

Proyecto Final de Carrera

Ingeniería Industrial

“Diseño de una nueva línea de producción para el procesamiento de subproductos de frigoríficos en la empresa INSUGA S.A.”



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Santa Fe

Director: Ing. Esp. Diego Vallejo

Alumnos: Capaldi Franco Elio

Chuard Fabricio

2024

Contenido

CAPITULO 1 “Introducción”	5
1.1 Introducción	6
1.2 Delimitación del tema	6
1.3 Objetivo General	7
1.4 Objetivos Específicos.....	7
1.5 Justificación del Proyecto	7
CAPITULO 2 “Marco Teórico”.....	12
2.1 Glosario.....	13
Proceso.....	13
Producto.....	13
Organigrama	13
Diagrama de flujo	13
Ingresos.....	13
Egresos.....	13
Egresos no desembolsables.....	14
Inversión	14
Flujo de Fondo	14
Tasa Interna de Retorno (TIR).....	14
2.2 Estimación de la Capacidad.....	14
2.3 Distribución de Planta.....	15
2.3.1 Tipos de distribución.....	16
2.3.2 Descripción de los factores que afectan a la distribución.....	16
2.3.3 Método Systematic Layout Planning.....	20
2.4 Requerimiento de superficie	20
2.5 Proceso de Jerarquía Analítica.....	22
2.6 Evaluación económica financiera	23

2.6.1 Evaluación de proyectos	23
2.6.2 Horizonte de evaluación	23
CAPITULO 3 “La empresa”	24
3.1 Historia.....	25
3.2 Descripción de la actividad industrial.....	25
3.3 Productos	26
Línea de Alimentación Animal	26
Línea de Alimentación Humana	26
3.4 Procesos	27
Recepción de Materia Prima.....	27
Triturado	28
Cocido.....	28
Separación primaria de productos.....	28
Prensado.....	28
Esterilizado	28
Zarandeado.....	28
Centrifugado	29
Diagrama de procesos.....	29
3.5 Organigrama y jornada laboral	29
CAPITULO 4 “Diagnóstico”	31
4.1 Análisis de factores que afectan a la distribución en planta	32
4.1.1 Factor 1 “Material”	32
4.1.2 Factor 2 “Maquinaria”	34
4.1.3 Factor 3 – “Personal”	47
4.1.4 Factor 4 – “Movimiento”	48
4.1.5 Factor 5 – “Esperas”	49
4.1.6 Factor 6 – “Servicios”	50

4.1.7 Factor 7 – “Edificios”	54
4.1.8 Factor 8 – “Cambios”	56
4.2 Caracterización del proceso	56
4.3 Conclusiones del diagnóstico.....	57
CAPITULO 5 “Capacidad y Equipamiento”	59
5.1 Aspectos Operativos	60
5.1.1 Determinación del Cuello de Botella.....	60
5.1.2 Análisis de Flujos Reales Máximos de Proceso.....	65
5.2 Aspectos Tácticos y Estratégicos	70
5.2.1 Análisis de la Capacidad Actual.....	70
5.2.2 Análisis de la Capacidad Futura.....	71
5.3 Requerimientos de Máquinas.....	74
Triturador	74
Prensa.....	75
Zaranda Vibradora	75
Centrifugadora	75
Tolvas.....	75
Sinfines	76
5.4 Selección de máquinas.....	78
5.4.1 Presupuestos.....	79
5.5 Recurso Humano Necesario.....	82
Personal de Producción.....	82
Técnicos de Mantenimiento.....	82
Personal Administrativo.....	82
CAPITULO 6 “Distribución de planta”.....	84
6.1 Definición de Objetivos	85
6.2 Obtención de Información	85

6.2.1 Superficie Disponible	85
6.2.2 Dimensiones de Equipos.....	86
6.2.3 Secuencia de Operaciones	87
6.3 Análisis y Procesamiento de la Información.....	87
6.3.1 Requerimiento de espacio.....	87
6.3.2 Análisis de las Relaciones Entre Máquinas	89
6.4 Distribuciones Propuestas.....	92
6.4.1 Flujos de material desde y hacia la nueva nave industrial.....	92
6.4.2 Primera Propuesta de Layout.....	93
6.4.3 Segunda Propuesta de Layout.....	97
6.5 Evaluación de Alternativas	99
6.6 Conclusión	104
CAPITULO 7 “Evaluación Económica y Financiera”	105
7.1 Objetivo de la Evaluación.....	106
7.2 Horizonte de Evaluación.....	106
7.3 Recopilación de Datos	107
7.4 Confección del Flujo de Fondos	108
7.5 Análisis de sensibilidad.....	111
7.5.1 Escenario optimista.....	111
7.5.2 Escenario pesimista.....	111
7.6 Conclusión de la Evaluación Económica y Financiera.....	114
CAPITULO 8 “Conclusión del Proyecto”	115
Bibliografía	117

CAPITULO 1

“Introducción”

1.1 Introducción

El procesamiento de subproductos ganaderos es una actividad importante en la industria cárnica que tiene como objetivo maximizar la eficiencia en la utilización de los recursos animales y reducir el impacto ambiental. Los subproductos ganaderos son aquellos materiales que resultan del sacrificio de los animales para consumo humano, pero que no son utilizados como carne para la alimentación directa de las personas.

Estos subproductos, de origen bovino y porcino, pueden incluir desde las partes no comestibles de los animales (como huesos, piel, pelos, vísceras, sangre y grasa), hasta aquellos que, aunque comestibles, no se consumen de manera habitual en ciertas culturas o regiones (como lengua, tripas, patas, cabeza y orejas). Estos materiales tienen un alto valor nutricional y pueden ser utilizados para la producción de alimentos para animales, cosméticos, productos farmacéuticos, biocombustibles, fertilizantes, entre otros.

El procesamiento de subproductos ganaderos es importante porque contribuye a la sostenibilidad de la industria cárnica al reducir la cantidad de desechos y residuos que se generan, así como también puede generar ingresos adicionales para las empresas mediante la venta de subproductos procesados. Además, el uso de subproductos ganaderos puede reducir la dependencia de materias primas de origen vegetal, como la soja y el maíz, que se utilizan en la producción de alimentos para animales.

1.2 Delimitación del tema

La empresa Insuga SA se encuentra atravesando un aumento considerable en la oferta de su materia prima y en la demanda productos finales, para lo cual sus directivos han comenzado a adquirir equipamiento que permita la ampliación de su capacidad de procesamiento.

Actualmente, la metodología utilizada consiste en el funcionamiento en paralelo de equipos dentro de una misma línea. A lo largo del tiempo se han ido alcanzando las capacidades máximas de algunos equipos, por lo cual se ha optado por la duplicación de algunos de ellos.

Los inconvenientes que esto trae radican en la disponibilidad de espacio dentro de las instalaciones de la planta, que originariamente no fue proyectada para tal fin. Además, en conjunto con lo anterior, las proyecciones de crecimiento de la actividad industrial hicieron que directivos consideren la ampliación de la capacidad por medio de la creación de una nueva línea logrando procesar las distintas especies por separado.

1.3 Objetivo General

- Elaborar una propuesta de diseño de una nueva línea de procesamiento.

1.4 Objetivos Específicos

- Estudiar la demanda.
- Estudiar el proceso.
- Diagnosticar la situación actual.
- Estimar la capacidad actual y proyectada.
- Diseñar una nueva línea para el triturado, cocido y prensado de desperdicios de faena de ganado porcino.
- Evaluar económica y financieramente el anteproyecto.

1.5 Justificación del Proyecto

La elección del tema para este trabajo surge de una charla con personal del área directiva de la empresa. Allí se expresó la necesidad de una ampliación de planta que se había estado evaluando durante un tiempo y finalmente se había decidido llevar a cabo, por lo cual necesitan una serie de estudios para el diseño y distribución del futuro sector.

La decisión por parte de la empresa de invertir en una nueva línea de procesamiento totalmente paralela a la que se encuentra hoy en día en operación puede verse justificada desde distintos puntos de vista:

- La creciente oferta de materia prima: la actividad industrial que se desarrolla consiste en el reciclado de desechos de faena de frigoríficos, de manera que sean transformados en productos con valor agregado. La oferta de estos desechos ha ido en aumento en los últimos años y la planta actualmente se encuentra operando a su máxima capacidad la mayor parte del tiempo. Por otro lado, la materia prima generada por el proveedor no puede rechazarse, ello implicaría el descarte de los desperdicios, el descontento de los proveedores y un potencial riesgo para el futuro del negocio. Dicho crecimiento sostenido puede observarse en la tabla que se expone a continuación con datos de ingreso mensual de los últimos cuatro años (tabla 1, 2 y 3), allí puede observarse la línea de tendencia generada que evidencia la tendencia alcista.

Tabla 1: datos de ingreso de materia prima de los años 2019 y 2020.

DATOS			
2019		2020	
Mes	Ingreso [Tn]	Mes	Ingreso [Tn]
ene-19	4504	ene-20	4381
feb-19	3892	feb-20	3718
mar-19	4010	mar-20	4082
abr-19	3906	abr-20	4644
may-19	4315	may-20	4774
jun-19	3723	jun-20	4644
jul-19	5793	jul-20	5097
ago-19	4924	ago-20	4824
sep-19	4782	sep-20	4608
oct-19	4706	oct-20	5207
nov-19	4329	nov-20	5743
dic-19	4895	dic-20	5694
TOTAL	53779	TOTAL	57416

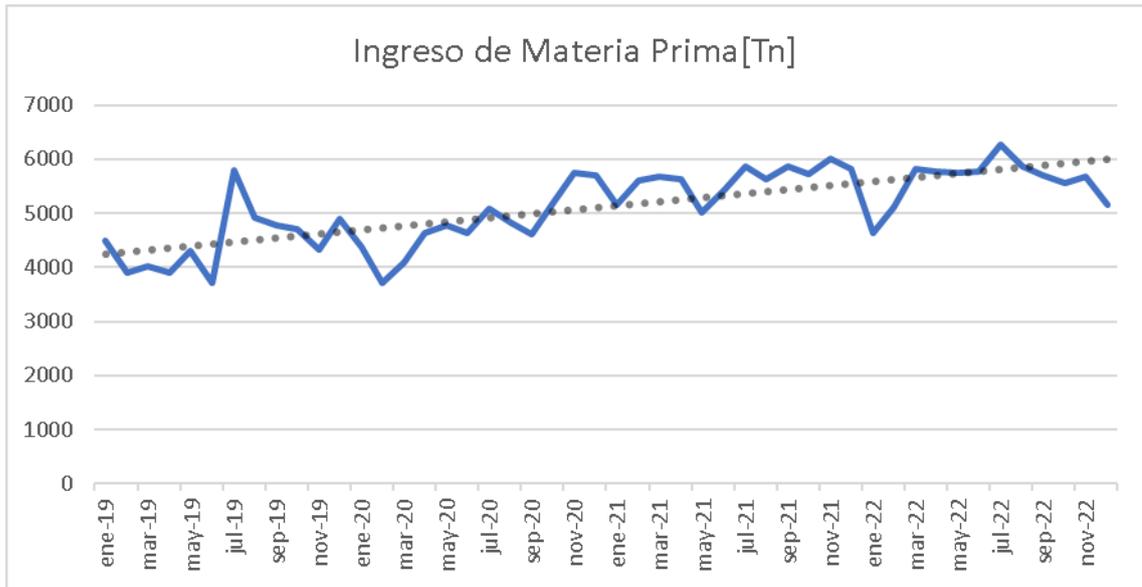
Fuente: elaboración propia.

Tabla 2: datos de ingreso de materia prima de los años 2021 y 2022.

DATOS			
2021		2022	
Mes	Ingreso [Tn]	Mes	Ingreso [Tn]
ene-21	5166	ene-22	4632
feb-21	5616	feb-22	5112
mar-21	5671	mar-22	5822
abr-21	5628	abr-22	5785
may-21	5006	may-22	5749
jun-21	5429	jun-22	5776
jul-21	5875	jul-22	6269
ago-21	5642	ago-22	5865
sep-21	5871	sep-22	5697
oct-21	5732	oct-22	5557
nov-21	5998	nov-22	5688
dic-21	5810	dic-22	5162
TOTAL	67445	TOTAL	67112

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3: datos de ingreso de materia prima de los últimos 4 años, con línea de tendencia.

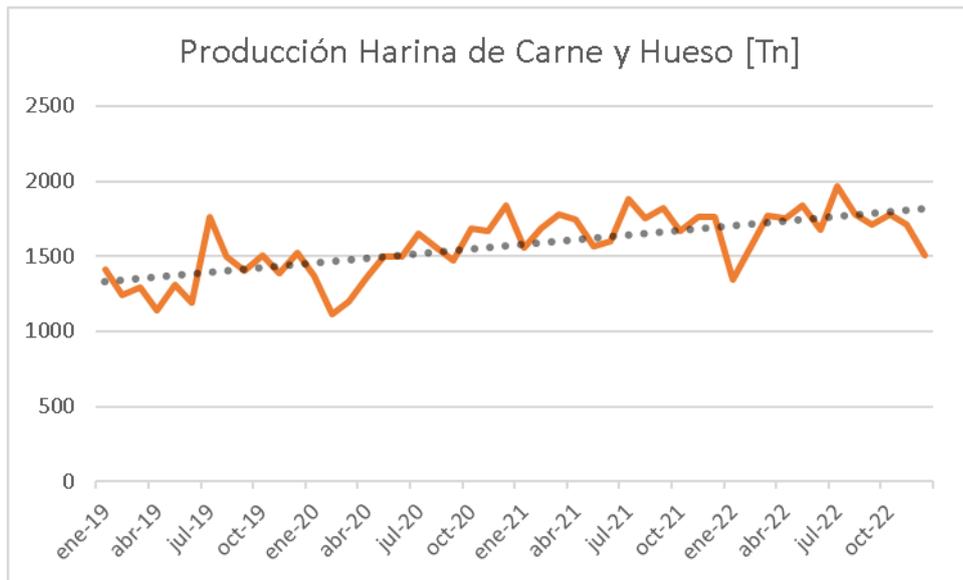


Fuente: elaboración propia.

- El aumento de las ventas de los productos finales: evaluando las cantidades comercializadas a lo largo de los últimos años, es apreciable un incremento paulatino que va de la mano con el incremento de la cantidad de material procesado. Esto se refleja en las tablas de ventas expuestas a continuación en donde se observan las cantidades vendidas mensualmente en los últimos cuatro años de los productos “harina de carne y hueso” y “sebo refinado”, integrando allí los productos relacionados a la refinación del sebo industrial, entre ellos grasas refinadas y margarinas en sus distintas presentaciones y marcas (tablas 4 y 5), se decidió integrar estos productos dado que las variantes no son más que cortes de diferentes puntos de fusión del sebo refinado.

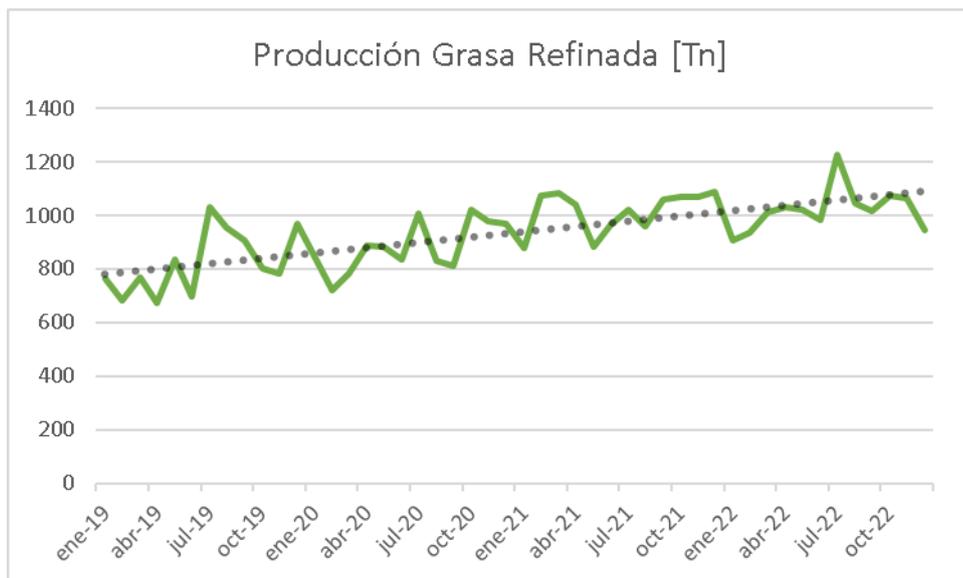
Una aclaración importante es que no han podido obtenerse datos históricos reales de montos o cantidades de productos vendidos, por lo que la información presentada es el resultado de cálculos a partir de los datos históricos de ingreso de materia prima y los rendimientos de los procesos aplicados a ésta última. Esto permitió obtener información de la cantidad de producto final producido a lo largo de los últimos cuatro años, donde será considerado que todo lo que se produjo fue vendido. Esto último no dista demasiado de la realidad ya que la empresa provee a clientes locales (nacionales), exporta y abastece otras plantas del mismo grupo industrial (Grupo Insuga) que utilizan la harina de carne y hueso y el sebo como materia prima para la producción de alimento balanceado para mascotas, jabones, entre otros productos.

Tabla 4: datos de producción de harina de los últimos 4 años, con línea de tendencia.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 5: datos de producción de grasa de los últimos 4 años, con línea de tendencia.



Fuente: elaboración propia.

- La posibilidad de entrar a competir en nuevos mercados: la materia prima que se procesa está compuesta de subproductos de faena de animales porcinos y bovinos. En la actualidad, la materia prima es mezclada y procesada en una misma línea, obteniéndose como resultado productos multi especie. La posibilidad de tener dos líneas paralelas completamente independientes, en donde sea eliminada la contaminación cruzada, permitirá la obtención de productos únicamente bovinos y porcinos. En el último año ingresó a la planta, en promedio, más de un 60% de materia prima de origen bovino (tabla 6 y 7).

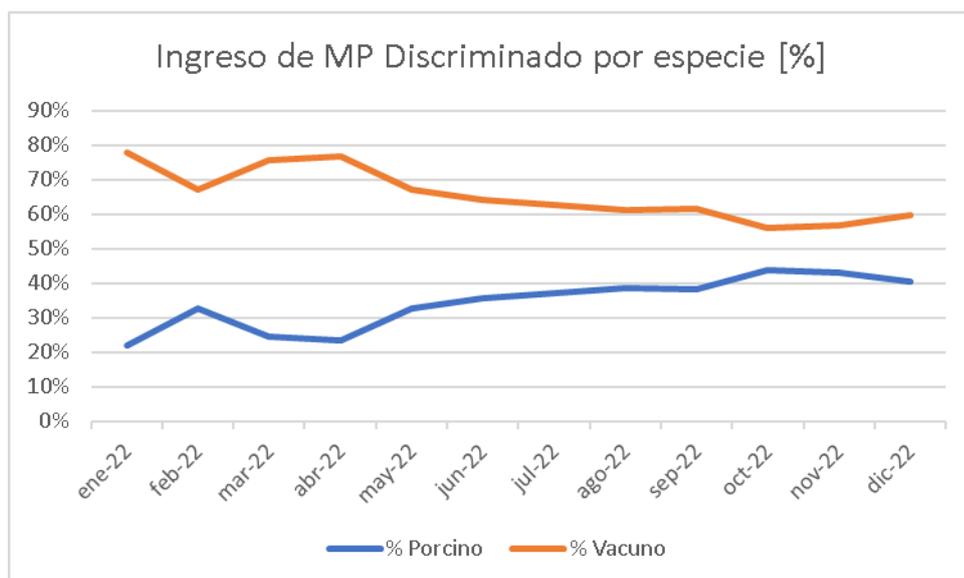
El mejor ejemplo se da en el caso del producto “harina de carne y hueso” que es exportado a distintos países del mundo en su versión actual (multi especie), pero que permitiría incursionar en mercados nuevos si se lograra un producto únicamente bovino, por ejemplo, como es el caso de países islámicos (Egipto, Argelia, entre otros) en donde no son admitidos los productos a base de cerdo. Además, independientemente del país al que se comercialice, el producto 100% bovino tiene una cotización más elevada respecto a los que contienen cerdo, debido a su alto contenido proteico. Actualmente la harina de carne y hueso multi especie se exporta a Colombia, Brasil y Vietnam.

Tabla 6: ingreso de materia prima histórico discriminado por especie

Ingreso de Materia Prima Discriminada por Especie					
FECHA	PORCINO [Kg]	VACUNO [Kg]	TOTAL [Kg]	% Porcino	% Vacuno
ene-22	1017110	3615010	4632120	22%	78%
feb-22	1676316	3435664	5111980	33%	67%
mar-22	1423577	4397943	5821520	24%	76%
abr-22	1347803	4436797	5784600	23%	77%
may-22	1883898	3865122	5749020	33%	67%
jun-22	2060181	3715839	5776020	36%	64%
jul-22	2335630	3933120	6268750	37%	63%
ago-22	2275253	3589447	5864700	39%	61%
sep-22	2179150	3517350	5696500	38%	62%
oct-22	2442765	3114365	5557130	44%	56%
nov-22	2456002	3231688	5687690	43%	57%
dic-22	2084209	3077871	5162080	40%	60%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7: ingreso de materia prima histórico discriminado por especie.



Fuente: elaboración propia.

CAPITULO 2

“Marco Teórico”

2.1 Glosario

Proceso

Se entiende por proceso al conjunto de actividades, tareas, decisiones y demás, donde de manera relacionada se llevan a cabo para lograr un fin determinado. Los insumos, información, recursos, entre otros, ingresan, son transformados y salen en forma de bienes y/o servicios.

Producto

Es el resultado que proviene de un proceso productivo, el cual está destinado a satisfacer una demanda o atender una necesidad.

Organigrama

Representación gráfica de la estructura de una organización. Parte del alto mando y se va desglosando hacia los mandos siguientes. Se utilizan símbolos, líneas y flechas para su representación.

Diagrama de flujo

Representa gráfica, mediante símbolos, de las actividades de manera secuencial que se llevan a cabo en un proceso. Se utilizan con el objetivo de visualizar y comprender procesos simples y complejos.

Los símbolos son utilizados para representar diferentes tipos de actividades, decisiones, etc. Entre los más recurrentes se encuentran los rectángulos, rombos, líneas y flechas.

Las actividades y decisiones se encuentran representadas por un rectángulo y un rombo, respectivamente.

Las líneas y flechas son utilizadas para indicar la conexión entre símbolos y son las que van a determinar la secuencia del proceso.

Ingresos

Representan todas las entradas de dinero efectivo que una empresa o proyecto recibe durante un horizonte determinado. Los ingresos se dividen en diferentes categorías: ventas, subsidios, diferentes formas de financiamiento, entre otras.

Egresos

Corresponden a todas las salidas de dinero, es decir los gastos operativos y costos relacionados con la puesta en marcha de un proyecto. Dentro de estos se incluyen los costos

de producción, costos de mano de obra (salarios), costos correspondientes a los intereses del financiamiento (en caso de financiamiento), gastos operativos e impuestos.

Egresos no desembolsables

Para fines del tratamiento tributario, son aquellos que se pueden deducir, pero no ocasionan una salida de caja. Dentro de estos se encuentra la depreciación de los activos, la amortización de los activos intangibles y el denominado “valor libro” que corresponde al valor en el que un activo se vende en el futuro.

Inversión

Dentro de inversión encontramos diferentes tipos, entre ellos la inversión inicial que corresponde al desembolso previo a la puesta en marcha del proyecto como maquinaria, infraestructura, estudios, etc. Si el proyecto está en funcionamiento, es decir que no es nuevo, las inversiones que pueden aparecer son las de reemplazo de maquinaria, inversiones de ampliación, entre otras.

Por último, se encuentra la inversión en capital de trabajo, la cual es parte del patrimonio del inversionista y por ello es recuperable. Está constituido por las cuentas corrientes de los activos circulantes y estos son el stock, el efectivo real y las cuentas por cobrar.

Flujo de Fondo

Representa el resultado final de la operación, siendo este la diferencia entre los ingresos y egresos, incluyendo los tratamientos tributarios y todo lo que esté afectado al flujo de caja.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es utilizada para evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión en función de los flujos de caja esperados. Representa la tasa que iguala al valor presente neto de los flujos futuros de un proyecto a cero. Para la toma de decisiones al momento de invertir se busca que la TIR sea mayor a la tasa mínima aceptable para considerar al proyecto viable.

2.2 Estimación de la Capacidad

Con foco en el largo plazo, la capacidad de producción se refiere a la cantidad máxima de bienes o servicios que una empresa puede producir en un período de tiempo extendido, generalmente mayor a 2 años. La gestión de la capacidad de producción a largo plazo implica considerar aspectos como:

Inversiones en infraestructura: Esto incluye la construcción de nuevas instalaciones, expansión de las existentes, adquisición de maquinaria y equipos adicionales, y otros recursos físicos necesarios para aumentar la capacidad de producción.

Planificación estratégica: Las empresas deben evaluar sus objetivos a largo plazo, pronosticar la demanda futura de sus productos o servicios, y tomar decisiones sobre la inversión en capacidad de producción en función de esas proyecciones.

Gestión de recursos humanos: Contratar y capacitar a la mano de obra necesaria para operar las instalaciones y equipos adicionales, así como planificar la disponibilidad de personal calificado a largo plazo.

Tecnología y eficiencia: Evaluar y actualizar continuamente la tecnología utilizada en el proceso de producción para mejorar la eficiencia y aumentar la capacidad de producción.

Flexibilidad: Considerar la flexibilidad de la capacidad de producción para adaptarse a cambios en la demanda o en las condiciones del mercado a lo largo del tiempo.

Análisis de costos: Evaluar los costos asociados con el aumento de la capacidad de producción a largo plazo y asegurarse de que sea económicamente viable.

Para responder a interrogantes como, por ejemplo: ¿cuánta capacidad se necesita? o ¿qué tipo de capacidad es necesaria?, se encontrará a lo largo de la vida de la empresa una decisión inicial seguida de decisiones sucesivas que perseguirán el objetivo de adecuar su capacidad a la necesaria para atender a la demanda que se desee satisfacer en el futuro. La adecuación continua a la que se hace referencia se denomina “planificación y control de la capacidad”.

Este tipo de decisiones a largo plazo suelen estar marcadas por dos opciones: la expansión y la contracción de las instalaciones, en función de los escenarios presentes y las condiciones previstas para el futuro.

Cuando se hace referencia a las estrategias de expansión, lo primero que debe hacerse es asegurarse de que la capacidad actual se está usando de la mejor forma posible, lo que llevará a evaluar factores que inciden en el aprovechamiento de ésta.

2.3 Distribución de Planta

Según Richard Muther (Muther, 1981), “La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento de material, almacenamiento, trabajadores

indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller”

2.3.1 Tipos de distribución

Muther explica que son ocho los factores que afectan a los tipos básicos de distribución. Dentro de estos hay tres que son fundamentales: hombre, material y maquinaria. Cuando se planea un proyecto nuevo o una ampliación, es inevitable que al menos uno de estos tres factores no se mueva, por lo que se debe comenzar a estudiar el Layout para que sea más productivo. Los modelos básicos de distribución son los siguientes:

Distribución por posición fija: el material o componente permanece en una posición fija y las herramientas, maquinarias, operarios y todo lo que sea necesario concurren al sector fijo. Se mencionan algunas de las ventajas:

- Se adaptan a diferentes volúmenes de producción
- Reduce el movimiento de la pieza mayor
- Se adapta a cambios en el producto y en la secuencia de operaciones.

Distribución por proceso: el fin de este tipo de distribución es agrupar las operaciones que se necesiten en un mismo proceso. Se mencionan algunas de las ventajas:

- Reducción de inversiones por aprovechamiento de la maquinaria
- Se adapta a diferentes productos y cambios de operaciones
- Se adapta a las variaciones en la planificación de la producción

Producción en cadena: se realizan los productos en diferentes áreas y es el material el que se encuentra en movimiento de estación en estación, en donde las actividades siguen la secuencia del proceso. Se mencionan algunas de las ventajas:

- Reducción del movimiento del material
- Reducción de los materiales en proceso
- Reducción del tiempo de producción
- Uso óptimo de la mano de obra

2.3.2 Descripción de los factores que afectan a la distribución

Para concretar una distribución eficiente se debe seguir una lista de factores que afectan a la misma, con el objetivo de estudiarlos para poder comprenderlos y así decidir sobre cuál sería la mejor distribución y/o la más adecuada para el proceso.

Material

Es denominado uno de los factores más importantes en una distribución. El material en sus diferentes estados ya sea como materia prima, materia entrante, en proceso, etc. será tratado de modo que cambien sus características, donde se deben tener en cuenta ciertas consideraciones a la hora de realizarlo. A continuación, algunas de ellas:

- El proyecto y sus especificaciones
- Características físicas y químicas
- Cantidad y variedad de los materiales

Maquinaria

Siguiendo el orden de importancia de los factores que afectan a la distribución se encuentra la maquinaria y equipo de proceso. La importancia de dicho factor radica en la información que tengamos sobre el mismo y comprender las consideraciones sobre el factor maquinaria. Consideraciones:

- Proceso o método
- Maquinaria, utillaje y equipo
- Utilización de la maquinaria
- Requerimientos de la maquinaria y proceso

Hombre

Según Muther (Muther, 1981), “como factor de producción, el hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria”. Esto se debe a que el hombre es funcional, se lo puede encajar en cualquier distribución que sea apropiada para las tareas que se deseen. Además, debe ser tratado como tal, como dice Muther (Muther, 1981), “el trabajador debe ser tenido tan en consideración como la fría economía de la reducción de costos”. Consideraciones:

- Consideraciones de trabajo y seguridad
- Necesidades de mano de obra
- Utilización del factor

Movimiento

Para obtener una producción eficiente, es esencial el movimiento de los elementos de la producción, siendo estos los factores nombrados con anterioridad. Este factor es de suma importancia debido a que, según Muther (Muther, 1981), “el manejo de materiales es el

responsable del 90% de los accidentes industriales, del 80% de costos de mano de obra indirecta, de un gran porcentaje de daños en el producto, así como de muchos otros inconvenientes”.

