



PROYECTO FINAL DE CARRERA

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

“Desarrollo de planta de rendering: alimento húmedo para mascotas a base de pescado”

Estudiantes:

- Eliseo Gonnet
- Lucas Xavier Gonzalez

Docentes:

- Ing. Gustavo Ruhl
- Ing. Nicolás Maximino

2024

Resumen

Este es un proyecto de cálculo y diseño de una planta productora de alimento para mascotas a partir de los subproductos del pescado, que consiste en elaborar un paté de pescado natural para gatos, envasarlo en bolsas de aluminio y esterilizarlo en autoclave. El informe aborda aspectos clave desde el estudio de mercado hasta el análisis financiero. Incluye la definición de la producción, dimensionamiento y selección de máquinas, análisis de productividad y estimación del personal necesario. La logística de manejo del producto entre las máquinas y el almacenamiento, para un empleo óptimo de los tiempos. El tratamiento de agua como efluente. Las instalaciones: eléctrica contemplando dimensionamiento de conductores, protecciones, puesta a tierra, iluminación, entre otros aspectos. Neumática, análisis de requisitos, diseño del circuito y selección de equipos. Y la instalación frigorífica, con el diseño de dos cámaras de almacenamiento. Finalmente se hace el análisis financiero del proyecto para determinar la rentabilidad del proyecto.

Palabras clave:

Rendering, alimento húmedo para mascotas, autoclave, diseño de planta, sostenibilidad.

Agradecimientos

En este momento especial queremos expresar nuestro sincero agradecimiento.

Agradecemos a la Universidad por brindarnos la oportunidad de llevar a cabo este proyecto. Reconocemos a los profesores que, con su sabiduría, guiaron nuestro desarrollo académico. Este logro no habría sido posible sin el apoyo fundamental de todos aquellos que han contribuido a nuestra formación profesional.

A nuestros compañeros de facultad, quienes compartieron este viaje académico con nosotros, su presencia fue necesaria en cada etapa. Les agradecemos por estar allí en los momentos de duda, su colaboración y disposición para ayudar fueron esenciales para nuestro progreso conjunto. Gracias por formar parte de nuestra experiencia universitaria.

Y agradecemos a nuestros queridos familiares y amigos, porque su apoyo ha sido invaluable. En los momentos difíciles, ustedes fueron nuestra fuente de fortaleza y amor incondicional. Sus palabras alentadoras y gestos afectuosos fueron el impulso que necesitábamos para superar obstáculos. Nunca nos dejaron rendirnos, y por eso, este logro no solo es nuestro, sino también de ustedes. Gracias por ser nuestra red de apoyo inquebrantable.

Índice general

Introducción	1
Estudio del mercado	5
Producto final	7
Proceso productivo	10
Logística	27
Instalaciones de la planta	42
Análisis económico y financiero	100
Conclusión	110
Bibliografía	111

Índice detallado

Introducción	1
Problemática.....	2
Posibles soluciones	3
Cuadro comparativo	4
Solución adoptada	4
Estudio del mercado.....	5
Mercado objetivo	5
Competidores del producto.....	5
Oportunidad de negocio	6
Propuesta de valor	6
Producto final.....	7
Receta	8
Tratamiento	9
Proceso productivo	10
Pasos del proceso	10
Análisis de tiempos y capacidades.....	11
Selección de máquinas.....	14
Trituradora.....	14
Mezcladora de cintas	16
Envasadora	17
Autoclave.....	18
Estuchadora	20
Manejo de agua.....	21
Servicio de vapor.....	22
Calidad del agua	23
Limpieza de equipos	24
Sistema DAF	24

Logística	27
Distribución de la producción.....	27
Subproceso 1: triturado y mezclado	29
Subproceso 2: envasado.....	30
Subproceso 3: cocción y estuchado	31
Manejo de materiales:	32
Rotación de carros:	34
Localización.....	36
Layout de la planta	37
Distribución final de máquinas en planta	40
Personal	41
Instalaciones de la planta	42
Instalación eléctrica	42
Conductores	42
Datos de cálculo.....	42
Definición de las cargas	43
Cálculo de conductores.....	45
Cortocircuito	48
Protecciones.....	51
Curvas de protecciones	52
Puesta a tierra	59
Factor de potencia.....	62
Iluminación	64
Definición de la carga.....	69
Instalación neumática	70
Consumo de aire comprimido.....	70
Compresor y tanque de almacenamiento.....	71
Red de distribución.....	73
Forma de la red.....	74
Diámetros de cañerías	75
Cañería y accesorios.....	81
Diseño	84

Instalación frigorífica.....	85
Dimensionamiento de las cámaras	85
Cálculo de carga térmica.....	86
Datos para el cálculo.....	87
Carga de transmisión de calor	88
Carga por infiltraciones de aire	89
Carga del producto.....	91
Carga suplementaria.....	93
Carga térmica total.....	95
Equipos frigoríficos.....	96
Unidad evaporadora.....	96
Unidad condensadora	99
Análisis financiero	100
Inversión inicial	100
Financiación	101
Ingresos.....	101
Egresos	103
Flujo de fondos	105
Indicadores financieros.....	107
Período de retorno	107
Valor actual neto	108
Tasa interna de retorno	109
Conclusión	110
Bibliografía	111
Documentos y libros	111
Sitios web	111

Índice de tablas

Tabla 1: Comparación de soluciones posibles.....	4
Tabla 2: Estimación de la producción	8
Tabla 3: Datos de la trituradora.....	15
Tabla 4: Estimación de cantidad de autoclaves	19
Tabla 5: Datos de la caldera	22
Tabla 6: Datos del sistema DAF	25
Tabla 7: Datos de la escalera	33
Tabla 8: Proximidad según la importancia	37
Tabla 9: Datos generales del cálculo eléctrico.....	42
Tabla 10: Cargas en la instalación eléctrica	43
Tabla 11: Cálculo de cargas	44
Tabla 12: Cálculo de caída de tensión.....	45
Tabla 13: Cálculo de constante para la caída.....	45
Tabla 14: Verificación por corriente admisible	46
Tabla 15: Cálculo de conductores por corriente admisible	46
Tabla 16: Ecuaciones de cortocircuito utilizadas	48
Tabla 17: Comparación de corrientes de cortocircuito con ecoDIAL	49
Tabla 18: Comparación con el dimensionamiento con ecoDIAL.....	50
Tabla 19: Protecciones dimensionadas con ecoDIAL.....	51
Tabla 20: Datos de la puesta a tierra	59
Tabla 21: Resistencia de conductores para PAT.....	59
Tabla 22: Cálculo de la potencia reactiva de corrección.....	62
Tabla 23: Consumos de aire comprimido	70
Tabla 24: Resumen de cálculo de diámetros por software Transair	79
Tabla 25: Diámetros definitivos de instalación neumática	80
Tabla 26: Carga de transmisión de calor - Cámara N°1	89
Tabla 27: Carga de transmisión de calor - Cámara N°2	89
Tabla 28: Cambios de aire cada 24 horas en cámaras de almacenaje	90
Tabla 29: Calor removido por infiltración de aire.....	90
Tabla 30: Características de productos alimenticios.....	92
Tabla 31: Calor disipado por las personas dentro de una cámara frigorífica	94

Tabla 32: Carga térmica suplementaria	94
Tabla 33: Carga térmica total - Cámara N°1	95
Tabla 34: Carga térmica total - Cámara N°2	95
Tabla 35: Diferencia de temperatura entre gas refrigerante y el interior de cámara	96
Tabla 36: Factor de selección de unidad evaporadora	97
Tabla 37: Modelos de unidades evaporadoras	98
Tabla 38: Modelos de unidades condensadoras	99
Tabla 39: Inversión inicial	100
Tabla 40: Cuotas del crédito tomado	101
Tabla 41: Ingresos mensuales	102
Tabla 42: Ingresos anuales.....	103
Tabla 43: Egresos mensuales.....	104
Tabla 44: Egresos anuales	105
Tabla 45: Flujo de fondos mensual	106
Tabla 46: Flujo de fondos anual resumido	107

Índice de figuras

Figura 1: Vista aérea del diseño de la planta hecho en SolidWorks	1
Figura 2: Gráfico de ventas.....	6
Figura 3: Ejemplo del envase a utilizar	7
Figura 4: Diagrama hombre-máquina 1	11
Figura 5: Diagrama hombre-máquina 2	12
Figura 6: Diagrama hombre-máquina 3	13
Figura 7: Máquina trituradora.....	14
Figura 8: Máquina mezcladora.....	16
Figura 9: Máquina envasadora	17
Figura 10: Máquina autoclave.....	18
Figura 11: Máquina estuchadora	20
<i>Figura 12: Esquema general de instalaciones del autoclave</i>	<i>21</i>
Figura 13: Servicios, caldera.....	22
Figura 14: Purificador de agua por ósmosis inversa	23
Figura 15: Servicios, Máquina sistema DAF	24
Figura 16: Diagrama de funcionamiento del sistema DAF	25
Figura 17: Vista isométrica del sistema de depuración de agua.....	26
Figura 18: Diagrama del primer subproceso	29
Figura 19: Diagrama del segundo subproceso	30
Figura 20: Diagrama del tercer subproceso	31
Figura 21: Escalera para el llenado de la tolva de la envasadora.....	32
Figura 22: Ubicación de la planta en Google Maps	36
Figura 23: Diagrama relacional de actividades en planta según SLP	37
Figura 24: Diagrama relacional de líneas original	38
Figura 25: Diagrama relacional de líneas simplificado.....	38
Figura 26: Plano planta del layout en AutoCAD.....	39
Figura 27: Vista superior de máquinas y servicios en SolidWorks.....	40
Figura 28: Vista isométrica de máquinas y servicios en SolidWorks	40
Figura 29: Distribución de tableros eléctricos	43
Figura 30: Caída de tensión hasta el autoclave	45
Figura 31: Plano de distribución de tableros y bandejas de conductores	47

Figura 32: Esquema eléctrico con las fallas analizadas.....	49
Figura 33: Curva de protección TS1-TGBT	52
Figura 34: Curva de protección TS2-TGBT	53
Figura 35: Curva de protección TS3-TGBT	54
Figura 36: Curva de protección TS4-TGBT	55
Figura 37: Curva de protección TS5-TGBT	56
Figura 38: Curva de protección TS6-TGBT	57
Figura 39: Curva de protección TS7-TGBT	58
Figura 40: Datos de jabalinas según Genrod.....	60
Figura 41: Datos del banco de capacitores Schneider elegido	63
Figura 42: Diseño creado en DIALux para los cálculos de iluminación.....	64
Figura 43: Luminaria principalmente utilizada.....	65
Figura 44: Resultados de iluminación del Local 1 según DIALux	66
Figura 45: Resultados de iluminación del Local 2 según DIALux	67
Figura 46: Luminaria de oficinas	68
Figura 47: Resultados de iluminación del Local 3 según DIALux	69
Figura 48: Lista resumen de carga de iluminación.....	69
Figura 49: Circuito de distribución abierto de red neumática	73
Figura 50: Circuito de distribución cerrado de red neumática	73
Figura 51: Croquis de distribución de la red de aire comprimido (vista en planta)	74
Figura 52: Cálculo de sección de red neumática - tramo principal.....	75
Figura 53: Cálculo de sección de red neumática - derivación a autoclave ..	76
Figura 54: Cálculo de sección de red neumática - tramo de unión	76
Figura 55: Cálculo de sección de red neumática - anillo de distribución.....	77
Figura 56: Cálculo de sección de red neumática - derivación a envasadora	77
Figura 57: Cálculo de sección de red neumática - derivación a estuchadora	78
Figura 58: Cálculo de sección de red neumática - derivación a mezcladora	78
Figura 59: Cálculo de sección de red neumática - derivación a salida disponible.....	79
Figura 60: Accesorios para red neumática: cañería.....	81
Figura 61: Accesorios para red neumática: clip de fijación	81
Figura 62: Accesorios para red neumática: tubería flexible	82

