.288.953	5.511.006	5.751.241	6.009.256	6.266.484	6.611.851
Resultado	667.875	1.103.692	1.258.316	1.807.151	2.006.578	2.222.257	2.446.017	2.679.838	2.943.955	3.238.962
Impuesto a la ganancia (33%)	220.399	364.218	415.244	596.360	662.171	733.345	807.186	884.347	971.505	1.068.858
Resultado después de impuesto	447.476	739.473	843.072	1.210.791	1.344.407	1.488.912	1.638.832	1.795.492	1.972.450	2.170.105

Tabla 9.3. Resultados proyectos. Fuente: Elaboración propia

## 9.4 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO

### 9.4.1 Valor Actual Neto- VAN

El VAN permite conocer el valor del beneficio neto del proyecto (en todo el periodo de análisis) considerando el costo del dinero igual a 0. El análisis de rentabilidad sirve para conocer el rendimiento del dinero invertido.

Valor Actual Neto										
Ejercicio	Inversión en Activo Fijo [USD]	Inversión en Activo de Trabajo [USD]	Impuesto a la Ganancia [USD]	Total Egresos [USD]	Utilidad Ante Impuestos [USD]	Amortizaciones [USD]	Intereses Financieros [USD]	Total Ingresos [USD]	Diferencia [USD]	Diferencia Acumulada [USD]
0	3.075.952	163.686	0	3.239.639	0	0	185.204	185.204	-3.054.435	-3.054.435
1	31.153	1.045.830	220.399	1.297.381	667.875	269.418	185.204	1.122.497	-174.884	-3.229.319
2	0	30.760	364.218	394.978	1.103.692	269.418	185.204	1.558.314	1.163.335	-2.065.983
3	0	43.233	415.244	458.477	1.258.316	269.418	164.626	1.692.360	1.233.883	-832.100
4	0	52.507	596.360	648.867	1.807.151	87.915	144.048	2.039.114	1.390.247	558.147
5	0	55.561	662.171	717.731	2.006.578	87.915	123.469	2.217.963	1.500.231	2.058.378
6	0	58.178	733.345	791.523	2.222.257	85.980	102.891	2.411.128	1.619.605	3.677.983
7	0	62.034	807.186	869.220	2.446.017	85.980	82.313	2.614.310	1.745.090	5.423.073
8	0	66.107	884.347	950.454	2.679.838	85.980	61.735	2.827.553	1.877.099	7.300.172
9	0	70.467	971.505	1.041.973	2.943.955	85.980	41.156	3.071.092	2.029.119	9.329.291
10	-886.101	-1.735.255	1.068.858	-1.552.499	3.238.962	85.980	20.578	3.345.520	4.898.019	14.227.311
<b>Total</b>									<b>14.227.311</b>	<b>14.227.311</b>

Tabla 9.4. Valor Actual Neto (VAN). Fuente: Elaboración propia

VAN	14.227.311	USD
Tasa de Rentabilidad	484	%
Fecha de Retorno	3,6	años
	43,18	meses

Tabla 9.5. Tabla resumen de VAN. Fuente: Elaboración propia



El VAN es positivo, por lo que el proyecto resulta rentable en las condiciones en que está planteado.

Tiene un tiempo de retorno de la inversión de 3,6 años, por lo cual, finalizando el año 3, empezará a generar ganancias.

#### 9.4.2 Tasa interna de Retorno- TIR

La TIR mide la tasa de interés que debería pagarse sobre el capital invertido para obtener el resultado del proyecto.

Tasa Interna de Retorno				
Período	Saldo a Tasa 0 [USD]	Coficiente	Saldo Propio [USD]	Saldo Acumulado [USD]
0	-3.054.435	1,000	-3.054.435	-3.054.435
1	-174.884	0,754	-131.820	-3.186.254
2	1.163.335	0,568	660.944	-2.525.310
3	1.233.883	0,428	528.401	-1.996.909
4	1.390.247	0,323	448.758	-1.548.151
5	1.500.231	0,243	365.013	-1.183.138
6	1.619.605	0,183	297.022	-886.116
7	1.745.090	0,138	241.228	-644.888
8	1.877.099	0,104	195.581	-449.307
9	2.029.119	0,079	159.359	-289.948
10	4.898.019	0,059	289.948	0
<b>TIR</b>	<b>33%</b>			

Tabla 9.6. Tasa Interna de Retorno (TIR). Fuente: Elaboración propia

### 9.5 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO SOBRE CAPITAL PROPIO

#### 9.5.1 Valor Actual Neto sobre capital propio

El VAN sobre capital propio se calcula de la misma forma que la planteada para el VAN total, pero en este caso se tiene en cuenta solo el capital aportado por los socios.



Valor Actual Neto sobre Capital Propio				
Ejercicio	Inversión Capital Propio [USD]	Saldo Propio [USD]	Saldo del Período [USD]	Saldo Acumulado [USD]
0	1.897.980	0	-1.897.980	-1.897.980
1	1.076.982	1.210.152	133.170	-1.764.810
2	0	862.198	862.198	-902.612
3	0	953.323	953.323	50.711
4	0	1.130.266	1.130.266	1.180.977
5	0	1.260.828	1.260.828	2.441.805
6	0	1.400.780	1.400.780	3.842.585
7	0	1.546.843	1.546.843	5.389.429
8	0	1.699.431	1.699.431	7.088.860
9	0	1.872.029	1.872.029	8.960.889
10	-2.621.356	2.053.259	4.674.616	13.635.504
<b>Total</b>			<b>13.635.504</b>	<b>13.635.504</b>

Tabla 9.7. VAN sobre capital propio. Fuente: Elaboración propia

<b>VAN</b>	13.635.504	USD
<b>Tasa de Rentabilidad</b>	458	%
<b>Fecha de Retorno</b>	2,9	años
	35,36	meses

Tabla 9.8. Tabla resumen de VAN sobre capital propio. Fuente: Elaboración propia

### 9.5.2 Tasa Interna de Retorno sobre capital propio- TOR

La TOR se calcula como la TIR, pero aplicado solo al capital propio.



Tasa Interna de Retorno sobre Capital Propio				
Período	Saldo a Tasa 0 [USD]	Coefficiente	Saldo Propio [USD]	Saldo Acumulado [USD]
0	-1.897.980	1,000	-1.897.980	-1.897.980
1	133.170	0,698	92.942	-1.805.038
2	862.198	0,487	419.971	-1.385.067
3	953.323	0,340	324.085	-1.060.982
4	1.130.266	0,237	268.167	-792.816
5	1.260.828	0,166	208.779	-584.037
6	1.400.780	0,116	161.885	-422.152
7	1.546.843	0,081	124.764	-297.388
8	1.699.431	0,056	95.665	-201.723
9	1.872.029	0,039	73.547	-128.176
10	4.674.616	0,027	128.176	0
<b>TOR</b>	<b>43%</b>			

Tabla 9.9. TOR sobre capital propio. Fuente: Elaboración propia

## 9.6 RELACIÓN ENTRE LA INVERSIÓN PROPIA Y LA INVERSIÓN TOTAL

La relación permite conocer la conveniencia o no de realizar la inversión con crédito o con capital propio. Si la rentabilidad sobre el capital propio es mayor que la rentabilidad sobre inversión total es conveniente tomar créditos, si es al revés la situación es inversa.

Para determinar este efecto se calcula el índice llamado efecto palanca.

$$\text{Efecto Palanca [EP]} = \frac{\text{TOR}}{\text{TIR}}$$

Análisis económico	
VAN [USD]	14.227.311
VAN propio [USD]	13.635.504
TIR	33%
TOR	43%
<b>Efecto palanca</b>	<b>1,32</b>

Tabla 9.10. Análisis económico. Fuente: Elaboración propia

El valor obtenido es mayor a 1, por lo que es conveniente contraer el crédito. Esto implica que la empresa está apalancada y que el rendimiento del capital propio aumenta gracias al financiamiento. Por lo cual, el proyecto es rentable.



Capítulo 10

# Conclusiones



## 10. CONCLUSIONES

### 10.1 FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Este proyecto propone la valorización de un residuo agroindustrial abundante en la región norte del país: el bagazo de caña de azúcar. A partir de esta materia prima, se desarrolla un proceso que permite la obtención de celulosa microcristalina, un producto intermedio de alta demanda en las industrias alimenticia y farmacéutica.

Actualmente, en Argentina no existe producción nacional de celulosa microcristalina, por lo que su comercialización depende exclusivamente de las importaciones. Esto representa una oportunidad para sustituir parte de esa demanda con un producto elaborado localmente, generando impacto positivo en términos de costos, logística y desarrollo regional.

La tecnología seleccionada permite un aprovechamiento integral del proceso, ya que algunos equipos se utilizan en distintas etapas, optimizando la inversión. El dimensionamiento contempla el aumento progresivo de la producción durante los próximos diez años, sin requerir nuevas adquisiciones de equipos ni ampliaciones significativas.

El proyecto garantiza la infraestructura adecuada, tecnología avanzada, cercanía a la materia prima y cumplimiento con los requisitos legales y sanitarios establecidos por las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). También se prevé una planta de tratamiento de efluentes, garantizando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Si bien la inversión inicial es significativa, el análisis económico demuestra que se logra recuperar en para el tercer año de operación, reflejando la alta rentabilidad del proyecto. El índice de efecto palanca superior a 1 indica que el financiamiento externo es conveniente y mejora los indicadores de rentabilidad.

En resumen, el proyecto es técnica, económica y ambientalmente viable, con potencial de crecimiento y fuerte impacto en el desarrollo productivo regional.



## *10.2 CONCLUSIONES PERSONALES*

A lo largo de la realización de este proyecto final, tomé verdadera dimensión de cuánto aprendí durante estos años de carrera. Cada capítulo fue un nuevo desafío, y al enfrentarlo sola, me encontré constantemente poniendo a prueba no solo mis conocimientos técnicos, sino también mi organización, mi constancia y mi capacidad de tomar decisiones. Lo que al principio parecía una tarea inmensa e inabarcable, se fue transformando en una experiencia de construcción, donde pude conectar todo lo aprendido en materias tan distintas y ver cómo se integran en un proyecto real.

Recuerdo los inicios de la carrera: los nervios antes de los primeros parciales, la incertidumbre constante, las preguntas sin respuesta. Con el tiempo, fui encontrando seguridad en la búsqueda, en preguntar, en equivocarme y volver a empezar. Este proyecto también me hizo volver a herramientas que tenía olvidadas, investigar a fondo, y sostener el compromiso incluso en los momentos en que el cansancio era mucho.

Diseñar una planta que valore un residuo local y transformarlo en un insumo útil para la industria fue también una forma de confirmar el tipo de ingeniera que quiero ser. Entendí, que ser Ingeniera Química, no es solo dominar cálculos y entender procesos. Es también tener la capacidad de mirar el entorno, ver oportunidades donde otros ven desechos y tener el criterio para transformar una idea en algo concreto, útil y posible.

Este trabajo me ayudó a fortalecer mis capacidades técnicas, pero también me enseñó a confiar más en mí misma. No fue fácil, pero valió la pena. Hoy miro para atrás y no solo veo un documento terminado: veo el camino recorrido, los días de trabajo silencioso, los cambios de enfoque, las pequeñas victorias, y sobre todo, el aprendizaje constante.

Estoy profundamente agradecida a quienes me acompañaron durante este camino: mis docentes, mi familia, mis compañeros de cursada, y a quienes me alentaron cuando más lo necesitaba.