Es inevitable planear una distribución y no tener en cuenta el factor en cuestión, están directamente relacionados. Es por esto que debemos encontrar la solución más conveniente y económica para llevar a cabo las operaciones productivas. Las consideraciones a tener en cuenta a la hora de analizar el factor son las siguientes:

- Patrón de circulación
- Reducir el manejo innecesario de material
- Combinar manejos
- Considerar espacio para el movimiento
- Analizar los métodos de manejos empleados

Espera

Si el material cuando circula por el proceso no es progresivo y veloz entonces estamos en presencia de demoras o esperas, las cuales cuestan dinero. Pero no siempre que hay material en espera es incurrir a un coste, sino más bien hay procesos en los cuales les genera ahorros mantenerlos en ese estado. Por lo tanto, tener material en espera puede ser una economía y un servicio, y no siempre hay que tratar de eliminar. Se deben tener en cuenta particularidades del factor espera, siendo alguna de estas: área de recepción del material entrante, almacenaje, embalaje, material en proceso y producto acabado. Consideraciones:

- Situación de los puntos de almacenaje o espera
- Espacio para cada punto de espera
- Método de almacenaje
- Dispositivos de seguridad

Servicio

En distribución la palabra servicio hace referencia a los recursos materiales y humanos que auxilian a la producción. Dentro de estos, se encuentran:

- Servicios relativos al personal: consiste en aplicar principios de flujos y distancias cortas, pasillos sin obstrucciones, sin peligro de colisión y demás medidas de seguridad. A su vez, se debe considerar un servicio de higiene que consiste en vestuarios con duchas, lavamanos y retrete, entre otros.

- Servicios relativos a los materiales: una de las consideraciones relacionadas a este servicio es la calidad. Existen relaciones del tipo Distribución - Calidad y se mencionan a continuación.
- Posición fija: la calidad es responsabilidad directa de los operarios. Mientras más hábiles, menos inspección necesitan.
- Por proceso: la calidad es responsabilidad de cada departamento en particular. Se pueden realizar buenas inspecciones.
- En línea: es difícil de responsabilizar sobre calidad.
- Servicios relativos a las máquinas: las consideraciones a tener en cuenta respecto a los servicios de las máquinas son el mantenimiento de las mismas, la distribución de las líneas de servicios auxiliares, equipos de manejo, rutas de transporte de materiales, entre otras.

Edificio

Se debe entender la importancia de dicho factor a la hora de planificar una distribución nueva o la ampliación de una ya existente. Tener presente dicho factor ocasiona que existan limitaciones, o no, en la distribución de la planta actual y proyectada a un futuro. Las particularidades que debemos considerar para el presente factor son las siguientes:

- Edificio especial o de uso general
- Edificio de un solo piso o varios
- Forma del edificio
- Sótanos, altillos y ventanas
- Suelos
- Techos
- Paredes y columnas

Cambios

No hace falta aclarar que las condiciones de trabajo van a cambiar con el paso del tiempo, las cuales van a generar inconvenientes en la distribución actual. Para prever los cambios debemos partir de un diseño flexible de la distribución, el cual contemple las posibles modificaciones que pudieran surgir. Consideraciones a tener en cuenta a la hora de analizar el factor en descripción:

- Cuando se diseña o rediseña un producto debemos tener en cuenta el cambio en los materiales, la demanda, variedad.

- Los métodos y procesos productivos están sujetos a cambios para mejor, por lo que hay que considerar el cambio en las maquinarias.
- Los cambios en el personal debido a cambios en la organización.
- Cambios en las actividades auxiliares
- Cambios externos

2.3.3 Método Systematic Layout Planning

El método SLP (Systematic Layout Planning) es una técnica desarrollada por Richard Muther (Muther, 1981) para la distribución de planta en entornos industriales. El objetivo principal de este método es encontrar una disposición eficiente de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y otros recursos dentro de una instalación industrial o un espacio de trabajo. Se basa en una serie de pasos sistemáticos para optimizar la disposición de las instalaciones, y se ha convertido en una herramienta valiosa en la planificación de la distribución de planta.

Estos pasos se siguen de manera sistemática para lograr una distribución de planta eficiente y acorde a los objetivos del proyecto:

1. Identificación de objetivos y requisitos.
2. Análisis de las relaciones entre áreas y recursos.
3. Desarrollo de diagramas de relaciones.
4. Generación de alternativas de diseño.
5. Selección de la alternativa óptima.
6. Diseño detallado de la planta.
7. Implementación y seguimiento del diseño.

2.4 Requerimiento de superficie

Para el cálculo de la necesidad de espacio de cada equipo se utiliza un método denominado “Superficie de Guerchet” empleado en la distribución de plantas industriales y extraído del libro “Ingeniería de Procesos y de Planta” del autor Lluís Cuatrecasas (Cuatrecasas, 2017).

El método permite evaluar el espacio requerido individual y global del equipamiento. En el cálculo de requerimiento de espacio intervienen factores como la superficie estática (Ses), área ocupada por el equipo; la superficie de gravitación (Sg), área destinada al personal de

trabajo y materiales; y la superficie de evolución (S_{ev}), superficie destinada al movimiento del personal en general, dispositivos de movimiento de materiales, etc. (figura 1).

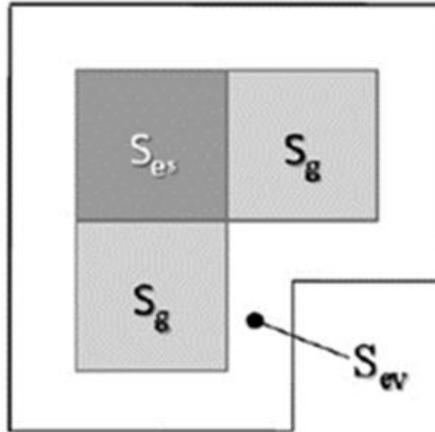


Figura 1: tipos de superficies.

Fuente: Ingeniería de Procesos y de Planta (Lluís Cuatrecasas).

La superficie estática viene dada por las dimensiones de los equipos; la superficie de gravitación se calcula como la superficie estática por el número de lados operativos (n) y, por último, la superficie de evolución se calcula como el producto de la suma de las dos superficies anteriores por un factor (k) que depende del tipo de actividad (figura 2).

TIPOS DE ACTIVIDAD PRODUCTIVA	k
Gran industria, alimentación y evacuación mediante grúa puente	0,05 a 0,15
Trabajo en cadena, con transportador aéreo	0,1 a 0,25
Textil, hilados	0,05 a 0,25
Textil, tejidos	0,5 a 1
Relojería y joyería	0,75 a 1
Pequeña mecánica	1,5 a 2
Industria mecánica	2 a 3

Figura 2: factores utilizados en el método de Guerchet.

Fuente: Ingeniería de Procesos y de Planta (Lluís Cuatrecasas).

2.5 Proceso de Jerarquía Analítica

El Proceso de Jerarquía Analítica (AHP, por sus siglas en inglés) es una técnica utilizada en la toma de decisiones multicriterio. La metodología AHP se basa en la descomposición jerárquica del problema en tres niveles principales: meta global, los criterios y las alternativas

Meta global:

Se establece el propósito general o meta de la toma de decisiones.

Criterios:

Los criterios son los factores o dimensiones que contribuyen al logro del objetivo global. Estos criterios son fundamentales para evaluar y comparar las alternativas.

Alternativas:

En este nivel, se identifican las posibles soluciones que se están considerando para alcanzar la meta global. Cada alternativa se evalúa en función de los criterios establecidos.

Proceso de evaluación:

El AHP implica la comparación sistemática de elementos en cada nivel de la jerarquía a través de matrices de comparación. Las comparaciones son realizadas a través de asignar valores numéricos subjetivamente que indican la preferencia relativa entre dos elementos. Estos valores se utilizan para construir matrices de comparación que se normalizan y se combinan para obtener una matriz de pesos que refleja la importancia relativa de los elementos en cada nivel.

Cálculo de la consistencia:

La consistencia de las comparaciones realizadas por los expertos se verifica mediante el cálculo del índice de consistencia (CI) y la relación de consistencia (CR). La consistencia es esencial para garantizar la validez de los resultados.

$$IC = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{W_i} - n}{n - 1}$$

Luego se calculan las prioridades relativas de los elementos en cada nivel de la jerarquía utilizando métodos matriciales. Finalmente se multiplican estas prioridades para obtener la puntuación global de cada alternativa.

2.6 Evaluación económica financiera

2.6.1 Evaluación de proyectos

La evaluación de proyectos de inversión tiene como objetivo medir variables resultantes del estudio del proyecto, las cuales ayudan a evaluar la conveniencia de llevar adelante una inversión. El enfoque propuesto por Sapag Chain en su libro “Preparación y Evaluación de Proyectos” proporciona un marco teórico interesante como así también herramientas prácticas para llevar a cabo esta evaluación de manera efectiva, permitiendo a los inversionistas tomar decisiones informadas. (Chain, Chain, & Puelma, 2014).

2.6.2 Horizonte de evaluación

Este va a depender de cada proyecto en particular, es decir, si tiene una vida útil prevista o no tiene una permanencia definida. En todos los casos hay que establecer el período en el cual se va a evaluar el proyecto.

El horizonte de evaluación es el tiempo en que se evaluará la rentabilidad de la inversión realizada. En el momento cero se reflejan todos los egresos previos a la puesta en marcha, siendo estos la inversión inicial. Luego, los demás períodos serán los que irán definiendo el flujo de caja neto del proyecto de inversión.

CAPITULO 3

“La empresa”

3.1 Historia

INSUGA fue fundada en 1962 por un grupo de matarifes y carniceros santafesinos para aprovechar los residuos de la faena y despostada de sus animales. Más tarde, creció como criadero de cerdos que se alimentaban de esos subproductos.

En 1990, Edgar Ardeti compró el total de las acciones de Insuga y realizó modificaciones infraestructurales e incorporó un renovado capital tecnológico y humano. El resultado fue un significativo mejoramiento de la calidad de producción, un crecimiento y posicionamiento a nivel institucional y la atracción de nuevos clientes.

A partir del año 1998 INSUGA invierte en nuevas tecnologías de producción y procesamiento de la materia prima, abandonando los viejos procesos de producción con digestores batch para empezar a producir con un solo digestor continuo, mejorando así la calidad y la capacidad de producción. Así va comenzando a ingresar en el mercado de productores de harina de carne y hueso más importantes. Luego de unos años Insuga realiza una inversión para la producción de grasas refinadas de origen animal para la alimentación humana, quedando con dos líneas de productos finales bien identificadas, la de grasas refinadas comestibles y margarinas y la de harinas de carne y hueso.

En lo que respecta a estas últimas, INSUGA atiende la demanda de las principales productoras de alimentos balanceados para mascotas del país, tal es el caso de NESTLE PURINA, MASTERFOOD, ROYAL CANIN entre otros importantes.

3.2 Descripción de la actividad industrial

Las plantas de faena y desposte de ganado vacuno para procesamiento de carne generan una serie de “desperdicios” que deben ser tratados de manera correcta para no generar problemas medioambientales. Este material descartado por los procesos de faena y despostada son huesos, grasa, recortes de tejido blando y algunos órganos que no pueden aprovecharse para consumo humano.

Muchos frigoríficos no cuentan con la infraestructura necesaria para llevar a cabo el procesamiento del material de descarte de sus operaciones, por lo que recurren a derivarlos a una planta de procesamiento de subproductos, para que los procese de manera eficiente.

Una planta de subproductos ganaderos recolecta el material de descarte de faena y desposte de los frigoríficos de la zona donde se encuentra ubicada, y lo transforma en

productos con valor agregado, que posteriormente se pueden utilizar en la elaboración de alimentos balanceados para nutrición animal, alimentación humana y jabonería.

3.3 Productos

Línea de Alimentación Animal

Harina de Carne Y Hueso

- 50/55 envasado en Big Bag de 1200 Kg.
- 45/50 envasado en bolsas de 25 kg o en Big Bag.
- 40/45 envasado en bolsas de 25 kg o en Big Bag.



Figura 3: harina de carne y hueso marca Insuga.

Fuente: página web de la empresa.

Los valores a los que se hace referencia en los tres puntos mencionados (50/55, 45/50 y 40/45) se refiere al porcentaje de proteína que contiene cada bolsa. Por ejemplo, si una bolsa de harina de carne y hueso tiene marcado "50/55", significa que la harina contiene entre el 50% y el 55% de proteína.

Línea de Alimentación Humana

Grasas Refinadas:

Marca Insuga:

- Caja: 12 paq. x 1 kg.
- Caja: 20 paq. x kg.
- Caja: 10 kg.



Figura 4: grasas refinadas marca Insuga.

Fuente: página web de la empresa.

Marca Amasador:

- Amasador 38. Caja de 10 kg.
- Amasador 44. Caja de 10 kg.
- Amasador 48. Caja de 10 kg.



Figura 5: grasas refinadas marca Amasador.

Fuente: página web de la empresa.

Margarina

- Hojaldre: Caja: 4 block x 5 kg.
- Repostera: Caja: 4 block x 5 kg
- Tapera: 4 block x 5 kg



Figura 6: margarinas.

Fuente: página web de la empresa.

3.4 Procesos

Recepción de Materia Prima

La materia prima proveniente de la faena diaria de establecimientos habilitados por SENASA ingresa a la planta en camiones precintados y con sus correspondientes certificados

sanitarios. El material es descargado en dos tolvas donde se realiza la inspección de presencia de MRDEEB (Material de Riesgo de Difusión de Encefalopatía Espongiforme Bovina).

Triturado

Una vez inspeccionada la materia prima, los sebos y huesos son enviados a un triturador por medio de sinfines transportadores.

El material triturado, con no más de 5 cm de espesor, es transportado por sinfines hasta una tolva pulmón desde donde es alimentado un digestor continuo.

Cocido

En el digestor, el material es deshidratado y los sebos fundidos por calefacción indirecta, alcanzando una temperatura de cocción entre 133 y 140°C y 8 Kgf/cm² de presión, durante 45 a 60 minutos aproximadamente.

Separación primaria de productos

Una vez deshidratado y fundido el material sale por el digestor y se produce la primera separación de sólidos y líquidos.

Prensado

Los sólidos son enviados a dos tolvas de carga que alimentan dos prensas horizontales (con una capacidad de prensado de 4.000 kg/h) en donde se extrae el excedente de sebo presente en el producto. De allí, el material sólido prensado o “expeller”, es enviado por medio de tornillos transportadores a una tolva pulmón con capacidad para 4 horas de proceso.

Esterilizado

De la tolva de expeller, el material es enviado a un esterilizador, en el cual se somete al producto a una temperatura de 133°C durante 20 minutos y a una presión de vapor de 3 kgf/cm² para dar cumplimiento a las normas y exigencias establecidas por la Comunidad Económica Europea (CEE). Posteriormente, el producto es enviado a una tolva de enfriamiento.

Zarandeado

Los líquidos o sebos con impurezas, obtenidos de esta separación primaria, son bombeados a una zaranda vibradora. En esta fase nuevamente se separa otra porción de sólidos que son enviados a las tolvas de carga de las prensas.

Centrifugado

Al sebo obtenido se lo procesa en dos decantadoras centrifugas de alta velocidad D-Canter, donde se eliminan los restos finales de material sólido, que también son enviados a las tolvas de carga de las prensas.

Diagrama de procesos

Se presenta a continuación un diagrama de flujo en donde se aprecian las operaciones ejecutadas desde el ingreso de la materia prima hasta que sale del sector cocción, el expeller continúa a molienda y el sebo a refinería.

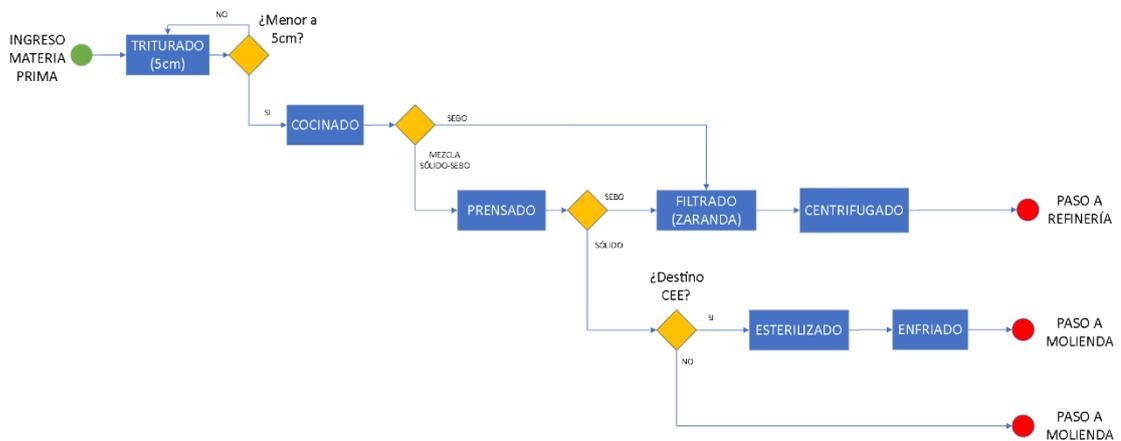


Figura 7: diagrama de procesos.

Fuente: elaboración propia.

3.5 Organigrama y jornada laboral

El número de empleados actualmente en la empresa asciende a la cantidad de 105 personas.

La jornada laboral para los gerentes, supervisores y personal de la administración es de lunes a viernes de 8 a 17hs. Los operarios de planta realizan turnos rotativos durante las 24 horas del día desde lunes a sábados y los domingos se para la planta, sólo trabaja el personal de mantenimiento. Estos últimos se distribuyen a lo largo de los diferentes sectores de la empresa: área de recepción de materia prima, sector cocción, sector refinado, sector molienda, sector envasado de harina, sector envasado de sebo refinado y margarina, entre otros. Además de las áreas mencionadas, encontramos operarios en el sector de las calderas.

Se presenta a continuación un organigrama de puestos correspondiente a la empresa Insuga Recreo.

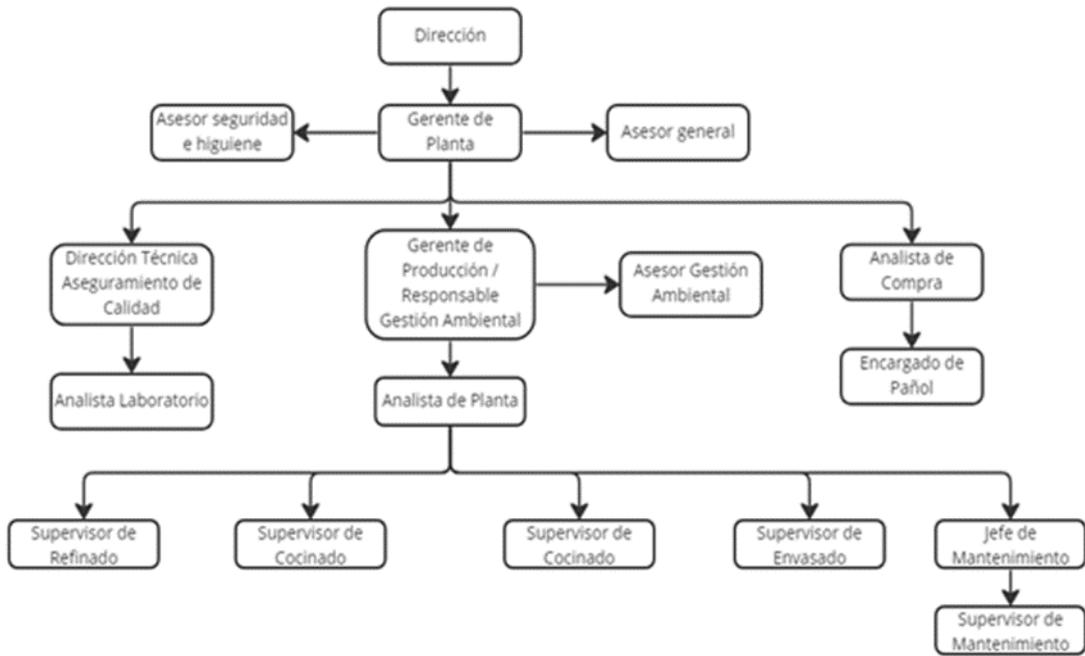


Figura 8: Organigrama.

Fuente: brindado por la empresa.

CAPITULO 4

“Diagnóstico”

4.1 Análisis de factores que afectan a la distribución en planta

En el presente apartado se examinarán los ocho factores que influyen sobre la distribución en planta. Para cada uno de ellos se analizarán diversas características y consideraciones, donde el objetivo de esto radica en confeccionar un diagnóstico de la distribución empleada en la línea actual. De esta forma, se identifican ventajas que puedan ser aprovechadas y aspectos a mejorar que puedan solucionarse a la hora de diseñar la distribución propuesta de la línea futura, en capítulos posteriores.

4.1.1 Factor 1 “Material”

El material a desplazar por las instalaciones va a estar en función de las distintas etapas del proceso que están vinculadas a través de los mecanismos de transporte.

Desde el ingreso de la materia prima hasta el triturador (figura 9), el producto se compone de huesos enteros y crudos de animales y restos de carne y grasa. Una vez triturados, el material a desplazar está constituido por los mismos restos, pero en trozos de hueso y carne cruda de tamaño no superior a 5 centímetros, con destino a la cocción.

Terminada la cocción, el material se constituye de pequeños restos cocidos entre los que puede observarse grasa fundida. La mayor parte de la grasa líquida es bombeada directamente hacia la zaranda. El resto de material líquido y la totalidad del sólido es enviado directamente a las prensas.

Al salir de las prensas los materiales a transportar se dividen en caminos diferentes. Por un lado, el expeller o chicharrón (figura 10), fracción sólida que resulta del prensado del material cocido; y por el otro, la grasa líquida que venía contenida cae a la parte inferior donde es desplazada por una rosca transportadora hasta la zaranda vibradora. De ahí es bombeada hasta las centrifugadoras y luego hasta un tanque de almacenamiento ubicado en la siguiente etapa del proceso (refinería), ubicado físicamente en otro sector.

El expeller puede tomar caminos diferentes en función de donde sea su destino para la comercialización. En caso de que las normativas lo requieran (Comunidad Económica Europea), este será sometido a esterilización, en caso contrario se dirige directamente hasta el sector de molienda. La esterilización consiste en someter el producto a temperatura y presión durante un período de tiempo determinado, por lo que en ambos casos el producto no sufre alteraciones visibles en esta etapa que puedan afectar al transporte hasta salir del sector. Son trozos de entre 3 y 5 centímetros de material compacto y seco.

En conclusión, no se transporta dentro de la planta material ajeno al que está siendo procesado. Dentro del proceso llevado a cabo en el sector cocción no se utiliza ningún tipo de insumo que pueda agregársele al producto o descarte de desperdicios.

En la tabla 8 se resume los tipos de materiales a transportar en función de cada etapa del proceso.

Tabla 8: cuadro resumen materiales en proceso

ETAPA O TRAYECTO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL A TRANSPORTAR	ASPECTO VISUAL
Descarga – Triturador	Restos de animales crudos. Carne, grasa y huesos enteros.	Huesos y vísceras crudas. Aspecto blanquecino.
Triturador – Digestor	Restos crudos y triturados con un tamaño no mayor a 5 cm.	Material crudo homogéneo y blanquecino con trozos de huesos.
Digestor – Prensas	Trozos de restos cocidos grasosos.	Trozos de carne cocida chorreante de grasa.
Digestor – Zaranda	Sebo fundido con impurezas.	Grasa líquida color marrón muy claro.
Prensas en adelante.	Sólido: Expeller. Trozos de material cocido y seco. Humedad 4-6%	Chicharrón prensado color marrón.
	Líquido: Sebo fundido con impurezas.	Grasa líquida color marrón muy claro.

Fuente: elaboración propia.



Figura 9: Trayecto descarga – triturador.

Fuente: fotografía capturada por alumnos.



Figura 10: Trayecto salida de prensas.

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

4.1.2 Factor 2 “Maquinaria”

En este apartado, se realizará un informe del relevamiento de equipos presentes en la línea de procesamiento actual en el sector de cocción. El objetivo es entrar en conocimiento de los equipos existentes y de los que presentan, y no, redundancias que potencialmente podrían llegar a ser reubicados y utilizados en la línea para la cual se propondrá su diseño.

Triturador

Mediante un tornillo sinfín la materia prima es transportada desde la playa de descarga hasta el primer equipo del sector, el triturador. Su función es moler los desechos que ingresan logrando un espesor máximo de 5 centímetros. Cuenta con una capacidad de 15 toneladas/hora.

Consiste en una tolva de alimentación en donde se deposita la mercadería que caerá por efecto de la gravedad en medio de dos ejes que poseen una serie de cuchillas que muelen el producto. Luego, éste es transportado hacia una tolva que alimentará la máquina de la siguiente etapa. Es equipo único, es decir que no se presenta redundancia, por lo que surge

la necesidad de adquirir uno nuevo para la línea futura. Esto es debido a que los crudos bovinos y porcinos no se pueden mezclar entre sí, con el objetivo de no contaminar la materia prima. Este equipo es impulsado por un motor eléctrico (ver figura 11).



Figura 11: Triturador (equipo color rojo)

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

Digestor

Constituye el equipo principal de la línea (figura 12), y es el encargado de la cocción del producto molido. Con una capacidad de procesamiento de 12 toneladas/hora. Al ser de procesamiento continuo, el producto llega a la tolva de alimentación y es extraído por el otro extremo. Visualmente, se aprecia con una forma cilíndrica de 13 metros de longitud y 3 de diámetro, en donde el producto ingresa por la parte superior de un extremo y sale por la parte inferior del extremo opuesto. El material es movilizado en su interior mediante sinfines y paletas acopladas al eje principal de 400mm de diámetro. La fuente de calor para la cocción es el vapor proveniente de las calderas. Esta compleja máquina además tiene salidas independientes para los vapores de cocción que serán condensados y trasladados para su tratamiento como efluentes de desecho.

Un punto importante de este equipo a destacar es el hecho de que es capaz de extraer mediante un sistema de recolección y bombeo la mayor parte del sebo líquido generado durante la cocción, y bombearlo directamente hasta la zaranda vibradora sin pasar por las prensas, de manera que gran parte de la fase líquida del material cocido no tenga que ser transportado durante el trayecto a las prensas. De lo contrario, se dificultaría hacerlo con un tornillo sinfín, y llegando al prensado únicamente la grasa líquida contenida en los restos sólidos.

Este equipo es el único en su tipo en funcionamiento en la línea de cocción actual, pero ya fue adquirido en diciembre del año 2022 un equipo de características similares y con una capacidad de 8 Tn/h como resultado de la planificación de la ampliación futura a la que se busca proponer un diseño en el presente proyecto. Es el único equipo que fue comprado por el momento destinado a la línea futura. Tiene la particularidad de ser el más costoso y de ser el más representativo de la línea, por lo que en futuros capítulos se deberán calcular las capacidades del resto de equipos a montar en la línea en base a esta limitación.



Figura 12: Digestor

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

Prensa

Una vez el producto cocido egresa del digestor, es transportado por tornillos sinfines hacia la tolva de carga que alimenta las prensas horizontales. Este equipo se compone de un tornillo cónico giratorio que presiona el producto contra las paredes de un cilindro a medida que avanza en su interior.

El sólido, también denominado “expeller” o “chicharrón”, es recogido al final del recorrido por otro tornillo sinfín que lo transporta a la siguiente etapa. El sebo líquido cae por gravedad a un pequeño sinfín que lo guía hasta la siguiente etapa de separación de fases.

En la línea actual se encuentran en funcionamiento dos prensas horizontales idénticas, siendo capaces de procesar cada una 6 Tn/h de producto que ingresa. Acá se presenta el caso de redundancia de equipos, teniendo esto en cuenta habría que evaluar los motivos de ello y la posibilidad de reubicación de una de estas prensas en la línea nueva (figura 13).



Figura 13: Prensas

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

Zaranda vibradora

Consiste en una plataforma circular de aproximadamente 1,5 metros de diámetro y con una altura de borde de 10 centímetros, está perforada y vibra por un mecanismo de rotación excéntrica (figura 14). Allí, se separa una nueva porción de sólidos que son enviados nuevamente a las tolvas de carga de las prensas y el sebo líquido que pasa por las perforaciones de la zaranda es recolectado y bombeado a las centrifugadoras D-Canter.

Sólo se cuenta actualmente con una zaranda en el sector. Como lo es el caso del triturador, se necesitará adquirir una zaranda para procesar las distintas especies por separado.