Figura 63: Accesorios para red neumática: unión doble	82
Figura 64: Accesorios para red neumática: codo a 90°	82
Figura 65: Accesorios para red neumática: tee	82
Figura 66: Accesorios para red neumática: reducción	82
Figura 67: Accesorios para red neumática: válvula doble.....	83
Figura 68: Accesorios para red neumática: brida de derivación	83
Figura 69: Accesorios para red neumática: toma mural con dos salidas	83
Figura 70: Accesorios para red neumática: unidad de mantenimiento FRL.	83
Figura 71: Vista superior del circuito neumático en SolidWorks	84
Figura 72: Vista isométrica del circuito neumático en SolidWorks	84
Figura 73: Croquis cámara frigorífica N°1	85
Figura 74: Croquis cámara frigorífica N°2.....	86
Figura 75: Coeficientes de resistencia térmica de paneles aislantes.....	87
Figura 76: Dimensiones de unidades evaporadoras.....	98
Figura 77: Flujo de fondos acumulado.....	108

Introducción

El proyecto que se llevará a cabo consiste en construir un proceso de producción de alimento para mascotas a partir de los residuos obtenidos en la industria del comercio pesquero con destino al consumo humano. Se desarrolla partiendo de la base establecida por la empresa "Pescadería Santana S.C" (Av. de las Américas 3995, Paraná, Entre Ríos), de modo que será dimensionado en tamaño y producción para poder realizar alimentos en base a lo que la pescadería provea.

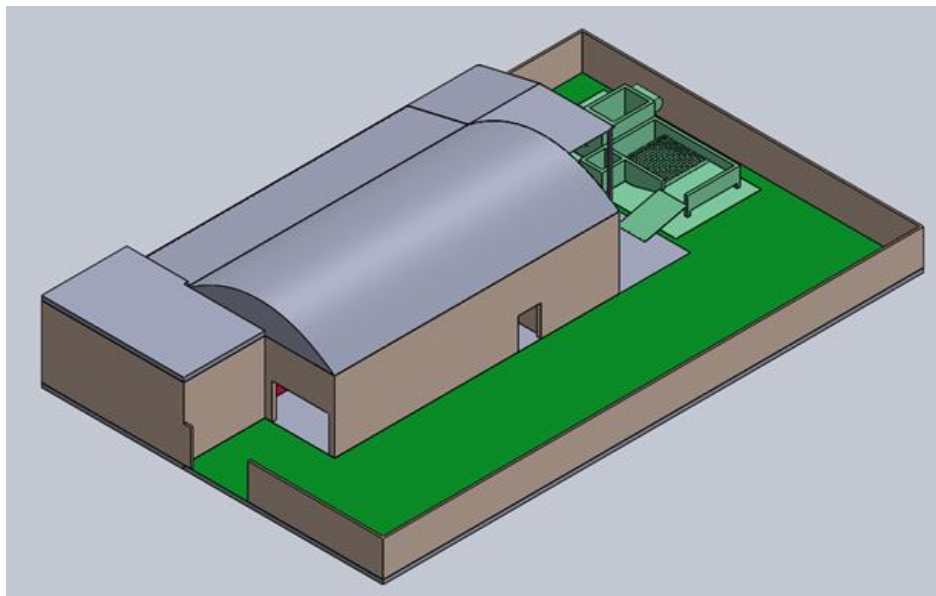


Figura 1: Vista aérea del diseño de la planta hecho en SolidWorks

La importancia de llevar a cabo este proyecto reside principalmente en el aumento de ganancias de forma directa en la empresa. Al aprovechar todas las partes del pescado que en este momento están siendo desechadas, obtenemos una materia prima para una industria diferente: la industria del subproducto del pescado.

Por otro lado, queda muy visible la disminución en el impacto ambiental que tiene la empresa. Esto es debido a la reducción en la cantidad de desechos que produce la pescadería.

Problemática

La problemática que intentaremos resolver es la no-utilización de las partes del pescado que no son aptas para la venta al público. Se trata de aquellas que no pueden ser vendidas directamente en una pescadería, como la cola o las espinas, y actualmente son desechadas. De esta manera, se producen dos grandes problemas:

- Contaminación ambiental: Al desechar estas partes, se produce un pequeño impacto ambiental de forma directa, que podría ser reducido.
- Derroche de subproductos: Por otro lado, se está desperdiciando una parte de los alimentos que podría transformarse en un subproducto del pescado, conformando así una materia prima para otra industria.

Posibles soluciones

1. Producción de harina y aceite de pescado: los subproductos del pescado se utilizarían para elaborar harina y aceite. Estos productos serán destinados al consumo humano, cumpliendo con sus correspondientes normas. Esta solución requiere de una elevada inversión inicial y elevada cantidad de materia prima. El valor agregado para el producto final es elevado. En la zona hay varias empresas que ya realizan esta actividad.
2. Producción de alimentos para mascota de pescado: los subproductos del pescado se aprovecharán para producir alimentos destinados a las mascotas, cumpliendo con las correspondientes normas. Para este proyecto se necesitará una elevada inversión inicial, el valor agregado al final de la producción es alto. En la zona no hay empresas que se dediquen a esta actividad.
3. Venta del subproducto a otras empresas: los subproductos del pescado se ofrecerán y comercializarán a diferentes empresas para su utilización. Este proyecto tiene una inversión inicial prácticamente nula y su valor agregado es bajo.

Cuadro comparativo

Soluciones	Ventajas	Desventajas
Producción de harina y aceite de pescado.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de subproductos. • Elevado valor agregado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada inversión inicial. • Existencia de muchos competidores. • Necesidad de mucha materia prima.
Producción de alimentos para mascota de pescado.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de subproductos. • Elevado valor agregado. • No hay competencia directa en la zona. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada inversión inicial.
Venta del subproducto a otras empresas.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de subproductos. • Inversión inicial casi nula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo valor agregado.

Tabla 1: Comparación de soluciones posibles

Solución adoptada

La producción de alimento para mascotas a base de pescado es la mejor solución para el problema al que nos enfrentamos. Esto es debido a que no existen industrias que realicen este proceso en la zona y, por supuesto, a la proyección futura de poder generar grandes ganancias.

Estudio del mercado

En general, se observa una tendencia al crecimiento en gran escala del mercado de mascotas. Esto incluye, obviamente, lo relacionado a la alimentación de estas. También se destaca la demanda de las personas por productos de calidad: se gasta cada vez más dinero en los animales domésticos.

El tipo de producto también tiende a cambiar. El alimento húmedo o de piezas que se perciban como reales se posicionan por encima de alimentos ultra procesados y de contenido desconocido. También los envases flexibles como bolsas o sobres sobrepasan a las latas, por su practicidad mayormente.

Mercado objetivo

El mercado objetivo son aquellas personas que cuenten con mascotas como perros y gatos, y tengan inconvenientes con la alimentación seca de su mascota, ya sea por gustos del animal, costo, problemas de hidratación, entre otras.

Competidores del producto

La competencia en el mercado son marcas líderes en el mercado que se destacan en toda la gama de alimentación animal, como Royal Canin, Purina, entre otras.

Oportunidad de negocio

El contexto actual del mercado objetivo establece un ambiente propicio para la entrada y consolidación de la marca. planteamos una instalación eficiente y escalable, diseñada para maximizar el retorno de inversión.

Propuesta de valor

Ofrecemos producir un paté elaborado con una receta sencilla, principalmente compuesto por auténticas piezas de pescado. Esta fórmula garantiza un producto nutritivo y de calidad para los felinos.

Respaldado por la creciente conciencia sobre la calidad de los alimentos para mascotas, se anticipa el incremento en la participación de mercado. Nos enfocaremos específicamente en los dueños de gatos, buscando promover lealtad y ganar preferencia.

En la Figura 2 representamos el mercado total de alimento para mascotas (120000 tn/año) en el que competiríamos. Basándonos en nuestra producción anual de 502 toneladas, la participación sería del 0,4%.

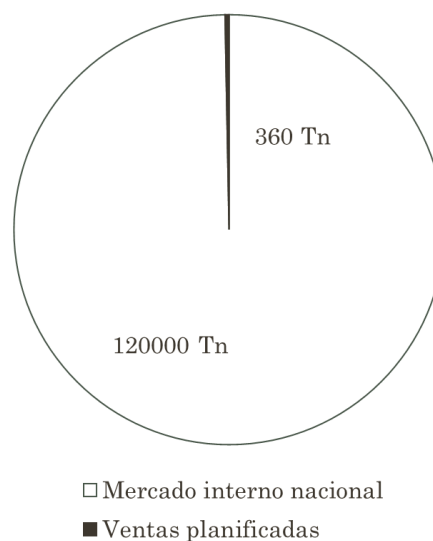


Figura 2: Gráfico de ventas

Producto final

Se trata de paté de pescado, que se conforma con la receta del siguiente punto. Este se contiene en bolsa de aluminio (pouch, Figura 3) que se compran ya impresas con un diseño y son utilizadas como recipiente para la cocción de la mezcla.



Figura 3: Ejemplo del envase a utilizar

Receta

La composición de la receta la obtuvimos por parte de un ingeniero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER y es la siguiente:

$$100\% \text{ alimento} = 60\% \text{ pescado} + 32\% \text{ agua} + 8\% \text{ Salvado de arroz/trigo}$$

El dato de cantidad de pescado recibido por día es de oferta inicial y, también, hay que comprar el arroz necesario para completar la receta. Los pouch que se producen vienen de tres medidas para contener 40, 85 o 100 gramos de mezcla.

Materia Prima	Recepción diaria de partes de pescado [kg]	Salvado de arroz [kg]	Agua [kg]	Total [kg]	Unidades pouch diarias, según el peso del pouch en gramos		
					100	85	40
Boga y Pacú	900	120	480	1500	15000	17647	37500

Tabla 2: Estimación de la producción

La producción se hará, tal que se procese toda la materia prima ingresante (900 kg) y que el producto final sean cajas de 12 unidades (pouch de 85g), por un total de 1500 kg de producto:

- Carga de unidades: 85 g
- Unidades por caja: 12 unidades
- Densidad del producto: 1.1 kg/L
- Carga mínima de diseño: 1500 kg

Tratamiento

Debido a que la solución a nuestro problema consiste en el diseño y construcción de una fábrica completa, iremos definiendo paso por paso el proceso para transformar las piezas de pescado entrantes en nuestro producto final:

- El proceso comienza con la recepción de partes de pescado ya lavadas.
- Luego se tienen que triturar para formar un paté y, a su vez, mezclar esto junto agua y salvado de arroz para así obtener un producto más consistente.
- Este alimento se comercializará a temperatura ambiente, por lo que debemos esterilizar su envase. Para este propósito se dosifica la mezcla en envases de aluminio de 85 gramos cada uno.
- Estos se deben cocinar (el contenido) y esterilizar (el envase).
- El producto final se tiene que agrupar en varias unidades para constituir una caja.
- Durante este tratamiento se necesitará de una cámara frigorífica para conservar el producto mientras aguarda a ser procesado.

Proceso productivo

Habiendo definido los pasos necesario para obtener nuestro producto final nos concentraremos ahora en detallar que tipo de máquinas se encargara de procesar que parte. Luego se analizará el flujo de masa por etapa y los tiempos requeridos para cada una. Finalmente se elegirán máquinas según proveedores/fabricantes.