# Bibliografía



## BIBLIOGRAFIA

- Aberturas Torri. (s. f.). Puertas de aluminio. <https://www.aberturastorri.com.ar/categoria-producto/aberturas/puertas/puertas-de-aluminio/>
- Aceros Lomas. (s. f.). Catálogo de productos. <https://www.mercadolibre.com.ar/pagina/aceroslomas4301>
- Aditivos alimentarios. (s. f.). *Aditivos alimentarios*. <https://www.aditivos-alimentarios.com/>
- Agrofy News. (2022, marzo). Azúcar en Argentina: ¿Quién es quién en un negocio que genera más de 1000 millones de dólares cada año? <https://news.agrofy.com.ar/noticia/198451/azucar-argentina-quien-es-quien-negocio-que-genera-mas-1000-millones-dolares-cada-ano>
- Agrofy. (s. f.). Tanques de agua y combustible. <https://www.agrofy.com.ar/tanques-de-agua-combustible>
- Aguas del Tucumán. (2025, abril). Cuadro tarifario. <https://www.aguasdeltucuman.com.ar/media/attachments/2025/04/23/resersept-0442-25-cuadro-tarifario-con-costos-a-dic-2024-1.pdf>
- Aguilar Arzinc. (s. f.). Nuestros productos. <https://www.aguilar-arzinc.com/nuestrosProductos.php>
- Alibaba. (s. f.). Resultados de búsqueda: celulosa microcristalina. [https://spanish.alibaba.com/trade/search?spm=a2700.details.pageModule\\_fy23\\_pc\\_search\\_bar.associationItem\\_pos\\_1&tab=all&SearchText=celulosa+microcristalina&has4Tab=true](https://spanish.alibaba.com/trade/search?spm=a2700.details.pageModule_fy23_pc_search_bar.associationItem_pos_1&tab=all&SearchText=celulosa+microcristalina&has4Tab=true)
- Ampco Pumps. (s. f.). Serie ZP1. <https://www.ampcopumps.com/es/zp1-series/>
- Aquinas, U. d. (s. f.). *Carreras de grado y postgrado*. <https://www.unsta.edu.ar/grado-posgrado/>
- Argentina.gob.ar. (s. f.). Créditos para la adquisición de maquinarias nacionales del Banco de la Nación Argentina (BNA). *Argentina.gob.ar*. <https://www.argentina.gob.ar/servicio/creditos-para-la-adquisicion-de-maquinarias-nacionales-del-banco-de-la-nacion-argentina-bna>



- 
- Argentina.gob.ar. (s. f.). Normas de seguridad FA 8106. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/fa\\_8106.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/fa_8106.pdf)
  - BAEL. (s. f.). Producto Star-X. <https://www.bael.com.ar/producto/star-x/>
  - Balcanes. (s. f.). Sistema de gestión de calidad. <https://balcanes.com.ar/calidad>
  - Biopack. (s. f.). Celulosa microcristalina purísima: Ficha técnica. [https://biopack.com.ar/ficha-especificaciones\\_2000171300\\_celulosa-microcristalina-purisima](https://biopack.com.ar/ficha-especificaciones_2000171300_celulosa-microcristalina-purisima)
  - Bricher. (s. f.). Catálogo general. <https://bricher.com.ar/catalogos/>
  - Casa Jonas. (s. f.). Ropa de trabajo superior – Seguridad industrial. <https://www.casajonas.com.ar/categoria/74/seguridad-industrial/ropa-de-trabajo-superior>
  - Casals. (s. f.). Catálogo de ventiladores industriales. [https://www.casals.com/assets/uploads/cat\\_pdf/ccf5d-casals-industrial-fans-catalogue.pdf](https://www.casals.com/assets/uploads/cat_pdf/ccf5d-casals-industrial-fans-catalogue.pdf)
  - Centro Azucarero Argentino. (2020). Estadísticas–Producción de azúcar. *Centro Azucarero Argentino*. <https://centroazucarero.com.ar/produccion-de-azucar-2010-2019>
  - Centro Azucarero Argentino. (s. f.). Producción en el país. *Centro Azucarero Argentino*. <https://centroazucarero.com.ar/produccion/>
  - CEUPE. (s. f.). La deshidratación de los alimentos. <https://www.ceupe.com/blog/la-deshidratacion-de-los-alimentos.html>
  - CONICET. (s. f.). Publicación científica sobre secado. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/246225?show=full>
  - Economía Social. (2018, junio). *Informes de cadenas de valor* (Cadenas de valor – Azúcar). Gobierno de Argentina. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro\\_cadenas\\_de\\_valor\\_azucar.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_azucar.pdf)
  - EDESA (Energía de Salta S.A.). (s. f.). Portal de información. <https://www.edetsa.com/info/pwa>
  - Evalee 2018. (s. f.). Copper Sulfate Separator – Pusher Centrifuge. <https://evalee2018.en.made-in-china.com/product/bJzrqjUyrOVh>



- Expertos, I. d. (s. f.). *Mercado global de celulosa – por fuente, tipo y uso final*. <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-celulosa>
- Favrin SRL. (s. f.). Túnel de lavado de frutas y verduras. <https://www.favrinsrl.com/es/catalogo-productos/maquinas-hortofructicolas/tunel-lavado-fruta-verdura>
- Fivemen. (s. f.). Separador centrífugo de discos. <https://fivemen.en.made-in-china.com/product/xdKQMRzbYUcr/China-Disc-Stack-Solid-Centrifuge-Separator-Beer-Centrifuge.html>
- Foeth. (s. f.). Secadores de bandejas. <https://www.foeth.com/es/secadores/secadores-de-bandejas/>
- Food Dehydrator Sales. (s. f.). Catálogo de deshidratadores. <https://www.fooddehydratorsales.com/es/tags-50898>
- Fristam. (2020). Centrifugal brochure 2020. [https://www.fristam.com/wp-content/uploads/2022/11/Centrifugal\\_Brochure\\_2020.pdf](https://www.fristam.com/wp-content/uploads/2022/11/Centrifugal_Brochure_2020.pdf)
- Fristam. (2023). Accordion Pages General 2023. <https://www.fristam.com/wp-content/uploads/2024/05/Accordion-Pages-General-2023-1.pdf>
- Fritsch GmbH. (s. f.). Molino de bolas. <https://www.directindustry.es/prod/fritsch-gmbh-milling-and-sizing/product-15376-364938.html>
- GEM Dryers. (s. f.). Secadores de bandeja tipo lote. <https://www.gemdryers.com/es/products/secadores-de-bandeja-tipo-lote/>
- GMDIX. (s. f.). Reactor industrial. <https://gmdix.com/producto/reactor/>
- Gobierno de Jujuy. (s. f.). Ley 5670. <http://www.produccion.jujuy.gob.ar/wp-content/uploads/2023/05/Pcia-Jujuy-Ley-5670.pdf>
- Gobierno de Salta. (s. f.). Ley 7622. <https://boletinoficialsalta.gob.ar/instrumento.php?cXdlcnR5dGFibGE9THw3NjIycXdlcnR5>
- Google Maps. (s. f.). <https://www.google.com/maps>
- Grundfos. (s. f.). CR/CRN Series Pump Curves – 50 Hz. [https://www.egm-llc.com/pdfs/iomanuals/grundfos\\_crcrn\\_series\\_pump\\_curves\\_info\\_50hz.pdf](https://www.egm-llc.com/pdfs/iomanuals/grundfos_crcrn_series_pump_curves_info_50hz.pdf)
- Grupo Acura. (s. f.). Reactores industriales. <https://grupoacura.com/es/blog/reactores-industriales/>



- 
- INDEC. (2022). *Consultas del comercio exterior de bienes*. [https://comex.indec.gob.ar/?\\_ga=2.194342318.202406654.1683094420-1212773645.1682775192#/](https://comex.indec.gob.ar/?_ga=2.194342318.202406654.1683094420-1212773645.1682775192#/)
  - Informe de masa y energía para un proceso: modelo de obtención de celulosa microcristalina. (2017). INTI. <http://www-biblio.inti.gob.ar/trabinti/TecnoINTI2017-201.pdf>
  - Ingesir. (s. f.). Máquinas industriales. <https://ingesir.com.ar/maquina.php?id=22>
  - Intelligence, M. (s. f.). *Mercado de celulosa microcristalina: crecimiento, tendencias, impacto de COVID-19 y pronósticos (2023–2028)*. Mordor Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/microcrystalline-cellulose-market>
  - Jiménez, A. (s. f.). Diseño de procesos en ingeniería química. <https://thunderbooks.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/05/disenodprocesos-en-ing-quimica-arturojimenez.pdf>
  - Jinpeng Minería. (s. f.). Molino de bolas de desbordamiento húmedo. <https://jinpengmineria.com/product/content/Molino-de-bolas-de-desbordamiento-h%C3%BAmedo-62.html>
  - Jujuy, M. d. (s. f.). Caña de azúcar. <http://dipec.jujuy.gob.ar/indicadores-economicos/agropecuario/cana-de-azucar/>
  - Kaiquan. (s. f.). Tanque de mezcla con calefacción eléctrica. [https://es.made-in-china.com/co\\_sh-kaiquan/product\\_Stainless-Steel-Electric-Heating-Mixing-Tank-for-Food-Industry\\_rhohnrygg.html](https://es.made-in-china.com/co_sh-kaiquan/product_Stainless-Steel-Electric-Heating-Mixing-Tank-for-Food-Industry_rhohnrygg.html)
  - Leabon Machinery. (s. f.). Prensa de filtro de membrana automática. <https://leabonmachinery.en.made-in-china.com/product/YSFmBqkrZDUW/China-Prensa-De-Filtro-De-Membrana-Autom.html>
  - Lili Equipment. (s. f.). Reactor de acero inoxidable para procesamiento químico. [https://es.made-in-china.com/co\\_liliequipment/product\\_Large-Capacity-Stainless-Steel-Pressure-Reactor-for-Chemical-Processing\\_rrusshg.html](https://es.made-in-china.com/co_liliequipment/product_Large-Capacity-Stainless-Steel-Pressure-Reactor-for-Chemical-Processing_rrusshg.html)
-



- Listado de Parques Industriales. (s. f.). <https://parquesindustriales.com.ar/listado-parques>
- Luz Desing. (s. f.). Luminaria LED calle 150W Júpiter. <https://www.luzdesing.com.ar/productos/luminaria-led-luz-calle-150w-jupiter-alumbrado-publico-/9918>
- Luz Desing. (s. f.). Panel Plafón LED 60x60 – Marco negro. <https://www.luzdesing.com.ar/productos/panel-plafon-led-60x60-marco-negro-alta-potencia-luz-desing/12360>
- Made-in-China (MST Cooling). (s. f.). Counter flow water cooling tower. [https://es.made-in-china.com/co\\_mstcooling/product\\_High-Quality-Steel-Counter-Flow-Water-Cooling-Tower](https://es.made-in-china.com/co_mstcooling/product_High-Quality-Steel-Counter-Flow-Water-Cooling-Tower)
- Made-in-China (SXSTWT). (s. f.). RO Water Purification Plant. <https://sxstwt.en.made-in-china.com/product/HQspVOwCrucG>
- Map, T. (s. f.). Producto: 4823 "Papel, cartón, guata de celulosa y napa de fibra de celulosa, en tiras o en bobinas 'rollos'". [https://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS\\_Map.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c4823%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c3](https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS_Map.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c4823%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c3)
- Meranol. (s. f.). Productos químicos. <https://meranol.com.ar/productos/>
- Ministerio de Obras Públicas de Tucumán. (s. f.). Las ventajas de instalarse en un parque industrial. <http://cepilot.com.ar/las-ventajas-de-instalarse-en-un-parque-industrial/>
- Mixing Process. (s. f.). Tanques y reactores. <https://mixing-process.com/tanques-y-reactores/>
- Mordor Intelligence. (s. f.). Mercado de celulosa microcristalina: crecimiento, tendencias, impacto de COVID-19 y pronósticos (2023–2028). <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/microcrystalline-cellulose-market>
- Municipalidad de San Miguel de Tucumán. (2021). Informe técnico. [http://www.sematurcuman.gob.ar/archivos\\_publicados/descarga/anio\\_carga\\_2021/iddocumento\\_445.pdf](http://www.sematurcuman.gob.ar/archivos_publicados/descarga/anio_carga_2021/iddocumento_445.pdf)