Figura 14: Zaranda vibradora

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

Centrifugadora D-Canter

Con una capacidad de 3 Tn/h, la centrifugadora consiste en un equipo que, por fuerza centrífuga en cilindros perforados, elimina la última fracción de material sólido que pueda contener el sebo líquido antes de llevarlo a refinería. La porción de sólidos nuevamente es transportada hasta las tolvas de carga de las prensas y el sebo, ya sin impurezas visibles, es bombeado hasta un tanque de almacenamiento provisorio ubicado en el sector contiguo “refinería”. Actualmente, la planta dispone de dos unidades centrifugadoras D-Canter funcionando en paralelo (figura 15).



Figura 15: Centrifugadora D-Canter.

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

Esterilizador

Con una capacidad de procesamiento de 5 Tn es el único en su tipo y único equipo del sector cocinado que opera por lotes de producto. Se encuentra a continuación de las prensas y es el último equipo en donde es procesado el expeller antes de pasar al sector “molienda” (figura 16). No todo el material procesado pasa por esta etapa. Al salir el expeller de las prensas, está la posibilidad de hacerlo continuar hasta molienda o abrir una compuerta que deja caer el material en la tolva que almacena temporalmente el expeller que espera ser esterilizado, esta espera se debe a que opera por lotes. El proceso de esterilizado consiste en someter el expeller a una temperatura de aproximadamente 130° C durante 20 minutos y a una presión de vapor de 3 Kg/cm².



Figura 16: Esterilizador

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

Tolvas

Dentro del sector cocinado se encuentran un total de cinco tolvas en donde se almacena temporalmente el MEP (Material En Proceso).

- Tolva de alimentación del digestor (figura 17): ubicada entre el triturador y el digestor, almacena temporalmente los restos cárnicos triturados con el objetivo de que las variaciones en el ritmo de funcionamiento del triturador no afecten el flujo continuo de ingreso de material al digestor. Además, de allí se toman las muestras de forma aleatoria para analizar el tamaño de los trozos de hueso y garantizar que la cocción llegue hasta el centro.



Figura 17: Tolva alimentación digestor

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

- Tolva pulmón (figura 18): se denomina así a la tolva en donde se almacena el expeller que aguarda ser esterilizado, es una de las tolvas de mayor tamaño que se puede encontrar dentro del sector cocinado y posee una capacidad para 4 horas de proceso.



Figura 18: Tolva pulmón

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

- Tolva de enfriamiento (figura 19): el expeller que ya ha sido esterilizado debe enfriarse antes de continuar con su molienda, por lo que a la salida del esterilizador se encuentra la “tolva de enfriamiento” con capacidad de 15 toneladas. Posee dos sinfines en su base que remueven constantemente el material para ayudar a la extracción de calor y una campana de extracción en su parte superior que expulsa calor fuera del recinto.

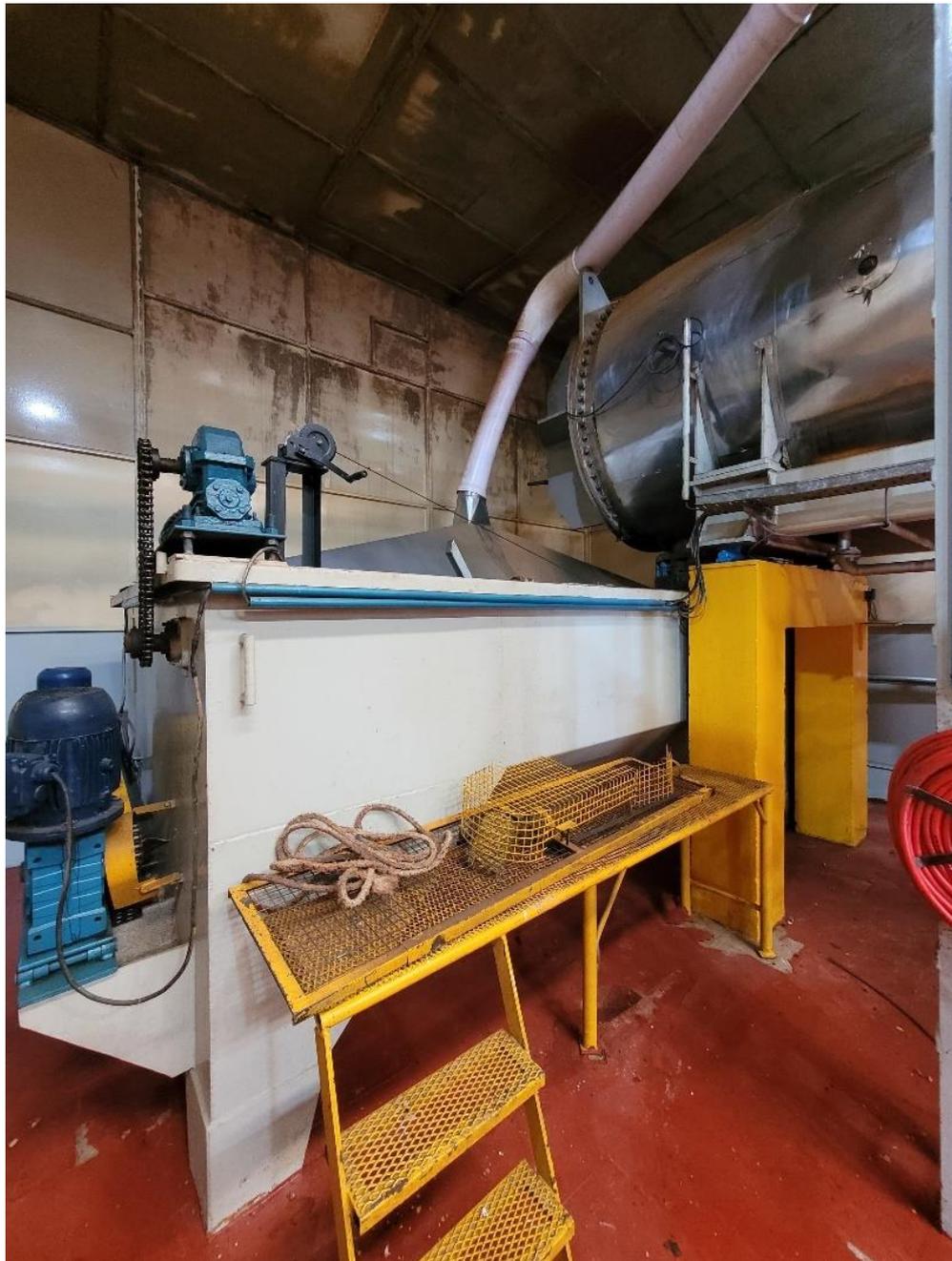


Figura 19: Tolva enfriamiento

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

- Tolvas prensas: dos tolvas relativamente pequeñas, con capacidad de aproximadamente 300 Kg, ubicadas por encima de las prensas (una para cada prensa) que reciben el producto proveniente del digestor y alimentan las prensas (figura 13 sobre prensas).

Sinfines

Tornillos transportadores/sinfin: es el medio empleado para el movimiento del material en proceso. Entre cada equipo mencionado anteriormente se encuentra al menos un tornillo

sinfin. Este punto se abordará con mayor profundidad en el apartado correspondiente al factor 4 - movimiento. (figuras 20 y 21).



Figura 20: Sinfin alimentación triturador

Fuente: fotografía capturada por alumnos.



Figura 21: Sinfin salida de prensas expeller

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

Se presenta una tabla resumen con los datos de los equipos principales (tabla 9).

Tabla 9: resumen equipos.

EQUIPO	CAPACIDAD	ESTADO
Triturador	15 toneladas / hora (Continuo)	Actualmente en uso.
Digestor 1	12 toneladas / hora (Continuo)	Actualmente en uso.
Digestor 2	8 toneladas / hora (Continuo)	Nuevo. Sin uso.
Prensa 1	6 toneladas / hora (Continuo)	Actualmente en uso.
Prensa 2	6 toneladas / hora (Continuo)	Actualmente en uso.
Zaranda Vibradora	3 toneladas / hora (Continuo)	Actualmente en uso.
Centrifugadora 1	3 toneladas / hora (Continuo)	Actualmente en uso.
Centrifugadora 2	3 toneladas / hora (Continuo)	Actualmente en uso.
Esterilizador	5 toneladas / hora (Lote)	Actualmente en uso.
Tolva Alim. Dig.	12 Tn	Actualmente en uso.
Tolva Pulmón	15 Tn	Actualmente en uso.
Tolva Enfriamiento	5 Tn	Actualmente en uso.

Fuente: elaboración propia.

Se presentan, además, dibujos en 2D de cada una de las máquinas con las dimensiones que ocupan en la superficie (figura 22).

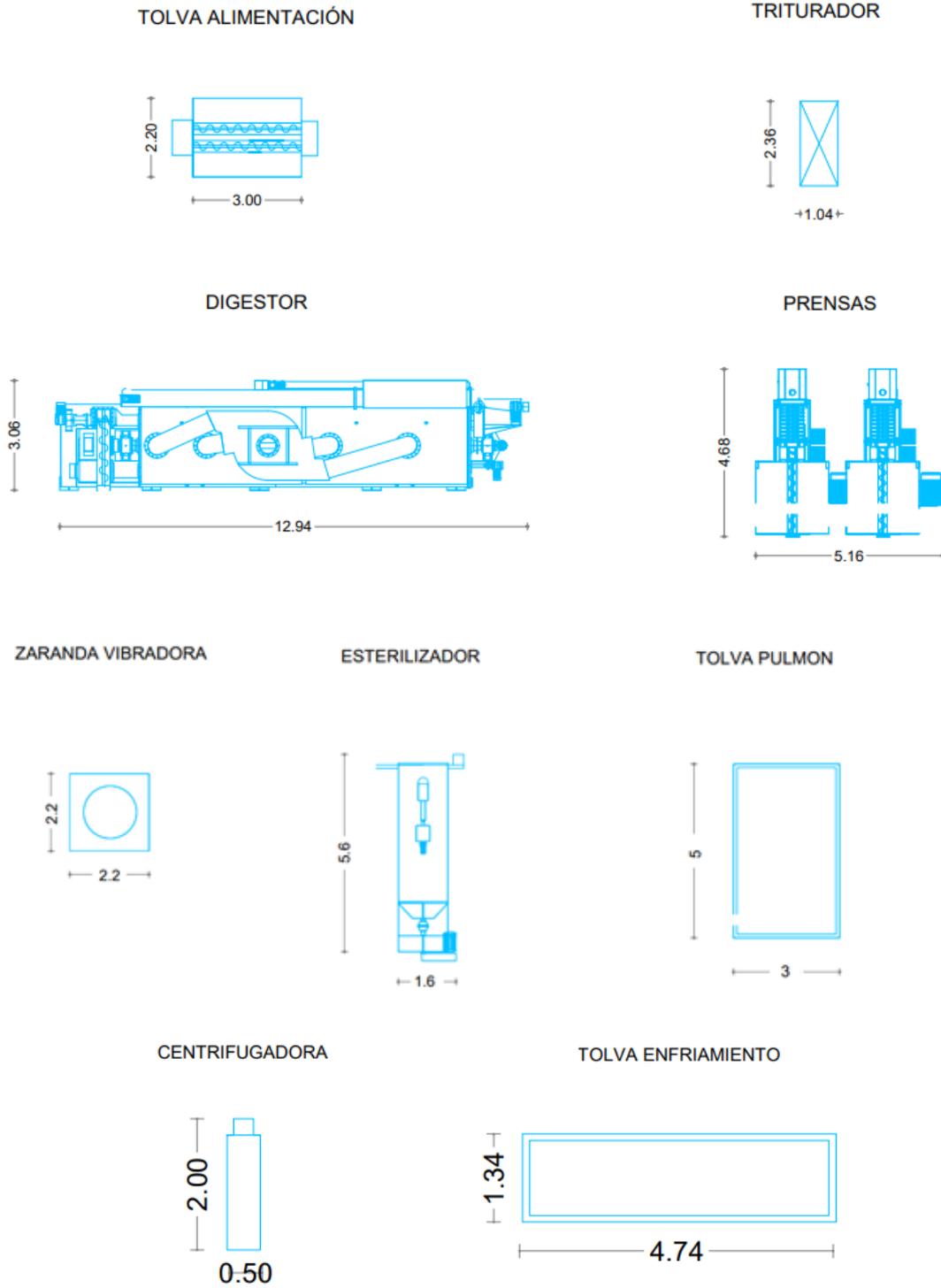


Figura 22: dimensiones de equipos.

Fuente: elaboración propia.

4.1.3 Factor 3 – “Personal”

El personal encargado directamente del sector cocinado se conforma de un supervisor y operarios de planta. Estos últimos se dedican a tareas relacionadas con la atención de las máquinas y el material, así como tareas de limpieza del sector. El relevamiento llevado a cabo se resume en la tabla 10.

Tabla 10: personal.

SECTOR	PUESTO	MISIÓN	TAREA	HORARIOS	CANTIDAD
Cocción	Operario	Transformar la materia prima en producto siguiendo los requisitos de calidad definidos por la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> - Recibir el turno anterior verificando la condición de la máquina, materia prima y materiales empleados - Mantener limpio el lugar de trabajo - Informar las novedades del turno - Entregar el turno al siguiente compañero - Completar el registro del puesto - Realizar otras funciones que le sean asignadas por su superior inmediato 	Horarios: rotativos de 8 horas. Jornada laboral: lunes a sábados	Dos operarios por turno
Cocción	Supervisor del sector	Asegurar el cumplimiento de los procesos orientados al logro de objetivos sectoriales	<ul style="list-style-type: none"> - Asignar tareas al personal a cargo - Supervisar las operaciones del sector - Completar y 	Horarios: 8hs a 17hs Jornada laboral: lunes a viernes	Un supervisor

		definidos previamente	supervisar registros del sector - Reportar novedades al jefe de planta - Archivar la documentación del área - Realizar otras funciones que sean asignadas por su superior inmediato		
--	--	-----------------------	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

Una aclaración importante es que fuera del horario de jornada laboral (8 a 17hs) no se encuentra un supervisor en dicho sector.

La transformación del crudo no ocurre en su totalidad en el sector cocción, sino que en los sectores continuos sigue el agregado de valor al producto a través de procesos como la molienda del expeller, el blanqueado, neutralizado y desodorizado de la grasa en refinería.

4.1.4 Factor 4 – “Movimiento”

Para el movimiento de materiales sólidos dentro del sector cocción se utilizan tornillos transportadores, conocido también como sinfín.

El tornillo sinfín está constituido por un motorreductor que lo impulsa, una cuna que soporta el material transportado y un tornillo cuya hélice genera el avance del material. Entre cada equipo se encuentra al menos un tornillo sinfín, en algunos casos se encuentran dos o más de estos vinculados entre sí. Se pueden encontrar en diferentes longitudes y dimensiones de acuerdo con los requerimientos de transporte. Una observación es que las cunas de los sinfines no presentan tapas.

Por otro lado, el sebo líquido no se transporta en sinfines, sino que es bombeado y transportado mediante cañerías de acero inoxidable. Estas bombas hacen llegar el sebo a la zaranda, hacia las centrifugadoras y, de ahí, hacia el siguiente sector.

Como conclusión del factor en análisis, los medios de transporte son eficientes para el tipo de material que se transporta, por lo que para una línea futura de cocción de cerdo se deberá adquirir o fabricar estos mecanismo de movimiento de material.

4.1.5 Factor 5 – “Esperas”

Para el análisis del factor esperas se van a considerar todas las tolvas presentes en el sector cocción en donde se almacena temporariamente el MEP. La espera no es la misma en todas, ya que existen tolvas de alimentación de equipos con esperas relativamente cortas, en donde permanece el material un tiempo mínimo de espera para seguir siendo procesado. Existen también tolvas notablemente más grandes y consideradas “pulmones” del proceso.

Las esperas más largas son las generadas en la tolva de alimentación del digestor, la tolva pulmón y la de enfriamiento, debido a las dimensiones de las mismas las cuales se pueden apreciar en la tabla 11. En lo que respecta a las de alimentación de las prensas, el único objetivo que persiguen es el de recolectar el producto a la salida del sinfín del digestor. No hay una espera considerablemente grande entre que el material abandona el sinfín e ingresa a la prensa, al punto tal de que si se quisiera se podrían considerar éstas como una parte de la máquina y no tenerlas en cuenta como generadoras de esperas.

Como se mencionó en el factor maquinaria (sección 4.1.2), el esterilizador es el único equipo en el sector que funciona por lotes. Debido a esto, el material antes de ingresar al esterilizador permanece en una tolva pulmón con capacidad máxima para cuatro horas de proceso. Posterior al esterilizador se encuentra una tolva de enfriamiento en la cual existe otra espera considerada y tiene una capacidad de 5 toneladas.

A continuación, se procede a cuantificar las esperas de las tolvas involucradas. Los datos de capacidades de equipos que se mencionan son analizados en profundidad en la sección 5.1.

TOLVA ALIMENTACIÓN DIGESTOR

Recibe el crudo del triturador con un caudal normal de 12 Tn/h. Al tener un rendimiento del 100%, este flujo de material picado ingresa a la tolva en cuestión a un flujo máximo igual a la capacidad máxima del triturador. Por otro lado, si el proceso opera a capacidad plena, el flujo de salida desde la tolva al equipo siguiente es igual que la entrada, 12 Tn/h (input máximo admitido por el digestor).

La capacidad de la tolva es aproximadamente 12 Tn, en función de su volumen y la densidad media del producto (la variación de ésta se considera despreciable en este análisis de capacidad de almacenamiento).

$$\frac{12 \text{ Tn (capacidad tolva)}}{12 \frac{\text{Tn}}{\text{h}} (\text{Flujo de ingreso y egreso})} = 1 \text{ h (de proceso)}$$

TOLVA PULMÓN

Recibe el material en proceso proveniente desde las prensas, considerando el input máximo que podrían tener estas últimas como resultado de la salida máxima del digestor de 4.8 Tn/h (12 Tn/h * 40% de rendimiento de fracción sólida) y considerando el rendimiento medio de las prensas de 79.5%, su salida máxima será de 3.82 Tn/h (4.8 Tn/h * 79.5%) (flujo máximo ingreso a tolva). Esto es independiente del hecho de que las prensas funcionen en paralelo o sólo con un equipo a la vez dado que su capacidad individual es suficiente (6 Tn/h).

La capacidad de la tolva es de 15 Tn (dato), por ende:

$$\frac{15 \text{ Tn (capacidad tolva)}}{3.82 \frac{\text{Tn}}{\text{h}} (\text{Flujo de ingreso y egreso})} = 3.93 \text{ h (de proceso)}$$

TOLVA DE ENFRIAMIENTO

Recibe desde el esterilizador un flujo real máximo de 3.82 Tn/h.

$$\frac{5 \text{ Tn (capacidad tolva)}}{3.82 \frac{\text{Tn}}{\text{h}} (\text{Flujo de ingreso y egreso})} = 1.31 \text{ h (de proceso)}$$

A continuación, se presenta un resumen de lo analizado.

Tabla 11: datos esperas

TOLVA	CAPACIDAD	ESPERA
Tolva Alim. Dig.	12 Tn	1 hora de proceso.
Tolva Pulmón	15 Tn	≈ 4 horas de proceso.
Tolva Enfriamiento	5 Tn	≈ 1 hora de proceso.

Fuente: elaboración propia.

4.1.6 Factor 6 – “Servicios”

El estudio de este factor se centrará en los servicios que actúan directamente en el proceso de producción. Las líneas de servicios de electricidad, vapor, aire comprimido y la extracción y tratamiento de efluentes.

Las líneas de servicios se constituyen por los diferentes equipos generadores y proveedores de los respectivos servicios, estos hacen que la planta funcione. Además, sus sistemas de distribución hacen llegar éstos a las distintas máquinas empleadas en el proceso productivo.

Se describen brevemente los sistemas de generación y distribución de servicios:

- Aire comprimido: empleado en numerosos equipos dentro de la planta, principalmente en cilindros neumáticos presentes en una enorme variedad de equipos. La planta cuenta con un compresor (figura 23) de una potencia de 20 HP y una capacidad de 132.8 m³/h. Este aire comprimido es distribuido mediante tuberías de acero hacia los equipos que lo necesiten, acompañado de un sistema FRL.



Figura 23: Compresor y tanque pulmón.

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

- Sistema eléctrico: constituido por una bajada de media tensión de 33 kV proveniente de una empresa abastecedora. A través de un transformador se logra

la reducción a baja tensión. En los casos en que este suministro no esté disponible por cualquier motivo, la empresa cuenta con un motor diesel de 450 CV acoplado a un generador eléctrico capaz de abastecer a toda la planta. En la celda de bajada se encuentra el tablero eléctrico principal y el banco de capacitores empleado para la corrección del factor de potencia. Cada uno de los sectores se encuentra seccionado con su respectivo tablero y, de igual forma, cada equipo.

- Vapor: para la generación de vapor la empresa cuenta actualmente con tres calderas humo tubulares (figura 24). Una de ellas es alimentada mediante leña; la segunda, por gas natural; y la tercera, que originalmente funcionaba a gas natural, tuvo que ser adaptada para funcionar con sebo líquido proveniente del proceso. El motivo de esto último fue la falta de capacidad de abastecimiento de gas natural por parte de la empresa proveedora. Las calderas se encuentran ubicadas cada una en su respectiva sala y desde allí se distribuye a toda la planta mediante tuberías.



Figura 24: Caldera humo tubular a gas natural.

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

- Tratamiento de efluentes: Los efluentes de desecho son generados en distintas partes del proceso. La mayor parte de estos son generados en el proceso de cocinado, el cual genera aguas residuales producto de la condensación de los vapores de cocción. Los efluentes deben ser tratados correctamente antes de su desecho debido al gran contenido de material orgánico que presentan.

Estos efluentes son bombeados hasta un biodigestor (figura 25). El biodigestor consiste en una pileta de 75x25x3 metros, cubierta por un material elástico de 3mm de espesor. Cuando las aguas residuales ingresan, permanecen el tiempo suficiente para que la mayor parte de materia orgánica que presentan se descomponga generando gas metano, que es contenido por la cubierta de elastómero. El gas es quemado al ambiente, y el efluente es bombeado hasta las piletas de tratamiento.

En estas piletas, un total de 17, el efluente circulará de una en una recibiendo en cada una de ellas un tratamiento distinto que lo prepara para su vertido final. Después de la última pileta, se arroja al vertedero.



Figura 25: Biodigestor.

Fuente: fotografía capturada por alumnos.

Se debe aclarar que los servicios utilizados mencionados se encuentran fuera del sector cocción. Es este el motivo por el cual no se incluyen en la tabla 9, la cual involucra únicamente los equipos de dicho sector.

4.1.7 Factor 7 – “Edificios”

La superficie disponible actualmente en el sector es de 492 m². En la misma, se encuentran los equipos involucrados en el proceso de cocción y la cabina de control. El galpón donde se ubica la planta de procesamiento cuenta con una altura de 12 metros aproximadamente. El galpón no cuenta con entresijos o sótanos y las paredes están construidas con mampostería desde el suelo hasta la cubierta (techo de chapa).

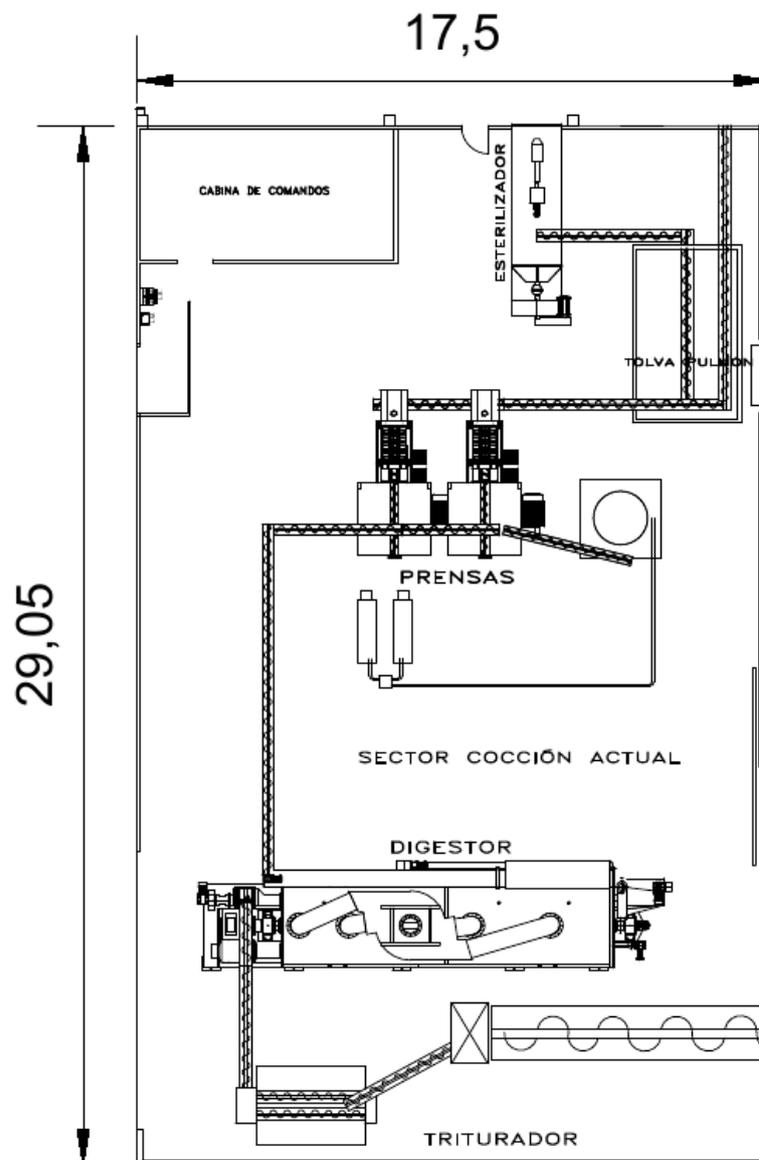


Figura 26: Plano sector cocción actual.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 26, se puede apreciar el layout del sector. Entre equipos, se pueden observar los tornillos transportadores utilizados para el movimiento del material en proceso. Se ilustran además, los equipos y componentes del sector.

El espacio en general ocupado por las máquinas y las divisiones edilicias dentro del área, contabilizan un total de 121 m², aproximadamente. Los tornillos transportadores, si bien ocupan un espacio dentro de la planta, están suspendidos en el aire sujetos en ambos extremos por los equipos, o en su defecto por una conexión de dos o más de estos.

Ubicado junto al galpón del sector cocción se encuentra una superficie de aproximadamente 340 m². Dicho espacio se encuentra vacío y sin ningún uso especial más que para la circulación del personal de planta. Como el objetivo del proyecto es diseñar una nueva línea de procesado, la cual requiere de espacio físico disponible, se va a contemplar la posibilidad de utilizar esa playa en desuso para la propuesta de diseño.

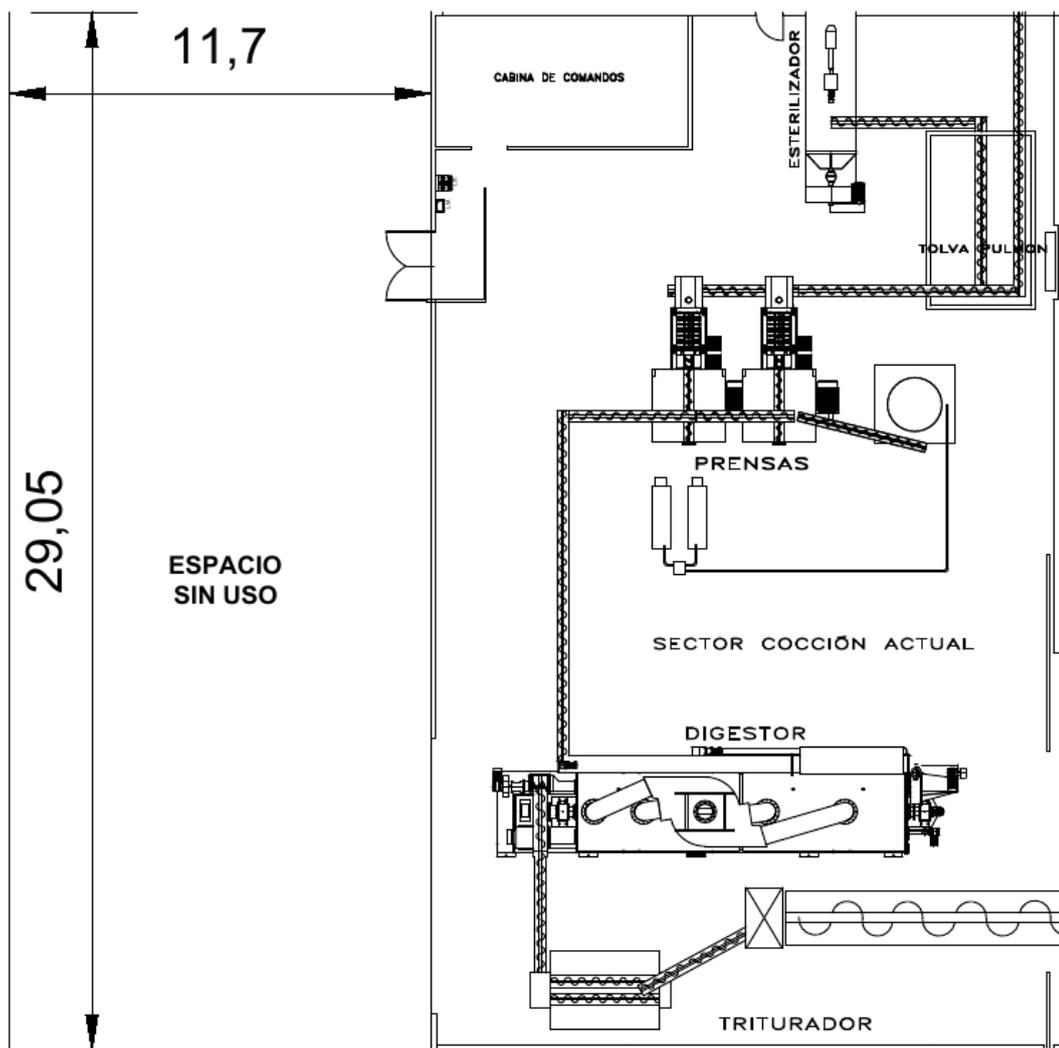


Figura 27: Plano superficie actual.