Pasos del proceso

Resumen de pasos del proceso en términos de las acciones a llevar a cabo por máquina

1. Trituración: romper los espinazos de pescado para transformarlos en paté.
2. Mezclado: homogenizar el producto al mezclar el paté con salvado de arroz y agua.
3. Envasado: el producto debe verterse en los pouchs, uno a uno para que se pueda cocinar en estos.
4. Cocción y esterilización: se colocan los pouchs dentro de un autoclave que hace circular vapor.
5. Estuchado: se colocan los pouchs con producto cocido dentro cajas.

Análisis de tiempos y capacidades

Las siguientes tablas muestran la distribución de tiempo de trabajo de las máquinas según los kilogramos de producto procesados aproximadamente. Estos se expresan en celdas de 5 minutos y reflejan el máximo de producción en esa ventana de tiempo. En régimen de producción real, los tiempos se acomodan a al ritmo de trabajo que se lleve en el momento.

A) Diagrama inicial hombre-máquina (expresado en una celda cada 5 minutos) de una línea de producción, con una máquina de cada especie y una jornada laboral de 8 horas:

Horarios	Triturado [Kg]	Mezclado [Kg]	Envasado [Kg]	Esterilizado [Kg]	Estuchado [Kg]
Productividad [kg/h]	667	770	179	393	612
Productividad [kg/5 min]	56	64	15	33	51
08:00:00			1428		
09:00:00	389	385		785,4	
10:00:00	389	385			
11:00:00	389	385			
12:00:00	389	385		785,4	816
13:00:00		385			
14:00:00					816
15:00:00					
16:00:00					

Figura 4: Diagrama hombre-máquina 1

El proceso es de 1500 kg de producto al día (900 kg de entrada). El cálculo de tiempo de trabajo se hizo con la velocidad mínima de trabajo de la máquinas; aun así, se observa claramente que el cuello de botella lo define la envasadora, por lo que lo siguientes planteos se hacen en base de aumentar la producción de este proceso.

B) Diagrama hombre-máquina de la capacidad máxima de la línea de producción, con una máquina de cada especie y doble jornada:

Horarios	Triturado [Kg]	Mezclado [Kg]	Envasado [Kg]	Esterilizado [Kg]	Estuchado [Kg]	
Productividad [kg/h]	667	770	179	393	612	
Productividad [kg/5 min]	56	64	14,875	33	51	
08:00:00	389		2320,5	785,4		
09:00:00		385				
10:00:00	389					
11:00:00		385			785,4	816
12:00:00	389					
13:00:00		385			785,4	816
14:00:00	389					
15:00:00		385				
16:00:00						816
17:00:00						
18:00:00						
19:00:00						
20:00:00						
21:00:00						

Figura 5: Diagrama hombre-máquina 2

El proceso es de 2300 kg de producto al día (1400 kg de entrada); significando un aumento de la producción del 62%, aumentando las horas de trabajo y sin cambiar la cantidad de máquinas instaladas.

C) Diagrama hombre-máquina de la capacidad máxima de la línea de producción, con una máquina de cada especie, a excepción del envasado en el que hay dos máquinas. La jornada es de 8 horas:

Horarios	Triturado [Kg]	Mezclado [Kg]	Envasado [Kg]	Esterilizado [Kg]	Estuchado [Kg]
Productividad [kg/h]	667	770	357	393	612
Productividad [kg/5 min]	56	64	30	33	51
08:00:00	389			785,4	816
09:00:00		385			
10:00:00	389				
11:00:00		385		785,4	816
12:00:00	389				
13:00:00		385			
14:00:00	389			785,4	816
15:00:00		385			
16:00:00					

Figura 6: Diagrama hombre-máquina 3

El proceso es de 2300 kg de producto al día (1400 kg de entrada); significando un aumento de la producción del 62% respecto al estado inicial, sin cambiar las horas de trabajo y añadiendo una segunda unidad envasadora.

Selección de máquinas

En esta sección mostraremos las máquinas elegidas para cumplir con las actividades ya mencionadas. Las primeras máquinas por definir son aquellas que procesan la receta, una trituradora y una mezcladora. Luego se verá el envasado, la cocción y el estuchado.

Trituradora

Lo primero por resolver es la creación propia del paté. Para este paso inicial requerimos que las partes de pescado las recibamos ya limpias y separadas, tal que se puedan triturar directamente en la planta sin la necesidad de efectuar un preprocesamiento in situ. La máquina de la Figura 7 la encontramos en Aliexpress:



Figura 7: Máquina trituradora

Se calcula que el triturado se puede hacer con una máquina de 400 kg/hora:

$$\text{Triturado} = \frac{900 \text{ kg de producto}}{400 \text{ kg/hora}} = 2.25 \text{ horas de triturado}$$

Propiedad	Valor	Unidad
Modelo	RYGN-180	
Capacidad	400-450	kg/h
Potencia	22	kW
Troquel del rotor	180	mm
Largo	981	mm
Ancho	471	mm
Alto	1124	mm
Peso	420	kg

Tabla 3: Datos de la trituradora

Dadas las horas de trabajo de esta unidad vemos que, inicialmente, una sola máquina de este tipo basta para procesar la materia prima recibida.

Mezcladora de cintas

Aquí se homogenizará el producto al añadir los demás ingredientes. La máquina de la Figura 8 es del fabricante santafesino “Chiacciera” y tiene una capacidad de 500 litros y puede ser llenada entre un 70-80% del total. Cuenta con un sistema de elevación y vertido de producto para que los operarios no tengan que sobre esforzarse cargando el contenedor.



Figura 8: Máquina mezcladora

Con la densidad del producto considerada de 1.1 kg/L y, contemplando un llenado del recipiente del 70%, la capacidad de mezclado es:

$$\text{Capacidad de mezclado} = 500 \text{ Litros} \cdot 0.7 \cdot 1.1 \text{ kg/Litros} = 385 \text{ kg}$$

Dado que se procesa 385 kg por tanda, ahora calculamos cuantas tandas son necesarias para procesar todo el producto:

$$\text{Mezclado} = 1500/385 \text{ (kg de mezcla)/(kg/tanda)} = 4 \text{ tandas}$$

Vemos que, inicialmente, con una máquina basta. Luego se analizará en mayor detalle la duración de las tandas a ejecutar.

Envasadora

Para esta paso nos contactamos con la empresa marplatense Fustec que fabrica una máquina que llena pouch 85g con velocidad entre 35-40 unidades/min. La entrada, salida y llenado de envases se realiza con motores y la manipulación de las bolsas en el corazón de la máquina es neumática.

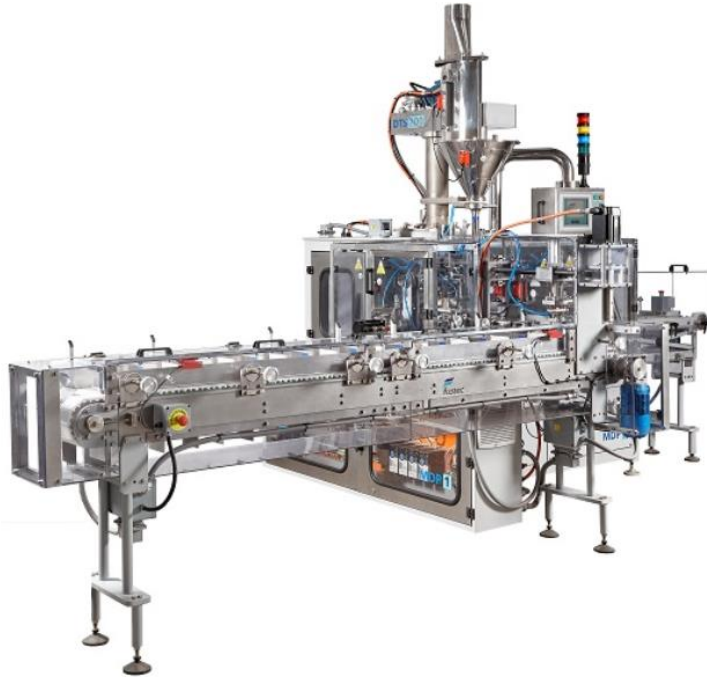


Figura 9: Máquina envasadora

Para que el llenado de todos los pouch se dé durante una jornada laboral se necesita que la máquina procese 40 doypack por minuto, según este simple calculo:

$$Capacidad = \frac{1500 \text{ kg}}{0.085 \frac{\text{kg}}{\text{Pouch}}} : 40 \frac{\text{Pouch}}{\text{min}} : 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 7.4 \text{ horas}$$

Inicialmente vamos con una de estas máquinas y hacemos notar con este preanálisis que, claramente, este paso del tratamiento es un cuello de botella.

Autoclave

La cocción y esterilización de los pouch se realiza en una autoclave que hace circular vapor (proveniente de una caldera). Necesitamos procesar al menos 8820 pouchs de 85 gr (375 kg/h) por ciclo.

$$\text{Capacidad} = 77 \frac{\text{Pouchs}}{\text{Bandeja}} \cdot 40 \frac{\text{Bandeja}}{\text{Carro}} \cdot 3 \frac{\text{Carro}}{\text{Tanda}} = 9240 \frac{\text{Pouchs}}{\text{Tanda}}$$

$$\text{Capacidad} = 9240 \frac{\text{Pouchs}}{\text{Tanda}} \cdot 0.085 \frac{\text{kg}}{\text{Pouch}} = 786 \frac{\text{kg}}{\text{Tanda}}$$

La empresa china "Sumpot" fabrica un autoclave con dimensiones internas de 5x2x2.4 m (Largo, ancho y alto, respectivamente). Capacidad máxima de 9240 pouchs de 85 gr (392 kg/h). Un ciclo dura dos horas.



Figura 10: Máquina autoclave

La cocción del producto dentro de este recipiente se da bajo un ciclo de presurizado y calentamiento por vapor y, luego, un enfriamiento repentino. Durante este proceso, un motor mueve todo el contenido de forma cíclica en avance y retroceso lineal, para una cocción más homogénea.

Los pouchs se ordenan en bandejas y estas se apilan hasta llenar una cesta. En la máquina elegida entran 3 cestas de 1x1x1m. En la Tabla 4 mostramos un preanálisis de la capacidad y tiempo que maneja el del autoclave

Cálculos del autoclave	Valor	Unidades
Requisito de proceso	1500	kg
Cantidad a lo ancho	11	
Cantidad a lo largo	7	
Cantidad por bandeja	77	
Cantidad de bandejas	40	
Pouchs procesados por cesta	3080	
Pouchs procesados por ciclo	9240	
Capacidad por ciclo	785,4	kg
Ciclos necesarios	2	
Duración de un ciclo	2	Horas
Tiempo total	4	horas

Tabla 4: Estimación de cantidad de autoclaves

Vemos que, inicialmente, una solo una unidad de cocción/esterilización es suficiente para nuestra producción.

Estuchadora

La empresa Fustec también ofrece una máquina que cumple esta función. El requisito bajo el cual elegimos esta unidad es que se tienen conformar cajas de 12 pouchs. Como ya habíamos establecido el contacto con esta empresa, decidimos elegirlos para este paso:



Figura 11: Máquina estuchadora

Una estuchadora con velocidad 10 caja/min llega a cubrir los pouch producidos para 900kg de entrada (18000 pouchs), dado que capacidad es:

$$\text{Capacidad} = 12 \frac{\text{pouch}}{\text{caja}} \cdot 10 \frac{\text{caja}}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} \cdot 2.5 \text{ horas} = 18000 \text{ pouchs}$$

Manejo de agua

En esta sección, vamos a hablar sobre cómo tratamos el agua para la caldera, lo cual influye en el suministro de vapor que usamos.