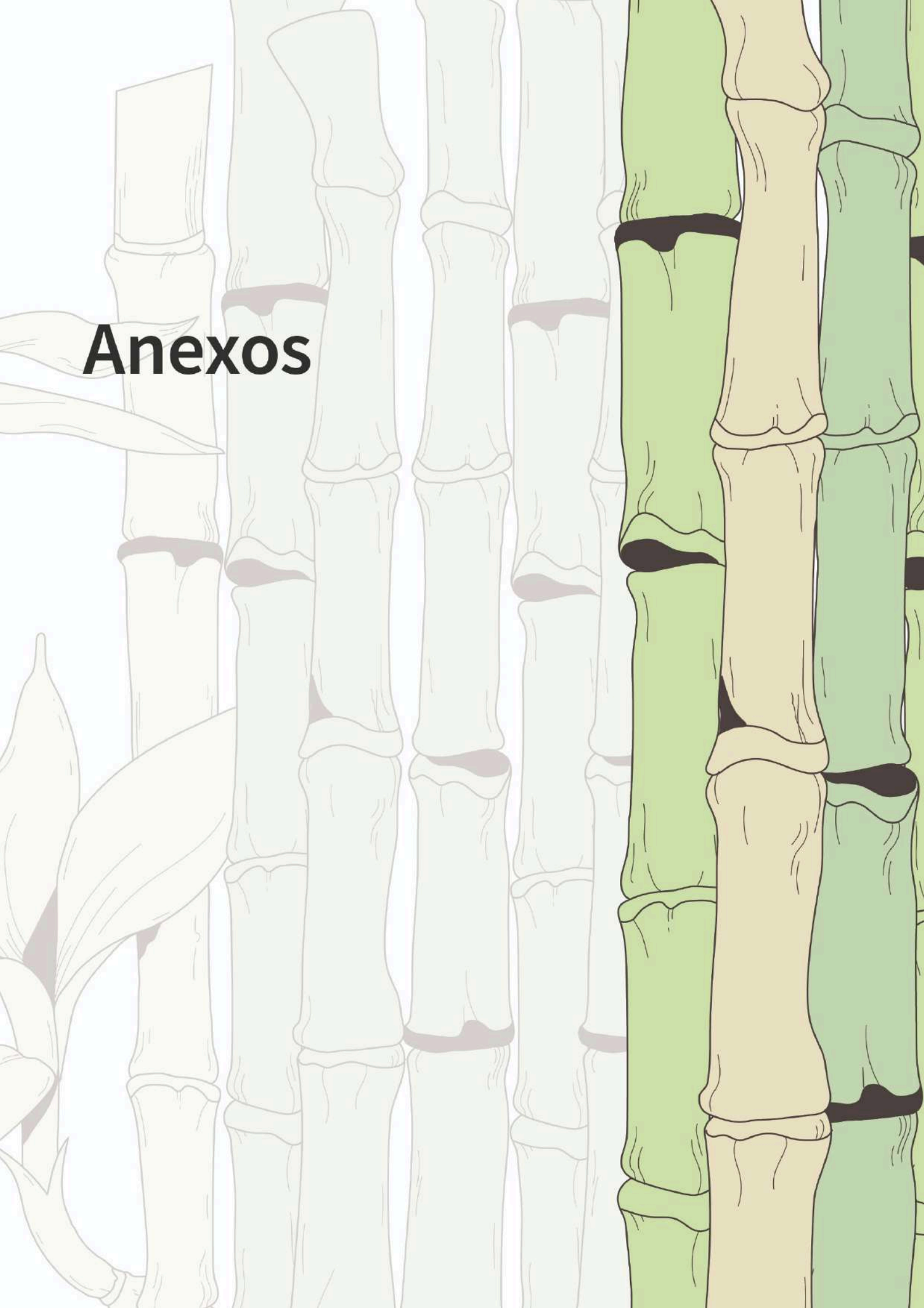


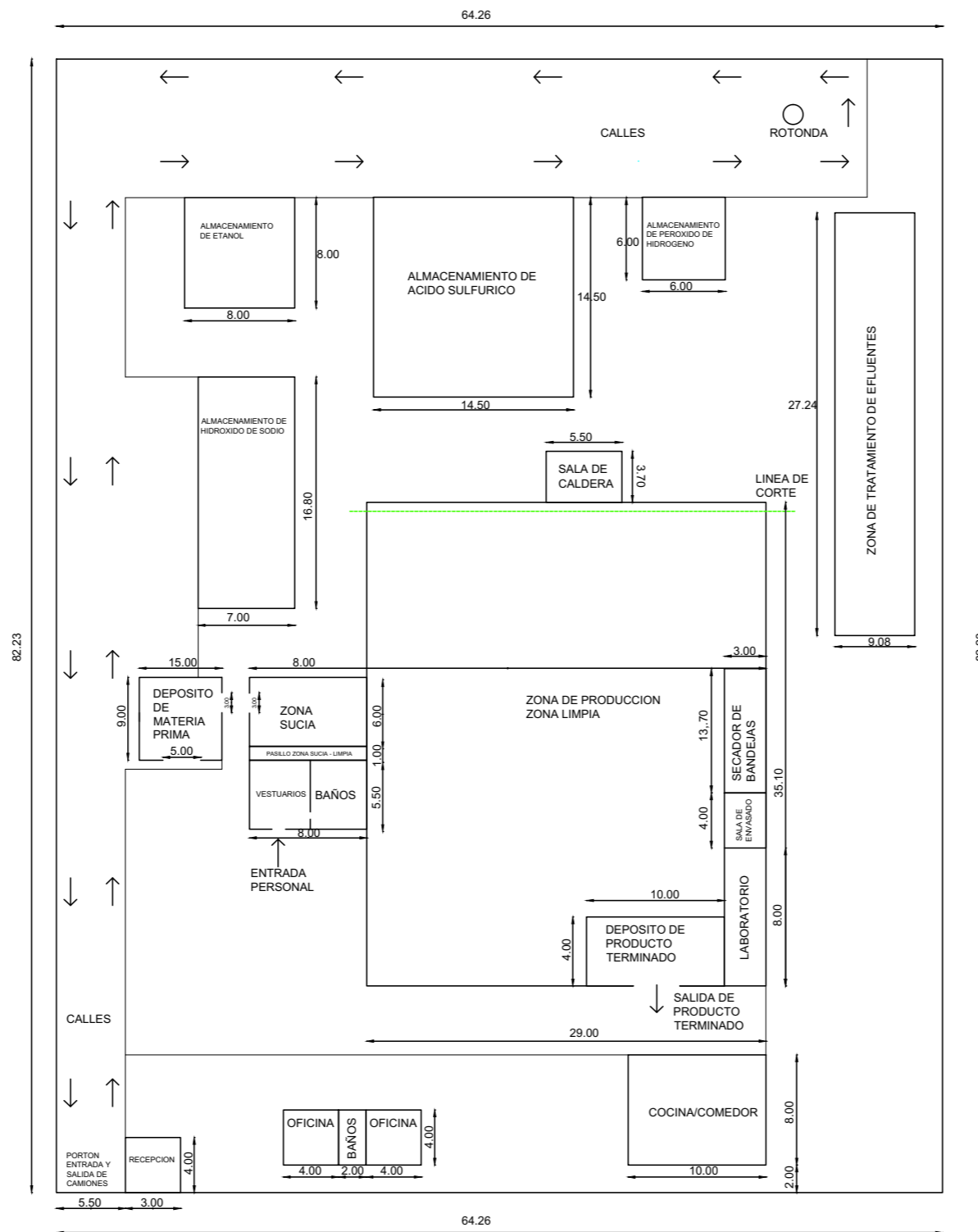
- Naturgy NOA. (2025, agosto). Cuadro tarifario de gas natural. [https://www.naturgynoa.com.ar/adjuntos/paginas/73/adjunto\\_73\\_20250804204132.pdf](https://www.naturgynoa.com.ar/adjuntos/paginas/73/adjunto_73_20250804204132.pdf)
- Papel, A. d. (2017, 3 de marzo). Producción ProYungas: Sobre la fabricación del papel en Argentina. <https://proyungas.org.ar/sobre-la-fabricacion-del-papel-en-argentina/>
- Parmaquim. (s. f.). Venta mayorista de productos químicos industriales. <https://parmaquim.com.ar/venta-mayorista-productos-quimicos-industriales/>
- Pramol Química. (s. f.). Catálogo de productos. <https://www.pramolquimica.com/productos/es>
- Pura Química. (s. f.). Lista de precios – Cosmética natural. <https://puraquimica.com.ar/lista-de-precios/minorista/COSMETICA-NATURAL.pdf>
- QuimiNet. (s. f.). Venta de bagazo de caña. <https://www.quiminet.com/productos/venta-de-bagazo-de-cana-152747101222/precios.htm>
- Randstad Argentina. (2025, julio). Reporte salarial. [https://www.randstad.com.ar/s3fs-media/ar/public/2025-06/Reporte%20Salarial%20julio%202025%20\\_%20Randstad%20Argentina.pdf](https://www.randstad.com.ar/s3fs-media/ar/public/2025-06/Reporte%20Salarial%20julio%202025%20_%20Randstad%20Argentina.pdf)
- Redalyc. (s. f.). Artículo sobre secado. <https://www.redalyc.org/pdf/864/86436107.pdf>
- Sanitarios Plásticos. (s. f.). Caño AC LUM X-Treme P-Q 75mm x 12. <https://www.sanitariosplasticos.com.ar/tubos-y-accesorios/tuberias/polipropileno/fusion/cano-ac-lum-x-treme-p-q-75mm-x-12->
- Seepex. (s. f.). BCF Flexrod Design – Food & Hygienic Pumps. <https://www.seepex.com/es-us/products/pumps/food-and-hygienic-pumps/bcf-flexrod-design>
- SIGMA. (s. f.). Catálogo clarificadores. <https://sigmadafclarifiers.com/wp-content/uploads/Catalogo-SIGMA-ES.pdf>