Fuente: elaboración propia.

4.1.8 Factor 8 – “Cambios”

El factor cambios, considerado como el último para este análisis que puede afectar la distribución, intenta abarcar la posibilidad de variaciones futuras en los factores analizados anteriormente que puedan influir en la distribución. Visto de otra forma, pueden surgir necesidades de alteraciones en el producto, maquinaria, personal, etc., que se vean comprometidas o imposibilitadas producto de la distribución. Esto llevaría a redistribuir la planta o sector con los costos que ello genera de reubicación de equipos, paradas de producción, reformas en la estructura, etc.

Dado que el objetivo de este análisis es el diagnóstico de una distribución ya realizada en el pasado, se abordarán algunos de los factores vistos que fueron afectados por cambios realizados a lo largo de la historia de la distribución actual. No se descarta que eventos similares puedan ocurrir en el futuro, por lo que será analizada la forma en que fueron previstos. Algunos de los cambios que se han dado a lo largo de la historia de la distribución actual son:

- Reemplazo de maquinaria por actualización tecnológica o finalización de vida útil.
- Reemplazo o adición de maquinaria por necesidades de aumento de capacidad.
- Cambios en los equipos de transporte de materiales debido a cambios en la maquinaria.
- Cambio en la cantidad y capacidad de las tolvas debido a modificaciones en las esperas del MEP por variaciones en la capacidad de procesamiento.

Se puede notar que el factor común para posibilitar la ejecución de estos cambios que han sucedido a lo largo de la historia de la planta, o mejor dicho del sector, es la disponibilidad de espacio que ha sido producto de un crecimiento espiralado (no lineal) de la planta. Cuando uno recorre el sector, fácilmente puede notar lo amplio de la nave y lo distanciados que se encuentran los equipos, con tornillos sinfines que los comunican suspendidos en el aire. Considerando, además, que no se observa gran cantidad de personal dado que nadie opera las máquinas, más allá de operarios de limpieza y control; y el supervisor, que se encuentra en la oficina de tableros de control desde donde supervisa el proceso en un sistema SCADA.

4.2 Caracterización del proceso

La fábrica recibe diariamente materia prima proveniente de establecimientos certificados por SENASA, en camiones sellados y con certificados sanitarios. Una vez en la planta, el

material es inspeccionado en 2 tolvas para detectar la presencia de MRDEEB (Material de Riesgo de Difusión de Encefalopatía Espongiforme Bovina). Luego, los sebos y huesos son triturados y transportados a una tolva para ser alimentados en un digestor continuo donde se deshidratan y funden. Durante 45 a 60 minutos, el material se somete a una temperatura de cocción entre 133 y 140°C por calefacción indirecta.

Una vez fuera del digestor, se separan los sólidos y líquidos del material. El producto es prensado en dos prensas horizontales con capacidad de 6000 kg/hora para extraer el sebo excedente. Después de prensado, el material se envía a un esterilizador, se somete a una temperatura de 133°C durante 20 minutos y a una presión de vapor de 3 kg/cm² para cumplir con los estándares de la Comunidad Económica Europea. Posteriormente, se enfría en una tolva antes de continuar su trayecto hasta mollienda para su transformación en harina.

Los líquidos con impurezas se bombean a una zaranda vibradora para separar más sólidos que son enviados a las prensas. El sebo obtenido se procesa en dos decantadoras centrífugas de alta velocidad D-Canter para eliminar los restos finales de material sólido antes de ser almacenado en un tanque provisorio en donde espera ingresar al sector refinería.

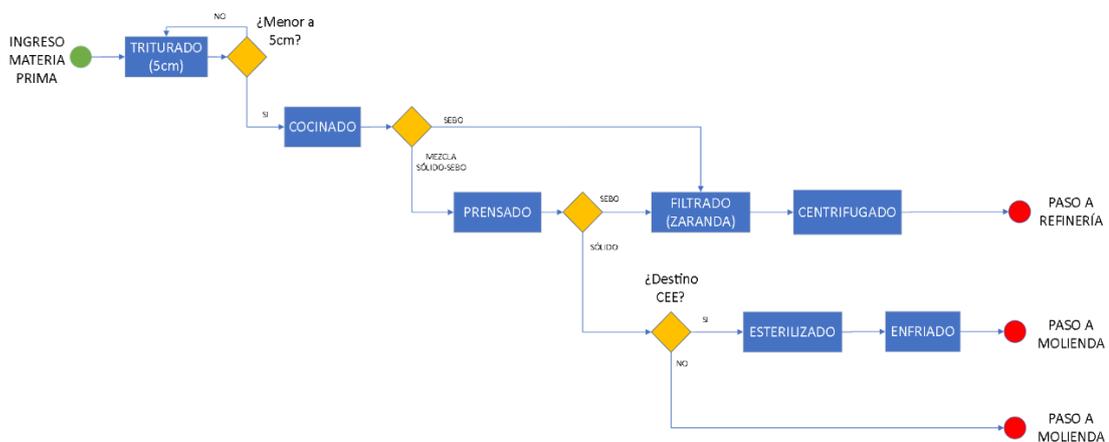


Figura 28: Diagrama de flujo.

Fuente: elaboración propia.

4.3 Conclusiones del diagnóstico

Como conclusión del análisis se puede asegurar que la distribución actual es funcional y no ha traído mayores inconvenientes a lo largo de su historia. Es una distribución amplia, con suficiente espacio entre equipos que permite correctamente las tareas de mantenimiento y limpieza de máquinas y edificio. En contrapartida, posee recorridos relativamente largos del material en proceso.

Esto la convirtió en una distribución flexible a lo largo del tiempo, lo que significó que al momento de afrontar cambios de equipamiento o modificaciones en la división de sectores no fue un impedimento la disponibilidad de espacio.

Como se mencionó en el punto 1.5, una de las problemáticas que se va a presentar a futuro es el límite de capacidad máxima para procesar toda la materia prima que ingresa a la planta. Dicho esto, y sumado al beneficio que genera procesar ambas especies por separado, surge la necesidad de analizar la situación actual y presentar una propuesta de distribución de la nueva línea de cocción.

Se puede observar que, para llevar a cabo una línea paralela, inevitablemente se deberán adquirir equipos nuevos para evitar la contaminación entre especies. Sumado a esto, si bien el espacio disponible existe, se debe estudiar si es suficiente para llevar a cabo la distribución.

Además, se deberá estudiar la viabilidad económica de procesar la materia prima en dos líneas, contemplando la inversión necesaria en maquinarias, infraestructura y puesta en marcha.

CAPITULO 5

“Capacidad y Equipamiento”

5.1 Aspectos Operativos

5.1.1 Determinación del Cuello de Botella

Hay más de una forma de definir capacidad de procesamiento, en este caso se habla de capacidades máximas desde el punto de vista de la entrada a los equipos (input). Por ejemplo, la prensa es capaz de recibir 6 Tn/h de material cocido proveniente del equipo previo. Vale comentar que algunos de estos datos brindados por la empresa han sido cedidos por los fabricantes de los respectivos equipos y otros obtenidos en la práctica de la empresa, es decir, de forma empírica. Inicialmente, se cuenta con los datos de capacidades máximas individuales de los equipos y rendimientos (línea actual multiespecie).

Se presentan en la tabla 12 los datos utilizados para los cálculos posteriores. En la figura 29, se visualiza dicha información en un diagrama. Se recuerda, en este punto, que el recorrido convencional del material en proceso (MEP) es el que se observa en rojo en dicha figura, siendo el esterilizador un equipo con una baja frecuencia de utilización y empleado en pedidos de producción de lotes especiales y realizado bajo una producción tipo “batch” o “por lote”.

Tabla 12: Datos de equipos.

EQUIPO	CAPACIDAD [Tn/h]	RENDIMIENTOS		
(1) Triturador	15	~100%		
(2) Digestor	12	40% (Sól.)	15% (Líqu.)	45% (Merma)
(3) Prensa	6	79.5% (Sól.)	17.5% (Líqu.)	3% (Merma)
(4) Zaranda	3	~100%		
(5) Centrifugadora	3	~100%		

Fuente: elaboración propia.

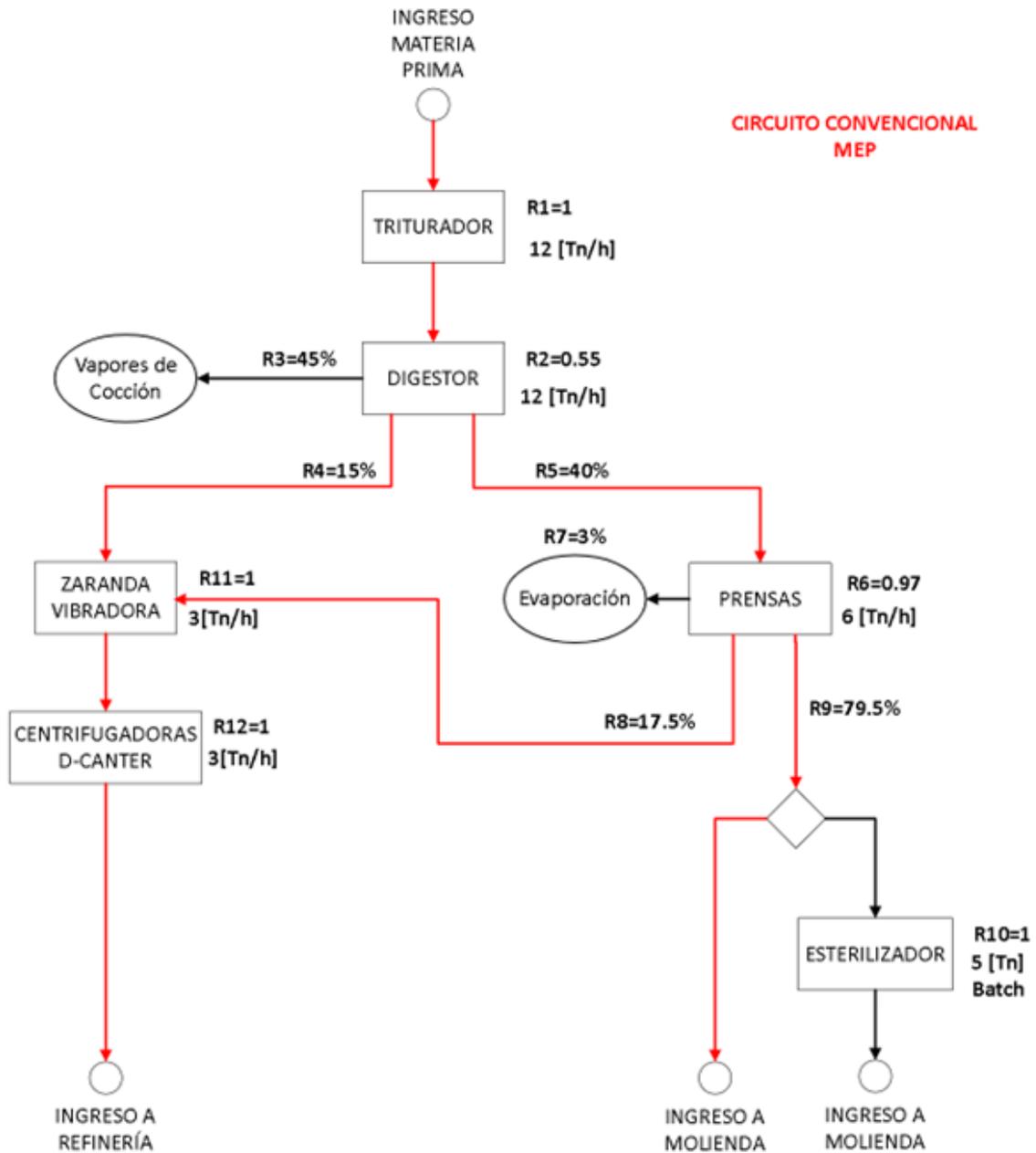


Figura 29: diagrama convencional del proceso.

Fuente: elaboración propia.

Para la determinación del cuello de botella del proceso convencional, se determinarán valores para las variables dependientes “ X_a ”, que representará el ingreso de materia prima en toneladas por hora a la entrada del primer equipo (entrada al proceso). La variable tomará valores en función de qué equipo (“a”) se analice.

Entonces:

$$X_a \left[\frac{Tn}{h} \right] = \text{Flujo de MP ingresante al proceso permitido, según equipo "a"}.$$

Se determinará también la variable denominada “Capacidad Utilizada” e identificada con “C_a” que representará la capacidad utilizada de cada equipo específico vista desde el lado del Input y expresada en toneladas por hora, es decir, ingreso de MEP real en cada equipo.

Entonces:

$$C_a \left[\frac{Tn}{h} \right] = \text{Ingreso real de MEP en (equipo a)}$$

Por otro lado, se conocen los datos de capacidades máximas admisibles de equipos desde el lado del input, a estos datos se los identificará como “CM_a” y son los que se presentan en la tabla 12.

Entonces:

$$CM_1 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 15 \left[\frac{Tn}{h} \right] (\text{Input})$$

$$CM_2 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 12 \left[\frac{Tn}{h} \right] (\text{Input})$$

$$CM_3 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 6 \left[\frac{Tn}{h} \right] (\text{Input})$$

$$CM_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 3 \left[\frac{Tn}{h} \right] (\text{Input})$$

$$CM_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 3 \left[\frac{Tn}{h} \right] (\text{Input})$$

El cálculo para la determinación del cuello de botella del proceso convencional consistirá en establecer las variables “C_a” de cada equipo en función de la variable “X_a” (Única), a través de los rendimientos conocidos. Una vez obtenidas las ecuaciones, igualar “C_a” de cada equipo a “CM_a” de cada equipo y despejar “X_a” de cada ecuación. La que presente un valor de “X_a” menor será la ecuación del equipo cuello de botella y será “X_a” el flujo de materia prima máximo permitido al inicio del proceso.

Entonces, observando la figura 29 y los valores resumidos en la tabla 13, se tiene:

Determinación de ecuación 1 - Triturador:

$$C_1 \left[\frac{Tn}{h} \right] = X_1 \left[\frac{Tn}{h} \right] \text{ (Ecuación 1)}$$

Determinación de ecuación 2 - Digestor:

$$C_2 \left[\frac{Tn}{h} \right] = X_2 \left[\frac{Tn}{h} \right] * R1 = X_2 \left[\frac{Tn}{h} \right] * 1 = X_2 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

$$C_{Dig} \left[\frac{Tn}{h} \right] = X_2 \left[\frac{Tn}{h} \right] \text{ (Ecuación 2)}$$

Determinación de ecuación 3 - Prensa:

$$C_3 \left[\frac{Tn}{h} \right] = X_3 \left[\frac{Tn}{h} \right] * R1 * R5 = X_3 \left[\frac{Tn}{h} \right] * 1 * 0.4 = 0.4 X_3 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

$$C_3 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 0.4 X_3 \left[\frac{Tn}{h} \right] \text{ (Ecuación 3)}$$

Determinación de ecuación 4 - Zaranda:

$$C_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] = X_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] * R1 * R4 + X_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] * R1 * R5 * R8$$

$$X_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] * 1 * 0.15 + X_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] * 1 * 0.4 * 0.175$$

$$C_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 0.22 X_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] \text{ (Ecuación 4)}$$

Determinación de ecuación 5 - Centrifugadora:

$$C_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] = \left(X_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] * R1 * R4 + X_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] * R1 * R5 * R8 \right) * R11$$

$$\left(X_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] * 1 * 0.15 + X_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] * 1 * 0.4 * 0.175 \right) * 1$$

$$C_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 0.22 X_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] \text{ (Ecuación 5)}$$

A continuación, se igualan las ecuaciones determinadas a sus respectivas capacidades máximas de equipos para luego despejar “X”.

Ecuación 1 – Triturador:

$$C_1 \left[\frac{Tn}{h} \right] = X_1 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 15 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

$$X_1 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 15 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

Ecuación 3 – Prensa:

$$C_3 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 0.4 X_3 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 6 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

$$X_3 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 15 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

Ecuación 4 – Zaranda:

$$C_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 0.22 X_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 3 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

$$X_4 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 13.64 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

Ecuación 5 – Centrifugadora:

$$C_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 0.22 X_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 3 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

$$X_5 \left[\frac{Tn}{h} \right] = 13.64 \left[\frac{Tn}{h} \right]$$

Como:

$$X_2 < X_1; X_3; X_4; X_5$$

Se concluye que el cuello de botella está en el equipo 2 “Digestor” y la capacidad límite del proceso será de doce (12) toneladas por hora de manera continua.

Tabla 13: Resumen de valores de “R”.

VALORES DE R (Rendimientos)	
R1	1
R2	0.55
R3	0.45
R4	0.15
R5	0.4
R6	0.97

R7	0.03
R8	0.175
R9	0.795
R10	1
R11	1
R12	1

Fuente: elaboración propia.

5.1.2 Análisis de Flujos Reales Máximos de Proceso.

Se procede a calcular los flujos máximos de MEP que será procesado en las diferentes etapas del proceso, en el caso que se opere el sistema a la capacidad máxima antes calculada de 12 Tn/h.

TRITURADOR

Equipo continuo de trituración de crudos con una capacidad máxima de 15 Tn/h y un rendimiento del 100%. El flujo másico que sale del equipo y se dirige al siguiente, expresado en Tn/h, es el mismo que ingresa a la máquina. Para los cálculos de flujos reales hacemos ingresar el máximo del cuello de botella 12 Tn/h (digestor).

Por ende:

$$\text{Ingreso} \left(\frac{Tn}{h} \right) * \text{Rendimiento} = \text{Egreso} \left(\frac{Tn}{h} \right)$$

$$12 \frac{Tn}{h} * 1 = 12 \frac{Tn}{h}$$

DIGESTOR

Equipo continuo con una capacidad máxima de procesamiento de 12 Tn/h (input) y con un rendimiento del 55% (evaporación en la cocción), 40% de rendimiento de sólidos y 15% de grasa líquida. Recibe un flujo real máximo de 12 Tn/h de material crudo picado proveniente del triturador.

Por ende:

$$\text{Ingreso} \left(\frac{Tn}{h} \right) * \text{Rendimiento} = \text{Egreso} \left(\frac{Tn}{h} \right)$$

$$12 \frac{Tn}{h} * 0.4 = 4.8 \frac{Tn}{h} \text{ (material sólido o chicharrón)}$$

$$12 \frac{Tn}{h} * 0.15 = 1.8 \frac{Tn}{h} \text{ (grasa o sebo con impurezas)}$$

PRENSA

Equipo continuo con una capacidad máxima de procesamiento de 6 Tn/h (input) y con un rendimiento del 97% (evaporación durante el prensado en caliente), 79.5 % de expeller y 17,5 % de cebo con impurezas. El expeller continúa al esterilizador (considerando el proceso completo dado que no siempre se esteriliza) y el cebo se dirige a la zaranda vibradora.

Se cuenta con dos prensas idénticas que generalmente no funcionan en paralelo, sin embargo, los rendimientos no cambiarían en caso de que lo hicieran. Recibe un flujo real máximo de 4.8 Tn/h de chicharrón proveniente del digestor.

Por ende:

$$\text{Ingreso} \left(\frac{Tn}{h} \right) * \text{Rendimiento} = \text{Egreso} \left(\frac{Tn}{h} \right)$$

$$4.8 \frac{Tn}{h} * 0.795 = 3.82 \frac{Tn}{h} \text{ (expeller de chicharrón)}$$

$$4.8 \frac{Tn}{h} * 0.175 = 0.84 \frac{Tn}{h} \text{ (sebo con impurezas)}$$

ESTERILIZADOR

Equipo batch que no forma parte del proceso convencional, a la entrada de la máquina se encuentra un by pass que dirige el expeller directamente desde las prensas al sector de molienda. Cuando es requerido, se abre dicho by pass permitiendo la carga del equipo.

La esterilización del expeller es un proceso que se realiza con muy baja frecuencia y depende del mercado al que se vaya a comercializar el producto. Cuando finaliza el proceso, se realiza el enfriamiento correspondiente y se dirige al expeller a molienda.

El esterilizador tiene una capacidad de procesamiento máxima de 5 Tn (batch) y un rendimiento del 100%. No son conocidos los datos de tiempo de carga, descarga y preparación de máquina. No será tenido en cuenta para este estudio.

ZARANDA VIBRADORA

Equipo continuo con una capacidad máxima de 3 Tn/h (input) y un rendimiento del 100% (no se pierde masa). Recibe cebo con impurezas desde el digestor y desde las prensas, el

cebo filtrado se dirige a las centrifugadoras y las impurezas sólidas se envían a la alimentación de las prensas. Este flujo de material desde la zaranda a prensas se considera despreciable en comparación con el flujo real de ingreso a dichos equipos, no se representa como tal en el diagrama de la figura 38 a los fines de no entorpecerlo. Prácticamente, se considerará que el 100% del cebo que ingresa, sale de la máquina como cebo filtrado. Ingresará un flujo máximo real de 2.64 Tn/h.

Por ende:

$$\text{Ingreso} \left(\frac{Tn}{h} \right) * \text{Rendimiento} = \text{Egreso} \left(\frac{Tn}{h} \right)$$

$$\left(1.8 \frac{Tn}{h} (\text{digestor}) + 0.84 \frac{Tn}{h} (\text{prensas}) \right) * 1 = 2.64 \frac{Tn}{h} (\text{cebo filtrado})$$

CENTRIFUGADORAS

Equipo continuo con una capacidad máxima de procesamiento de 3 Tn/h (input) y un rendimiento del 100% (no se pierde masa). Se encuentran dos equipos idénticos funcionando de manera alternada (mismo caso de las prensas). Reciben el flujo de cebo filtrado desde la zaranda vibradora y lo vuelven a filtrar mediante el uso de la fuerza centrífuga y por medio de una camisa cilíndrica perforada. El flujo real máximo es de 2.64 Tn/h y las impurezas se envían a las prensas, siendo este flujo también despreciable.

Por ende:

$$\text{Ingreso} \left(\frac{Tn}{h} \right) * \text{Rendimiento} = \text{Egreso} \left(\frac{Tn}{h} \right)$$

$$2.64 \frac{Tn}{h} * 1 = 2.64 \frac{Tn}{h} (\text{cebo centrifugado})$$

El cebo centrifugado se dirige a refinería.

En la figura 30 se observa un diagrama de flujo en donde se encuentran representados los valores que se terminan de calcular. Por otro lado, se presenta una tabla resumen de las capacidades máximas, utilizadas y residuales en las distintas etapas del proceso (Tabla 14), pudiéndose observar gráficamente en la figura 31.

Además, se realiza un pequeño análisis de sensibilidad para dejar en evidencia que si se empleasen en paralelo los equipos redundantes (prensa y centrifugadora), se tendría una capacidad residual mayor a la utilizada. Es por ello por lo que, desde el punto de vista del análisis las capacidades de procesamiento, no hay motivo para que estos equipos se encuentren duplicados. Es posible que más adelante se proponga su reubicación (tabla 15 y figura 32).

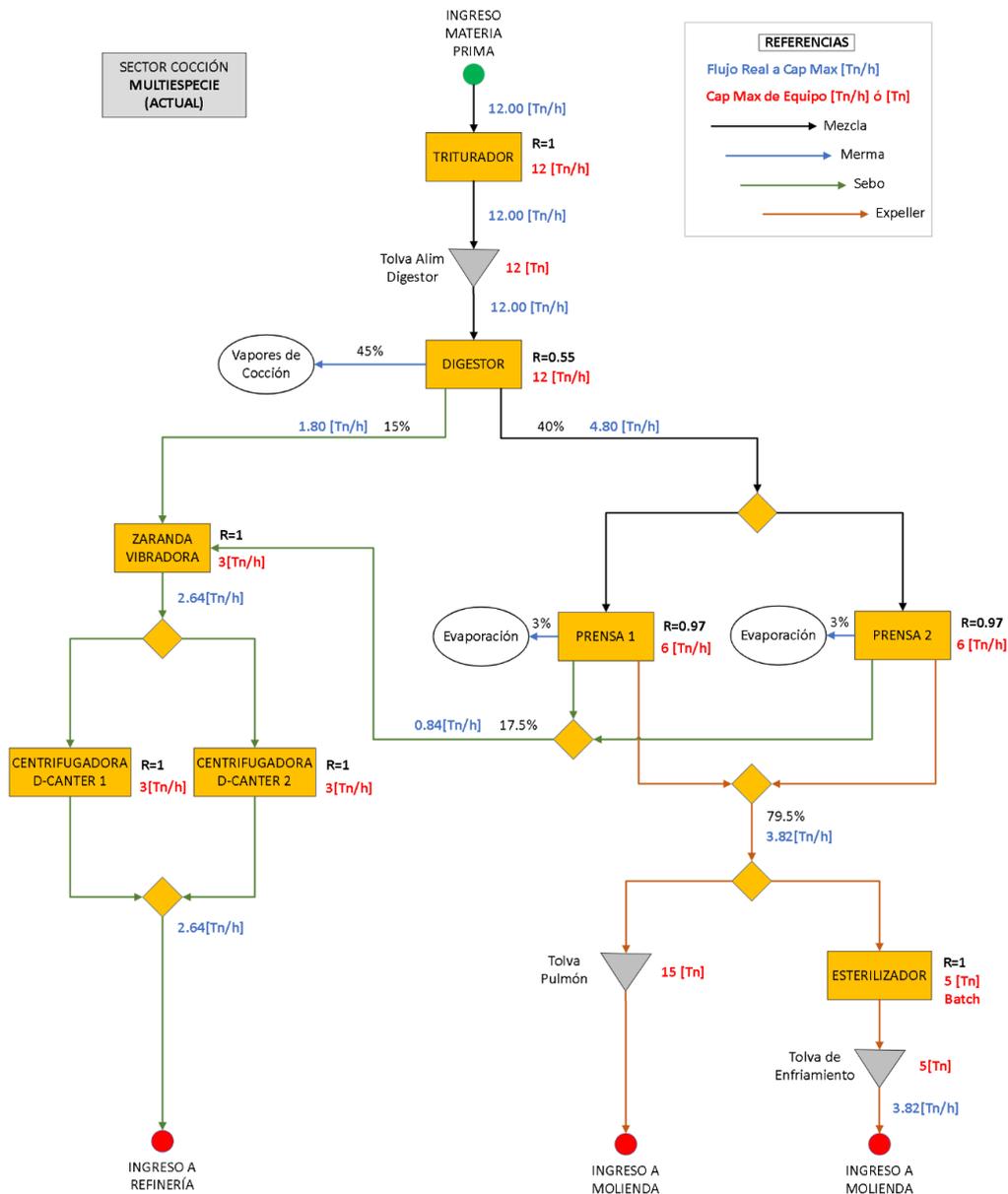


Figura 30: diagrama de flujo multiespecie actual.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14: Capacidades, considerando que no se operan en paralelo equipos duplicados.

ETAPA	CAPACIDAD MÁXIMA [Tn/h]	CAPACIDAD ÚTIL [Tn/h]	CAPACIDAD RESIDUAL [Tn/h]
TRITURADO	15	12	3
COCIDO (DIGESTOR)	12	12	0
PRENSADO	6	4,8	1,2
ZARANDEADO	3	2,64	0,36
CENTRIFUGADO	3	2,64	0,36

Fuente: elaboración propia.