La instalación de vapor no la calculamos nosotros debido a que es un sistema que se adquiere llave en mano en conjunto con la compra del autoclave. Lo mismo para la instalación de funcionamiento de esta máquina.

En la *Figura 12* se mostrará el esquema general proporcionado por el proveedor que ejemplifica las instalaciones que requiere el autoclave para poder funcionar.

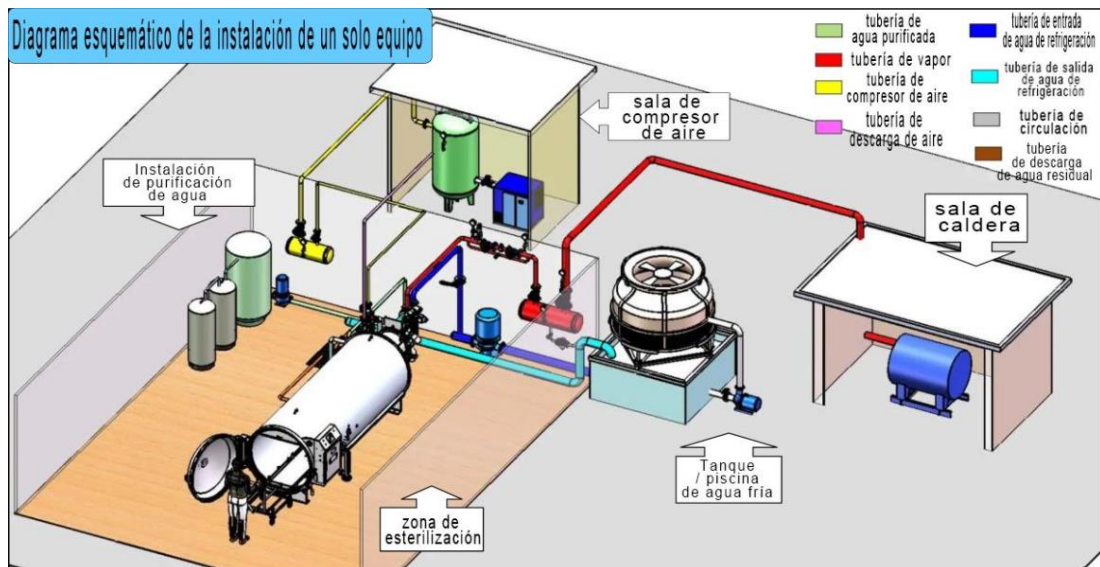


Figura 12: Esquema general de instalaciones del autoclave

También, le damos un vistazo al agua que usa el autoclave (el líquido de la caldera vuelve al circuito, así que no pasa por el DAF), al lavado de equipamiento y máquinas, y a cómo recolectamos el agua sucia para el sistema de tratamiento antes del vertido.

Servicio de vapor

El requisito de vapor lo fija el funcionamiento del autoclave, que es de 1500 kg/h de vapor. Para suplir esta cantidad el proveedor nos cotizó un proyecto recomienda una unidad doble de generación de vapor que brinda 2000 kg/h. Se muestra una imagen del equipo:



Figura 13: Servicios, caldera

Tabla de datos de la máquina:

Ítem	Nombre	Generador de vapor	Nota
1	Modelo	LWS1. 0-0. 7-Y (Q)	-
2	Cantidad	2 cantidades (Instalado en la misma plataforma)	-
3	Evaporación máxima medida	1000 kg/h	-
4	Presión de trabajo nominal	0.7 Mpa	-
5	Temperatura del vapor saturado	170.4 °C	-
6	Eficiencia térmica	94.3 %	-
7	Nivel normal del agua y volumen de agua	48.7 L	-
8	Combustible	Gas natural	-
9	Consumo de combustible por hora	78 NM3 (Gas natural)	-
10	Calibre de admisión de gas	DN40	2 unidades
11	Calibre de entrada	DN25	2 unidades
12	Calibre principal de descarga de aguas residuales	DN40	2 unidades
13	Diámetro de salida de vapor	DN40	2 unidades
14	Diámetro de la chimenea	219 mm	2 unidades
15	Recuperación de calor residual	Incorporado	-
16	Tamaño después de instalación del generador de vapor	2700*2400*2500mm	-
17	Peso del equipo de transporte	2650kg	-
18	Potencia de alimentación	AC 220V, 3.5kW	-

Tabla 5: Datos de la caldera

Viene acompañada con un tanque de agua para la recuperación de calor residual y con un sistema de ablandamiento de agua por osmosis inversa.

Calidad del agua

El purificador de osmosis inversa (Figura 14) se utilizará para purificar el agua de red que se acumulará en un tanque auxiliar de 1000 L para el uso del autoclave y de la caldera.



Figura 14: Purificador de agua por ósmosis inversa

Se ha de contemplar la necesidad de aumentar el nivel de pH del agua del tanque para la caldera. En la región es de aproximadamente 6 y se la necesita en niveles entre 8 y 10, para evitar la corrosión del sistema. Para ese propósito es necesario aplicar soda caustica dentro del tanque de 5000 L.

Respecto al agua residual del proceso del autoclave, esta es totalmente reciclable. La salida de agua del autoclave se conecta con el tanque y una bomba la hace circular por la torre de enfriamiento que se encuentra encima de este.

Limpeza de equipos

Todos las máquinas e insumos se lavan al final de la jornada, por lo que generan un efluente con carga biológica residual. El proceso de tratamiento de esta es el siguiente:

- Las máquinas se higienizan en su lugar y el agua sucia fluye por canales en el suelo hasta una pileta en el exterior.
- Los insumos se llevan al exterior y allí se lavan, dejando caer el agua sucia sobre la anterior pileta.
- Toda el agua sucia se bombe al recipiente del sistema de limpieza DAF

Sistema DAF

Vamos a emplear un sistema de flotación por aire disuelto (DAF). Este equipo funciona al suplir de aire en forma de microburbujas que captan las grasas y aceites del agua depositándolas sobre la superficie. A su vez, hay funcionando constantemente un barredor que despeja el residuo acumulado.



Figura 15: Servicios, Máquina sistema DAF

La Figura 16 muestra el esquema oficial del producto, en este se puede visualizar sus etapas de tratamiento, siendo estas: coagulación, decoloración, floculación, aireado + barrido, salida de efluente.

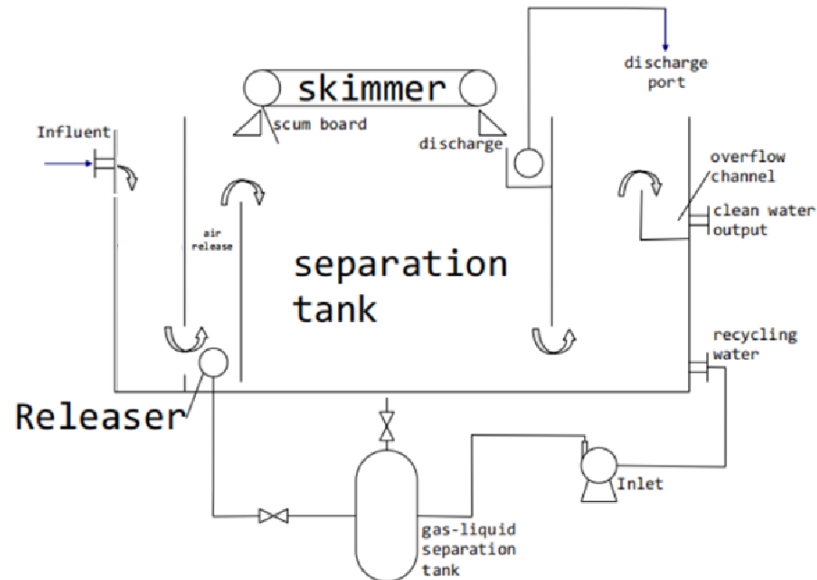


Figura 16: Diagrama de funcionamiento del sistema DAF

Del catálogo de este proveedor elegimos el modelo “HLDAF-10” de capacidad hasta 10 m³/h y con un consumo total de 4.3 kW

Propiedad	Valor	Unidad
Modelo	HLDAF-10	
Capacidad	8-oct	m ³ /h
Volumen de tratamiento	3,5	m ³ /h
Potencia	4,3	kW
Largo	3700	mm
Ancho	2100	mm
Alto	2200	mm

Tabla 6: Datos del sistema DAF

Para poder operar este equipo se requiere asociarlo con una estación de limpieza en altura (1.2 m) en la que el agua se pueda concentrar. Se muestra una imagen en la siguiente página.

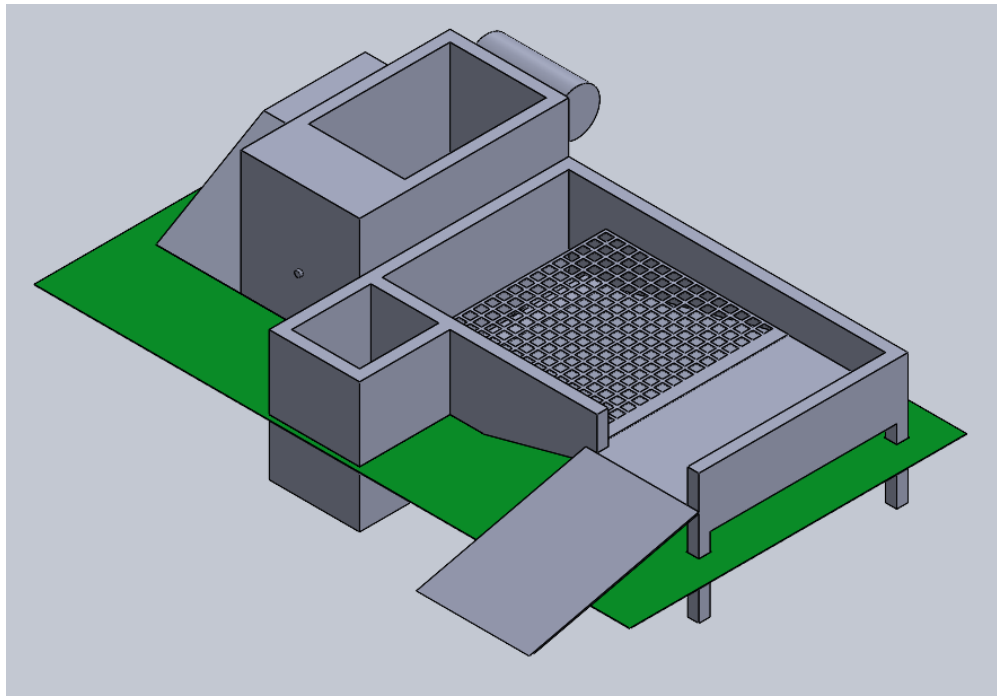


Figura 17: Vista isométrica del sistema de depuración de agua

Como se puede ver, se cuenta con una plataforma desde la que los operarios limpiarán los baldes y canastos cuando finalicen su turno. Toda el agua sucia que se acumule en la fosa, junto con el agua sucia canalizada desde las máquinas, se bombea al depósito del sistema DAF.

Logística

Enfrentamos el desafío de diseñar la distribución de máquinas en nuestra planta, una decisión crucial para la eficiencia de nuestras tres líneas productivas. Un factor clave a considerar es la compartición de servicios esenciales entre las máquinas, como la caldera, el compresor y la cámara frigorífica. La meta es ubicarlas de manera estratégica para minimizar los movimientos de los operarios.