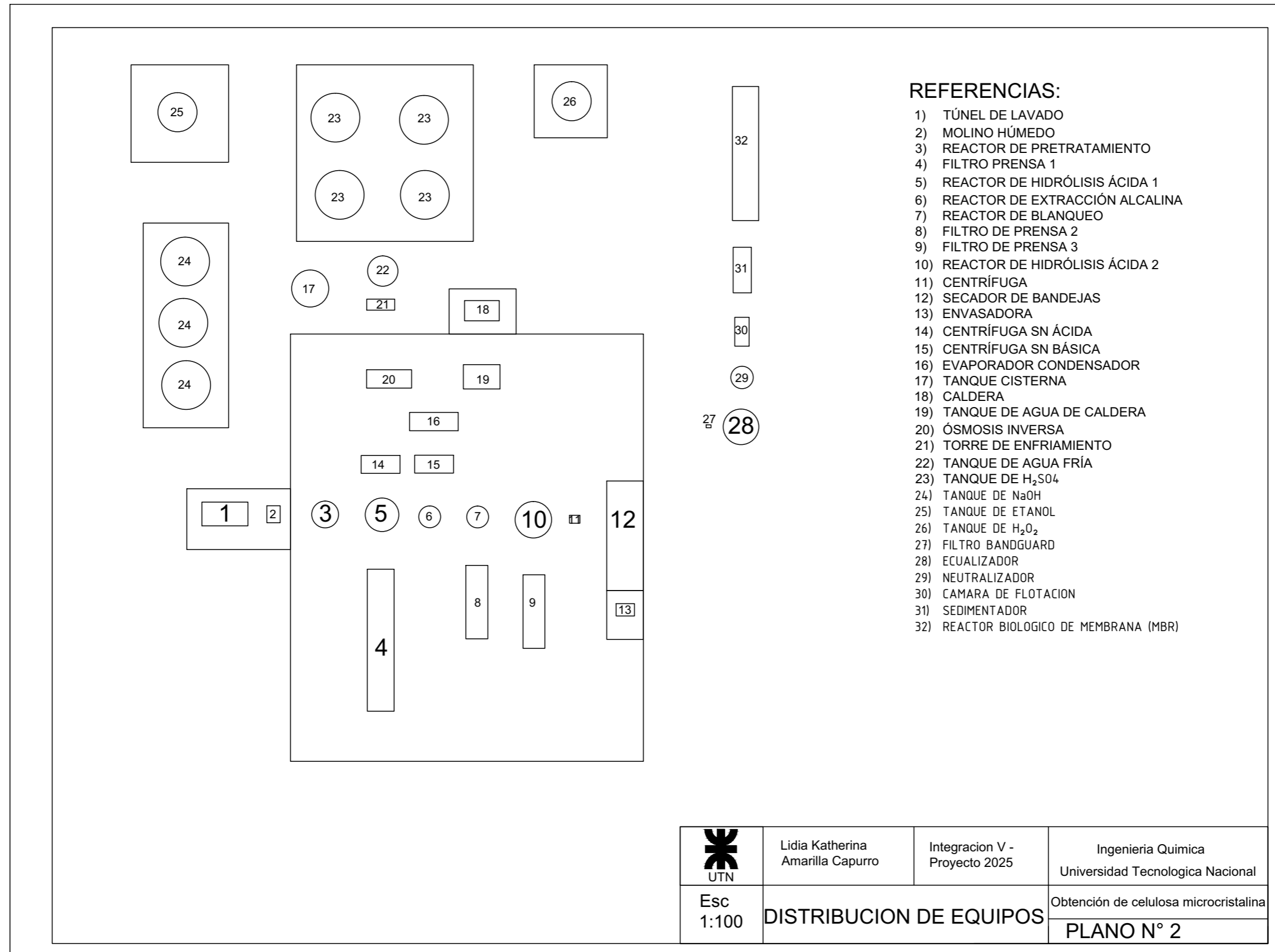
- 
- Spirac. (2022). Catálogo general. [https://www.spirac.com/sites/default/files/product\\_type\\_file/SPIRAC\\_product\\_catalogue\\_03\\_2022\\_v3\\_1.pdf](https://www.spirac.com/sites/default/files/product_type_file/SPIRAC_product_catalogue_03_2022_v3_1.pdf)
  - Spirax Sarco. (s. f.). Boiler Feedtank Systems. [https://content.spiraxsarco.com/-/media/spiraxsarco/international/documents/en/sb/boiler\\_feedtank\\_systems-sb-p401-01-en.ashx](https://content.spiraxsarco.com/-/media/spiraxsarco/international/documents/en/sb/boiler_feedtank_systems-sb-p401-01-en.ashx)
  - STIA. (2025, marzo). Escala salarial enero–abril 2025 – Art. 14 inc. i. <https://stia.org.ar/wp-content/uploads/2025/03/ESCALA-SALARIAL-enero-abril-25-art14-i.pdf>
  - Técnicos CBA. (2025, mayo). Valor de obra. <https://tecnicoscba.com.ar/wp-content/uploads/2025/05/Valor-Obra.pdf>
  - Thunderbooks. (s. f.). Operaciones líquido-sólido en ingeniería química. <https://thunderbooks.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/05/chemenghbk-ch18-liquid-solid-operations.pdf>
  - Universidad Nacional de Colombia. (2021). Investigación sobre secado. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79561/1004418510.2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
  - Universidad Nacional de Salta. (s. f.). Carreras de grado. <https://www.unsta.edu.ar/grado-posgrado/>
  - Universidad Nacional de Tucumán. (s. f.). Carreras de grado. <https://www.unt.edu.ar/expount/facultades-y-escuelas/>
  - Vibrotech. (s. f.). Sinfines transportadores. <https://vibrotech.com.ar/m/3/3/9/productos/transporte-y-alimentacion/sinfines-transportadores>
  - Wenzhou Jinbang Light Ind. Machinery Co., Ltd. (s. f.). Concentrator. <https://pdf.directindustry.es/pdf-en/wenzhou-jinbang-light-ind-machinery-co-ltd/concentrator/244841-1034006-2.html>
  - Zornada, C., Vargas, P., & Molina Tirado, L. (2017). Balance de masa y energía para un proceso. Modelo de obtención de celulosa microcristalina. *INTI*. <http://www-biblio.inti.gov.ar/trabinti/TecnoINTI2017-201.pdf>

# Anexos

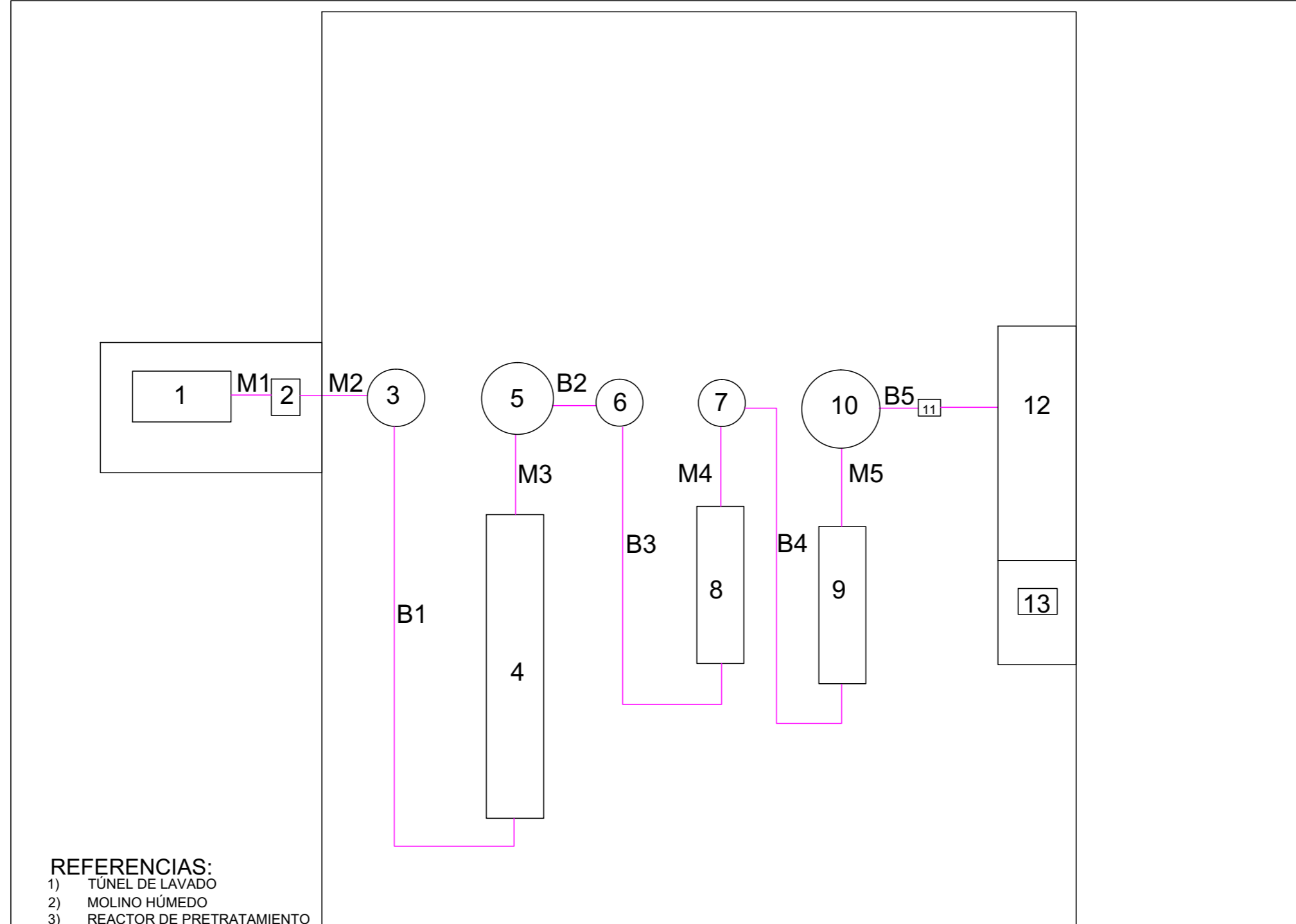




 Esc 1:100	Lidia Katherina Amarilla Capurro	Integración V - Proyecto 2025	Ingeniería Química Universidad Tecnológica Nacional
	<b>PLANIMETRIA</b>		Obtención de celulosa microcristalina <b>PLANO N° 1</b>



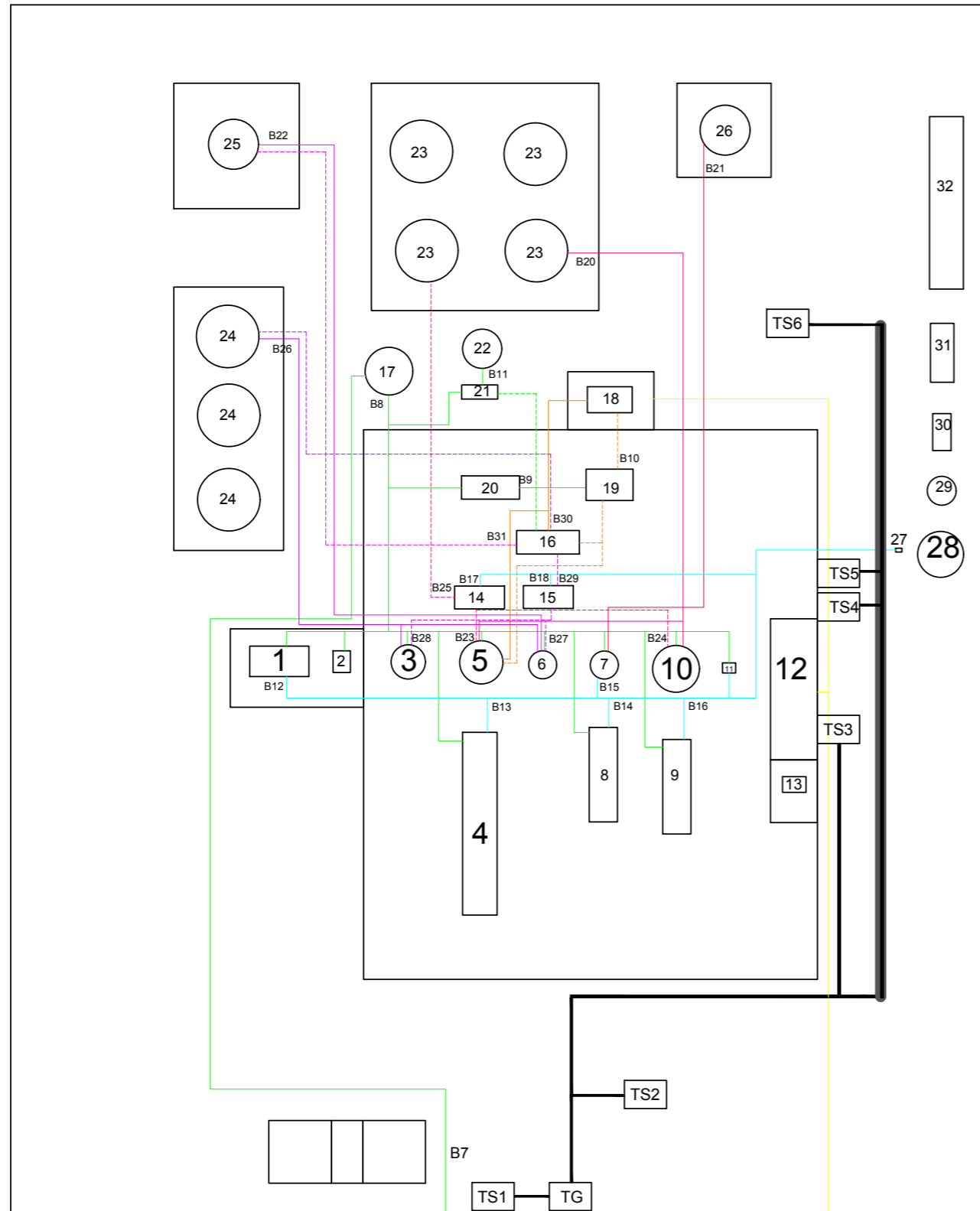
	Lidia Katherina Amarilla Capurro	Integracion V - Proyecto 2025	Ingeniería Química Universidad Tecnológica Nacional
Esc 1:100	<b>DISTRIBUCION DE EQUIPOS</b>		Obtención de celulosa microcristalina
			<b>PLANO N° 2</b>



**REFERENCIAS:**

- 1) TÚNEL DE LAVADO
- 2) MOLINO HÚMEDO
- 3) REACTOR DE PRETRATAMIENTO
- 4) FILTRO PRENSA 1
- 5) REACTOR DE HIDRÓLISIS ÁCIDA 1
- 6) REACTOR DE EXTRACCIÓN ALCALINA
- 7) REACTOR DE BLANQUEO
- 8) FILTRO DE PRENSA 2
- 9) FILTRO DE PRENSA 3
- 10) REACTOR DE HIDRÓLISIS ÁCIDA 2
- 11) CENTRÍFUGA
- 12) SECADOR DE BANDEJAS
- 13) ENVASADORA