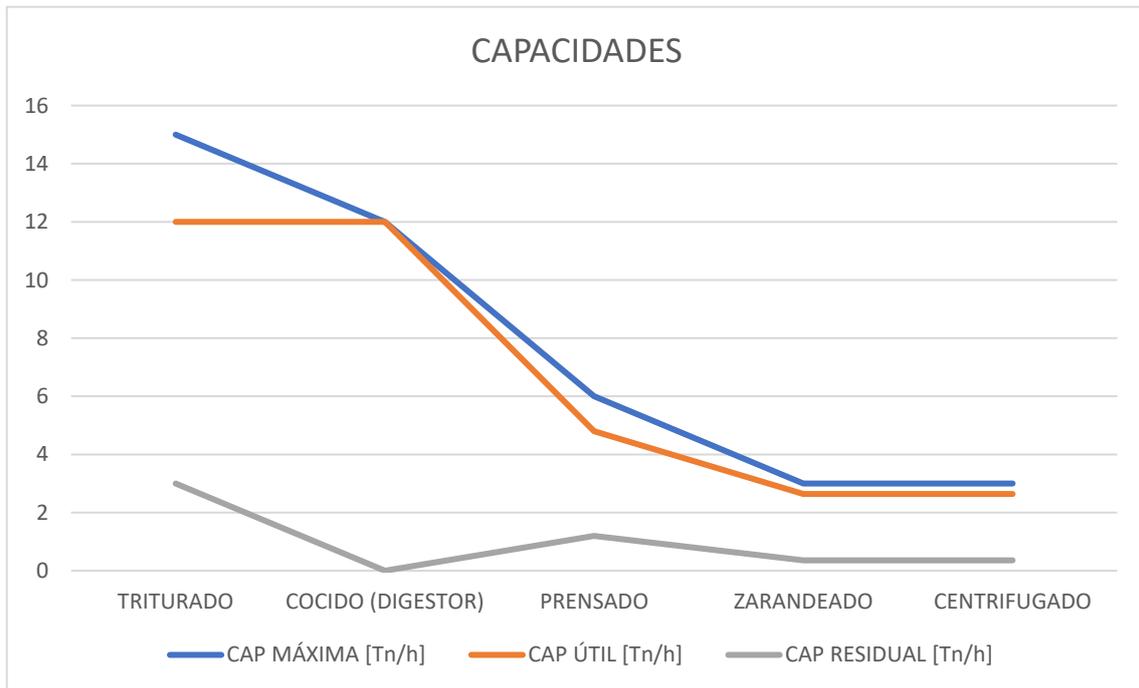


Figura 31: gráfico de capacidades considerando que no se operan en paralelo equipos duplicados.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15: Capacidades, considerando que se operan en paralelo equipos duplicados.

ETAPA	CAP MÁXIMA [Tn/h]	CAP ÚTIL [Tn/h]	CAP RESIDUAL [Tn/h]
TRITURADO	15	12	3
COCINADO	12	12	0
PRENSADO	12	4,8	7,2
ZARANDEADO	3	2,64	0,36
CENTRIFUGADO	6	2,64	3,36

Fuente: elaboración propia.

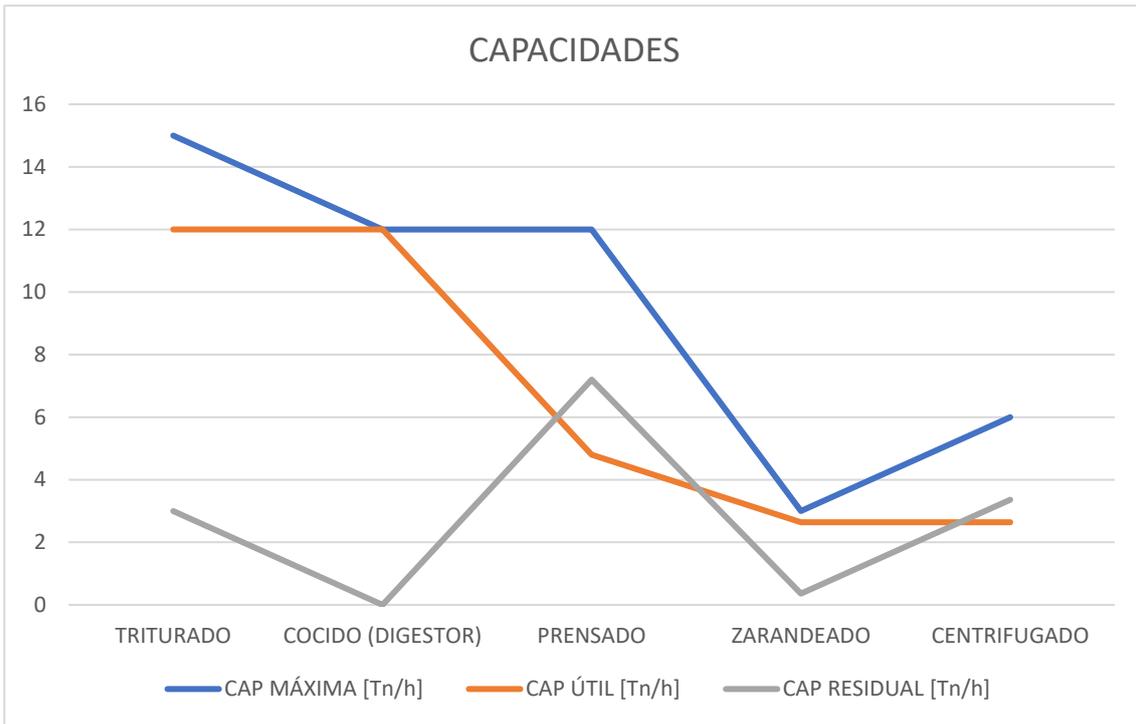


Figura 32: gráfico de capacidades considerando que se operan en paralelo equipos duplicados.

Fuente: elaboración propia.

5.2 Aspectos Tácticos y Estratégicos

5.2.1 Análisis de la Capacidad Actual

La empresa posee una capacidad máxima actual de procesamiento de materia prima de 12 Tn/h y una disponibilidad de 500 horas estándares totales mensuales. Esto se traduce en una capacidad máxima mensual de procesamiento de 6000 Tn de materia prima.

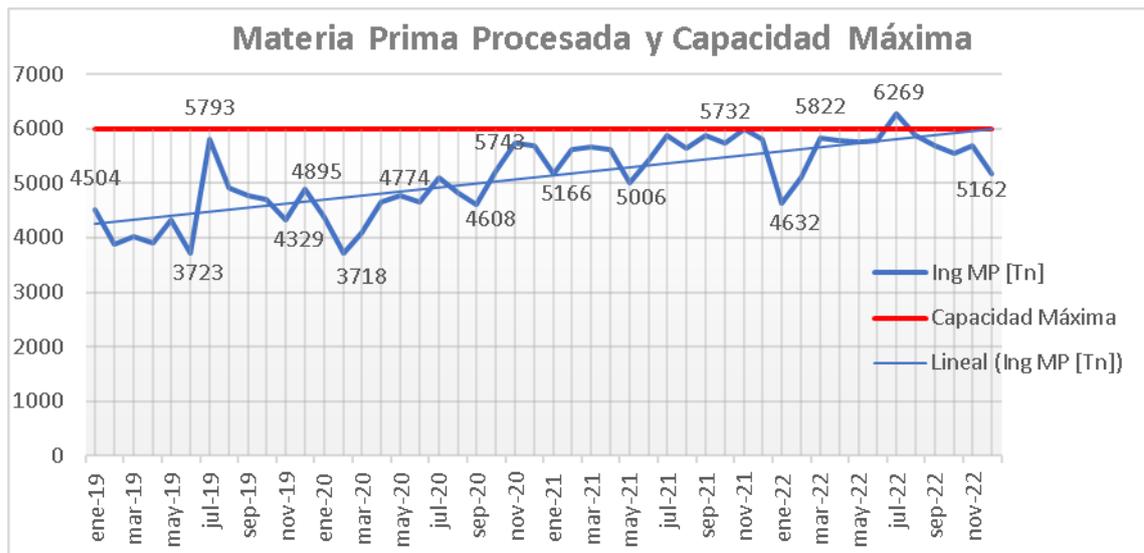


Figura 33: Materia prima procesada y capacidad máxima.

Fuente: elaboración propia.

Se ha optado por una unidad de medida de la capacidad del lado del input dado que se producen un mix de productos variable como resultado del procesamiento de un mismo material. Además, los datos históricos que fueron conseguidos son de ingresos de materia prima. Es una unidad de medida simple y representativa del factor productivo.

Para el cálculo de la capacidad mensual máxima actual hizo falta conocer la cantidad de horas de las que se dispone. La empresa procesa durante las 24 horas, 6 días por semana, lo que contabiliza un total de 576 horas mensuales de producción. Este dato constituye el número de horas reales (NHR), sin embargo, no todas las horas son productivas debido a la necesidad de mantenimiento por rotura, ausentismo, descanso, limpieza de equipos, etc.; por lo que el número total de horas productivas (NHP) será el producto entre el número de horas reales y el factor de utilización (U). A lo anterior, se le suma el hecho de que no todas las horas productivas generan los mismos resultados, éstas están afectadas por diversos factores que intervienen en la producción y dan lugar a la definición del factor eficiencia (E). Finalmente, el dato a tener en cuenta para el cálculo de la capacidad total será el número de hora estándares (NHE), así:

$$NHE=NHP*E=NHR*U*E$$

Los factores de eficiencia (E) y utilización (U), requeridos para el cálculo de las horas estándares disponibles a partir de las reales, son factibles de determinar a partir de cálculos realizados en base a datos históricos de procesamiento, horas reales empleadas y capacidad utilizada. A falta de datos se recurre a la planta y es el ingeniero industrial encargado de la planificación de la producción quien brinda el dato de 500 horas estándares mensuales disponibles, aproximadamente. Este dato fue determinado previamente para la planificación de la producción a través de datos históricos y recopilados por observación directa.

5.2.2 Análisis de la Capacidad Futura

De continuar el crecimiento en la oferta de materia prima como lo viene haciendo desde los últimos cuatro años, se espera un aumento aproximado del 25% para diciembre del año 2023. Este dato surge de extender la línea de tendencia generada con los datos históricos de ingresos de materia prima a la planta (figura 34). El pronóstico asciende a 6458 toneladas ingresadas para diciembre de 2023. Los datos utilizados para realizar la proyección se encuentran en las tablas 1 y 2 de la sección 1.5.

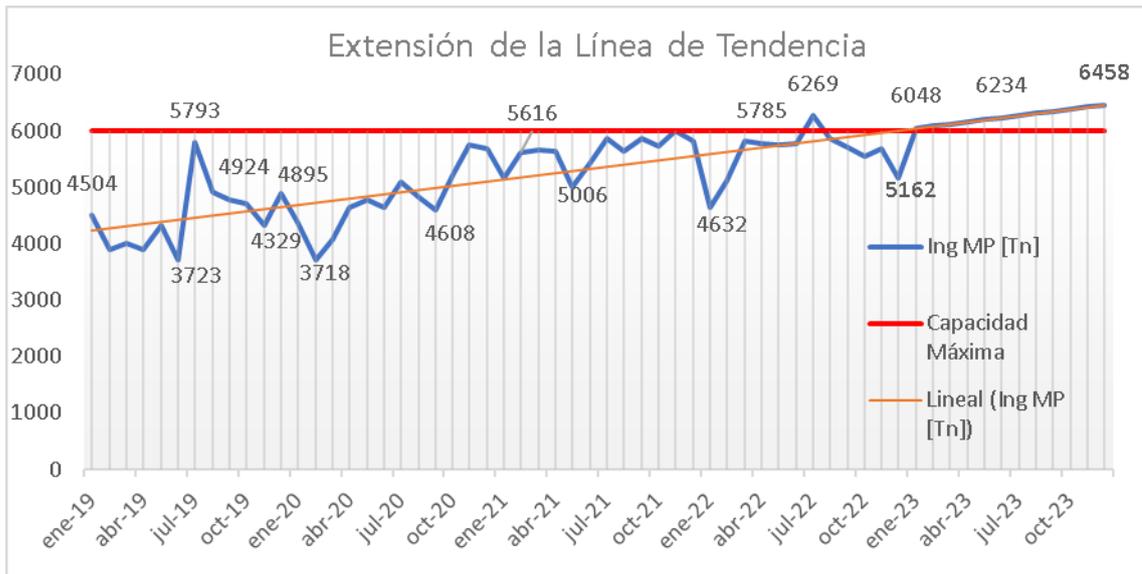


Figura 34: Extensión línea de tendencia

Fuente: elaboración propia.

Dado que se evidencia la superación de la capacidad máxima mensual actual para enero de 2023, no solo se analizará ampliar la capacidad de procesamiento en el futuro sino también se generará una división de líneas en paralelo que permitan procesar la mercadería según su especie, aprovechando que ésta ingresa a la planta de forma discriminada.

A partir de esto, la empresa dispondrá de dos líneas de producción y será utilizada en función de los ingresos de materia prima discriminados por especies. Considerando que el digestor adquirido limita la capacidad máxima de la línea nueva para cerdo, con una capacidad de 8 Tn/h, ésta última será capaz de 4000 toneladas mensuales, si se mantiene la cantidad de horas estándares mensuales (500 Hs).

$$8 \frac{Tn}{h} * 500 h/mes = 4000 Tn/mes$$

Con los datos del pronóstico que se realizó y, suponiendo que se mantienen las proporciones de mercadería bovina y porcina que ingresará a la planta en el futuro, se puede graficar el uso de la capacidad futura para cada una de las líneas para el año 2023, con el objetivo de entender mejor el uso de la capacidad (figura 35 y 36).

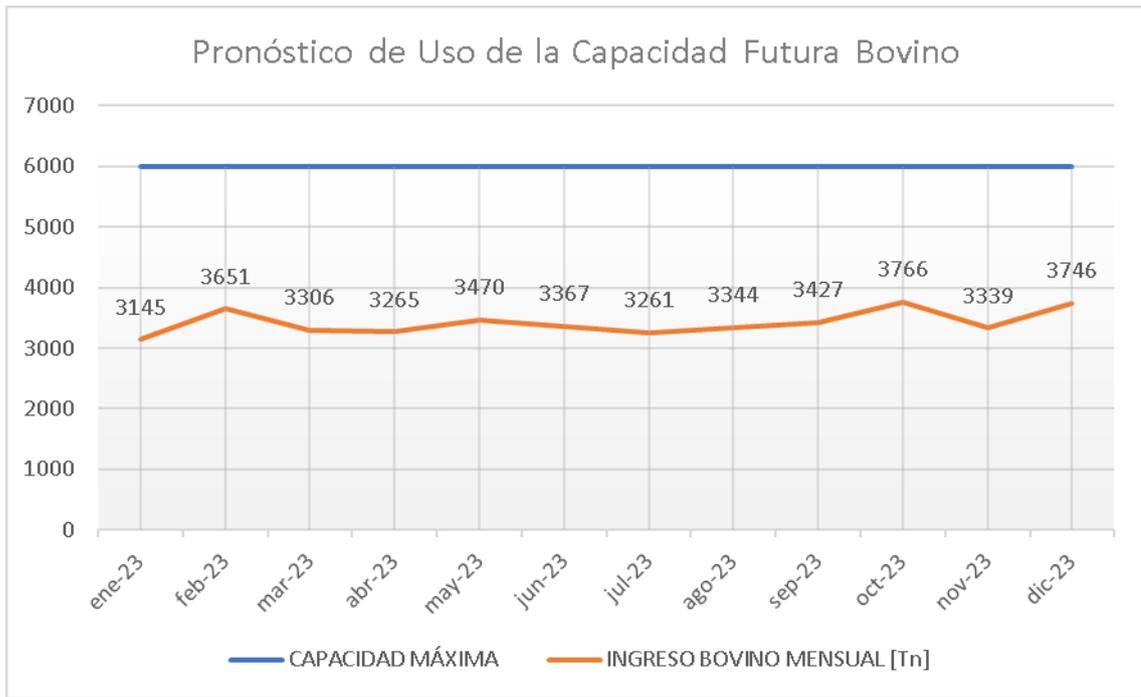


Figura 35: Pronóstico de uso de la capacidad.

Fuente: elaboración propia.

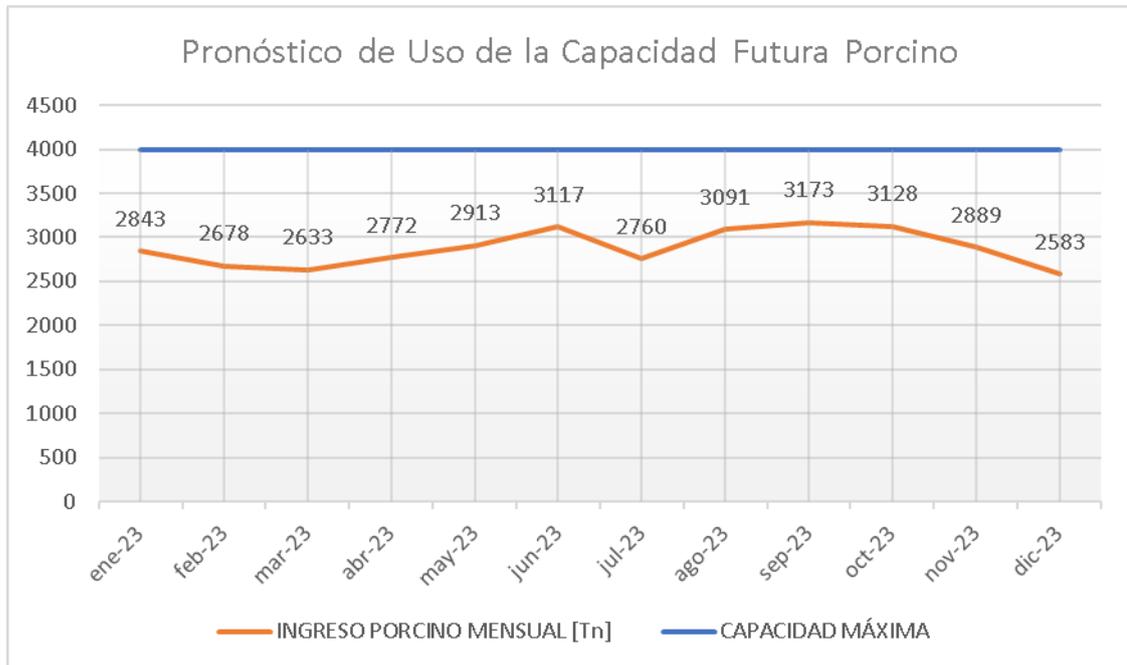


Figura 36: Pronóstico de uso de la capacidad.

Fuente: elaboración propia.

Es válido destacar que posiblemente no esté operativa la ampliación para el año 2023, por lo que si el resultado del diagnóstico observado en la gráfica (figura 34) se traduce en un aumento real de ingreso de materia prima del 25% para diciembre de 2023, la empresa deberá buscar la forma de procesar la totalidad de la mercadería. Para ello tendrá que incrementar

la utilización y eficiencia de las horas reales de producción o directamente el incremento de estas últimas, para así ir planificando en paralelo la ejecución de las obras de ampliación.

5.3 Requerimientos de Máquinas

La base para el comienzo del estudio de capacidades de equipos y su distribución en la nueva línea de cocción de cerdo, es el hecho de que ya se dispone de un digestor continuo nuevo con una capacidad de 8 Tn/h, el cual será el equipo limitante de la capacidad máxima de producción.

Las capacidades de los equipos que serán necesarios adquirir para la línea nueva, tanto los equipos previos como posteriores al digestor se estudiarán en el presente apartado. Serán analizados también los rendimientos del proceso, así como los datos de equipos brindados por los fabricantes, con el objetivo de estimar la capacidad necesaria de procesamiento para cada equipo individualmente. Cabe destacar que existe la posibilidad de reubicar equipos redundantes en la línea de procesamiento actual.

El estudio de capacidad se llevará a cabo teniendo en cuenta que a medida que el producto avanza dentro del sector, cada equipo debería idealmente poseer una capacidad un tanto superior a la del equipo anterior. El objetivo de esto es evitar la acumulación de MEP cuando el sistema trabaje a capacidad plena, debido a fluctuaciones en el ritmo de trabajo de cada equipo individualmente.

A continuación, se calculará para cada equipo las necesidades de capacidad que cada uno deberá suplir, con el objetivo de posteriormente evaluar las ofertas de equipos para la línea de cerdo. Estos cálculos se realizan en función de la capacidad del digestor nuevo, dado que se dispone de la máquina principal, crítica del proceso y costosa, se planteará el escenario que permita a ésta funcionar a capacidad máxima (siendo el cuello de botella). Entre otros beneficios, esto permitirá una amortización de dicho equipo en un menor plazo.

Triturador

Este equipo en particular deberá tener la capacidad de procesamiento suficiente para abastecer de material crudo y triturado al digestor de capacidad máxima conocida. Dicha capacidad no deberá ser menor a 8 Tn/h de producto triturado. A su vez, su construcción y disposición de las cuchillas deberá cumplir con el espesor máximo de 5 cm que asegure una correcta cocción en la etapa siguiente. No son equipos especialmente grandes en comparación con el resto, pero deben tenerse en cuenta sus dimensiones a la hora de seleccionarlo.

Prensa

La prensa deberá tener una capacidad máxima de procesamiento no menor a las 3.20 Tn/h de producto cocido proveniente del digestor. Estos equipos se diseñan y comercializan específicamente para el uso que se le va a dar, por lo que determinadas características como el tipo o la duración del prensado ya vienen estipuladas por el fabricante y se realizarán pequeños ajustes al momento de la puesta en marcha de ser necesario. El dato de 3,2 Tn/h de capacidad requerida surge de la capacidad máxima del digestor y sus rendimientos conocidos de sólido húmedo que requiere ser prensado (figura 37).

$$8 \frac{Tn}{h} * 0.4 = 3.2 \frac{Tn}{h} \text{ (MEP Ingreso prensa)}$$

La línea actual (multiespecie) cuenta con dos prensas horizontales con capacidad para procesar 6 Tn/h cada una, las cuales se utilizan en simultaneo para evitar saturar la capacidad si se utilizara solo una. Dado que para la nueva línea de cerdo se necesita un equipo de estos, y que debe tener una capacidad no menor a 3,2 Tn/h, se decide reubicar una de las prensas en la nueva línea.

Zaranda Vibradora

Se requiere una zaranda con una capacidad de filtrado no menor a 1.49 Tn/h. A través de los rendimientos conocidos de proceso, se calcula dicho valor (figura 37).

$$8 \frac{Tn}{h} * 0.4 * 0.09 + 8 \frac{Tn}{h} * 0.15 = 1.49 \frac{Tn}{h} \text{ (MEP Ingreso zaranda)}$$

Centrifugadora

Se requiere un equipo de centrifugado con capacidad de 1.49 Tn/h. Esta máquina es de tipo continuo y posee recolector de partículas sólidas que serán recogidas y transportadas nuevamente a la alimentación de la prensa. Se toma el mismo caudal de MEP de ingreso en la centrifugadora que en la zaranda dado que el rendimiento de esta última es cercano al 100% y son equipos contiguos, el porcentaje que se pierde en masa debido a la separación de impurezas se considera despreciable a los fines de evaluar capacidades de equipos.

Tolvas

La disposición de las tolvas adoptará una configuración como la que se emplea actualmente en el sector de cocción multiespecie. Posee un ordenamiento que no ha traído inconvenientes a lo largo del tiempo, utilizando el mínimo necesario de tolvas posible.

La tolva que alimenta el digestor es utilizada para amortiguar la variabilidad en los ingresos de materia prima desde la playa de descarga y hacer posible una alimentación continua. Se requiere una capacidad para una hora de proceso. Es utilizada también para la toma de muestras y el control de espesor del triturado, siendo el primer punto crítico de control del sistema HACCP implementado para la inocuidad alimenticia.

La tolva posterior a la prensa constituye el amortiguador general de la producción y deberá poseer una capacidad cercana a las cuatro horas de proceso, siguiendo con la disposición antigua de la línea actual. Acorde a la capacidad de la nueva planta se requerirá una tolva capaz de almacenar 11.28 Tn de expeller de cerdo.

$$8 \frac{Tn}{h} * 0.4 * 0.88 * 4 h (de proceso) = 11.28 Tn$$

Se muestra en la tabla 16 un resumen de las capacidades de tolvas requeridas.

Tabla 16: resumen capacidad requerida tolvas

EQUIPO	CAPACIDAD	VOLUMEN REQUERIDO
Tolva Alim. Digestor	8 Tn	10 m ³
Tolva Pulmón del Proceso	11,28 Tn	32 m ³

Fuente: elaboración propia.

Sinfines

A la hora de seleccionar los sinfines transportadores que se utilizarán en la nueva planta se deberán conocer las distancias que recorrerá el material en proceso.

Aclaración

Si bien el sector de cocción actual incluye el proceso de esterilización del expeller, se considera una etapa ajena al proceso de cocción que no se aplica a toda la producción, por lo que el nuevo sector de cocción de cerdo prescindirá de esterilizador y, por ende, de tolva de enfriamiento.

Llegado el caso de que se desee esterilizar podría emplearse el equipo batch actual siempre y cuando se respeten los protocolos sanitarios que eviten la contaminación cruzada entre las especies de productos.

En la tabla 17 se presenta el resumen de capacidades de equipos que serán necesarios adquirir y/o reubicar.

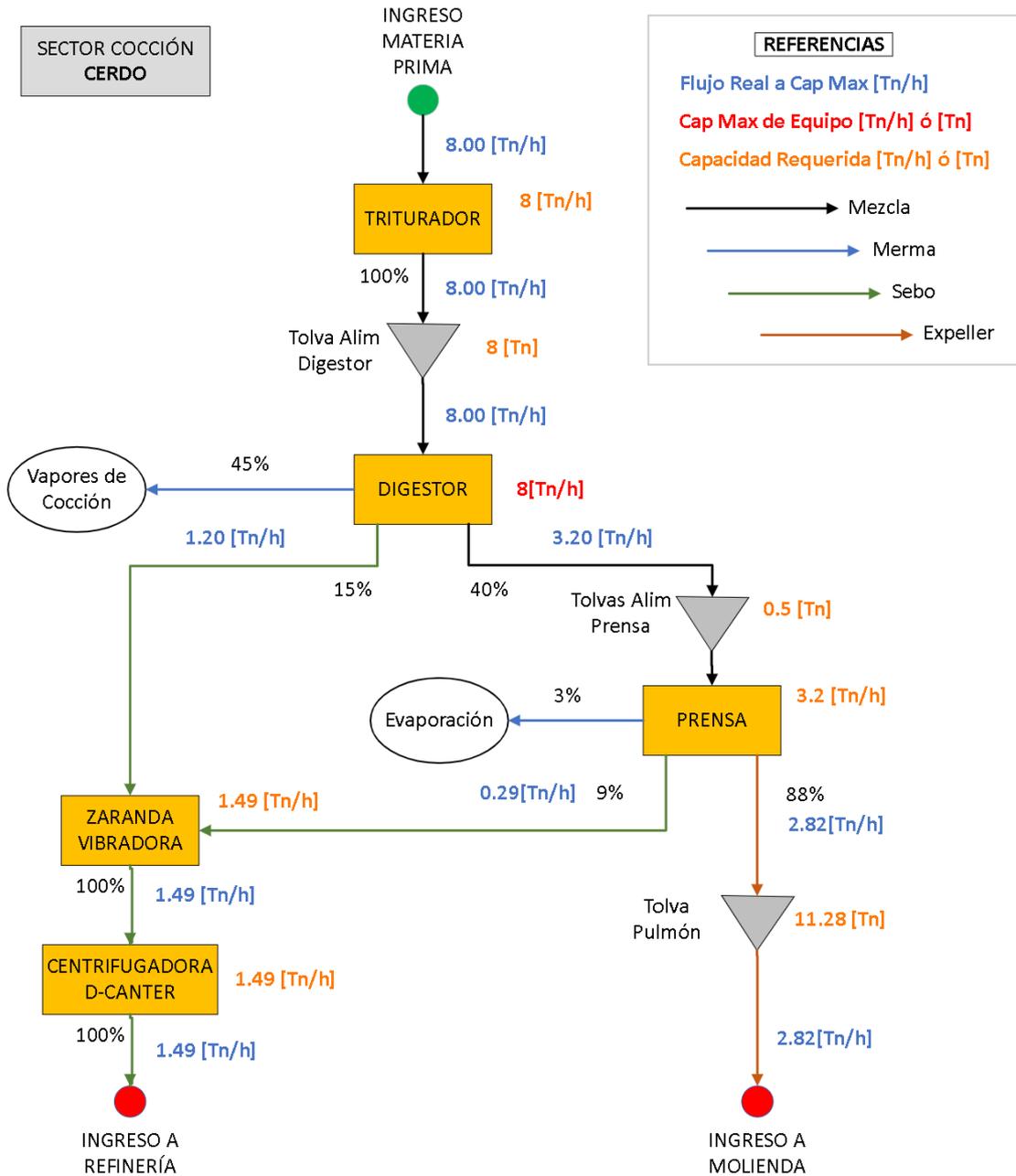


Figura 37: Flujos y capacidades sector cocción de cerdo

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17: resumen de equipos necesarios

EQUIPO	ESTADO	CARACTERÍSTICAS
Triturador	Por adquirir	Capacidad 8 Tn/h (input)
Tolva Alim. Digestor	Por adquirir	10 m ³ de capacidad
Digestor	En posesión	Capacidad 8 Tn/h (input)
Prensa	En posesión	Capacidad 6 Tn/h (input)
Centrifugadora	En posesión	Capacidad 3 Tn/h (input)

Zaranda Vibradora	Por adquirir	Capacidad 1.5 Tn/h (input)
Tolva Pulmón	Por adquirir	32 m ³ de capacidad

Fuente: elaboración propia.

5.4 Selección de máquinas

Resulta válido recordar aquí que la empresa se encuentra actualmente en posesión de la máquina encargada de la cocción, el digestor continuo, esperando a ser empleado en el futuro sector. El objetivo del presente apartado es equipar la línea con el resto de los equipos que integran el proceso.

Lo que se evalúa abordar es una ampliación de un sector, se tendrán en cuenta los equipos redundantes en la línea de cocción actual susceptibles de ser reubicados para su correspondiente utilización. También, la línea de cocción de cerdo en evaluación poseerá una capacidad de procesamiento máximo correspondiente a dos tercios de la línea de cocción actual.