Distribución de la producción

1. **Distribución por Líneas de Producción:** El primer enfoque propuesto implica organizar las máquinas en líneas de producción. Esta estructura simplifica la organización y otorga independencia a cada línea.
2. **Distribución por Proceso:** Por otro lado, el enfoque por proceso implica organizar las máquinas según las etapas específicas del proceso de fabricación, aprovechando la segmentación de la producción en tres procesos distintos.

Logística Interna Eficiente: Con el objetivo de garantizar una logística interna eficiente, implementaremos medidas clave:

- **Flujo de Materiales:** la optimización del flujo de materiales para interactuar eficazmente con la cámara frigorífica se alinea con la idea de minimizar las distancias y los movimientos en el manejo de productos.
- **Transporte Interno:** facilitar el transporte humano mediante carros de carga y un diseño ergonómico para minimizar el esfuerzo humano y, por ende, mejorar la eficiencia.
- **Coordinación de Tiempos:** Evitaremos cuellos de botella coordinando las operaciones de carga y descarga entre las diferentes etapas del proceso, asegurando una transición fluida y eficiente, coherente con el principio de sincronizar las actividades para reducir los tiempos muertos.

En conclusión, tras una evaluación meticulosa y considerando diversas corrientes de pensamiento, la elección recae en una **distribución por proceso híbrida**, que combina elementos de distribución por líneas y por proceso. Este enfoque se erige como la opción más equilibrada y adaptable. La distribución consistirá en tres procesos que suceden en paralelo, se explican a continuación:

Subproceso 1: triturado y mezclado

Comienza con partes de pescado, se trituran, se mezclan añadiendo los demás ingredientes de la receta y termina con el almacenado de los baldes llenos de paté. Idealmente, las partes de pescado ingresan por la tarde y se refrigeran para repetir este proceso el día siguiente.

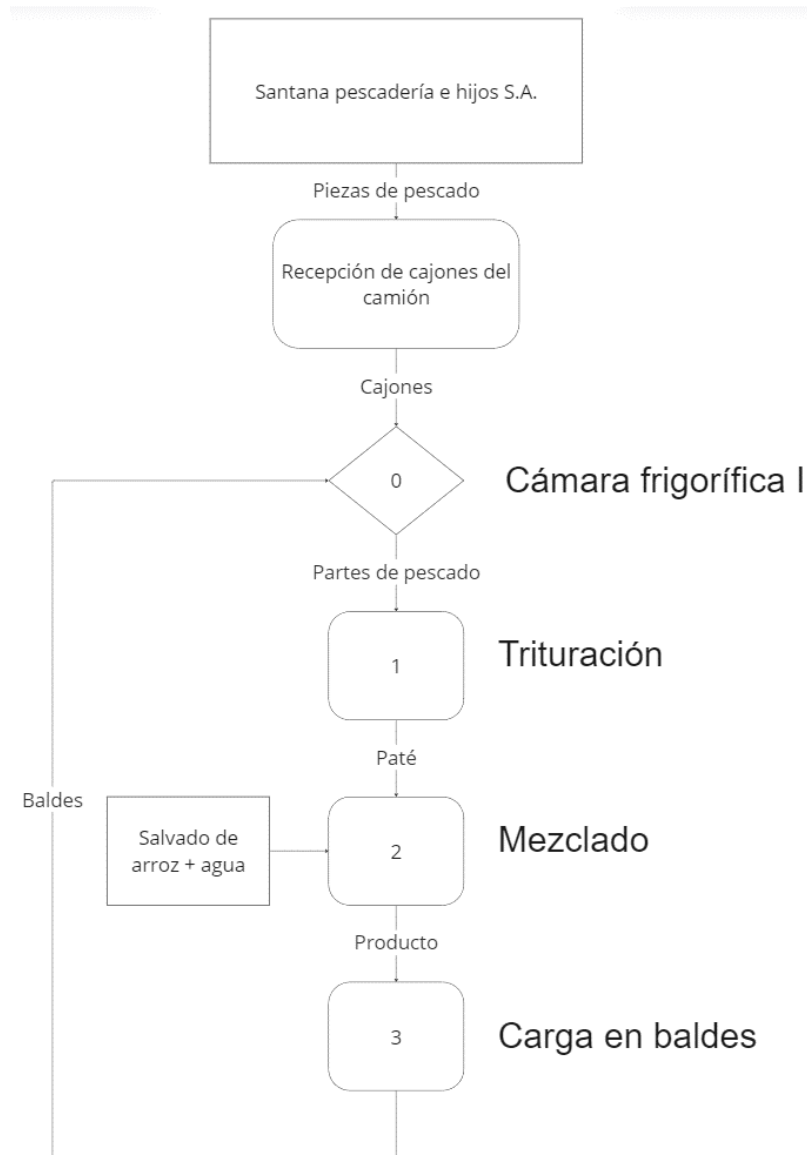


Figura 18: Diagrama del primer subproceso

La parte crítica del proceso 1 es el triturado. La tolva de la máquina debe alimentarse continuamente con las partes de pescado tomadas de la cámara frigorífica. En un día ideal sobra tiempo luego de triturado todo el producto.

Subproceso 2: envasado

Comienza cargando la tolva de la envasadora con paté que se toma de la cámara frigorífica de pescado. Esta máquina se alimenta también con doypacks vacíos. Los envases llenos se van cargando en cestas que deben acomodarse para evitar el amontonamiento. Una vez llenas, estas se guardan en la cámara.

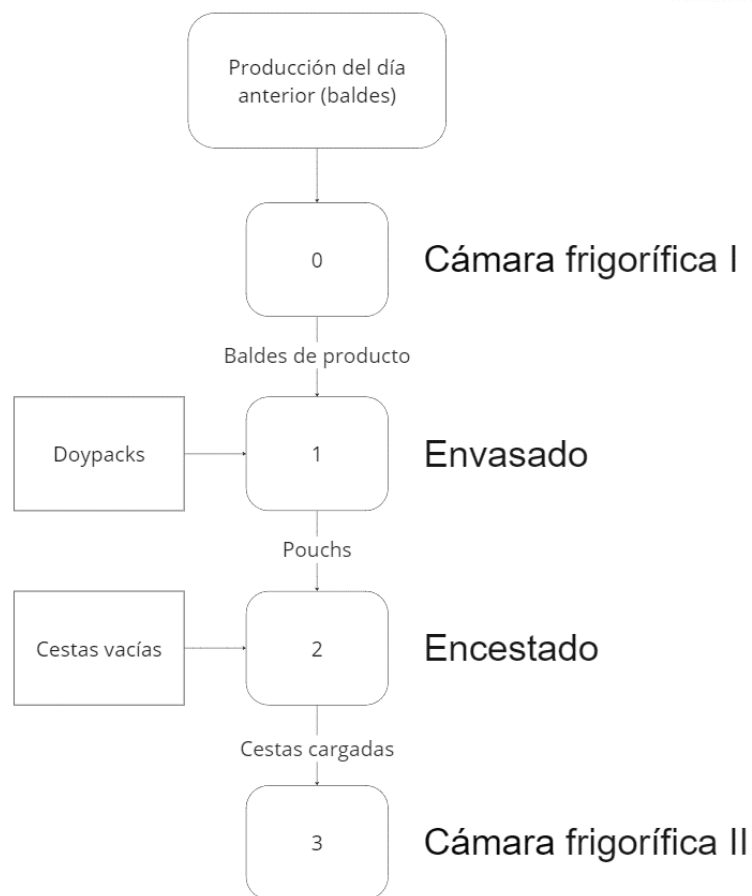


Figura 19: Diagrama del segundo subproceso

La parte crítica del proceso 2 es envasado. La tolva de la máquina debe alimentarse continuamente con las partes de pescado tomadas de la cámara frigorífica.

Subproceso 3: cocción y estuchado

Comienza con las cestas llenas de envases que se cargan en la autoclave para la primera tanda. Los productos cocidos se descargan manualmente de a 12 unidades en una cinta que alimenta la estuchadora.

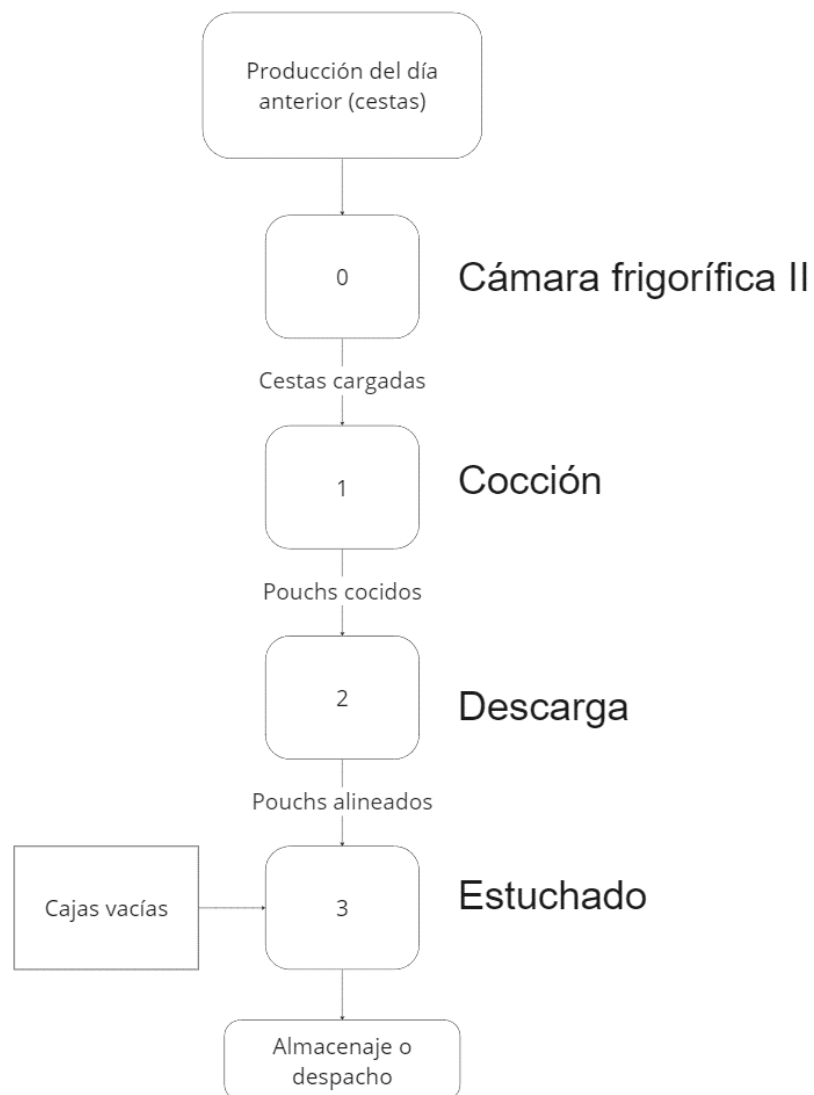


Figura 20: Diagrama del tercer subproceso

La parte crítica del proceso 3 es la cocción en autoclave. La duración de esta parte se estima en dos horas. El estuchado comienza cuando los productos ya están esterilizados.

Manejo de materiales:

A continuación, se detallan los pasos que recorre el producto desde que llega, pasa por todas máquinas y termina empaquetado.