	Lidia Katherina Amarilla Capurro	Integración V - Proyecto 2025	Ingeniería Química Universidad Tecnológica Nacional
Esc 1:50	DISTRIBUCIÓN DE CAÑERÍAS DE PROCESO		Obtención de celulosa microcristalina
			<b>PLANO N° 3</b>



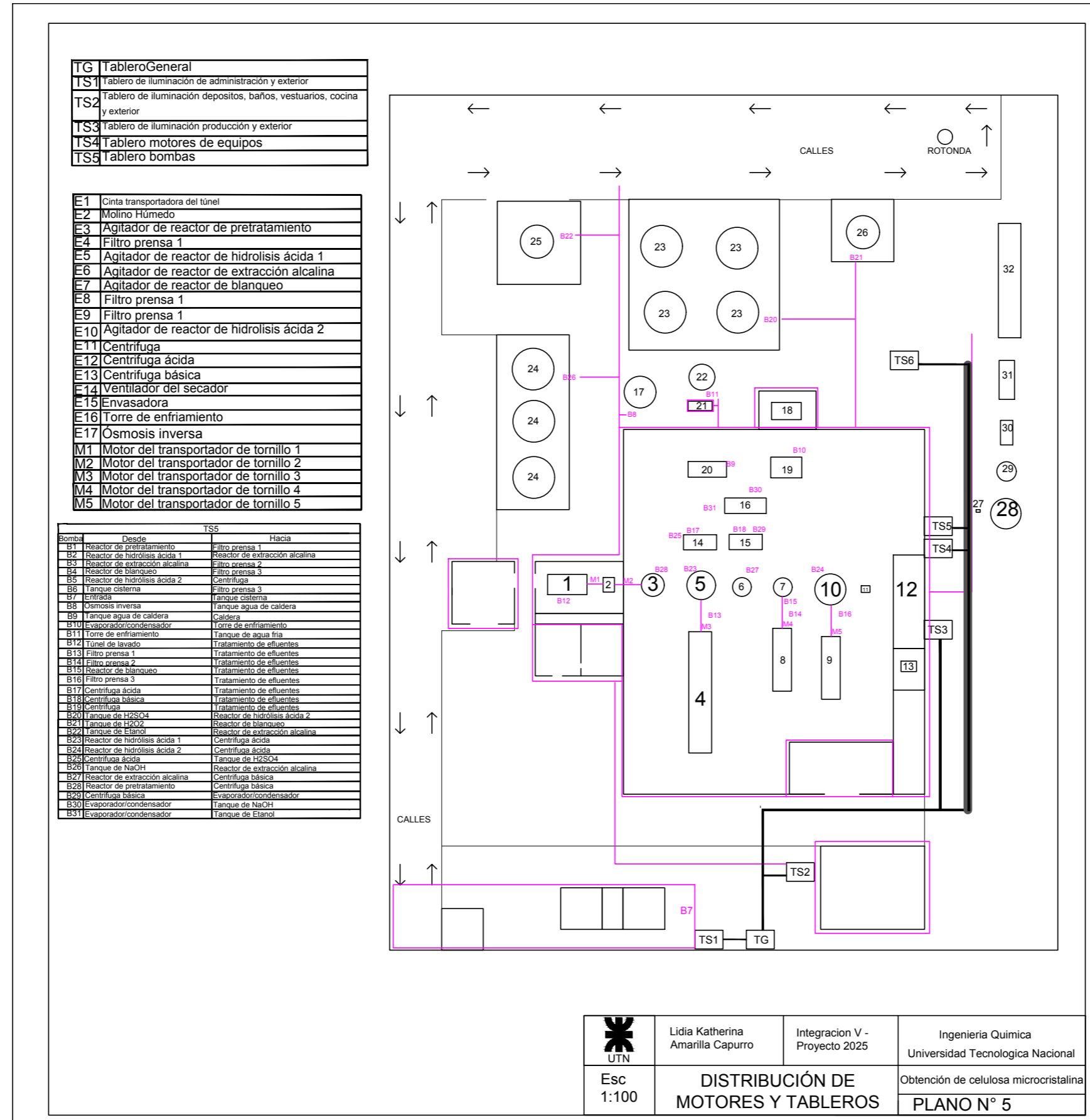
REFERENCIAS:

- 1) TÚNEL DE LAVADO
- 2) MOLINO HÚMEDO
- 3) REACTOR DE PRETRATAMIENTO
- 4) FILTRO PRENSA 1
- 5) REACTOR DE HIDRÓLISIS ÁCIDA 1
- 6) REACTOR DE EXTRACCIÓN ALCALINA
- 7) REACTOR DE BLANQUEO
- 8) FILTRO DE PRENSA 2
- 9) FILTRO DE PRENSA 3
- 10) REACTOR DE HIDRÓLISIS ÁCIDA 2
- 11) CENTRÍFUGA
- 12) SECADOR DE BANDEJAS
- 13) ENVASADORA
- 14) CENTRÍFUGA SN ÁCIDA
- 15) CENTRÍFUGA SN BÁSICA
- 16) EVAPORADOR CONDENSADOR
- 17) TANQUE CISTERNA
- 18) CALDERA
- 19) TANQUE DE AGUA DE CALDERA
- 20) ÓSMOSIS INVERSA
- 21) TORRE DE ENFRIAMIENTO
- 22) TANQUE DE AGUA FRÍA
- 23) TANQUE DE H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 24) TANQUE DE NaOH
- 25) TANQUE DE ETANOL
- 26) TANQUE DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- 27) FILTRO BANDGUARD
- 28) ECUALIZADOR
- 29) NEUTRALIZADOR
- 30) CAMARA DE FLOTACION
- 31) SEDIMENTADOR
- 32) REACTOR BIOLÓGICO DE MEMBRANA (MBR)

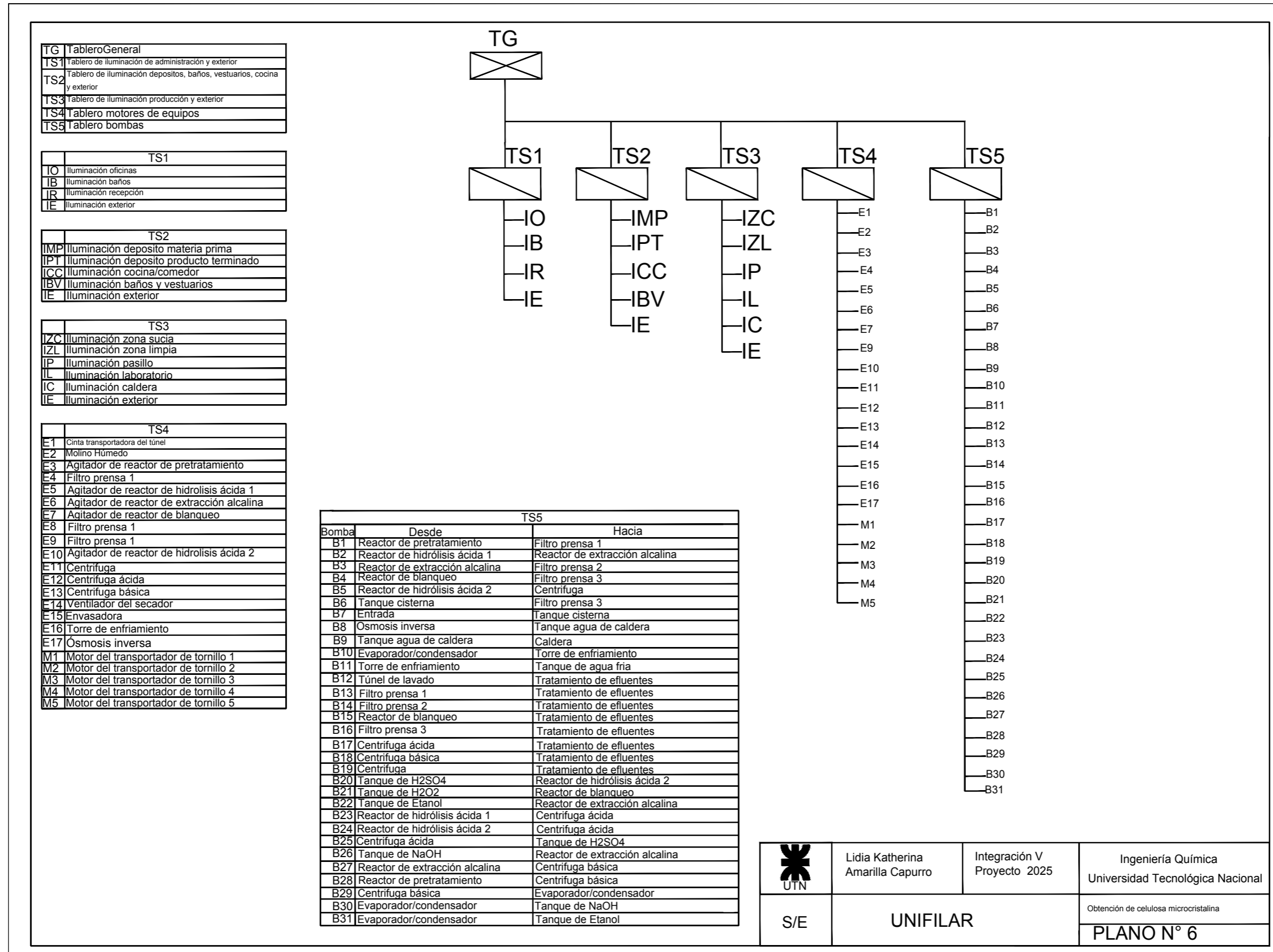
- AGUA
- RETORNO DE AGUA
- VAPOR
- RETORNO DE VAPOR
- EFLUENTE
- GAS NATURAL
- HIDROXIDO DE SODIO
- RETORNO DE HIDROXIDO DE SODIO
- ÁCIDO SULFÚRICO
- RETORNO ÁCIDO SULFÚRICO
- PERÓXIDO DE HIDRÓGENO
- ETANOL
- RETORNO ETANOL
- ELÉCTRICA GENERAL

TG	Tablero General
TS1	Tablero iluminación de administración y exterior
TS2	Tablero Iluminación depósitos, baños, vestuarios, cocina y exterior
TS3	Tablero iluminación producción y exterior
TS4	Tablero motores equipos
TS5	Tablero bombas

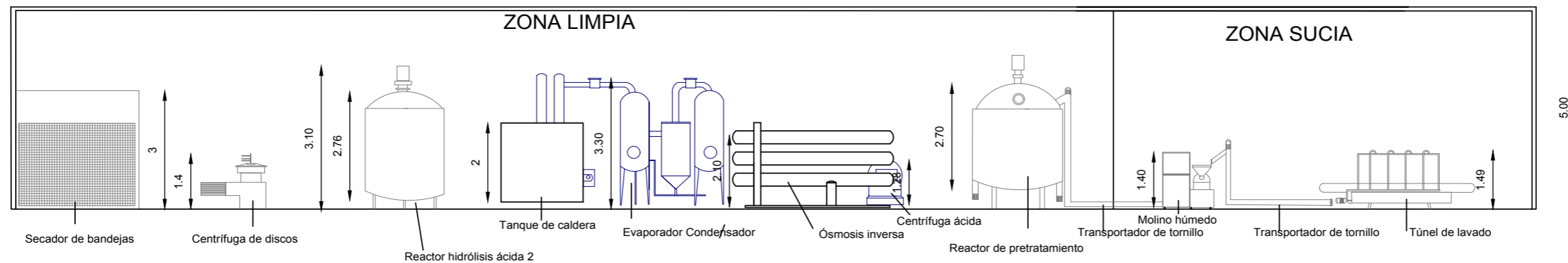
 Esc 1:100	Lidia Katherina Amarilla Capurro	Integración V - Proyecto 2025	Ingeniería Química Universidad Tecnológica Nacional
	<b>DISTRIBUCION DE CAÑERIAS DE SERVICIO</b>		Obtención de celulosa microcristalina <b>PLANO N° 4</b>