Como se puede observar en el diagrama de flujo del proceso actual (figura 38), tanto las prensas y las centrifugadoras se encuentran duplicadas. Al analizar los flujos de material en proceso que se generarían procesando a la capacidad máxima de la línea, se evidencia que la capacidad individual de una de las prensas o centrifugadoras en principio alcanzaría para satisfacer las necesidades del proceso.

En la empresa se consultó por qué se daba este fenómeno de redundancia de equipos para estos dos casos y la respuesta se basó principalmente en el desgaste de las máquinas, argumentando que alternando la utilización de una u otra se reduciría el desgaste de sus partes móviles. Sin embargo, también fue expresado que esta situación no había sido planeada inicialmente de esa forma, sino que al averiarse la que estaba en funcionamiento fue adquirida una nueva para reducir el tiempo de parada de la planta. Posteriormente fue reacondicionada la averiada y quedaron las dos en funcionamiento para aprovechar la ventaja de evitar mayores desgastes, ya que son equipos que trabajan constantemente con materiales abrasivos como lo son los huesos rotos de animales.

Debido a lo analizado respecto a estos equipos, la posible reubicación en la línea nueva de una de éstas sería factible estableciendo un correcto programa de mantenimiento preventivo para así evitar que ocurran inconvenientes y garantizar el correcto funcionamiento del equipo. Cabe destacar que esto solamente no es válido para las prensas, sino también para todos los equipos que intervienen en el sector.

Concluyendo, de los equipos necesarios para la ampliación (tabla 17), sólo quedarían por adquirir el triturador y la zaranda vibradora. La prensa y centrifugadora pueden reubicarse.

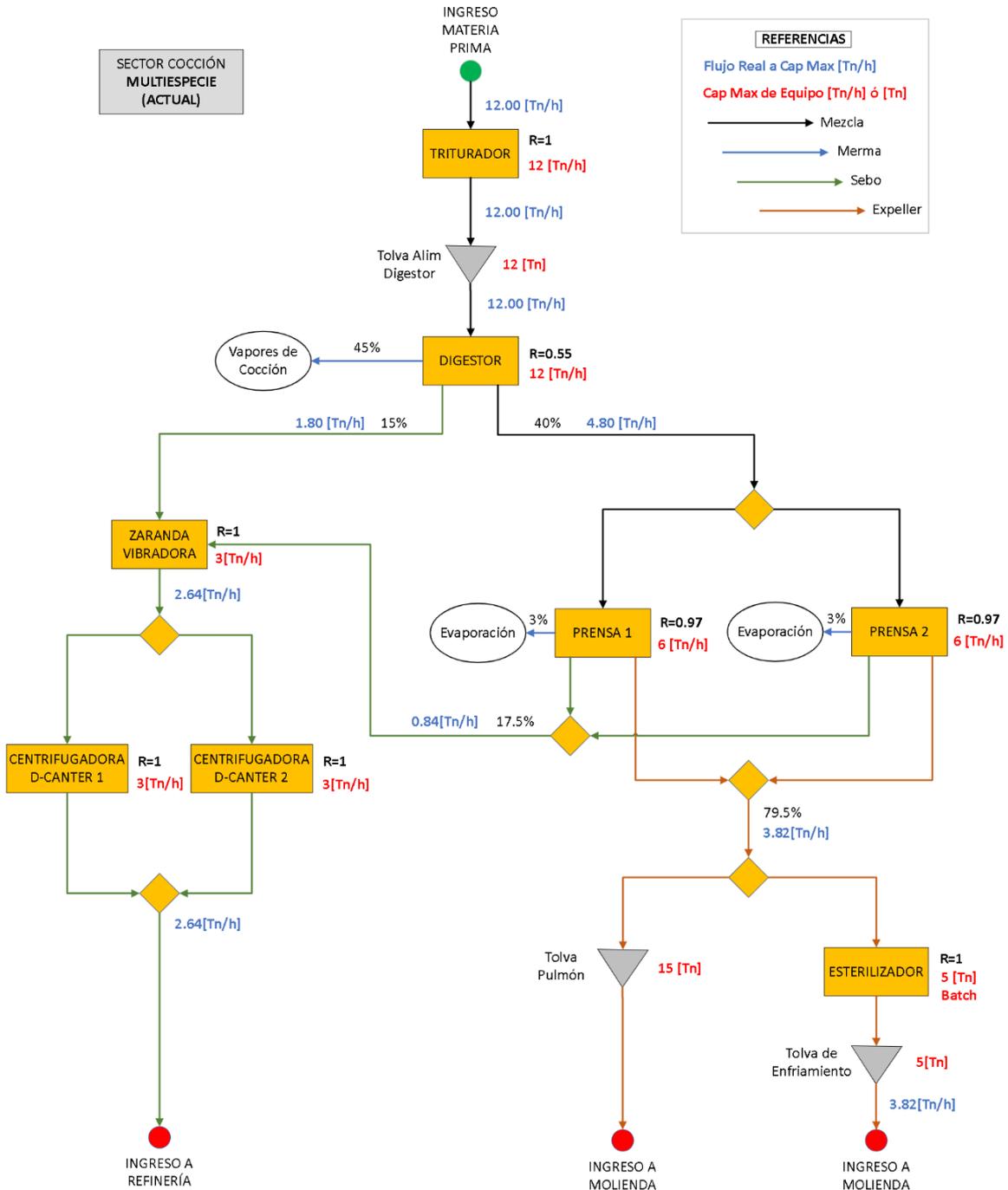


Figura 38: diagrama de flujo actual (multiespecie)

Fuente: elaboración propia.

5.4.1 Presupuestos

De acuerdo con el análisis de capacidades necesarias realizado con anterioridad, se ha solicitado un presupuesto a la empresa TUR S.A., proveedora de la mayor parte de los equipos de cocción actuales y de equipos para otras plantas del grupo Insuga. En función de

las necesidades de producción y del tipo de producto, entre otros factores, la empresa metalúrgica recomienda y presupuesta sus equipos que mejor se adapten a los requerimientos del proceso especificado. En particular, el detalle y presupuesto de triturador y zaranda vibradora ofrecidos por el fabricante se presentan a continuación.

TRITURADOR PARA HUESOS Y BLANDOS MODELO MF100

Descripción: de 10 a 12 toneladas por hora en función del material y tipo de alimentación a utilizar. Cuerpo principal de acero SAE 1010 de 38 mm de espesor y con refuerzos laterales. Eje principal de acero semi aleado de 140 mm de diámetro con rodamientos de doble hilera de rodillos oscilantes montados sobre soportes en dos mitades. Rotor de acero de 50 mm de espesor balanceado dinámicamente con martillos rotantes de trituración soldados y filos de material rectificado de alta dureza. Volante de inercia y polea balanceados en forma independiente. Martillos fijos en acero aleado mecanizado y cementado, de 4 posiciones de uso de fácil recambio desde el exterior del equipo. Doca de carga de 920 mm de ancho por 590 mm de largo con tapa. Sin tapa (con alimentación de rosca sinfín) de 920 mm de ancho por 1000 mm de largo. Incluye base MF100. VALOR EN USD 45.150

Por el tipo de material a triturar es adecuado el triturador que se ofrece, se propone un triturador de 10 toneladas por hora que constituye una capacidad adecuada para generar acumulación en la tolva de alimentación del digestor a medida que éste procesa a 8 toneladas por hora. Además, que el triturador posea una capacidad considerablemente mayor a la del digestor mejora el flujo de material hacia éste y contribuye a que el digestor siga siendo el equipo principal, el cuello de botella único que permita controlar el ritmo de producción.

ZARANDA GIRO VIBRATORIA

Descripción: zaranda giro vibratoria de un solo nivel de 1200 mm de diámetro, construida en hierro soldado con terminación de pintura epoxi sin tapa. Motor vibrador de 1.5 HP. Aro con malla N°50 de AISI 204 alambre de 0.2 mm y luz de 310 micrones. Base de zaranda con escalera y plataforma. VALOR EN USD 15.750

La zaranda presupuestada cumple con los requisitos técnicos tanto en potencia, en capacidad de filtrado y tamaño como para brindar una capacidad acorde a la requerida por el proceso.

TOLVA DE ACUMULACIÓN DE MATERIAL PICADO

Descripción: construida en acero SAE 1010 de espesor 1/4 “con refuerzos de perfiles normales, dos roscas de 250 mm de diámetro en acero SAE 1010 y espesor 5/16” sobre eje tubo de 3” de diámetro. Acondicionamiento por equipo motriz de 7.5 HP y transmisión a cadena de 1” doble. Altura de la boca de salida con respecto al nivel del piso de 900 mm. Volumen líquido de 10 m³, superficie utilizada 5.72 m² (2.6 m x 2.2 m). VALOR U\$D 22.575.

TOLVA DEPÓSITO PARA EXPELLER

Descripción: volumen aproximado de 32 m³. Cuerpo principal en acero SAE 1010 plegado, de 5mm de espesor con refuerzos y escuadras de acero plegados. Frente y contrafrente de acero SAE 1010 de 1/2” de espesor con refuerzos. Tres roscas de extracción de accionamiento individual por medio de motorreductores de relación 1:75, 5.5 HP y transmisión a cadena. Rosca de diámetro 250 mm y espesor de 8 mm sobre eje tubo de 89 mm de diámetro y 7 mm de espesor. Elevación de 2500 mm en acero SAE 1010 de 5 mm de espesor con refuerzos en hierro ángulo de 2” por 1/2”. Rosca de distribución de 300 mm de diámetro accionada por motorreductor de 3 HP. Altura total del equipo: 3400 mm. Superficie en planta: 2300 x 4500 mm. VALOR U\$D 47.230.

Las tolvas presupuestadas cumplen con los requisitos de volumen necesarios para el almacenamiento, además de que incluyen cada una su sistema de extracción de material correspondiente a adaptar posteriormente con el sistema de manejo de material dentro del sector.

Se confecciona una tabla resumen con los equipos que se proponen para la nueva nave (tabla 18).

Tabla 18: resumen de equipos propuestos

EQUIPO	ESTADO	DETALLE
Triturador	Nuevo	Capacidad de 10 Tn/h, espesor regulable.
Tolva Alim. Digestor	Nuevo	10 m ³ . Reforzada.
Digestor	Nuevo	Continuo 8 Tn/h. Adquirido previamente.
Prensa	Reubicado	Continua de 6 Tn/h
Zaranda	Nuevo	Diámetro de 1200mm.
Centrifugadora	Reubicado	Continua de 3Tn/h
Tolva pulmón	Nuevo	32 m ³ . Reforzada.

Fuente: elaboración propia.

5.5 Recurso Humano Necesario

El nuevo sector cocción va a generar la necesidad de aumentar el personal para garantizar su funcionamiento óptimo. A continuación, se llevará a cabo un análisis sobre el personal involucrado en la nueva línea los cuales pertenecen al sector producción, mantenimiento y administrativo. Al final del apartado se resume en la tabla 19.

Personal de Producción

Para la nueva línea de procesamiento de cerdo se propondrá un supervisor por turno de 8 horas que se encargue de controlar el correcto funcionamiento de las máquinas, de revisiones periódicas correspondientes y encargado de avisar al personal de guardia de mantenimiento en caso de algún fallo o imprevisto que requiera intervención de los técnicos capacitados. El puesto de trabajo del supervisor se ubicará físicamente en la cabina de control desde donde se comandará el sistema SCADA.

Técnicos de Mantenimiento

Actualmente se cuenta con un departamento de mantenimiento, dividido en “mantenimiento eléctrico” y “mantenimiento mecánico” lo suficientemente capacitado como para realizar el respectivo programa de tareas preventivas y predictivas que permitan garantizar la vida útil de los equipos. Es por esto por lo que se encuentra preparado para brindar servicios a la nueva línea de producción sin la necesidad de incorporar personal.

Personal Administrativo

Para respaldar las operaciones cotidianas y gestionar eficientemente el nuevo sector, se cuenta con el personal calificado capaz d administrar una nueva línea de producción. Estas personas serán encargadas de planificar la producción, gestionar el inventario, compras, ventas, calidad, etc.

Como resultado de este análisis se concluye que será un total de once nuevos empleados propuestos que garantizarán el correcto funcionamiento del nuevo sector. Considerando que la planta funciona las 24 horas y no se trabajan más de 8 horas por día.

Tabla 19: personal propuesto.

FUNCIÓN	CANTIDAD PROPUESTA	TAREAS
Personal de Producción	3	Supervisión y tareas cotidianas.

Personal de Mantenimiento	0	Mantenimiento general del sector.
Personal de Administración	0	Gestión administrativa (compras, turnos, etc.)

Fuente: elaboración propia.

CAPITULO 6

“Distribución de planta”

6.1 Definición de Objetivos

La distribución de planta es un elemento crítico para el éxito de este proyecto, ya que representa el equilibrio entre el espacio disponible, la disposición de equipos y la secuencia de producción continua. Cada uno de estos factores debe ser cuidadosamente diseñado y coordinado para lograr una operación eficiente y productiva. La incorporación de un nuevo sector de cocción de cerdo no solo implica la instalación de equipos y maquinaria adecuada, sino también la planificación de la disposición física, considerando las necesidades específicas de esta fase del proceso y un ambiente de trabajo seguro y eficiente.

Este capítulo es, por lo tanto, un componente esencial de este proyecto y, a lo largo de estas páginas, se explorará en profundidad las estrategias, metodologías y decisiones que respaldarán la distribución de planta óptima para la creación de un nuevo sector de cocción de cerdo.

Los principales objetivos que se plantean para la distribución de planta del sector son:

- Utilizar eficientemente el espacio disponible.
- Considerar los espacios de circulación del personal y para trabajos de mantenimiento.
- Establecer relaciones de afinidades entre etapas del proceso de cocción.
- Permitir el correcto funcionamiento y la operabilidad de los equipos.

6.2 Obtención de Información

El escenario inicial del análisis viene dado por tres factores: la superficie disponible total del sector, las dimensiones de los equipos y la secuencia de operaciones.

6.2.1 Superficie Disponible

La empresa dispone de un espacio ubicado de forma contigua a la nave industrial actual donde se encuentra el sector de cocción operativo. Esta área posee unas dimensiones de 29.05 [m] por 11.70 [m], con una superficie total de 340 [m²]. El área disponible a la que se hace referencia se puede visualizar en el plano (figura 39). Es en este lugar donde se propone construir un nuevo galpón que aloje los equipos del nuevo sector para cocción de cerdo.

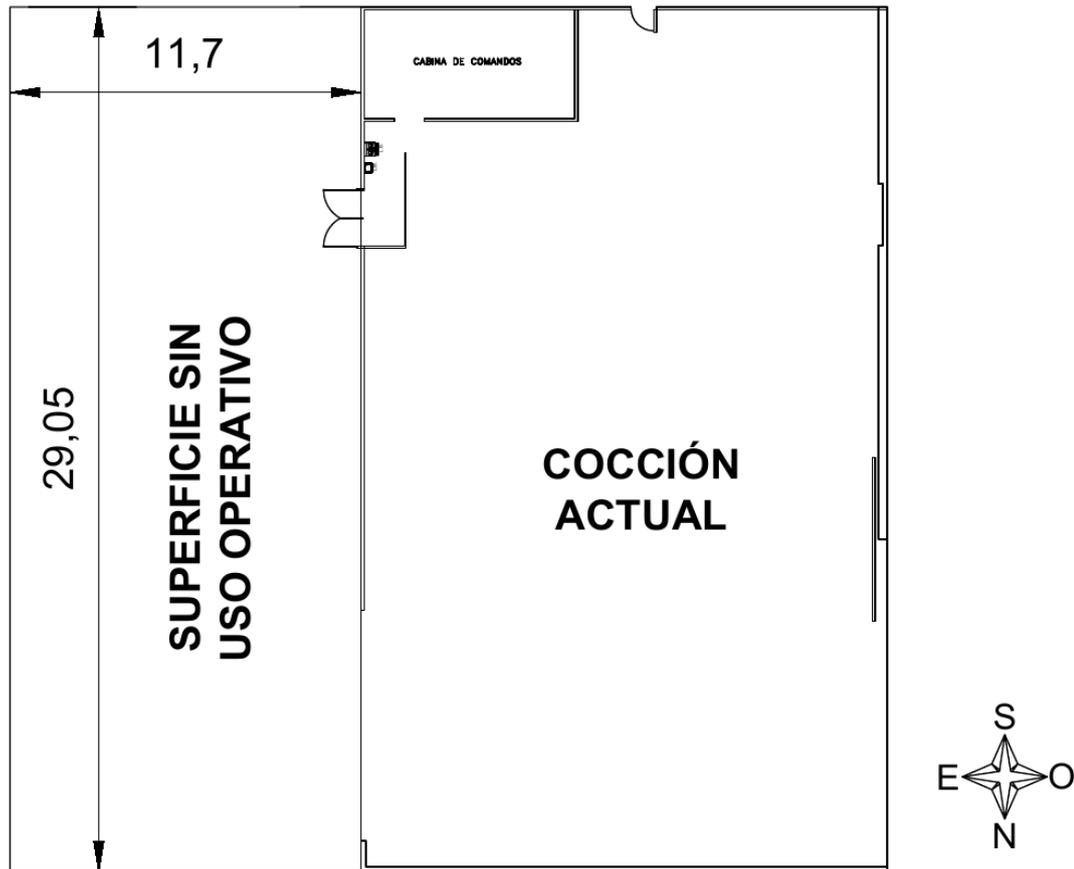


Figura 39: superficie disponible.

Fuente: elaboración propia.

6.2.2 Dimensiones de Equipos

En base al estudio realizado para el requerimiento de máquinas, los equipos que se proponen adquirir en caso de materializar el proyecto se detallan, con sus respectivas medidas, en la tabla 20. No se toman en cuenta las alturas de los equipos debido a que el galpón del sector cocción posee una altura de 12 metros aprox. Y, en caso de extensión, se continuará el techo de igual forma.

Tabla 20: dimensiones de equipos

EQUIPO	LARGO [m]	ANCHO [m]
Triturador	1,00	0,92
Digestor	9,85	2,54
Tolva Alim. Digestor	2,60	2,20
Prensa	4,68	2,58
Zaranda	2,00	2,00
Centrifugadora	2,00	0,50

Tolva Pulmón	4,50	2,30
--------------	------	------

Fuente: elaboración propia.

6.2.3 Secuencia de Operaciones

Se puede observar en la figura 40 la secuencia que sigue el producto dentro del sector. Cada operación se sitúa inmediatamente adyacente a la siguiente, lo cual significa que el equipamiento utilizado tendrá una disposición según dicha secuencia.

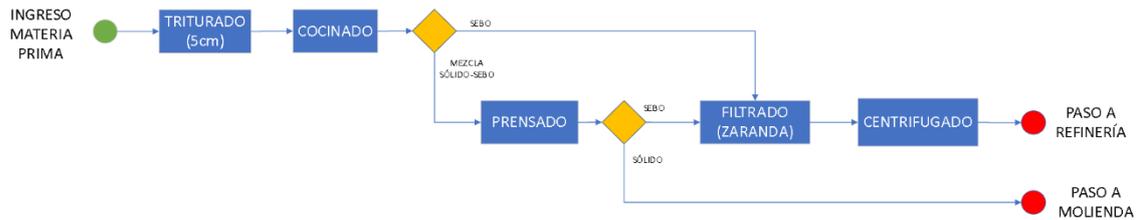


Figura 40: secuencia de operaciones

Fuente: elaboración propia.

6.3 Análisis y Procesamiento de la Información

6.3.1 Requerimiento de espacio

Para una correcta distribución de los equipos en el espacio del que se dispone, se deberán calcular las áreas requeridas para cada equipo individualmente. Ésta no sólo involucra al espacio que ocupa físicamente la máquina sino también integra los espacios que se deberán dejar libres alrededor para la correcta operación de los equipos, tareas de limpieza y mantenimiento, siendo de las tareas más habituales.

Completando la tabla 20, se agregan datos de los lados operativos de cada equipo necesarios para el análisis posterior (tabla 21). Se entiende por “n” al número de lados operativos de máquinas, en donde puede producirse entrada o salida de material.

Tabla 21: dimensiones y lados operativos

EQUIPO	LARGO [m]	ANCHO [m]	n
Triturador	1,00	0,92	2
Digestor	9,85	2,54	2
Tolva Alim. Digestor	2,60	2,20	2
Prensa	4,68	2,58	2
Zaranda	2,00	2,00	1
Centrifugadora	2,00	0,50	2
Tolva Pulmón	4,50	2,30	1

Fuente: elaboración propia.

Obtenidos los datos de entrada para el cálculo, se procede a ello. En el cálculo de requerimiento de espacio intervienen factores como la superficie estática (Ses), la superficie de gravitación (Sg) y la superficie de evolución (Sev).

Como adaptación del método de cálculo a las circunstancias presentadas, en donde las máquinas no son operadas por personas de manera constante, sino que se encuentra automatizada la entrada y salida de material, así como el procesado de la mercadería en cada equipo, se calcularán las necesidades de espacio y se distribuirá de manera uniforme en el perímetro de cada equipo. De esta manera, se deja espacio libre a todo su alrededor para tareas de limpieza y mantenimiento.

Como se mencionó en el marco teórico, la superficie estática viene dada por las dimensiones de los equipos; la superficie de gravitación se calcula como la superficie estática por el número de lados operativos (n). En teoría, se debe dejar libre un área igual a la estática en cada uno de los lados en los que los operarios trabajen día a día, pero como en este caso no sucede, se distribuirá este espacio de manera uniforme junto con el área de evolución; por último, la superficie de evolución se calcula como el producto de la suma de las dos superficies anteriores por un factor (k) que depende del tipo de actividad y se tomará el valor 0.10, considerando que es trabajo en cadena y con transporte aéreo (figura 2).

En la tabla 22, se realizan los cálculos de cada una de las superficies y la distribución del espacio uniformemente en torno a cada equipo, siendo St la suma de las tres anteriores, es decir, el total requerido por máquina.

Tabla 22: superficies

EQUIPO	Ses [m ²]	Sg [m ²]	Sev [m ²]	St [m ²]
Triturador	0.92	1.84	0.28	3.04
Digestor	25.02	50.04	7.51	82.56
Tolva Alim. Dig.	5.72	11.44	1.72	18.88
Prensa	12.07	24.15	3.62	39.85
Zaranda	4.00	4.00	0.80	8.80
Centrifugadora	1.00	2.00	0.30	3.30
Tolva Pulmón	10.35	10.35	2.07	22.77

Fuente: elaboración propia.

Para distribuir uniformemente la superficie total requerida alrededor de cada uno de los equipos, se hará uso de la relación entre el lado y ancho de cada máquina para aplicarlo a la superficie total requerida y obtener las dimensiones L_{Sup} y h_{Sup} (Tabla 23).

Tabla 23: superficies totales requeridas

EQUIPO	St [m ²]	L Sup [m]	h Sup [m]
Triturador	3.04	1.82	1.67
Digestor	82.65	17.89	4.61
Tolva Alim. Dig.	18.88	4.72	4.00
Prensa	39.85	8.50	4.69
Zaranda	8.80	2.97	2.97
Centrifugadora	3.30	3.63	0.91
Tolva Pulmón	22.77	6.67	3.41
TOTAL	179.29	---	---

Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó en el apartado 6.2.1, la empresa dispone de una superficie de 340 [m²] totales disponibles. Dado esto, se puede observar que, la superficie total requerida por los equipos (tabla 23), se encuentra dentro de las posibilidades de espacio disponibles.

6.3.2 Análisis de las Relaciones Entre Máquinas

Para el estudio de las relaciones entre los equipos involucrados en la nueva línea, se lleva a cabo el método SLP (Muther, 1981), dicho método contempla relaciones y afinidades. En el caso en estudio, estas relaciones vienen dadas por las necesidades de cercanías o, dicho de otro modo, la necesidad de intercambio y transporte de material en proceso entre los distintos actores.

A continuación, se conforma el diagrama de relaciones cualitativas propuesto por el método. Esto consiste en asignarle una letra y un número que ponderan las relaciones, a la vez que se le da un código de razón (tabla 24 y 25).

Tabla 24: Código de prioridad

VALORES	PRIORIDAD
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante

O	Ordinaria
U	Innecesaria (Unimportant)
X	Indeseable

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25: Código de razón

VALORES	RAZÓN
1	Frecuencia de uso alta
2	Frecuencia de uso media
3	Frecuencia de uso baja
4	Flujo de información alto
5	Flujo de información medio
6	Flujo de información bajo

Fuente: elaboración propia

Para la confección del diagrama, fueron asignándose valores a las relaciones entre equipos en función de la cantidad de MEP circulante entre ellos. A su vez, en los casos en donde equipos presentar múltiples salidas hacia otros, por ejemplo, el digestor se considera de mayor importancia la salida hacia el equipo al que se dirige un caudal mayor de MEP. Tomando el caso del digestor, se le da mayor importancia (asignándole “A”) a la relación digestor-prensa, respecto de la relación digestor-zaranda (asignándole “E”) debido a que la primera representa un flujo continuo mayor (figura 38 y tabla 26).

Tabla 26: análisis de relaciones.

RELACIÓN	CAUDAL MEP	% SALIDA	PRIORIDAD
Triturador – Tolva alim. dig.	8 Tn/h	100%	A
Triturador – Digestor	0 Tn/h	0%	U
Triturador – Prensa	0 Tn/h	0%	U
Triturador – Zaranda	0 Tn/h	0%	U
Triturador – Centrifugadora	0 Tn/h	0%	U
Triturador – Tolva pulmón	0 Tn/h	0%	U
Tolva alim. dig. - Digestor	8 Tn/h	0%	U
Tolva alim. dig. - Prensa	0 Tn/h	0%	U
Tolva alim. dig. - Zaranda	0 Tn/h	0%	U
Tolva alim. dig. - Centrifugadora	0 Tn/h	0%	U

Tolva alim. dig. – Tolva pulmón	0 Tn/h	0%	U
Digestor – Prensa	3.2 Tn/h	73%	A
Digestor – Zaranda	1.2 Tn/h	27%	E
Digestor – Centrifugadora	0 Tn/h	0%	U
Digestor – Tolva pulmón	0 Tn/h	0%	U
Prensa – Zaranda	0.29 Tn/h	9%	E
Prensa – Centrifugadora	0 Tn/h	0%	U
Prensa – Tolva pulmón	2.82 Tn/h	91%	A
Zaranda – Centrifugadora	1.49 Tn/h	100%	A
Zaranda – Tolva pulmón	0 Tn/h	0%	U
Centrifugadora – Tolva pulmón	0 Tn/h	0%	U

Fuente: confección propia.

Con los datos que presenta la tabla 26, se procede a confeccionar el diagrama de relaciones (figura 41).

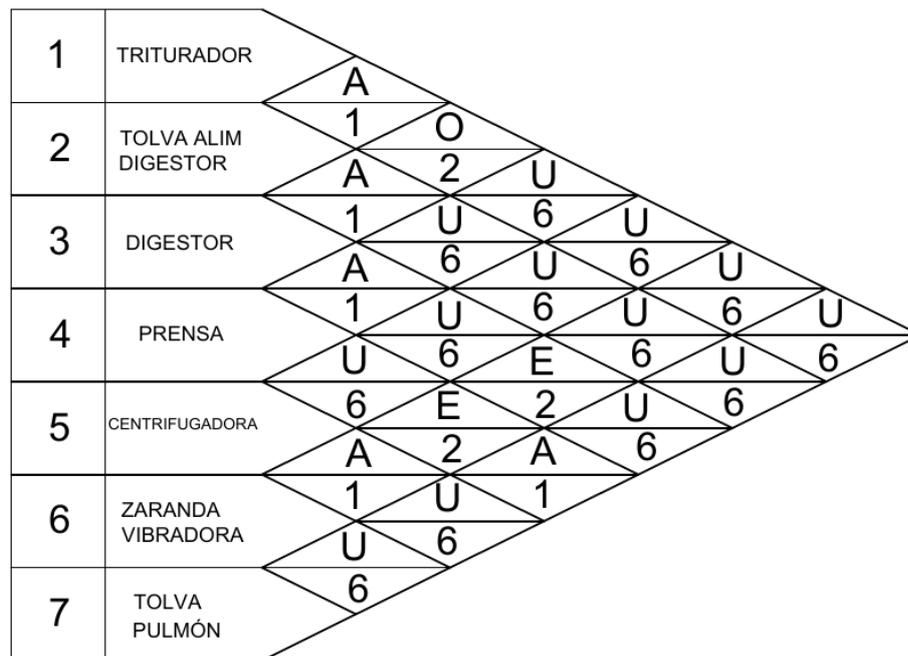


Figura 41: diagrama de relaciones.

Fuente: confección propia.

Concluido el diagrama de relaciones, el paso siguiente es conformar el diagrama de afinidades. Dicha herramienta es una forma de representación de los distintos equipos (equipos, sectores, departamentos, etc.) que permite agruparlos de manera que se simplifique

la identificación de patrones de relación entre ellos. A su vez, muestra gráficamente la importancia de las relaciones entre máquinas, que en este caso representan las necesidades de cercanía.

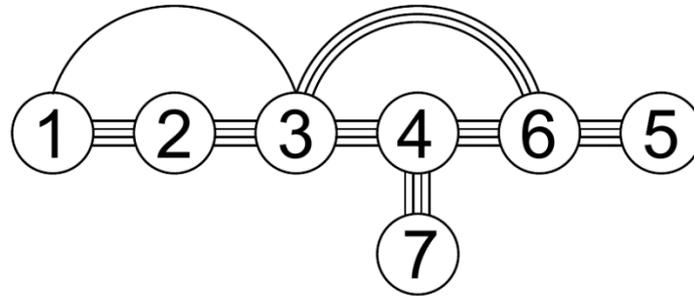


Figura 42: diagrama de afinidades

Fuente: confección propia.