1. La descarga de los camiones es de forma manual y se lleva la materia prima a la cámara frigorífica I.
2. La trituradora se carga con cajones de 100 kg cada 9 minutos. Esto se hace 4 veces. Los cajones de 100kg de pescado triturado se van llevando a la mezcladora.
3. La mezcladora se va cargando con triturado, agua y salvado de arroz. Se llena en 35 minutos y opera por 30 minutos. Durante este tiempo la trituradora no funciona.
4. El producto sin cocinar se carga en 4 cajones de 100 kg y depositan en la cámara frigorífica I.
5. Llenado de la envasadora. Se hace de forma manual con baldes de 10 kg cada 30 minutos. 10 baldes equivalen a un cajón de 100 kg y rinden 2 horas de producción. El operario tiene que llenar la tolva de la máquina desde una plataforma elevada. Para esto se adquiere una escalera tipo burro con un plano de trabajo a 2 metros del suelo:

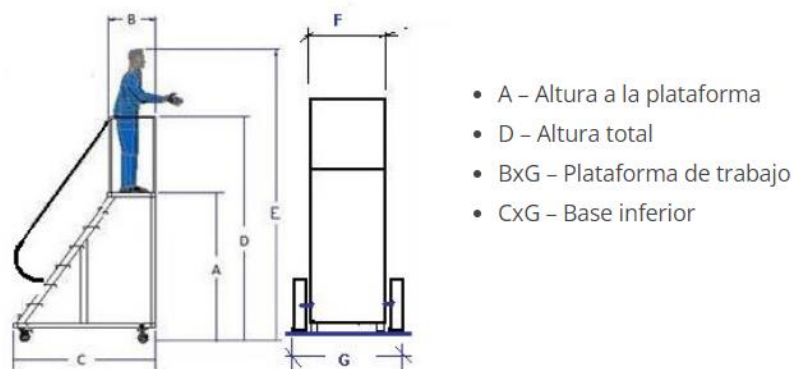


Figura 21: Escalera para el llenado de la tolva de la envasadora

Modelo	Altura a la plataforma	Altura total	Plataforma de trabajo	Base inferior
ER-0.50.2R	0.50	1.30	0.60x0.60	0.75x0.60
ER-0.75.2R	0.75	1.55	0.60x0.60	1.00x0.70
ER-1.00.2R	1.00	1.80	0.60x0.60	1.05x0.75
ER-1.25.2R	1.25	2.05	0.60x0.60	1.20x0.80
ER-1.50.2R	1.50	2.40	0.60x0.60	1.35x0.80
ER-1.75.2R	2.00	2.90	0.60x0.60	1.65x0.85
ER-2.00.2R	2.50	3.40	0.60x0.60	1.95x1.15
ER-2.25.2R	2.75	3.65	0.60x0.60	2.10x1.25

Tabla 7: Datos de la escalera

6. La envasadora se carga, además, con pouch vacíos. La salida de esta máquina se utiliza para llenar las 40 bandejas un carro porta-bandejas vacío, a una velocidad de una bandeja cada 2.2 minutos y, por lo tanto, un carro cada hora y media.
7. Cada carro lleno se deposita en la cámara frigorífica II. Los carros llenos de producto se consumen al día siguiente.
8. El autoclave se alimenta desde la cámara frigorífica II con tres carros llenos por vez y se cocinan cada 2 horas.
9. El producto saliente del autoclave se utiliza para alimentar la empaquetadora. Se debe cargar esta máquina, además, con cajas vacías. Las bandejas se descargan de forma manual, consumiendo un carro de pouchs cada 25 minutos. Opera durante 1 hora y media continua luego de que finalice un batch del autoclave.
10. Los carros vacíos se llevan a la envasadora

Rotación de carros:

Este es el flujo de producto entre la cámara frigorífica II, el almacén y las máquinas para poder operar de forma óptima durante un día con las máquinas contempladas (1 envasadora):

Inicio del Día:

- 9 carros con pouchs del día anterior en la cámara.
- 3 carros vacíos en el almacén.

Primera Tanda:

- Retirar 3 carros para cocinar al autoclave.
- Mover 3 carros a la envasadora.
- En la cámara quedan 6 carros (todos del día anterior).

Segunda Tanda:

- Mover 3 carros de cocinados a la empaquetadora.
- Retirar 3 carros para cocinar al autoclave.
- Procesando 3 carros en la envasadora.
- En la cámara quedan 3 carros (todos del día anterior).

Tercera Tanda:

- Depositar 3 carros de envasados sin cocinar a la cámara.
- Mover 3 carros vaciados por la empaquetadora a la envasadora.
- Mover 3 carros de cocinados a la empaquetadora.
- Retirar 3 carros para cocinar al autoclave.
- En la cámara quedan 6 carros (3 del día anterior y 3 del día actual).

Cuarta Tanda:

- Depositar 3 carros de envasados sin cocinar a la cámara.
- Mover 3 carros vaciados por la empaquetadora a la envasadora.
- Mover 3 carros de cocinados a la empaquetadora.
- Retirar 3 carros para cocinar al autoclave.
- En la cámara quedan 6 carros (todos del día actual).

Horas Extras:

- Depositar 3 carros de envasados sin cocinar a la cámara.
- Mover 3 carros vaciados por la empaquetadora al almacén.
- En la cámara quedan 9 carros (todos del día actual).

Localización

Por una cuestión de normativas, la nueva planta no podrá producir en las inmediaciones del edificio central de la pescadería y deberá constituirse una empresa por fuera de la existente. Así que se ubicará en un local a pocas cuadras de la pescadería.

Esta planta estará ubicada al sur de la localidad de Paraná, en calle Crisólogo Larralde 48, a 50 metros de Avenida Ramírez, como indica la Figura 22.

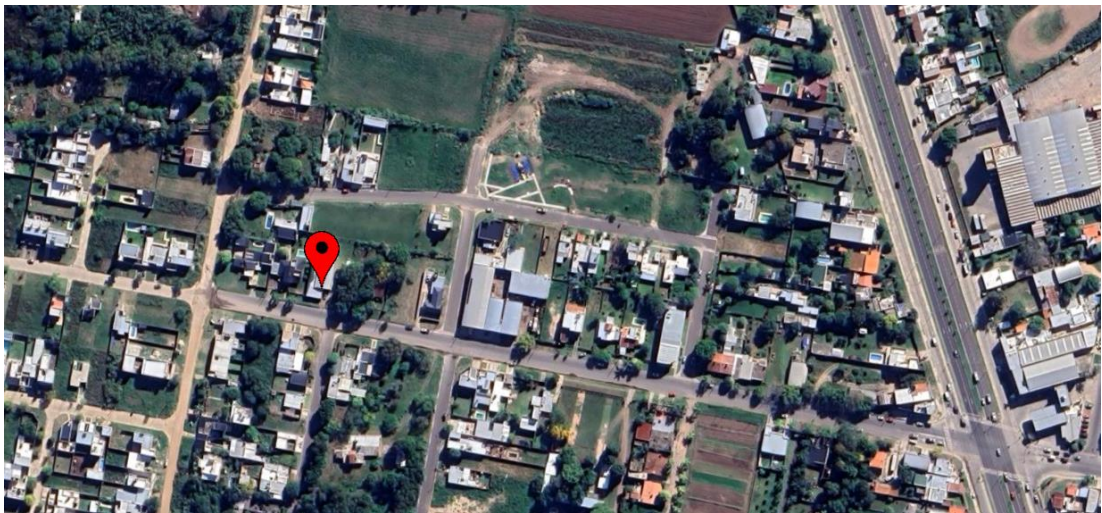


Figura 22: Ubicación de la planta en Google Maps

Se eligió este lugar debido a que el galón donde se establecerá la planta pertenece a la pescadería y, además, resulta conveniente en tanto a los costos de transporte el que la planta se encuentre relativamente cerca de la pescadería (600 metros aproximadamente).

Layout de la planta

La metodología Systematic Layout Planning (SLP) permite vincular todas las actividades, materiales y procesos, distribuyéndolos y valorándolos de tal forma que se puede identificar sus relaciones e importancia existentes entre ellos. Las relaciones entre los sectores se plasman en una tabla relacional de doble entrada (Figura 23), en el que las necesidades de proximidad entre cada actividad y las demás quedan visualizadas según los siguientes factores de proximidad:

Letra	Significado	Línea
A	Absolutamente necesario	=====
E	Especialmente importante	=====
I	Importante	=====
O	Importancia ordinaria	=====
U	No importante	=====
X	Indeseable	-----

Tabla 8: Proximidad según la importancia

Sectores de las líneas productivas:

1. almacén (bandejas vacías y materia prima base)
2. Sector de triturado
3. Cámara frigorífica primaria
4. Sector mezclado
5. Sector envasado
6. Cámara frigorífica secundaria
7. Sector autoclave
8. Sector empaquetado
9. Expedición

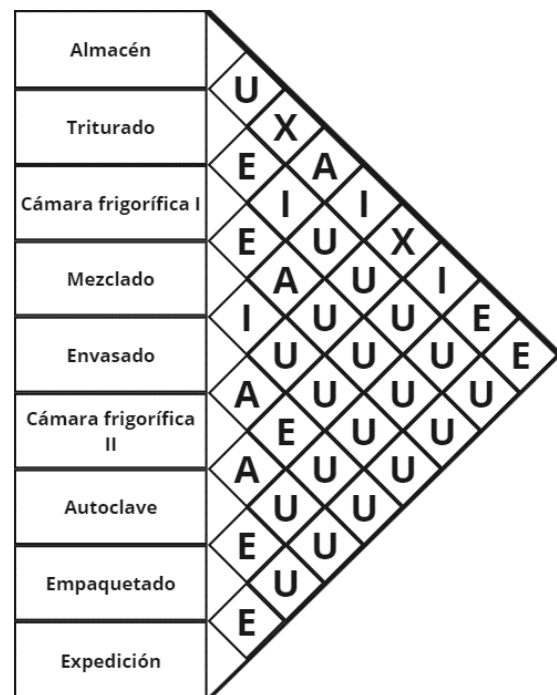


Figura 23: Diagrama relacional de actividades en planta según SLP

En base a lo anterior creamos el diagrama de la Figura 24, en el que expresamos todas las relaciones entre actividades anteriormente mostradas.

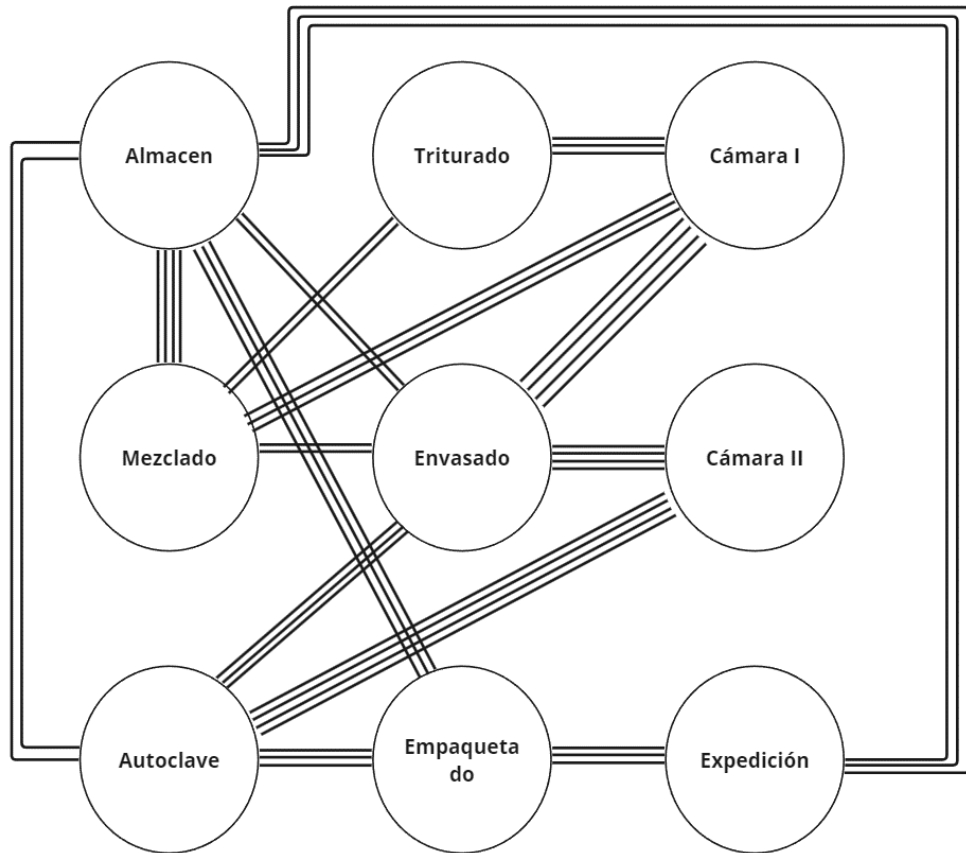


Figura 24: Diagrama relacional de líneas original

Dado que este diagrama complicado de leer, recreamos el diagrama mostrando solamente la relaciones de mayor importancia:

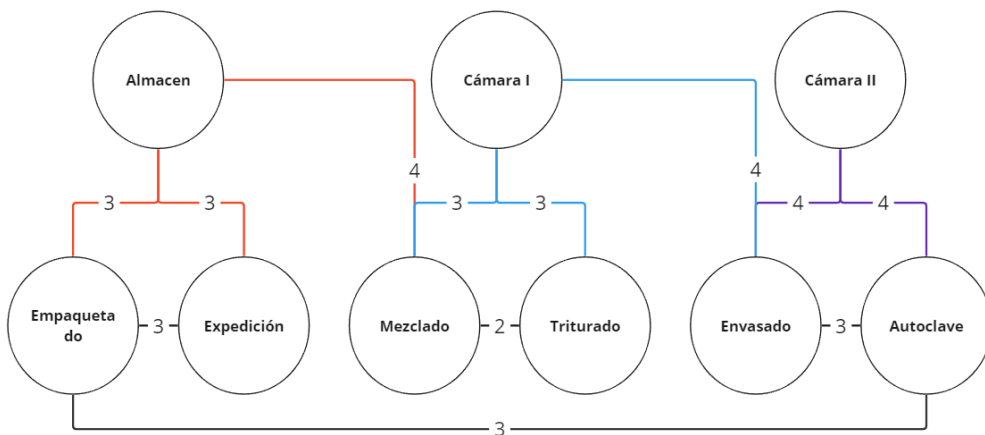


Figura 25: Diagrama relacional de líneas simplificado

La simplificación se da mostrando únicamente las relaciones principales entre los sectores. Con un valor mayor representado la importancia del vínculo.

Ahora que se ve con claridad la distribución de sectores según su necesidad de cercanía, podemos presentar un Layout de la planta:

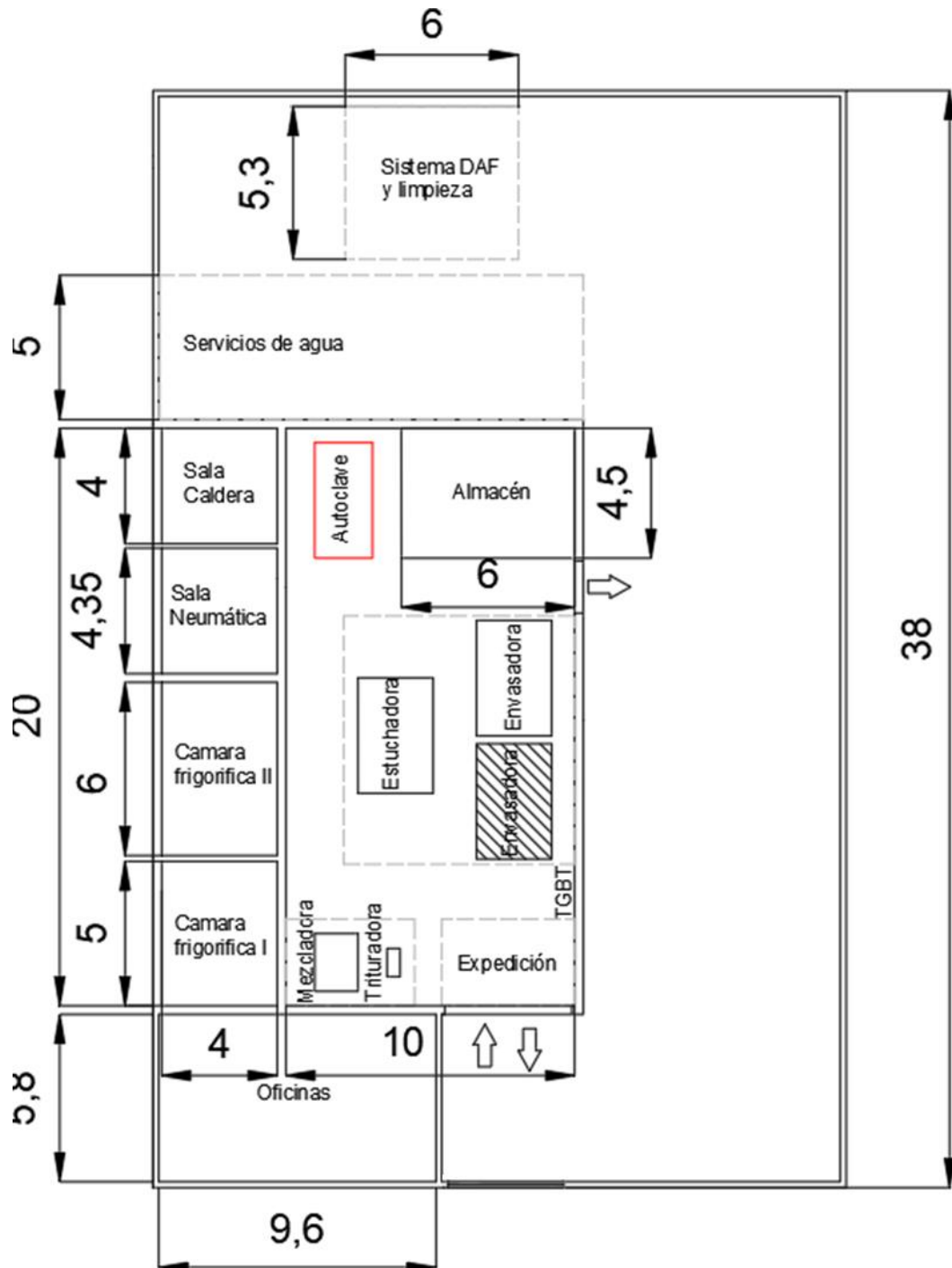


Figura 26: Plano planta del layout en AutoCAD

Distribución final de máquinas en planta

Habiendo sentado ya las bases del porqué de la ubicación de cada máquina, procedemos a mostrar imágenes de nuestro diseño de SolidWorks en distintas vistas para graficar la distribución de máquinas:

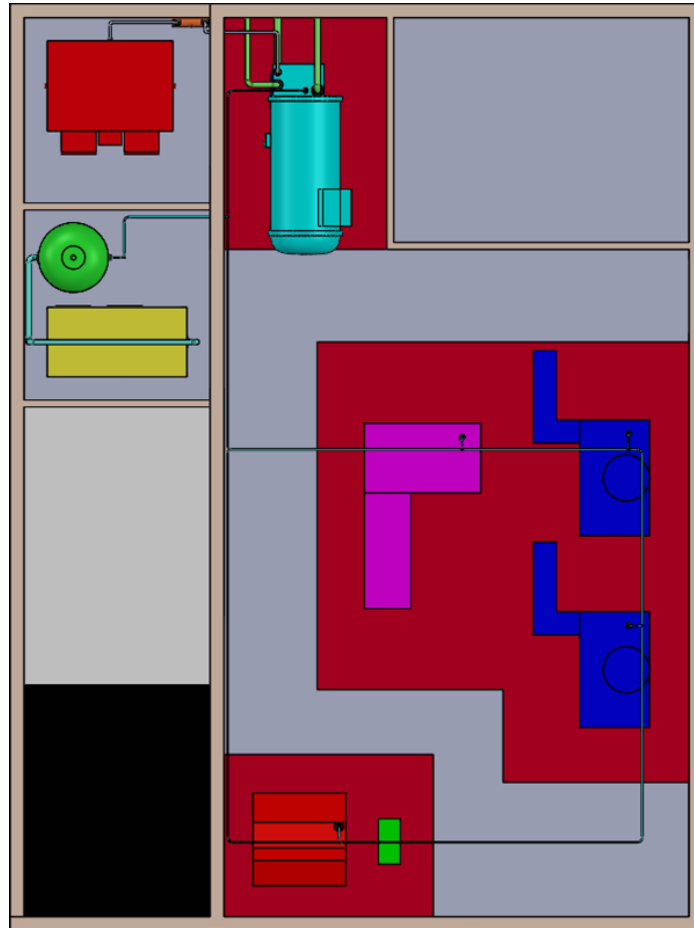


Figura 27: Vista superior de máquinas y servicios en SolidWorks

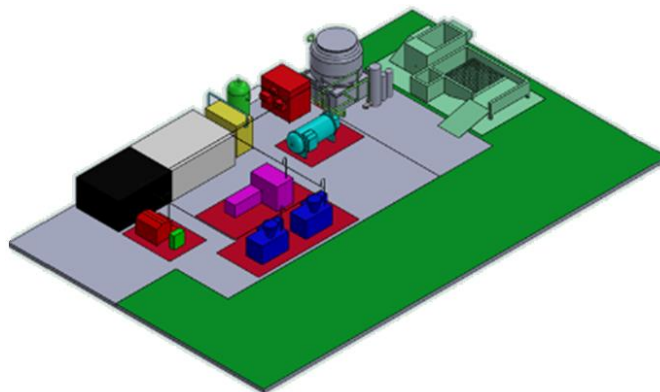


Figura 28: Vista isométrica de máquinas y servicios en SolidWorks

Personal

La distribución de operarios en distintas secciones de la planta está orientada a maximizar la eficiencia del proceso y garantizar un flujo de trabajo suave. Son en total 15 personas para la empresa:

1. **Triturado y Mezcladora (3):** uno para supervisar y operar la trituradora, y dos para monitorear y gestionar la mezcladora. Dada la posibilidad de superposición de procesos, estos operarios podrían colaborar durante las fases donde ambas máquinas están activas.
2. **Envasadora (3):** tres operarios para manejar la envasadora, asegurando una carga y descarga eficiente de productos.
3. **Autoclave y Empaquetadora (3):** tres operarios para cargar y supervisar tanto el autoclave como la empaquetadora, asegurando un funcionamiento continuo.
4. **Almacén (1):** un persona encargada gestionar el almacenamiento de productos y asegurar un inventario adecuado.
5. **Administrativos (3):** este personal es para recursos humanos, gestión del proceso y compra y venta.
6. **Camioneta y Reparto (2):** dos operarios para la carga y descarga de la camioneta, así como para gestionar las actividades de reparto.

Instalaciones de la planta

En la presente sección se verá el diseño y cálculo de las instalaciones eléctrica, neumática y frigorífica.

Instalación eléctrica

El cálculo y diseño de una instalación consta de 6 grandes ejes: el cálculo de iluminación, de conductores, la verificación por cortocircuito, la selección de las protecciones, del sistema de puesta a tierra y la corrección del factor de potencia. Normalmente se sigue ese orden, fijando previamente todas las cargas existentes y las posibles ampliaciones, así como todos los aspectos constructivos de la instalación.