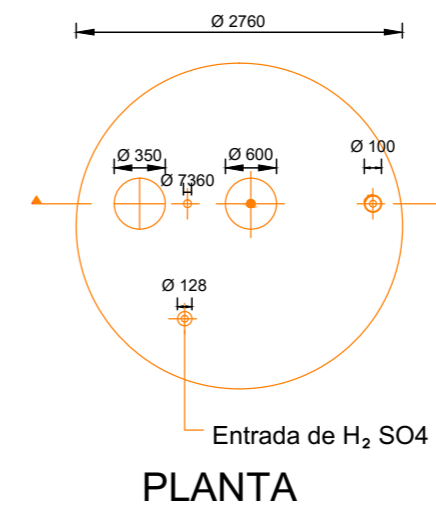
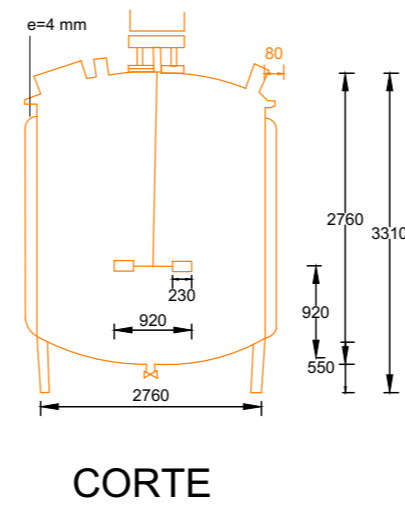
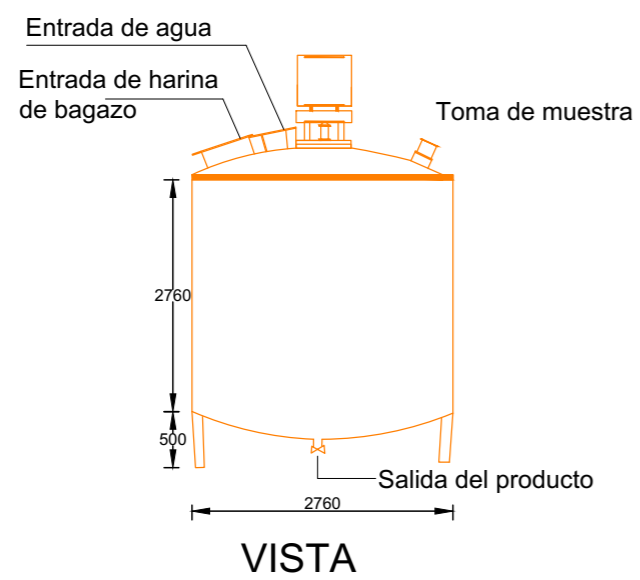
	Lidia Katherina Amarilla Capurro	Integración V - Proyecto 2025	Ingeniería Química Universidad Tecnológica Nacional
	Esc 1:100	DISTRIBUCIÓN DE MOTORES Y TABLEROS	
			Obtención de celulosa microcristalina PLANO N° 5




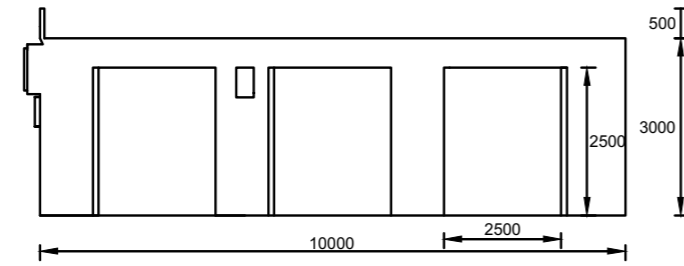
	Lidia Katherina Amarilla Capurro	Integración V Proyecto 2025	Ingeniería Química Universidad Tecnológica Nacional
S/E	UNIFILAR		Obtención de celulosa microcristalina
			PLANO N° 6



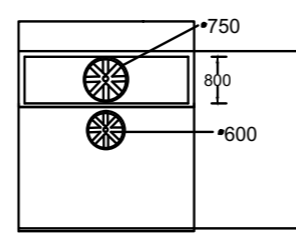
 UTN	Lidia Katherina Amarilla Capurro	Integracion V - Proyecto 2025	Ingenieria Quimica Universidad Tecnologica Nacional Facultad Regional Resistencia
Esc 1:100	<b>CORTE A-A'</b>		Obtención de celulosa microcristalina  <b>PLANO N° 7</b>



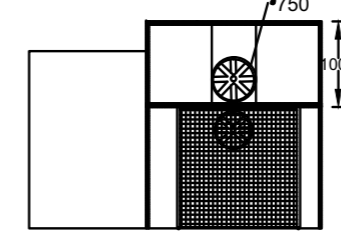
 UTN	Lidia Katherina Amarilla Capurro	Integracion V - Proyecto 2025	Ingenieria Quimica Universidad Tecnologica Nacional Facultad Regional Resistencia
	Esc 1:50	Reactor de Hidrolisis ácida 1	Obtención de celulosa microcristalina <b>PLANO N° 8</b>



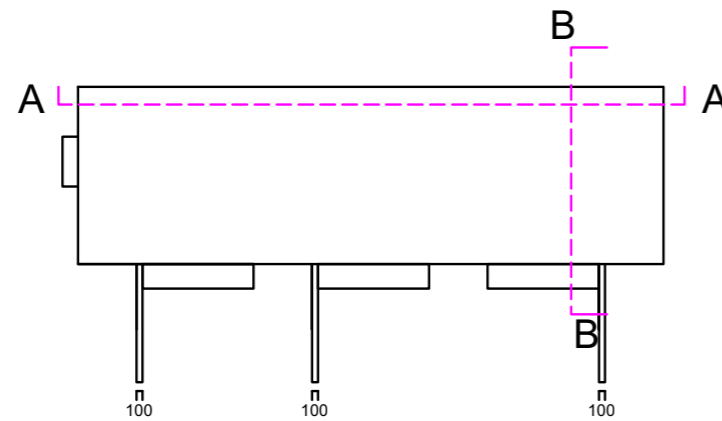
VISTA FRONTAL



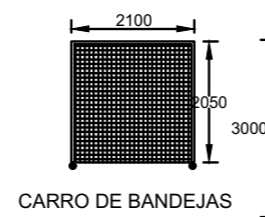
VISTA LATERAL



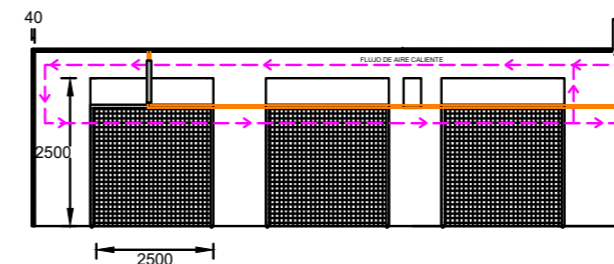
CORTE B-B



VISTA SUPERIOR



CARRO DE BANDEJAS



1. ENTRADA DE AIRE CALIENTE
2. SALIDA DE AIRE HUMEDO

 UTN	Lidia Katherina Amarilla Capurro	Integracion V - Proyecto 2025	Ingenieria Quimica Universidad Tecnologica Nacional Facultad Regional Resistencia
			Obtención de celulosa microcristalina <b>PLANO N° 9</b>

# Folletería



# EFL181

## 1800kg 4-Wheel Li-ion Counterbalance Forklift



- Compact 4 wheels 48V Li-ion battery truck designed around I/C implemented chassis
- Indoor and outdoor use thanks to the rainproof components and the high ground clearance
- Big diameter wheels to work in every environment
- Great ergonomic design with adjustable steering wheel and comfortable bucket seat
- Powerful AC traction motor
- 48V Li-ion battery grant efficiency, good autonomy and occasional charge
- Single phase integrated charger with 16A plug



Manufacturer			EP
Model designation			EFL181
Drive			Electric
Load capacity	Q	kg	1800
Load center distance	c	mm	500
Service weight		kg	3030
Retracted mast height	h1	mm	1995
Lift height	h3	mm	3000
Height, mast extended	h4	mm	4028
Length to face of forks	l2	mm	2015
Overall width	b1/b2	mm	1080
Fork dimensions	s/e/l	mm	40x100x920
Turning radius	Wa	mm	1920
Travel speed, laden/unladen		km/h	8.5/9
Lifting speed, laden/unladen		m/s	0.25/0.3
Lowering speed, laden/unladen		m/s	0.43/0.45
Max. gradeability, laden/unladen		%	10.5/15
Drive motor rating S2 60 min		kW	6
Battery voltage/nominal capacity		V/Ah	48/150

## FEATURE

### ■ On-board charger provides opportunity charging

Due to the usage of Li-Ion technology in combination with an onboard charger, the EFL181 is the most versatile truck you can find on the market. Plug it into any standard power outlet and the battery will be opportunity charged. No need for any external charging device. Just Plug&Play.



### ■ Compact size

The EFL181 is a very compact truck, while the legroom has been increased for better ergonomics.



### ■ Entry-level forklift

The EFL181 was designed as a universal forklift for the daily operation at few hours per day. The focus lies on the flexible operation, opportunity charging and worry-free technology of the truck at a great price point.



### ■ Trustworthy and mature components

EFL181 uses 10-year market tested components, which offers safety and reliability.

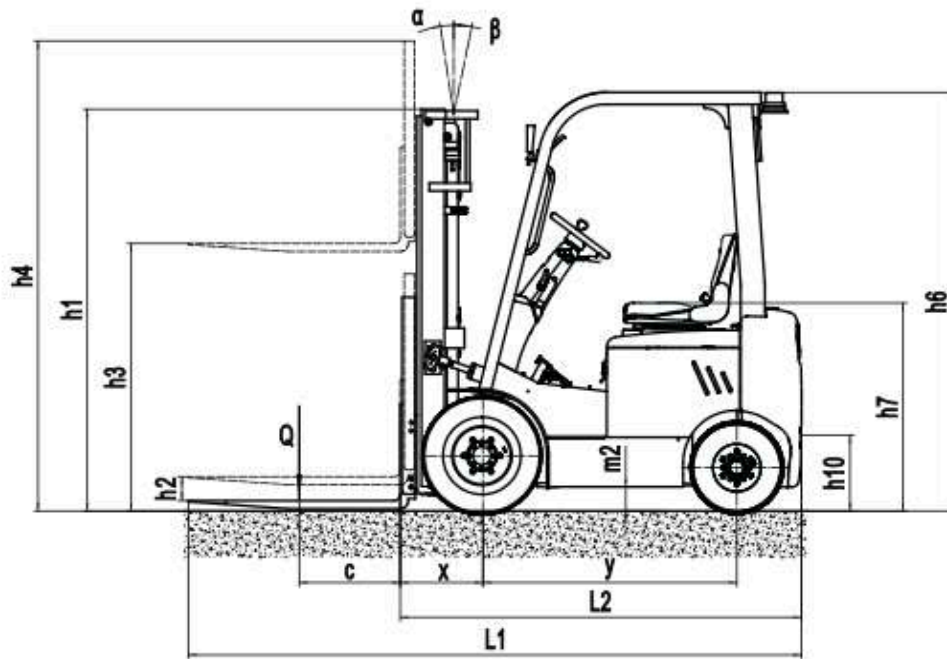
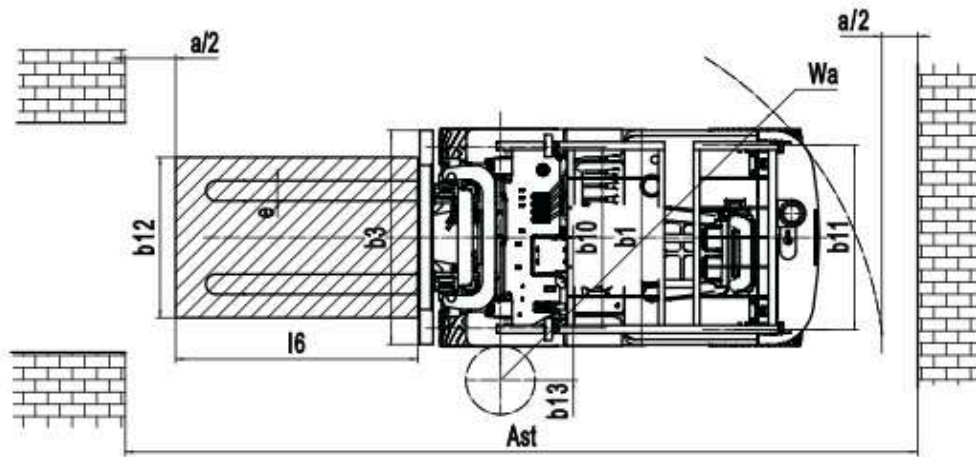