El resultado obtenido con el método de análisis empleado anteriormente dará una primera noción de la disposición de máquinas a la cual tenderá la distribución y será tenida en cuenta al momento de plantear alternativas.

6.4 Distribuciones Propuestas

Uno de los puntos tenidos en cuenta a la hora de comenzar a plantear una distribución fue, además del requerimiento de espacio y lo analizado con anterioridad, el flujo de materia prima y subproductos hacia y desde el nuevo sector.

6.4.1 Flujos de material desde y hacia la nueva nave industrial

La materia prima cruda que ingresará al sector de cocción de cerdo provendrá de la playa de descarga ubicada de forma contigua al oeste del sector de cocción actual. Desde allí serán transportados los restos porcinos a través de un tornillo sinfín hasta el sector de procesamiento de cerdo.

Los productos que egresan del sector cocción de cerdo son el expeller y el sebo sin refinar. El expeller es almacenado en la tolva pulmón antes de ser enviado al sector molienda a través de un tornillo sinfín. El sebo es bombeado directamente desde la centrifugadora, último equipo en donde se procesa, hasta los tanques de almacenamiento ubicados en el sector inicial de la refinería.

Por las distancias que deberán recorrer cada uno de los subproductos que egresan de la nueva línea de cocción, los medios de transporte (tornillo sinfin y tuberías) deberán atravesar por lo menos un sector completo antes de continuar siendo procesados.

Se presenta un plano ampliado en donde se visualizan los sectores involucrados (figura 43). Considerando la ubicación de los sectores de destino de ambos subproductos, refinería y molienda, se evidencia que los egresos del sector cocción nuevo se realizarán por el lado oeste del mismo.

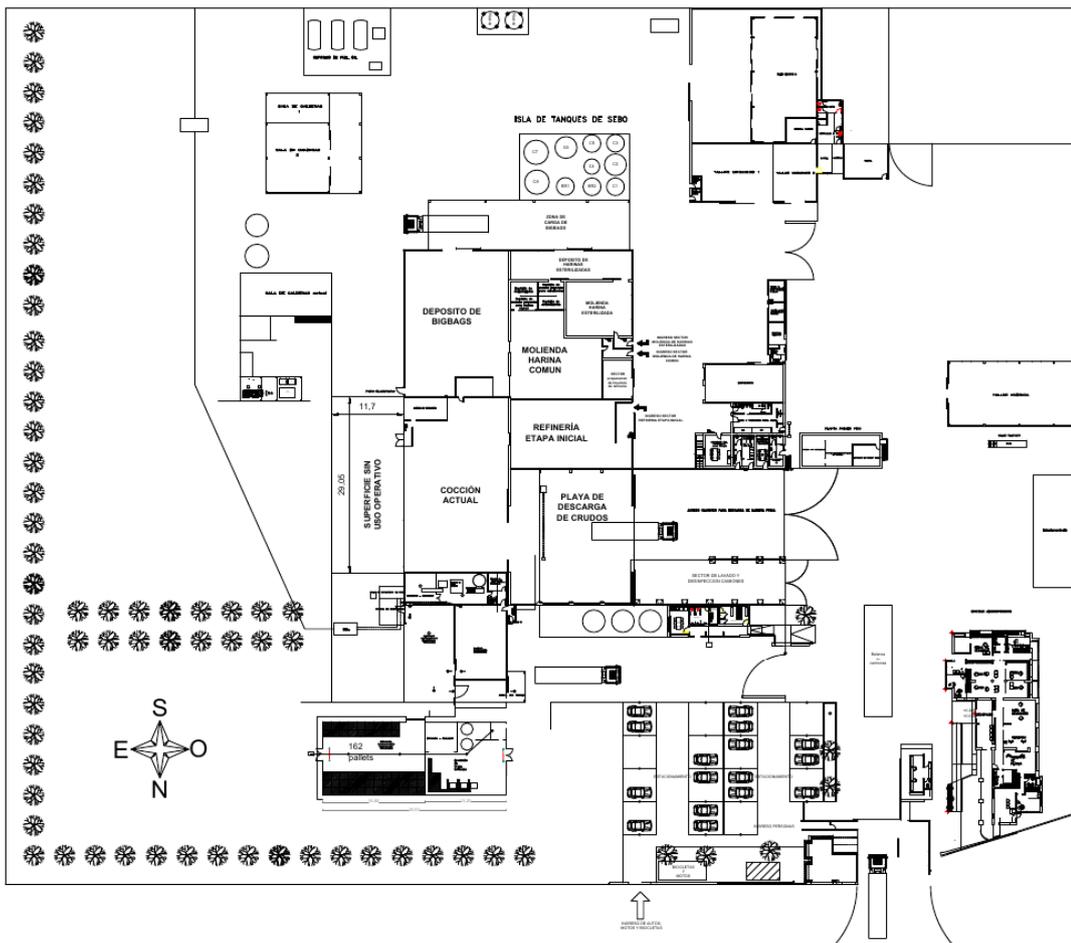


Figura 43: plano ampliado.

Fuente: confección propia.

6.4.2 Primera Propuesta de Layout

Para comenzar a desarrollar los diferentes Layout, se debe tener en cuenta donde inicia el proceso. Este comienza con el ingreso del crudo al triturador, el cual es alimentado por un tornillo sin fin que proviene de la playa de descarga.

Debido a la capacidad de almacenamiento que posee la fosa actual, la modificación que se propone es dividir la playa de descarga para cada especie y agregar un tornillo sinfín que conecte al triturador que se ubicará en el nuevo sector. Se presenta a continuación, en la figura 44, la ubicación del sinfín que alimentará al triturador de materia prima porcina, el cual no será modificado y permanecerá para las propuestas.

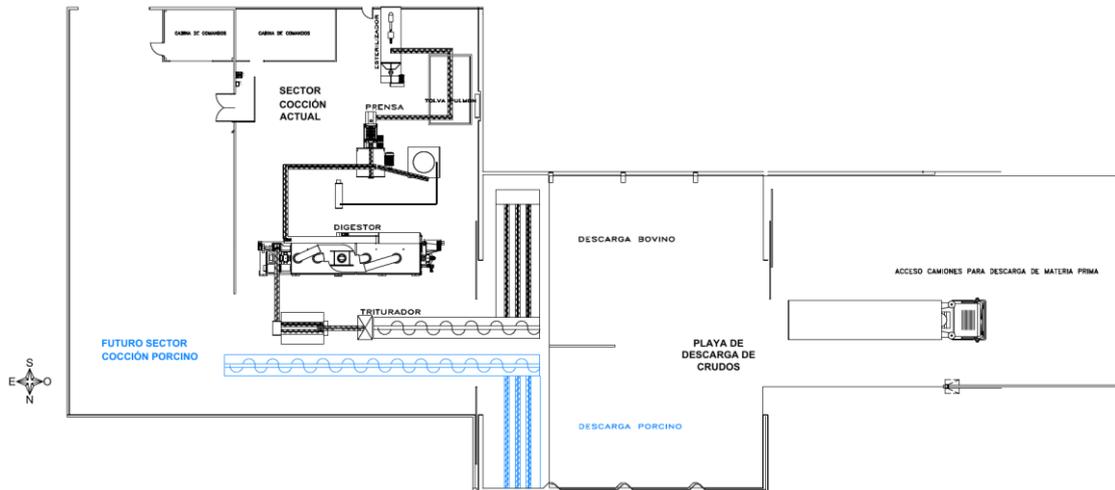


Figura 44: sinfín alimentación nuevo sector.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 45 se puede observar la primera propuesta realizada de acuerdo con las relaciones de máquinas analizadas en el punto 6.3, en color amarillo se observan las áreas requeridas por los equipos calculadas en el punto 6.3.1.

Posteriormente a la presentación de la primera alternativa de distribución del sector, se procede a presentar los elementos de transporte que serán encargados de desplazar el MEP dentro de la planta.

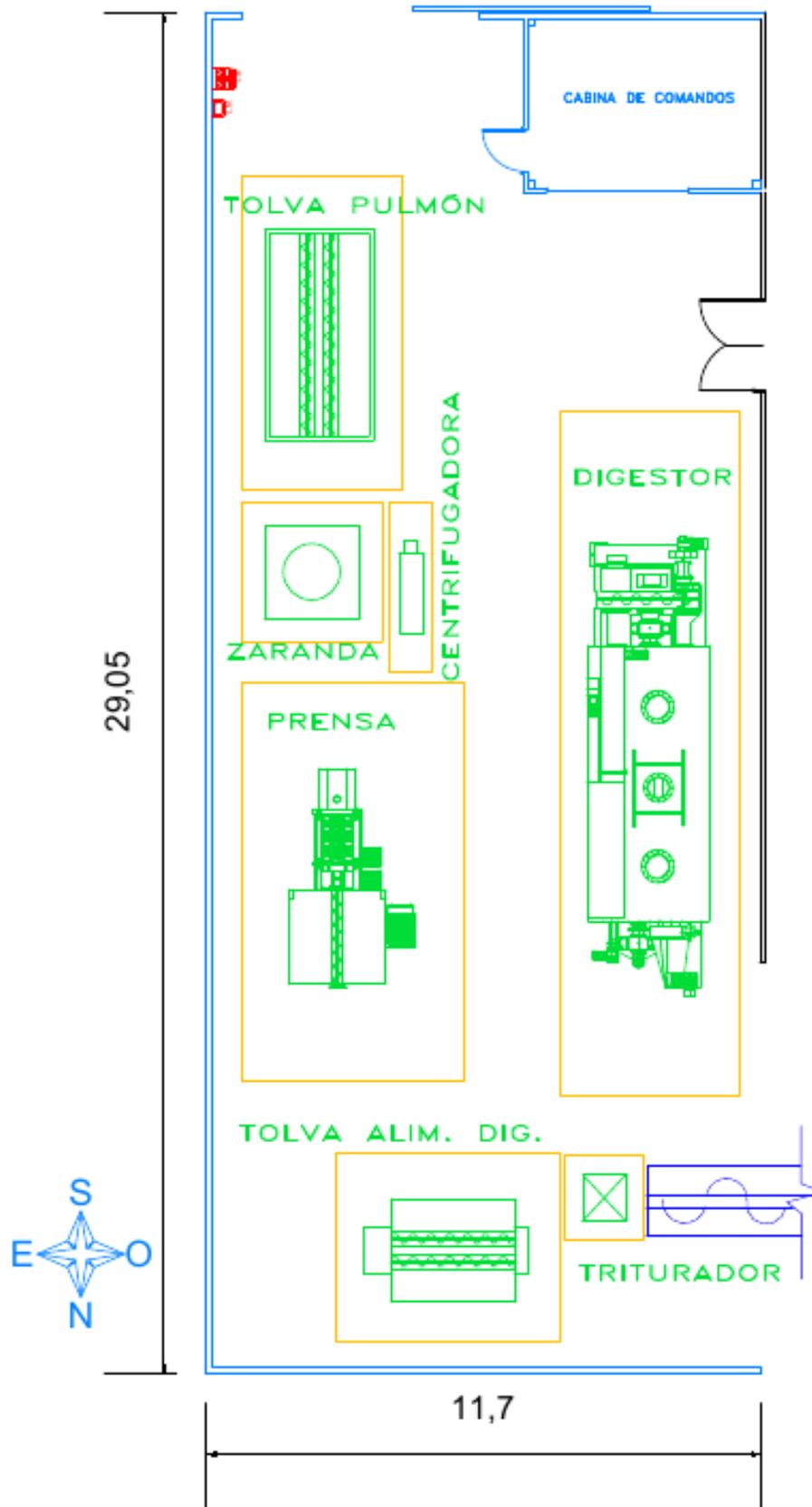


Figura 45: Propuesta layout N°1.

Fuente: Elaboración propia.

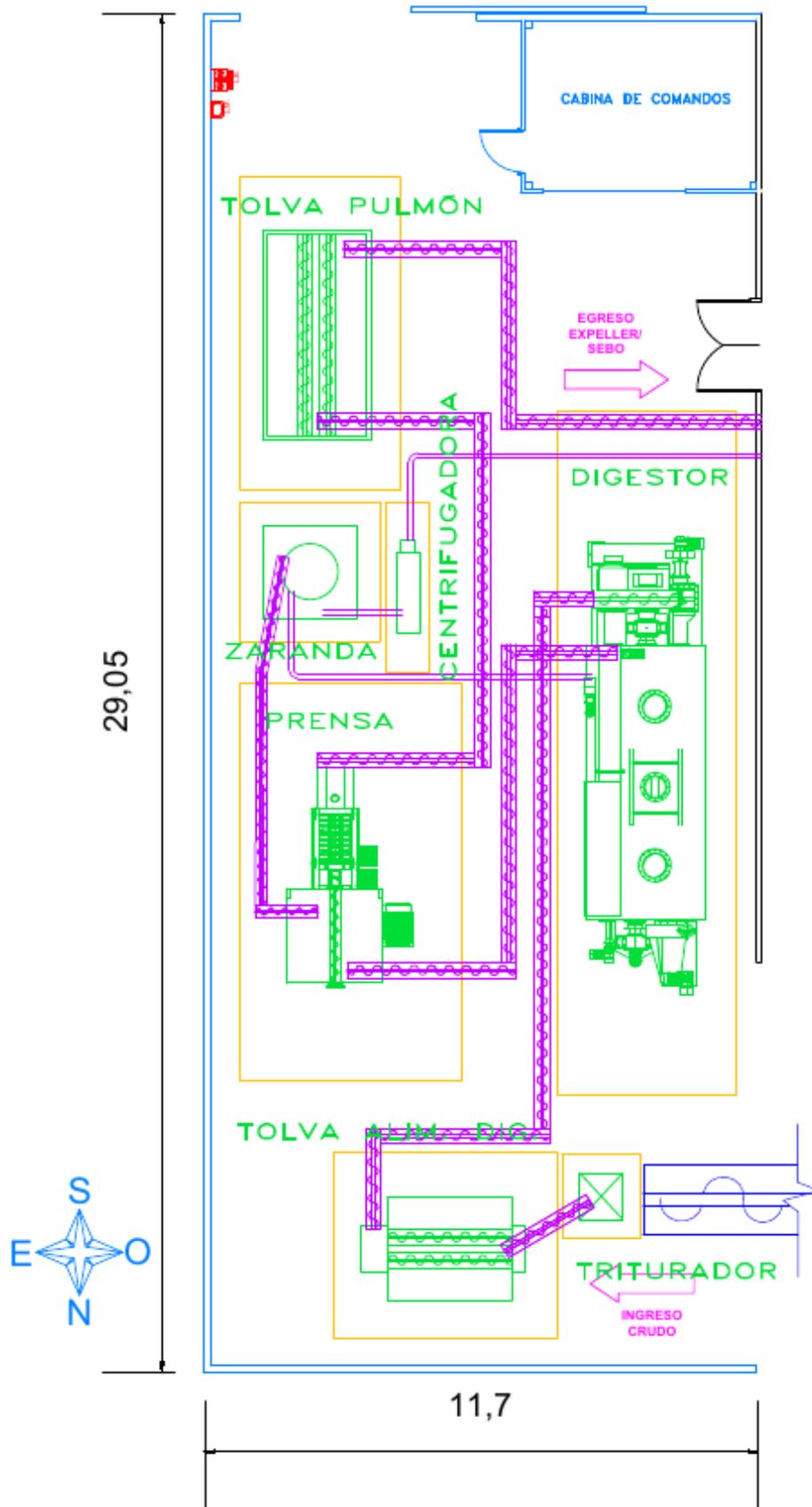


Figura 46: Propuesta layout N°1 con transportes.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Segunda Propuesta de Layout

Se plantea una alternativa distinta que siga respetando las relaciones de necesidad de cercanía entre ciertos equipos según el método analizado. De esta forma, se llega a la segunda propuesta de layout plasmada en la figura 47.

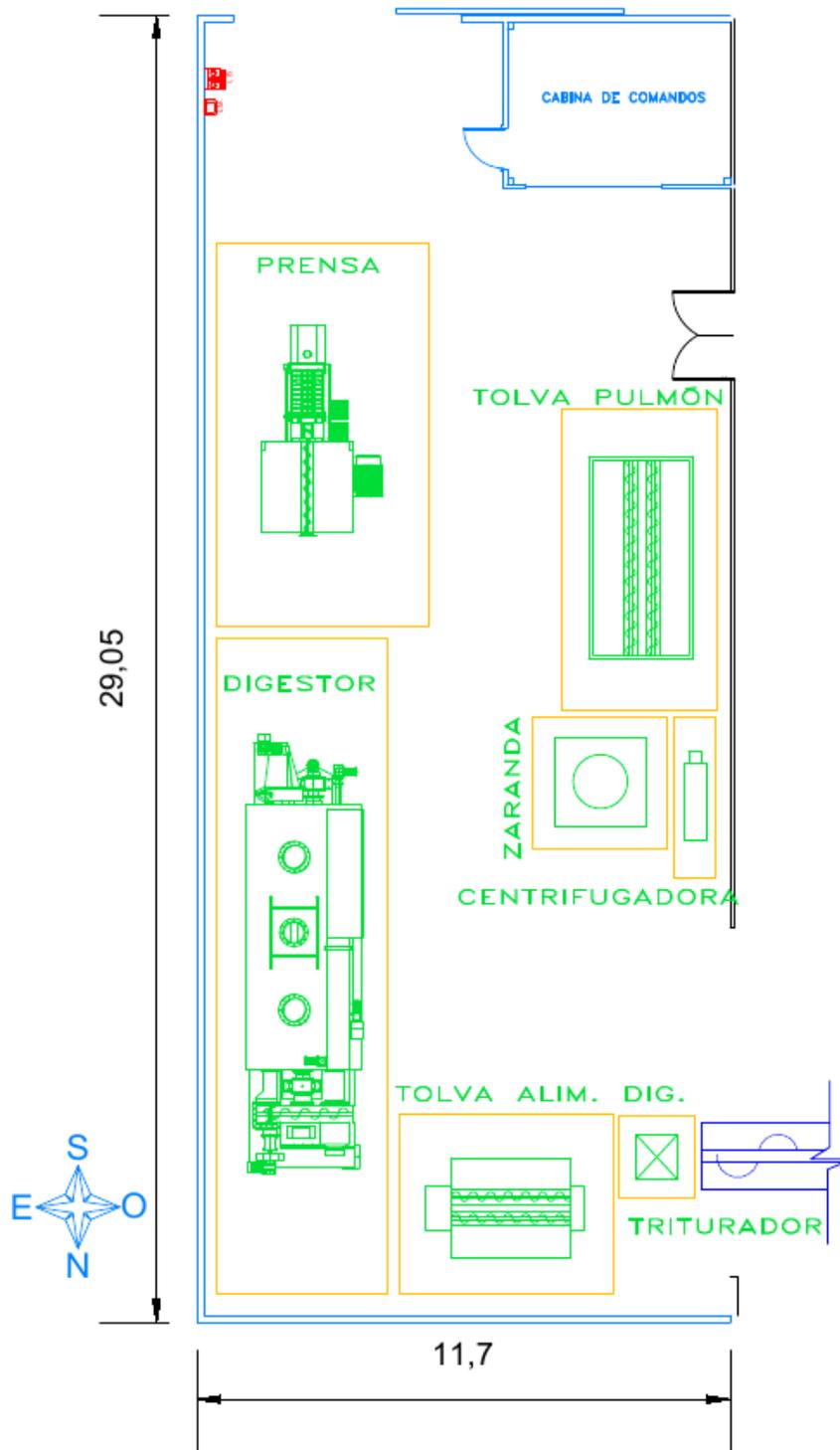


Figura 47: Segunda propuesta de layout.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta la segunda propuesta de layout con su sistema de transportes entre equipos (figura 48).

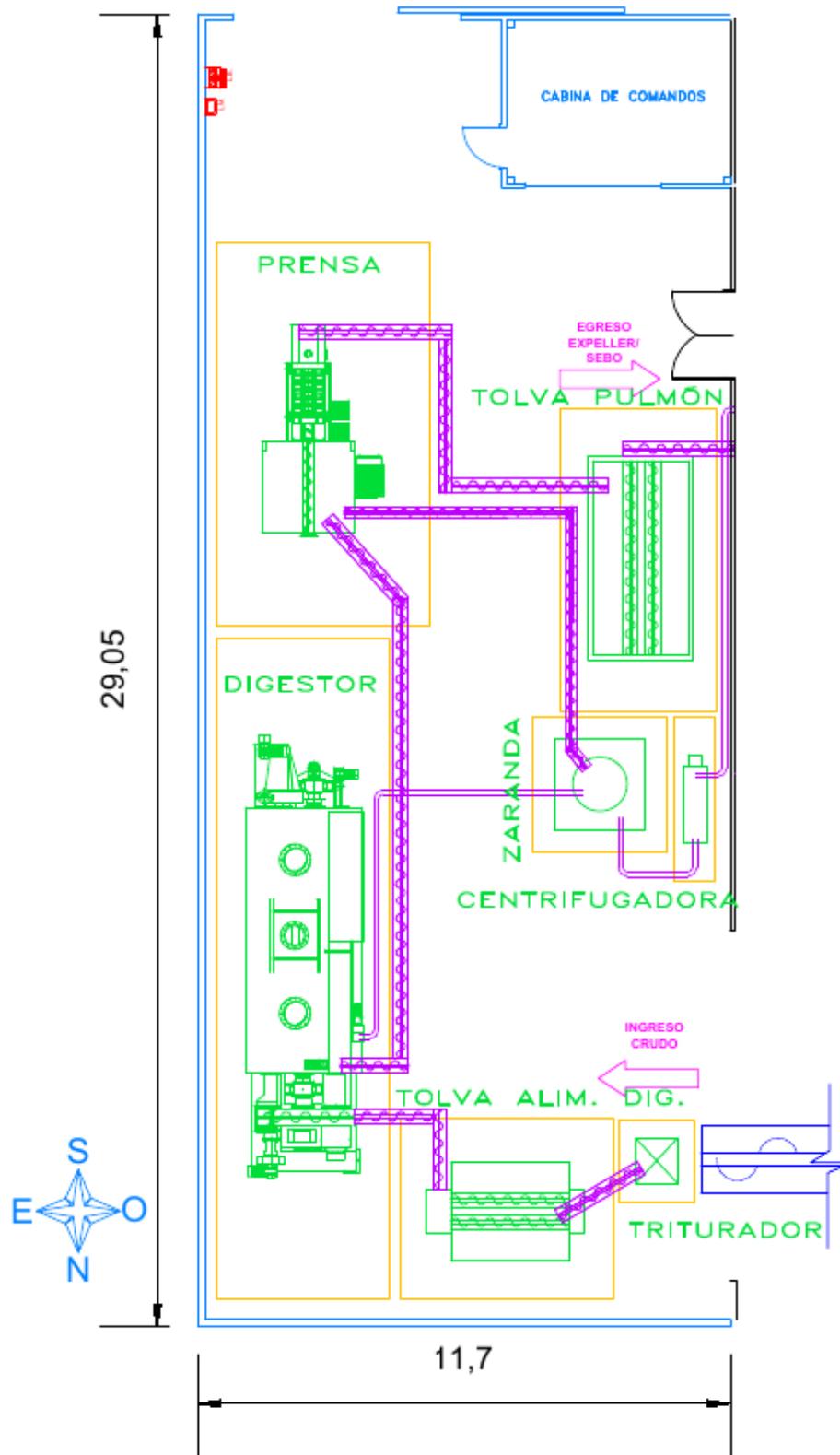


Figura 48: sistema de transporte segunda propuesta.

Fuente: elaboración propia.

6.5 Evaluación de Alternativas

Al evaluar entre dos alternativas para la posterior elección, se deben tener en cuenta algunos criterios que pueden influir en la eficiencia y la efectividad de las operaciones. Se decide llevarlo a cabo mediante un método que pondere determinados criterios que afecten a estas propuestas, y el mejor resultado será la distribución propuesta elegida.

El método elegido para el estudio se conoce como “Proceso de Jerarquía Analítica”, el cual cuantifica juicios u opiniones sobre la importancia de cada uno de los criterios. Se mencionan a continuación los criterios elegidos, que están relacionados con los objetivos planteados en el apartado 6.1 (figura 49).

- Espacio disponible: hace referencia al espacio necesario para la circulación del personal, como así también la flexibilidad de paso de equipos de grandes dimensiones cuando se lo requiera (por ejemplo, un auto elevador). En este caso, el layout 2 posee más flexibilidad, debido a que en la primera propuesta la ubicación del digestor reduce el espacio de circulación entre equipos. Se le asigna como valor “Poco flexible” y “Flexible” al layout 1 y 2 respectivamente (tabla 27).
- Recorrido del flujo: tendrá en cuenta las distancias que recorren los equipos empleados para transportar MEP. Se relaciona con las longitudes de los tornillos transportadores (tabla 27).
- Flujo salida al sector: hace referencia a la ubicación de los egresos de material del sector, teniendo en cuenta a que área se tienen que dirigir. La entrada de materia prima no tendrá consideración porque la ubicación es la misma para ambas distribuciones, debido a la posición del sinfín transportador proveniente de la playa de descarga. En este caso, ambas propuestas presentan similar salida de MEP, por lo que se le asignará el mismo valor, siendo este “Bueno” (tabla 27).
- Seguridad: evalúa la seguridad de cada diseño en términos de prevención de accidentes y lesiones laborales. Si se observa el layout 1, la secuencia del proceso hace que los tornillos transportadores tengan que cruzar por encima de los pasillos constantemente, lo cual podría provocar un suceso no deseado. Considerado esto, se le asigna el valor “Regular” a la primera propuesta y “Buena” a la segunda (tabla 27).

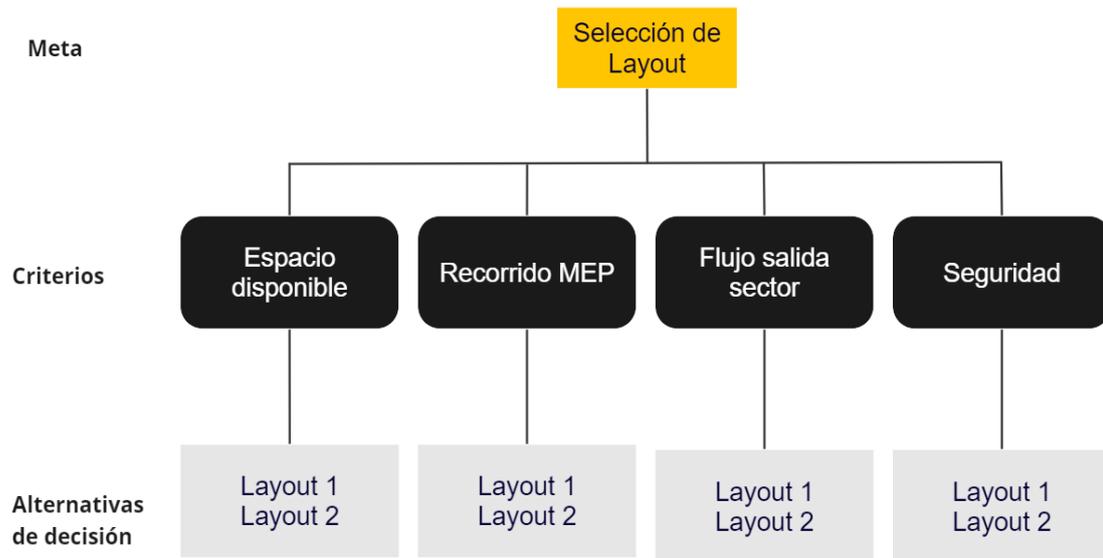


Figura 49: cuadro de jerarquía.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27: características de los criterios según layout

CRITERIO	ALTERNATIVAS	
	Layout 1	Layout 2
Espacio disponible	Poco flexible	Flexible
Recorrido	Largo	Corto
Flujo salida sector	Bueno	Bueno
Seguridad	Regular	Buena

Fuente: elaboración propia.

La importancia de estos criterios para la comparación entre ellos, según el método, se miden en la escala del 1 al 9 (tabla 28).

Tabla 28: valores asignados a criterios.

Valor a_{ij}	Interpretación
1	Criterios i y j son de igual importancia
3	Criterio i es débilmente más importante que el j
5	Criterio i es fuertemente más importante que el j
7	Criterio i es muy fuertemente más importante que el j
9	Criterio i es extremadamente más importante que el j

Fuente: Investigación de operaciones - Hillier Lieberman

Donde a_{ij} hace referencia a cuánto más importante es el criterio de la fila i respecto del criterio de la columna j , ubicados en una matriz de comparaciones.

El método comienza realizando una matriz de comparación entre los criterios, donde según la importancia de uno respecto del otro, se le asigna un valor de la tabla 28. Luego, se realiza una sumatoria de los resultados obtenidos (tabla 29).

Tabla 29: matriz de comparación N°1.

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE CRITERIOS				
	Espacio disponible	Recorrido	Flujo salida sector	Seguridad
Espacio disponible	1	3	5	3
Recorrido material	1/3	1	3	1/3
Flujo salida sector	1/5	1/3	1	1/5
Seguridad	1/3	3	5	1
TOTAL	1,87	7,33	14,00	4,53

Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso consiste en generar otra matriz, donde en cada celda irá el cociente entre el valor a_{ij} asignado a cada uno y el total del respectivo criterio. Hecho esto, se debe realizar una ponderación haciendo el promedio de cada fila (tabla 30).

Tabla 30: matriz normalizada N°1.

MATRIZ NORMALIZADA				PONDERACIÓN
0,54	0,41	0,36	0,66	0,49
0,18	0,14	0,21	0,07	0,15
0,11	0,05	0,07	0,04	0,07
0,18	0,41	0,36	0,22	0,29

Fuente: elaboración propia.

El método sigue con el cálculo del vector A_w (tabla 31), consiste en multiplicar la matriz de comparaciones por la ponderación obtenida. Este vector va a ser necesario para el cálculo del índice de consistencia, el cual dirá si se ha ponderado razonablemente.

Tabla 31: vector Aw.

Aw
2,15
0,61
0,27
1,24

Fuente: elaboración propia.

Obtenido Aw, se procede a calcular la siguiente fórmula, la cual dará un valor necesario para utilizarlo en el cálculo del índice de consistencia (IC):

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{W_i}$$

Luego, IC se calcula de la siguiente manera, donde el resultado obtenido fue 0,066.

$$IC = \frac{(\text{Resultado fórmula anterior}) - n}{n - 1}$$

Sí $IC/IA < 0.1$ el grado de consistencia es satisfactorio, donde IA se determina de la tabla 32.

Tabla 32: tabla de índices aleatorios.

n	2	3	4	5	6	7	8	9
IA	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Fuente: elaboración propia.

El resultado obtenido entre el cociente IC e IA fue 0,0737 afirmando un grado de consistencia satisfactorio.

El siguiente paso es volver a armar matriz de comparaciones, pero esta vez entre las alternativas para cada criterio, las cuales van a seguir el mismo procedimiento hasta obtener la ponderación de cada uno (tablas 33 a 40).

Finalmente, se calculan los valores finales para cada alternativa mediante las ponderaciones obtenidas pudiendo afirmar que, según los criterios establecidos y el análisis del método, el Layout 2 es la alternativa elegida (tabla 41).

Tabla 33: matriz de comparación N°2.

CRITERIO: Espacio disponible		
	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	1/5
Layout 2	5	1
TOTAL	6	1 1/5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 34: matriz normalizada N°2.

Matriz Normalizada		Ponderación
1/6	1/6	0,17
5/6	5/6	0,83

Fuente: elaboración propia.

Tabla 35: matriz de comparación N°3.

CRITERIO: Recorrido material		
	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	1/5
Layout 2	5	1
TOTAL	6	1 1/5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 36: matriz normalizada N°3.

Matriz Normalizada		Ponderación
1/6	1/6	0,17
5/6	5/6	0,83

Fuente: elaboración propia.

Tabla 37: matriz de comparación N°4.

CRITERIO: Flujo salida sector		
	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	1
Layout 2	1	1
TOTAL	2	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla 38: matriz normalizada N°4.

Matriz Normalizada		Ponderación
1/2	1/2	0,50
1/2	1/2	0,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla 39: matriz de comparación N°5.

CRITERIO: Seguridad		
	Layout 1	Layout 2
Layout 1	1	1/3
Layout 2	3	1
TOTAL	4	1 1/3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 40: matriz normalizada N°5.

Matriz Normalizada		Ponderación
1/4	1/3	0,29
3/4	3/4	0,75

Fuente: elaboración propia.

Tabla 41: tabla de decisión.

CRITERIO/ ALTERNATIVA	Espacio disponible	Recorrido material	Flujo salida sector	Seguridad	PRIORIDAD
Layout 1	0,17	0,17	0,50	0,29	0,23
Layout 2	0,83	0,83	0,50	0,75	0,79
PONDERACIÓN	0,49	0,15	0,07	0,29	

Fuente: elaboración propia.

6.6 Conclusión

Después de llevar a cabo un exhaustivo análisis para la toma de decisiones en relación con la distribución de planta en el nuevo sector, se llega a la conclusión de que la segunda alternativa presentada emerge como la opción más adecuada en consonancia con los criterios previamente establecidos en la figura 49. Esto se traduce en flexibilidad en cuanto a espacio disponible, presentando un correcto recorrido de material en proceso y mejores flujos de salida, como también mayor seguridad.

Teniendo en cuenta el alcance del anteproyecto propuesto, esta elección se revela como una sólida base de trabajo para continuar refinando y perfeccionando el desarrollo del proyecto.

CAPITULO 7

“Evaluación Económica y Financiera”

7.1 Objetivo de la Evaluación

La evaluación económica financiera implica proyectar los flujos de efectivo futuros que generará el proyecto durante un horizonte de tiempo específico. Estos flujos de fondos incluyen los ingresos por ventas, los costos operativos, los impuestos, las inversiones en activos y cualquier otro flujo financiero relevante. El objetivo es tener una visión de cómo se espera que el proyecto genere rentabilidad a lo largo del tiempo, pudiendo observarlo en términos monetarios y porcentuales.

Cuando se comienza con cualquier tipo de proyecto donde se analiza una posibilidad de ampliación, es evidente que conlleve a tener que realizar una inversión necesaria para llevarlo adelante. Esto está directamente relacionado con el capital de la empresa. En el presente capítulo se estudiará la rentabilidad de la inversión para la nueva línea propuesta.

Hay que recordar que el alcance de este estudio se definió como anteproyecto, por lo que se realizará un análisis general, contemplando variables significativas para dicho nivel de evaluación.

7.2 Horizonte de Evaluación

Para llevar a cabo el estudio, el primer paso fue la recolección de datos en función de la información a la que se tuvo acceso. La empresa facilitó información acerca de los precios de venta de los productos finales, harina de carne y hueso y sebo industrial refinado.

En el caso de los ingresos por ventas a futuro, se tienen datos históricos de cuatro años ingreso de materia prima. Dado esto, se proyectará a 16 meses y se considerará constante a partir del último período proyectado, hasta el horizonte en evaluación. A partir de allí, se calcula el producto obtenido a través de la utilización de los rendimientos conocidos del proceso para los próximos diez años a partir de diciembre del 2022.

La evaluación financiera de este proyecto abarca un horizonte temporal de 10 años, que coincide con la vida útil proyectada de los equipos. En este contexto, la duración del proyecto no es arbitraria; está directamente vinculada al período de operación efectiva de los activos que se están adquiriendo. Es crucial destacar que la correcta utilización y el mantenimiento adecuado desempeñan un papel fundamental en garantizar la completa vida útil de la maquinaria.

7.3 Recopilación de Datos

Insuga SA brindó los valores en pesos que se manejan al día 22/06/2023 de 120\$/kg de harina de carne y hueso porcina y 295 \$/kg de sebo industrial porcino. Para una mejor comprensión de los valores a través del tiempo y, considerando que todas las cotizaciones de equipos son expresadas en dólares estadounidenses, se decidió expresar en esta moneda el estudio que se presentará a continuación. Al día de la fecha el dólar oficial cotiza \$255 por dólar.

Por el lado de los costos, INSUGA brindó información de los costos del proceso de rendering que se lleva a cabo hoy en día. Se tuvieron en cuenta costos de mano de obra mensual por operario y por tipo de puesto, materia prima, transporte, conservantes y aditivos, energía eléctrica, gas natural, leña, mantenimiento, costos del envasado y merma de la materia prima. El costo de producción de harina de carne y hueso final es de 87.39\$/kg y el del sebo industrial 202,47 \$/kg. Además, debido al requerimiento de personal, se presenta el valor promedio de sueldos de la empresa de \$515.784 mensuales por operario.

La inversión en maquinarias para llevar a cabo la ampliación ya fue abordada en el capítulo de selección de equipos (apartado 5.4), contabilizando un total de U\$S182.535. Además, deberá considerarse el digestor que ya fue comprado por un valor de USD 660.000 y la instalación que asciende a USD 14.045. Para la infraestructura requerida por la ampliación se obtuvieron datos mediante un índice de costos por m². Dicho costo de construcción de galpón a fecha del 07/07/2023 es de \$215.475,63 por m², que contabiliza un total de U\$S 279.864,82.

Una vez realizada la recolección de datos para la confección del flujo de fondos, se presentan resumidos en la tabla 42.

Tabla 42: resumen de datos expresados en dólares estadounidenses.

INGRESOS	
PRECIO VTA POR KG HARINA DE CARNE Y HUESO	\$ 0,47
PERECIO VTA SEBO REFINADO POR KG	\$ 1,16
COSTOS DE PRODUCCIÓN	
COSTO PRODUCCIÓN HARINA DE CARNE Y HUESO POR KG	\$ 0,34
COSTO PRODUCCIÓN SEBO REFINADO POR KG	\$ 0,79
OTROS COSTOS	
SUELDO PROMEDIO MENSUAL POR OPERARIO	\$ 2.022,68

INVERSIÓN INICIAL	
CONSTRUCCIÓN GALPÓN	\$ 279.864,82
TRITURADOR	\$ 45.150,00
ZARANDA	\$ 15.750,00
TOLVA DIGESOR	\$ 22.575,00
TOLVA PULMÓN	\$ 47.230,00
ROSCA EXTRACCIÓN TOLVA CRUDOS	\$ 29.000,00
ROSCA A CARGA DIGESTOR	\$ 8.040,00
ROSCA A CARGA PRENSA	\$ 7.040,00
ROSCA A TOLVA PULMÓN	\$ 7.750,00
DIGESTOR	\$ 660.000,00
INSTALACIÓN E INGENIERIA	\$ 14.045,00

Fuente: elaboración propia.

7.4 Confección del Flujo de Fondos

Los ingresos por ventas y los costos utilizados en la confección del estudio hacen alusión a los diferenciales entre el estado actual y futuro. Los datos son diferenciales entre los valores proyectados actuales sin y con la ejecución de la inversión.

Los ingresos proyectados reflejan el impacto de la mejora planificada en la capacidad de procesamiento. Dichos ingresos diferenciales se derivan de la proyección ajustada, considerando la expansión y la consecuente capacidad adicional. Asimismo, los costos asociados se presentan de manera diferencial, abarcando elementos como materias primas, mano de obra y otros insumos que se ven directamente afectados por la ampliación operativa.

Es crucial resaltar que la inversión inicial necesaria para llevar a cabo esta mejora, así como los requisitos de capital de trabajo resultante, calculado como el uno por ciento (1%) de los costos, no solo impactan en los flujos de efectivo proyectados, sino que también influyen en la rentabilidad neta de la inversión. Adicionalmente, para obtener una visión integral, se consideran los efectos tributarios asociados.

Este enfoque diferencial permite discernir con claridad el valor añadido por la mejora planificada, identificando no solo los beneficios operativos sino también los desafíos financieros que puedan surgir. Este análisis minucioso constituye una herramienta invaluable para la toma de decisiones informada y la optimización de los recursos disponibles.

Para comprender mejor los resultados, se presenta en la tabla 43 los ingresos de MP anuales proyectados por período (diciembre de cada año). A cada período se le restará 72000 Tn, producto del límite de capacidad de procesamiento definido y calculado en el capítulo

5. De aquí surge el diferencial de materia prima utilizado para calcular los ingresos por ventas y costos asociados.

Tabla 43: ingreso de MP proyectados y diferencial por periodo

PERIODO	INGRESO MP ANUAL PROYECTADOS (TN)	DIFERENCIAL (TN)
2023	74867,66	2867,66
2024	78898,06	6898,06
2025	79120,88	7120,88
2026	79120,88	7120,88
2027	79120,88	7120,88
2028	79120,88	7120,88
2029	79120,88	7120,88
2030	79120,88	7120,88
2031	79120,88	7120,88
2032	79120,88	7120,88

Fuente: elaboración propia.

Se presenta el flujo de fondos realizado en la tabla 44.

ACLARACIONES SOBRE EL FLUJO DE FONDOS

El período de repago es el número de períodos necesarios para que el flujo de fondos neto acumulado iguale o supere la inversión inicial. Considerando que el importe de la inversión inicial asciende a USD 1.136.445, se observa el flujo de fondos acumulado y, recién en el período 5, el flujo acumulado supera dicha inversión.

Si se quisiera aproximar un valor, se estima linealmente entre ambos períodos (4 y 5) que el monto USD 1.136.445 se obtiene en el período 4.52. Es decir, cuatro años y medio (aprox.) después de haberla realizado.

Para el cálculo del VAN se requiere obtener la tasa de descuento. Esta tasa se calcula a partir de datos como la tasa libre de riesgo (bonos del tesoro de Estados Unidos), el riesgo del sector (Beta), el riesgo del mercado y el riesgo país. Dado que el sector en estudio vinculado al procesamiento de los desechos de faena es específico, no se han logrado obtener algunos datos como es el caso del factor Beta o riesgo de sector. De todas formas, se menciona la forma de cálculo de la tasa de descuento en función de estos valores y a partir de la cual se actualizan los ingresos futuros para la obtención del Valor Actual Neto (VAN).

$$TD = T_{Libre} + R_{Sector} * (R_{Mercado} - T_{Libre}) + R_{País}$$

Tabla 44: Flujo de Fondos

PERIODOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS		\$ 1.146.961,55	\$ 2.758.973,22	\$ 2.848.094,16	\$ 2.848.094,16	\$ 2.848.094,16
COSTOS DE PRODUCCIÓN		-\$ 787.880,73	-\$ 1.895.217,69	-\$ 1.956.437,42	-\$ 1.956.437,42	-\$ 1.956.437,42
OTROS COSTOS		-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51
INVERSIÓN INICIAL Y CAPITAL DE TRABAJO	-\$ 1.136.444,82	\$ 7.878,81	-\$ 11.073,37	-\$ 30.637,74		
AMORTIZACIÓN		-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48
INGRESOS BRUTOS 3,5%		-\$ 40.143,65	-\$ 96.564,06	-\$ 99.683,30	-\$ 99.683,30	-\$ 99.683,30
GANANCIAS 35%		-\$ 103.840,68	-\$ 260.729,69	-\$ 269.403,38	-\$ 269.403,38	-\$ 269.403,38
IVA DÉBITO FISCAL	\$ -	\$ 240.861,93	\$ 579.384,38	\$ 598.099,77	\$ 598.099,77	\$ 598.099,77
IVA CREDITO FISCAL	\$ 119.326,71	\$ 163.800,40	\$ 400.321,12	\$ 417.285,78	\$ 410.851,86	\$ 410.851,86
SALDO IVA	-\$ 119.326,71	\$ 196.388,23	\$ 17.324,98	-\$ 163.489,01	-\$ 187.247,92	-\$ 187.247,92
FLUJO DE FONDOS	-\$ 1.255.771,52	\$ 474.175,54	\$ 669.527,13	\$ 487.007,79	\$ 500.320,56	\$ 500.320,56
ACUMULADO	-\$ 1.255.771,52	-\$ 781.595,98	-\$ 112.068,85	\$ 374.938,95	\$ 875.259,51	\$ 1.375.580,07
PERIODOS	6	7	8	9	10	LIQUIDACIÓN
INGRESOS	\$ 2.848.094,16	\$ 2.848.094,16	\$ 2.848.094,16	\$ 2.848.094,16	\$ 2.848.094,16	\$ 340.933,45
COSTOS DE PRODUCCIÓN	-\$ 1.956.437,42	-\$ 1.956.437,42	-\$ 1.956.437,42	-\$ 1.956.437,42	-\$ 1.956.437,42	
OTROS COSTOS	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	
INVERSIÓN INICIAL Y CAPITAL DE TRABAJO						
AMORTIZACIÓN	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	
INGRESOS BRUTOS 3,5%	-\$ 99.683,30	-\$ 99.683,30	-\$ 99.683,30	-\$ 99.683,30	-\$ 99.683,30	\$ 11.932,67
GANANCIAS 35%	-\$ 269.403,38	-\$ 269.403,38	-\$ 269.403,38	-\$ 269.403,38	-\$ 269.403,38	\$ 115.150,27
IVA DÉBITO FISCAL	\$ 598.099,77	\$ 598.099,77	\$ 598.099,77	\$ 598.099,77	\$ 598.099,77	\$ 35.798,01
IVA CREDITO FISCAL	\$ 410.851,86	\$ 410.851,86	\$ 410.851,86	\$ 410.851,86	\$ 410.851,86	\$ -
SALDO IVA	-\$ 187.247,92	-\$ 187.247,92	-\$ 187.247,92	-\$ 187.247,92	-\$ 187.247,92	\$ 35.798,01
FLUJO DE FONDOS	\$ 500.320,56	\$ 500.320,56	\$ 500.320,56	\$ 500.320,56	\$ 500.320,56	\$ 213.850,50
ACUMULADO	\$ 1.875.900,63	\$ 2.376.221,20	\$ 2.876.541,76	\$ 3.376.862,32	\$ 3.877.182,88	\$ 4.091.033,39
PRP 4,52						
TIR 40,71%						

Fuente: elaboración propia.

7.5 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad implica evaluar cómo cambios en determinados parámetros o variables clave pueden incidir en los resultados financieros del proyecto, con el propósito de comprender la incertidumbre asociada y visualizar cómo la modificación de una variable podría afectar la rentabilidad de la inversión.

La elección de la variable a modificar se centra en los ingresos de materia prima, motivada por la incertidumbre inherente a los resultados proyectados. Aunque los pronósticos proporcionan estimaciones aproximadas, estos están sujetos a debate, por lo que sería pertinente plantear escenarios modificando esta variable.

7.5.1 Escenario optimista

En el complejo mundo empresarial, la anticipación y adaptación a variables clave son esenciales para mantener la sostenibilidad y competitividad. En este análisis de sensibilidad, nos sumergimos en un escenario optimista, focalizando nuestra atención en una variable crítica: la disponibilidad de materia prima.

La materia prima no solo constituye el corazón de la cadena de producción, sino que es un factor determinante en la configuración del flujo de fondos de una empresa. Este estudio se ve impulsado debido a la información que proporciona un artículo publicado por la bolsa de comercio de Rosario, el cual comenta una tendencia alcista en la producción de cerdo. Este crecimiento se estima en un 3% para el año 2024, respecto del año previo. Ante este escenario alentador, el objetivo es explorar cómo esta mejora en la disponibilidad podría impactar positivamente en el flujo de fondos.

La proyección realizada para la confección del flujo de fondos en el punto 7.4 presenta un escenario optimista, debido que para diciembre del 2023 se pronostica 74867,66 Tn, y para el año 2024 (periodo 2) una proyección de 78898,06 Tn. Esta variación anual representa un aumento del 5,38%. Dicho esto, la proyección realizada para la confección del flujo de fondos queda respaldada por la realizada por la bolsa de comercio de Rosario. Por lo tanto, no se considera evaluar un nuevo escenario con expectativas positivas.

7.5.2 Escenario pesimista

Con el objetivo de conseguir otro panorama, se decide imaginar qué pasaría si dicho estudio realizado por la bolsa de comercio de Rosario arrojara un decremento del 3% para el 2024, respecto al año 2023. Cabe destacar que el escenario que se plantea es solo a modo de análisis, en el cual se van a presentar posibles causas que originarían dicha hipótesis.

La reducción en el suministro del producto primario puede estar influenciada por diversas razones, entre ellas:

Problemas de suministro: Factores como la escasez de animales destinados al procesamiento de carne, brotes de enfermedades animales, o problemas en la cadena de suministro pueden reducir la disponibilidad de materia prima para la planta de rendering.

Cambios en regulaciones y normativas: cambios en las regulaciones gubernamentales relacionadas con el manejo de subproductos animales o residuos pueden impactar directamente la disponibilidad de producto primario a procesar.

Eventos climáticos y desastres naturales: Eventos climáticos extremos, como inundaciones, sequías o tormentas, pueden afectar la disponibilidad de animales para el procesamiento y la logística asociada con la entrega de la materia prima a la planta.

Dicho esto, la reducción de la disponibilidad de materia prima se verá reflejada en la producción, lo que impactaría consecuentemente en los ingresos por ventas.

Se presenta, en la tabla 45, un cuadro con tres columnas: el periodo, los montos de materia prima anual aplicando un decremento del 3% a partir del año 2024 respecto del proyectado inicial para 2023, y el diferencial obtenido.

Tabla 45: ingreso de MP con decremento y diferencial, por periodo.

PERIODO	INGRESO MP ANUAL TOTAL CON DECREMENTO 3% (TN)	INGRESO DE MP DIFERENCIAL (TN)
2023	74867,66	2867,66
2024	72621,63	621,63
2025	76531,12	4531,12
2026	76747,26	4747,26
2027	76747,26	4747,26
2028	76747,26	4747,26
2029	76747,26	4747,26
2030	76747,26	4747,26
2031	76747,26	4747,26
2032	76747,26	4747,26

Fuente: elaboración propia.

Se presenta el modo de cálculo, el cual aplica para cada periodo:

$$\begin{aligned} & \text{Ingreso MP anual total con decremento} - 72000Tn \text{ (limite de capacidad actual)} \\ & = \text{ingreso de MP diferencial} \end{aligned}$$

$$74867,66 Tn - 72000 Tn = 2867,66 Tn$$

En la tabla 46, se presenta el flujo de fondos para el escenario en análisis.

Tabla 46: Flujo de Fondos para escenario pesimista

PERIODOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS		\$ 1.146.961,55	\$ 248.631,26	\$ 1.812.282,58	\$ 1.898.729,89	\$ 1.898.729,89
COSTOS DE PRODUCCIÓN		-\$ 787.880,73	-\$ 170.791,93	-\$ 1.244.908,79	-\$ 1.304.291,92	-\$ 1.304.291,92
OTROS COSTOS		-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51
INVERSIÓN INICIAL Y CAPITAL DE TRABAJO		-\$ 1.136.444,82	\$ 7.878,81	\$ 6.170,89	\$ 6.278,20	
AMORTIZACIÓN			-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48
INGRESOS BRUTOS 3,5%			-\$ 40.143,65	-\$ 8.702,09	-\$ 63.429,89	-\$ 66.455,55
GANANCIAS 35%			-\$ 103.840,68	-\$ 16.410,71	-\$ 168.593,04	-\$ 177.006,52
IVA DÉBITO FISCAL		\$ -	\$ 240.861,93	\$ 52.212,56	\$ 380.579,34	\$ 398.733,28
IVA CREDITO FISCAL		\$ 119.326,71	\$ 163.800,40	\$ 34.570,42	\$ 262.749,27	\$ 273.901,30
SALDO IVA		-\$ 119.326,71	\$ 196.388,23	\$ 178.746,08	\$ 60.916,01	-\$ 124.831,97
FLUJO DE FONDOS		-\$ 1.255.771,52	\$ 474.175,54	\$ 233.036,14	\$ 485.569,24	\$ 328.726,40
ACUMULADO		-\$ 1.255.771,52	-\$ 781.595,98	-\$ 548.559,84	-\$ 62.990,60	\$ 265.735,80
PERIODOS	6	7	8	9	10	LIQUIDACIÓN
INGRESOS	\$ 1.898.729,89	\$ 1.898.729,89	\$ 1.898.729,89	\$ 1.898.729,89	\$ 1.898.729,89	\$ 340.933,45
COSTOS DE PRODUCCIÓN	-\$ 1.304.291,92	-\$ 1.304.291,92	-\$ 1.304.291,92	-\$ 1.304.291,92	-\$ 1.304.291,92	
OTROS COSTOS	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	-\$ 22.249,51	
INVERSIÓN INICIAL Y CAPITAL DE TRABAJO						
AMORTIZACIÓN	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	-\$ 113.644,48	
INGRESOS BRUTOS 3,5%	-\$ 66.455,55	-\$ 66.455,55	-\$ 66.455,55	-\$ 66.455,55	-\$ 66.455,55	-\$ 11.932,67
GANANCIAS 35%	-\$ 177.006,52	-\$ 177.006,52	-\$ 177.006,52	-\$ 177.006,52	-\$ 177.006,52	-\$ 115.150,27
IVA DÉBITO FISCAL	\$ 398.733,28	\$ 398.733,28	\$ 398.733,28	\$ 398.733,28	\$ 398.733,28	\$ 35.798,01
IVA CREDITO FISCAL	\$ 273.901,30	\$ 273.901,30	\$ 273.901,30	\$ 273.901,30	\$ 273.901,30	\$ -
SALDO IVA	-\$ 124.831,97	-\$ 124.831,97	-\$ 124.831,97	-\$ 124.831,97	-\$ 124.831,97	-\$ 35.798,01
FLUJO DE FONDOS	\$ 328.726,40	\$ 328.726,40	\$ 328.726,40	\$ 328.726,40	\$ 328.726,40	\$ 213.850,50
ACUMULADO	\$ 923.188,59	\$ 1.251.914,98	\$ 1.580.641,38	\$ 1.909.367,78	\$ 2.238.094,17	\$ 2.451.944,68
PRP						6,65
TIR						26,93%

Fuente: elaboración propia.

7.6 Conclusión de la Evaluación Económica y Financiera

En el presente capítulo se estudió como impactaría económica y financieramente la propuesta realizada. Para concluir sobre los resultados obtenidos, se debe primero destacar la recolección de datos necesarios para la confección del flujo de fondos, provenientes directamente de administración la cual permitió realizar una proyección precisa.

El horizonte de evaluación, como se mencionó en el punto 7.2, estaba dado por la vida útil de los equipos. En el primer escenario, la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 40,71% y el periodo de repago de 4,52 años son indicadores positivos de la rentabilidad y eficiencia del proyecto. Estos resultados sugieren que la inversión inicial se recupera en un tiempo relativamente corto, y el proyecto tiene el potencial de generar rendimientos atractivos.

Por otro lado, el segundo escenario presenta una TIR del 26,39% y un periodo de repago de 6,65 años. Aunque estos valores señalan una rentabilidad más moderada y un periodo de recuperación más prolongado, aún indican que la inversión podría generar beneficios en el largo plazo.

En ambos casos, es crucial tener en cuenta que estos análisis están basados en proyecciones y suposiciones, y que los resultados pueden estar sujetos a cambios en condiciones económicas o de mercado. Además, la elección de realizar, o no, la inversión dependerá de los objetivos y la tolerancia al riesgo de los inversionistas o la empresa.

CAPITULO 8

“Conclusión del Proyecto”

El presente proyecto ha abordado de manera integral la propuesta creación de una nueva línea de procesamiento en INSUGA SA con el objetivo de separar las distintas especies de materia prima para su procesamiento, maximizando los recursos disponibles. Se llevaron a cabo diversas etapas de análisis que proporcionaron una visión detallada de la situación actual y la proyección de mejoras futuras.

Se comenzó con el diagnóstico del sector en estudio, evaluando el proceso productivo a través de diferentes factores. Se identificaron los límites en las capacidades de producción de los equipos permitiendo confirmar la necesidad de llevar a cabo una reforma estructural del sector, y permitió identificar áreas de oportunidad las cuales se tomaron en consideración para las propuestas.

Luego, se realizó un estudio técnico sobre la necesidad de los recursos para la nueva línea de cocción, entre estos los equipos a implementar, analizando los requerimientos de acuerdo con el estudio de capacidad realizado. También se evaluó la necesidad de recurso humano para garantizar la operación y eficiencia en el funcionamiento de la línea de producción.

Establecidos los requerimientos necesarios, se realizaron dos propuestas de layout, de acuerdo con el método SLP, buscando una distribución de planta que cumpla con los objetivos planteados. Dichos objetivos se relacionan con la reducción de tiempos de producción, logística interna y externa del sector y consideraciones de seguridad. Se logró identificar la alternativa que cumple con lo requerido para una correcta operación de las instalaciones.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis económico financiero que permitió un acercamiento al estudio final de viabilidad del proyecto. El resultado de este análisis fue favorable, obteniendo en uno de los escenarios un valor de la TIR que confirma la rentabilidad del proyecto. Si bien el alcance es anteproyecto, se brindó a la empresa una propuesta que demuestra viabilidad económica.

Se adquirieron múltiples conocimientos a lo largo del estudio, los cuales contribuyeron al desarrollo personal y profesional de los autores. La experiencia de visitas a planta fue enriquecedora y permitió la cercanía con profesionales de distintos rubros, donde el aprendizaje se torna mucho más atractivo e interesante. A su vez se adquirieron conocimientos sobre el proceso de rendering, el cual genera, de los desperdicios, productos con valor agregado.

Bibliografía

Artículo de la Bolsa de Comercio de Rosario:

<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/que-se-5>

Chain, N. S., Chain, R. S., & Puelma, J. M. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos*. Ciudad de México, México,: McGRAW-HILL.

Chase & Jacobs. (2014) *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y cadena de suministros*. México, D.F.: McGRAW-HILL

Cuatrecasas, L. (2017). *INGENIERÍA DE PROCESOS Y DE PLANTA*. Barcelona, España.: PROFIT.

Domínguez Machuca, José Antonio. (1995). *DIRECCIÓN DE OPERACIONES Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. España: McGRAW-HILL

Domínguez Machuca, José Antonio. (1995). *DIRECCIÓN DE OPERACIONES Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. España: McGRAW-HILL

Hillier & Lieberman. (2010). *INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES*. Novena edición. México, D.F.: McGRAW-HILL

Muther, R. (1981). *DISTRIBUCIÓN EN PLANTA*. Barcelona, España: EDITORIAL HISPANO EUROPEA S.A.

Stephen N. Chapman. (2006). *PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN*. México, PEARSON Educación.

Winston, W.L. (2004). *Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos*. Cuarta Edición. México: Thomson.