# Electric Forklift 1.8T

## EFL181

Distinguishing mark	1.1	Manufacturer			EP
	1.2	Model designation			EFL181
	1.3	Drive			Electric
	1.4	Operator type			Seated
	1.5	Load capacity	Q	kg	1800
	1.6	Load center distance	c	mm	500
	1.8	Load distance- centre of drive axle to fork	x	mm	405
	1.9	Wheelbase	y	mm	1260
	Service weight	2.1	Service weight		kg
2.2		Axle loading, laden front/rear		kg	4395/435
2.3		Axle loading, unladen front/rear		kg	1300/1730
Tyre & chassis	3.1	Tyre type			Solid rubber
	3.2	Tyre size, front			6.5-10
	3.3	Tyre size, rear			5.00-8
	3.5	Wheels, number front/rear (x=drive wheels)		mm	2x/ 2
	3.6	Tread width, front	b10	mm	905
	3.7	Tread width, rear	b11	mm	920
Dimensions	4.1	Tilt of mast/fork carriage forward/backward	$\alpha/\beta$	°	6/ 10
	4.2	Retracted mast height	h1	mm	1995
	4.3	Free lift	h2	mm	130
	4.4	Lift height	h3	mm	3000
	4.5	Height, mast extended	h4	mm	4028
	4.7	Height of overhead guard (cabin)	h6	mm	2080
	4.8	Seat height/standing height	h7	mm	1060
	4.12	Tow coupling height	h10	mm	370
	4.19	Overall length	l1	mm	2935
	4.20	Length to face of forks	l2	mm	2015
	4.21	Overall width	b1/b2	mm	1080
	4.22	Fork dimensions	s/e/l	mm	40×100×920
	4.23	A,B Fork carriage class/type A, B			2A
	4.24	Fork carriage width	b3	mm	1040
	4.31	Ground clearance, laden, below mast	m1	mm	115
	4.32	Ground clearance, center of wheelbase	m2	mm	120
	4.34.1	Aisle width for pallets 1000×1200 crossways	As1	mm	3525
	4.34.2	Aisle width for pallets 800×1200 crossways	As1	mm	3725
	4.35	Turning radius	Wa	mm	1920
Performance data	5.1	Travel speed, laden/unladen		km/h	8.5/9
	5.2	Lifting speed, laden/unladen		m/s	0.25/ 0.3
	5.3	Lowering speed, laden/unladen		m/s	0.43/ 0.45
	5.5	Drawbar pull, laden/unladen		N	—
	5.6	Max. drawbar pull, laden/unladen		N	10000
	5.8	Max. gradeability, laden/unladen		%	10.5/15
	5.10	Service brake			Hydraulic
	5.11	Parking brake			Mechanical
Electric engine	6.1	Drive motor rating S2 60 min		kW	6
	6.2	Lift motor rating at S3 15%		kW	7.5
	6.4	Battery voltage/nominal capacity		V/Ah	48/150
	6.5	Battery weight		kg	115
	Additional data	8.1	Type of drive control		
10.5		Steering design			Hydraulic
10.7		Sound pressure level at the driver's ear		dB(A)	70

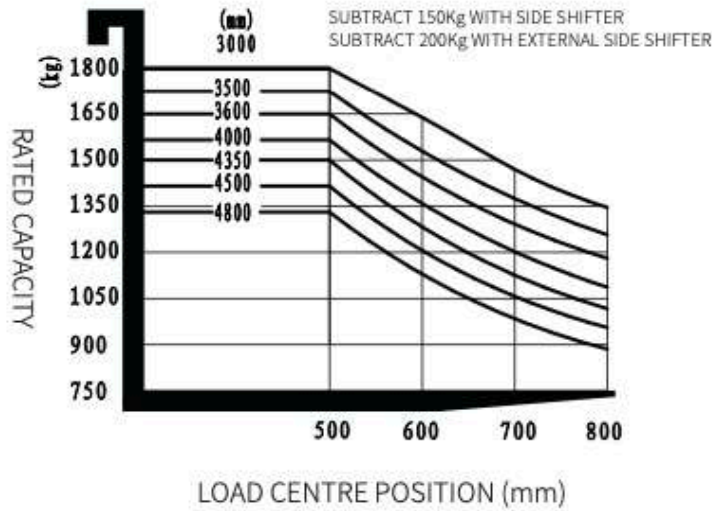
If there are improvements of technical parameters or configurations, no further notice will be given.  
The diagram shown may contain non-standard configurations.



## Mast option:

Mast types	Lift height ( $h3$ )	Height, Mast			Height, Free lift( $h2$ )	
		Height, mast lowered( $h1$ )	Height, mast extended( $h4$ )		No shelving	With shelving
	No shelving		With shelving	mm		
2-Standard Mast	2500	1745	2985	3528	130	130
	2700	1845	3185	3728	130	130
	3000	1995	3485	4028	130	130
	3300	2145	3785	4328	130	130
	3600	2295	4085	4628	130	130
2-Free Mast	2500	1778	2985	3528	1293	750
	2700	1878	3185	3728	1393	850
	3000	2028	3485	4028	1543	1000
	3300	2178	3785	4328	1693	1150
3-Free Mast	4350	2000	4844	5378	1506	972
	4500	2050	4994	5528	1556	1022
	4800	2150	5294	5828	1656	1122

## RATED CAPACITIES AND LOAD CENTERS GRAPH



## Option:

No.	Optional Items	EFL181
1.1	Fork dimension	●100*40*920○100*40*1070○100*40*1100○100*40*1150 ○100*40*1220○100*40*1370○100*40*1520○100*40*1800
1.4	Fork carriage width	●1068mm○Yes and can be customized
1.5	Fork carriage height	●1028mm○Yes and can be customized
2.5	Front wheel material	●solid○Pneumatic○Non-marking tires
2.6	Rear wheel material	●solid○Pneumatic○Non-marking tires
2.7	Battery capacity	●48V150AH○48V205AH
2.8	Charger	●48V50A○48V30A
2.10	Seat type	●TOYOTA○Suspension
2.11	Attachments	●No○Built-in sideshifter○External shifter○Adjustable fork
2.13	Traction pin	●Yes
3.5	Front lamp	●LED
3.6	Rear lamp	●NO○LED
3.7	Warning lamp	●Yes
3.8	Steering lamp	●Yes
3.9	Blue lamp	●NO○Yes and not customized
3.10	Area warning lamp	●NO○Yes and not customized
3.11	Rearview mirror	●One Rearview mirror○Two Rearview mirror
3.12	Hummer	●Yes
3.15	Fire extinguisher	●NO○Yes and not customized
3.17	OPS system	●NO○Yes and not customized
3.23	Remote monitoring	●NO○Yes and not customized
4.3	Cabin	●NO○Semi-enclosed cab, front wiper, after wiper, With electric fan

Note: ●Standard ○ Optional - Inconformity

**SEEPEX.**  
ALL THINGS FLOW

# **INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD SCT SMART CONVEYING TECHNOLOGY**



**SCT**

# EXPLICADA EN UN INSTANTE.

**Smart Conveying Technology (SCT) es sinónimo de mantenimiento más rápido, periodos de inactividad considerablemente más breves y costes de ciclo de vida reducidos. Este exclusivo producto de SEEPEX ya ha sido galardonado en varias ocasiones y está patentado internacionalmente.**

El principio de diseño de esta tecnología inteligente: El Smart Stator está dividido en dos partes de manera que una sola persona puede realizar el mantenimiento de manera sencilla y sin necesidad de retirar las tuberías de succión o de descarga. Además, el Smart Rotor de dos piezas permite el desmontaje y la sustitución sin tener que desensamblar la articulación o utilizar herramientas especiales, ahorrando tiempo y dinero. El resultado: Mantenimiento en el menor tiempo posible y, como consecuencia, periodos de inactividad menores y mejora de la productividad.

Otro elemento destacable del diseño es el dispositivo de retensado integrado que permite ajustar la sujeción entre el rotor y el estator para obtener un flujo óptimo y reajustarla cuando el caudal se reduzca a causa del desgaste. El reajuste requiere unos pocos minutos y devuelve el rendimiento de la bomba al nivel requerido sin necesidad de sustituir ningún componente. Por tanto, la vida útil del rotor y el estator se amplía considerablemente eliminando la necesidad de sustituir piezas y reduciendo los costes de ciclo de vida de la bomba SEEPEX.

Las bombas con SCT también pueden equiparse opcionalmente con una carcasa de junta dividida. Esto reduce al mínimo el tiempo de mantenimiento para el cierre mecánico y la articulación por el lado de accionamiento. Además, la carcasa dividida evita los daños en el cierre mecánico en todos los trabajos por el lado de accionamiento.

## SMART STATOR

Dos mitades de estator muy ligeras, comparativamente.

## SMART ROTOR

Con conexión de cabeza de rotor desmontable, para ensamble/desensamble rápidos; al mismo tiempo mantiene intacta la articulación universal.

## SEGMENTOS DE AJUSTE

Para posicionar y sellar axialmente las mitades de estator, ajustando la sujeción del estator y retensando las mitades de estator.

## ANILLOS DE RETENCIÓN DE SEGMENTO

Para posicionar y sellar radialmente las mitades de estator y alojar los segmentos de ajuste.

## SMART SEAL HOUSING

Carcasa de junta dividida para una rápida sustitución del cierre mecánico y el acceso a la articulación por el lado de accionamiento.



# COSTES DE CICLO DE VIDA REDUCIDOS.

Las bombas de rotor helicoidal tienen una vida útil prolongada, generalmente, suele ser de aprox. 15 años. Los factores más importantes de los costes de ciclo de vida totales de estas bombas son los periodos de inactividad (pérdida de producción), energía y mantenimiento.

Con SCT no sólo se extiende la vida útil de la bomba, sino que también se incrementa la eficiencia y ahorra gastos. La reducción de los periodos de inactividad y el consiguiente incremento de la producción son cruciales en cualquier industria; asimismo, unos costes de mantenimiento bajos son importantes para todos los usuarios de bombas. Las bombas SEEPEX SCT ofrecen una atractiva solución económica para todas las industrias.

## ¿CÓMO SE BENEFICIAN LOS CLIENTES DE SEEPEX DE LA TECNOLOGÍA SCT?

- Incremento de la productividad, reducción de tiempos de inactividad
- Reducción del tiempo de mantenimiento de hasta 85%
- Dispositivo de retensado integrado que permite incrementar en hasta 200% la vida útil de rotor y estator
- Costes de ciclo de vida reducidos considerablemente
- Componentes más ligeros que permiten el mantenimiento y el ensamblaje/desensamblaje con mano de obra mínima
- Alta eficiencia gracias a requerimientos energéticos más bajos
- Mantenimiento sencillo sin necesidad de herramientas especiales
- Requieren menos espacio para la instalación y el mantenimiento básico puesto que no es necesario mover los conductos de succión y descarga
- Respetuoso con el medio ambiente puesto que los componentes pueden reciclarse de manera sencilla

# ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La reducción del consumo energético es una prioridad para la mayoría de clientes de todas las industrias, pero, ¿cómo puede conseguirse un ahorro?

### LOS MÉTODOS MÁS HABITUALES PARA AHORRAR ENERGÍA:

- Reducción de la demanda energética
- Sustitución de equipamiento antiguo e ineficiente por tecnología moderna y más eficiente
- Uso de la tecnología de accionamiento más eficiente

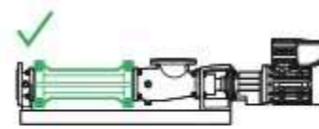
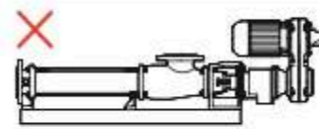
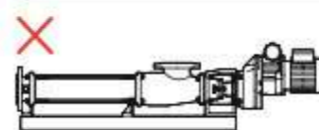
En comparación con bombas convencionales, SCT triunfa gracias a sus bajísimos costes energéticos. En un mercado altamente competitivo, esto aporta ventajas comerciales para los usuarios de SCT. Nuestros expertos de SEEPEX son profundos conocedores de muchas soluciones de eficiencia energética probadas e inspeccionarán su planta para proponer mejoras.

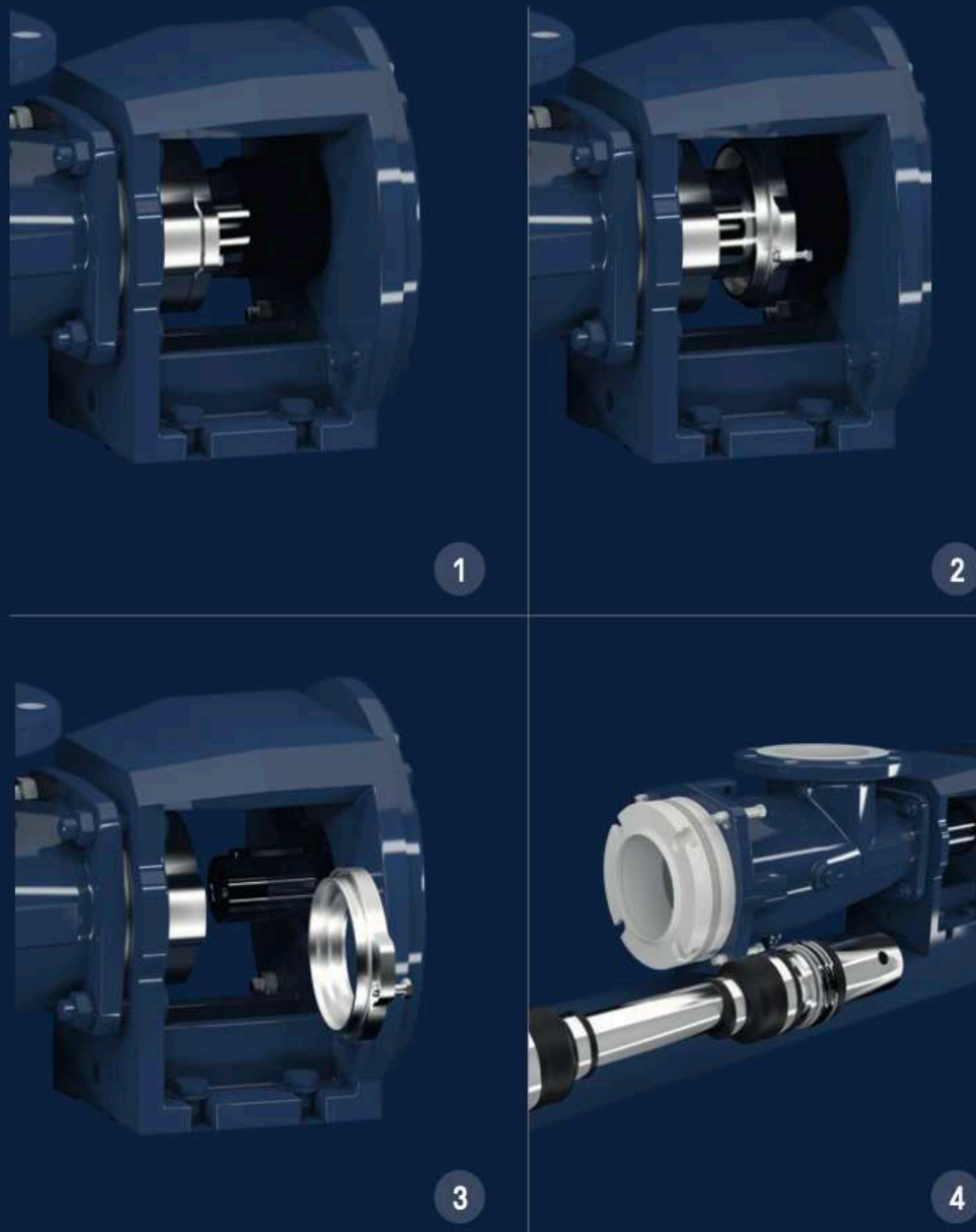
## PATENTADO INTERNACIONALMENTE

Smart Conveying Technology es el resultado del refinamiento continuo del diseño original de 2008 llamado Smart Stator Technology (SST). STT era el diseño y desarrollo de un estator de dos piezas que carecía del habitual tubo metálico, posicionado y sellado con cuatro segmentos de ajuste individuales. Esta innovación, internacionalmente patentada, ya ha sido instalada con éxito en miles de ocasiones desde que se inventó y lanzó al mercado.

Pero nosotros no quisimos conformarnos: En 2010, SEEPEX mejoró el diseño y desarrolló e incorporó un rotor de dos piezas que puede sustituirse de manera sencilla y rápida sin necesidad de tocar la articulación universal. El rápido cambio del motor permite ahorrar todavía más tiempo de mantenimiento básico. Gracias a la SCT, el mantenimiento de rotor y estator es el más rápido y más eficiente entre todos los proveedores.

### EFICIENCIA ENERGÉTICA





# MANTENIMIENTO AÚN MÁS RÁPIDO.

**Smart Seal Housing le permite realizar el servicio de los componentes de bombas de extremo de accionamiento de forma más rápida y sencilla que nunca.**

Smart Seal Housing (SSH) es un complemento técnico a la tecnología Smart Conveying Technology, de probada eficacia. Anteriormente, cuando era necesario efectuar el mantenimiento, la tubería de aspiración se desconectaba para desplazar la carcasa de aspiración hacia delante y lograr acceder a la carcasa del cierre mecánico, las articulaciones y el tren de accionamiento. SSH permite una sustitución completa de la cara estacionaria de la junta retirándola a través de la linterna de bomba sin necesidad de desmontar más componentes. Hecho esto, la unidad rotativa puede retirarse fácilmente, permitiendo acceder a la cara rotativa de la junta y a ambas articulaciones universales.

Los trabajos de mantenimiento se reducen a tan solo unos minutos, lo que tiene como resultado un periodo de inactividad considerablemente más corto.

## CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

- Carcasa de junta dividida
- Rápido mantenimiento y fácil sustitución del cierre mecánico
- Acceso sencillo a la articulación por el lado de accionamiento
- Sin daños en el cierre mecánico durante los trabajos por el lado de accionamiento
- No es necesario el desmontaje de la carcasa de aspiración y las tuberías
- Posibilidad de retirar la tapa de la carcasa con contraanillo
- Adecuada para cierres mecánicos estándar
- Tiempo y costes de mantenimiento reducidos
- Pendiente de patente

Smart Seal Housing está disponible opcionalmente para bombas con Smart Conveying Technology. Nuestros expertos estarán encantados de contestar a sus preguntas en lo relativo a posibilidades y ventajas.



## KIT DE ACTUALIZACIÓN SCT.

Hay dos maneras de beneficiarse de las muchas ventajas de SCT: por un lado, comprando una bomba de rotor helicoidal SEEPEX con SCT, y por otro, actualizando una bomba existente con la Smart Conveying Technology más actual.

### EL KIT DE ACTUALIZACIÓN SCT INCLUYE LO SIGUIENTE:

- Rotor y estator en diseño SCT
- Piezas de articulación universal
- Todas las piezas fundidas relevantes
- Todas las fijaciones necesarias para convertir su bomba a SCT

El kit de actualización sirve para todas las bombas compatibles con SCT. Nuestros expertos de SEEPEX le aclararán con mucho gusto si su bomba puede ser actualizada.

## UNIDAD ROTATIVA EN UNA PIEZA.

El diseño «plug and play» doble de la unidad rotativa hace que resulte rápido y sencillo sustituir las piezas de desgaste, ahorrando así tiempo y dinero.

- Mantenimiento rápido y sencillo
- Periodo de inactividad reducido gracias a la unidad rotativa preensamblada
- Construida conforme a las especificaciones originales de la bomba para garantizar la compatibilidad con los medios bombeados

# COMO EN CASA EN TODAS LAS INDUSTRIAS.

**Se han suministrado bombas SEEPEX SCT a la mayoría de sectores industriales para cubrir una gran cantidad de aplicaciones y productos.**

## SCT EN ENERGÍAS RENOVABLES

En muchas plantas de biogás, la Smart Conveying Technology ha demostrado ofrecer claras ventajas frente a bombas de rotor helicoidal convencionales y a otros tipos de tecnologías de bombeo, en una gran variedad de aplicaciones.

SCT tiene antecedentes que hablan por sí mismos y rinde eficiente y efectivamente, ofreciendo una vida útil del componente más prolongada y un mantenimiento rápido y sencillo. En consecuencia, la rentabilidad sube a causa de los niveles de producción más elevados.

## SCT EN TODAS LAS INDUSTRIAS

Smart Conveying Technology de SEEPEX es la solución perfecta. SCT permite el retensado sencillo del estator en cuestión de minutos, lo que significa que la bomba puede continuar aportando flujos aceptables durante periodos más prolongados. Cuando se requiere el mantenimiento básico, incluso cuando no sea posible realizar más ajustes, no es necesario mover tuberías de succión ni de descarga, permitiendo reducir el tiempo de mantenimiento en aproximadamente 85%.

## APLICACIONES SCT IN SEEPEX

Para simplificar el mantenimiento de sus bombas, nuestra aplicación gratuita, SEEPEX VR, es su soporte de mantenimiento digital in situ. Mediante instrucciones paso a paso y animaciones en 3D, los técnicos pueden realizar el servicio de las bombas SEEPEX de manera mucho más sencilla.

# INNOVACIÓN CONTINUA.

Nuestros clientes saben que SEEPEX es sinónimo de innovación constante y orientación al cliente. Con SCT continuamos innovando sobre la base las necesidades de nuestros clientes. Además del consolidado diseño de una fase para presiones de hasta 4 bar, ahora SCT también está disponible como diseño de dos fases para presiones de hasta 8 bar. Ambos tipos de bomba ofrecen una amplia gama de características y ventajas.

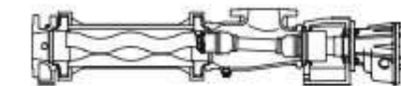
## CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

- Dos mitades de estator de goma individuales
- Rotor Smart con geometría de liberación rápida
- La compresión de rotor y estator puede adaptarse en función de la aplicación
- Reajutable cuando se produce desgaste
- No requiere herramientas especiales
- Accesorios de elevación integrados (2 Fases)
- Tren de potencia «plug and play» doble
- Riesgo reducido de deshilachado
- Solución patentada

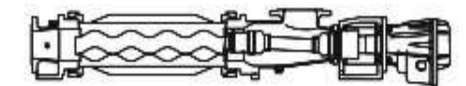
PRESIÓN, 1 FASE  
**HASTA 4 BAR  
(60 PSI)**

PRESIÓN, 2 FASES  
**HASTA 8 BAR  
(120 PSI)**

1 FASE



2 FASE

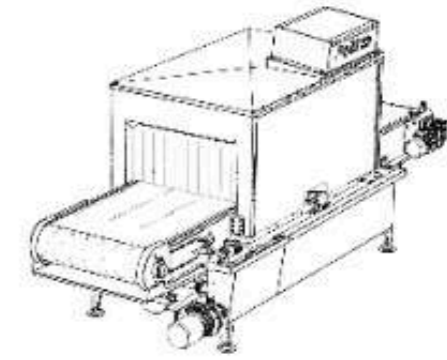


**SEEPEX.**  
ALL THINGS FLOW

SEEPEX GmbH  
[www.seepex.com](http://www.seepex.com)



# TLO



MODEL	A	B	C	D	E	F	G	POWER
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kW]
TLO	870	400	1210	1770	1700	3480	3760	3.55