Conductores

Comenzamos por el dimensionamiento de los conductores. Esto consiste en encontrar un equilibrio entre las secciones necesarias para que la instalación funcione correctamente sin inconvenientes, y la mínima para reducir los costos.

Para este proceso es necesario primero definir todas las cargas de la empresa (en donde se tiene en cuenta también la iluminación), para luego realizar el cálculo mediante dos caminos: máxima caída de tensión y corriente admisible en conductores.

Datos de cálculo

Nombre	Valor	Unidad
Caída de tensión iluminación	3%	-
Caída de tensión motores	5%	-
Resistividad del cobre	1/57	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Tensión trifásica	400	V

Tabla 9: Datos generales del cálculo eléctrico

Definición de las cargas

La Tabla 10 muestra las cargas (acompañadas del factor de utilización máxima ku), tanto en potencia como en corriente:

Sección	Nombre	Potencia mecánica [kW]	FP	Potencia activa [kW]	ku	Potencia ajustada [kW]	Potencia aparente [kVA]	Potencia reactiva [kVAr]	Tensión [V]	Corriente [A]
Servicios	Cámara frigorífica 1	-	0,83	5,5	0,80	4,40	6,63	3,70	400	7,65
Servicios	Cámara frigorífica 2	-	0,83	5,5	0,80	4,40	6,63	3,70	400	7,65
Servicios	Compresor	22	0,86	25,6	0,80	20,47	29,75	15,18	400	34,35
Servicios	Caldera	-	0,85	4,0	0,80	3,20	4,71	2,48	400	5,43
Planta	Autoclave	-	0,85	2,0	0,80	1,60	2,35	1,24	400	2,72
Planta	Trituradora	22	0,86	25,6	0,80	20,47	29,75	15,18	400	34,35
Planta	Mezcladora	-	0,83	5,5	0,80	4,40	6,63	3,70	400	7,65
Planta	Envasadora	-	0,83	7,5	0,80	6,00	9,04	5,04	400	10,43
Planta	Empaquetadora	-	0,80	3	0,80	2,40	3,75	2,25	400	4,33
Planta	Iluminación	-	0,92	1,0	1,00	1,00	1,09	0,43	230	4,73
Oficina	Tomacorrientes	-	0,85	20,0	0,20	4,00	23,53	12,39	230	20,46
Oficina	Iluminación	-	0,92	1,0	1,00	1,00	1,09	0,43	230	4,73
Almacén	Tomacorrientes	-	0,85	12,0	0,20	2,40	14,12	7,44	230	12,28
Almacén	Iluminación	-	0,92	0,7	1,00	0,65	0,71	0,28	230	3,07

Tabla 10: Cargas en la instalación eléctrica

La siguiente es la distribución establecida de potencia (Transformador y generador) y tableros: TGBT, TS1 (Cámaras frigoríficas), TS2 (Subproceso 3), TS3 (Subproceso 1), TS4 (Subproceso 2), TS5 (Iluminación), TS6 (Oficina) y TS7 (Almacén).

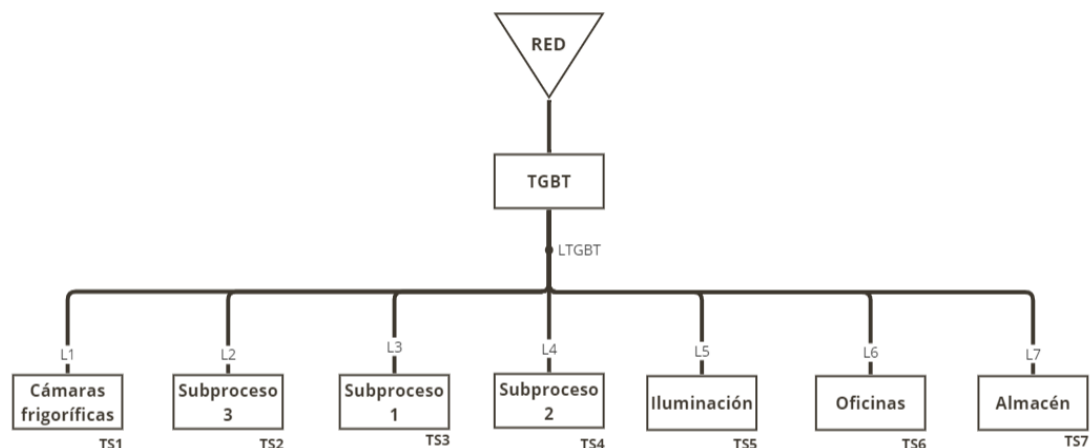


Figura 29: Distribución de tableros eléctricos

Los subprocesos se componen de las siguientes máquinas:

- Subproceso 1: Trituradora y mezcladora

- Subproceso 2: Envasadoras (1 y/o 2) y empaquetadora
- Subproceso 3: Compresor, caldera y autoclave

En la Tabla 11 se muestran las longitudes a las que se ubican las cargas, su factor de potencia y el factor de simultaneidad k_s con el que calcula, finalmente, la carga (en amperes) en los tableros.

Nombre	Longitud [m]	Potencia activa [kW]	Factor de potencia	Potencia aparente [kVA]	Potencia reactiva [kVAr]	Tensión [V]	k_s (simultaneidad)	Corriente [A]
LTGBT	10	91,97	0,85	108,24	57,08	400	1	156,23
L1	4	11,00	0,83	13,25	7,39	400	0,8	12,24
L1.1	10	5,50	0,83	6,63	3,70	400		7,65
L1.2	20	5,50	0,83	6,63	3,70	400		7,65
L2	20	31,58	0,86	36,80	18,90	400	0,9	38,25
L2.1	4	25,58	0,86	29,75	15,18	400		34,35
L2.2	4	4,00	0,85	4,71	2,48	400		5,43
L2.3	6	2,00	0,85	2,35	1,24	400		2,72
L3	6	31,08	0,85	36,37	18,88	400	0,9	37,80
L3.1	4	25,58	0,86	29,75	15,18	400		34,35
L3.2	4	5,50	0,83	6,63	3,70	400		7,65
L4	15	18,00	0,82	21,82	12,33	400	0,9	22,68
L4.1	5	7,50	0,83	9,04	5,04	400		10,43
L4.2	6,5	7,50	0,83	9,04	5,04	400		10,43
L4.3	8	3,00	0,80	3,75	2,25	400		4,33
L5	15	3,00	0,92	3,26	1,28	231	1,0	4,73
L5.1	15	1,00	0,92	1,09	0,43	231		4,73
L5.2	15	1,00	0,92	1,09	0,43	231		4,73
L5.3	15	1,00	0,92	1,09	0,43	231		4,73
L6	6	21,00	0,85	24,62	12,82	231	1,0	25,19
L6.1	5	20,00	0,85	23,53	12,39	231		20,46
L6.2	5	1,00	0,92	1,09	0,43	231		4,73
L7	20	12,65	0,85	14,82	7,71	231	1,0	15,35
L7.1	5	12,00	0,85	14,12	7,44	231		12,28
L7.2	5	0,65	0,92	0,71	0,28	231		3,07

Tabla 11: Cálculo de cargas

Cálculo de conductores

Se utiliza el método de sección más económica para la rama que contempla desde la entrada de la red hasta la autoclave más alejada (es decir, a través del tablero de la planta).

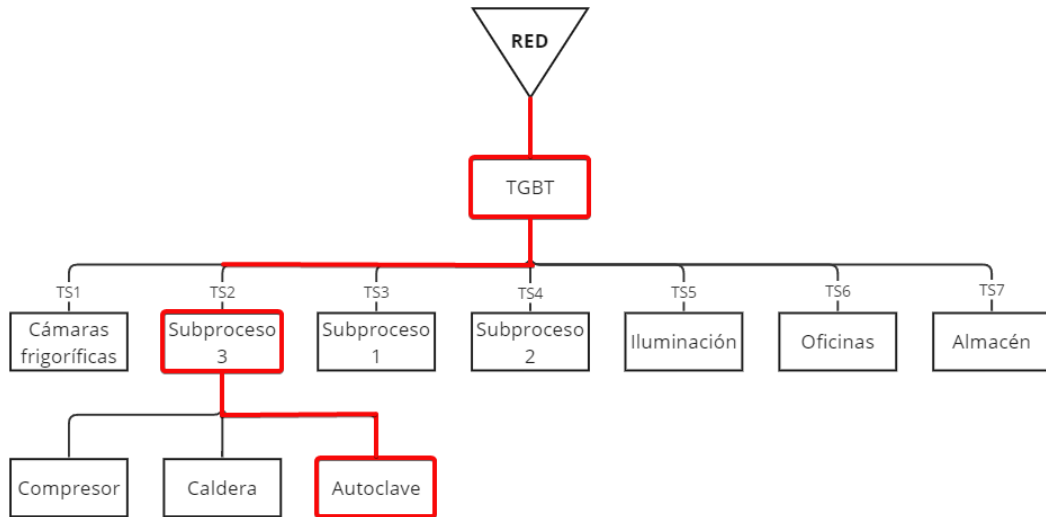


Figura 30: Caída de tensión hasta el autoclave

Nombre del tablero	Corriente [A]	Factores de potencia	Longitudes [m]
Tablero autoclave	2,72	0,85	6,00
Tablero TS2	38,25	0,86	20,00
TGBT	160,95	0,85	10,00

Tabla 12: Cálculo de caída de tensión

Con los anteriores datos se calcula el coeficiente k en cada uno de los 3 puntos y, con esto, se determina la sección por caída de tensión. En Tabla 13 se muestran estos cálculos:

	Variable	Fórmula	Valor	Unidad
	Coeficiente k	$\frac{\sqrt{3} \cdot \rho}{\delta} \cdot \sum L \cdot \sqrt{I \cdot \cos(\varphi)}$	0,366	-
Secciones	Hasta autoclave	$k \cdot \sqrt{I \cdot \cos(\varphi)}$	0,56	mm ²
	Hasta TS2		2,09	mm ²
	Hasta TGBT		4,27	mm ²

Tabla 13: Cálculo de constante para la caída

Se tiene que verificar estos cálculos según la corriente admisible del conductor. La Tabla 14 compara la sección obtenida por caída de tensión con la sección mínima de conductor dada la corriente circulante:

Conductor	Corriente [A]	Sección por caída de tensión [mm ²]	Sección por corriente [mm ²]	Sección [mm ²]
Hasta autoclave	2,72	2,5	2,5	2,5
Hasta TS2	38,25	2,5	10	10
Hasta TGBT	160,95	6	70	70

Tabla 14: Verificación por corriente admisible

Como se puede ver claramente, los conductores quedan dimensionados por corriente admisible debido a su corta longitud. Por este motivo, el resto de la instalación será calculada solo por corriente admisible y se toma en consideración el factor de agrupamiento de cables por bandeja.

Línea	Nombre	Corriente [A]	Factor de agrupamiento	Sección de catálogo [mm ²]
LTGBT	TGBT	156,2	1	70,0
L1	Servicios	12,2	0,82	2,5
L1.1	Cámara frigorífica 1	7,7	1	2,5
L1.2	Cámara frigorífica 2	7,7	1	2,5
L2	SubP3	38,2	0,88	10,0
L2.1	Compresor	34,3	1	6,0
L2.2	Caldera	5,4	1	2,5
L2.3	Autoclave	2,7	1	2,5
L3	SubP1	37,8	0,82	10,0
L3.1	Trituradora	34,3	1	6,0
L3.2	Mezcladora	7,7	1	2,5
L4	SubP2	22,7	0,82	4,0
L4.1	Envasadora	10,4	1	2,5
L4.2	Envasadora	10,4	1	2,5
L4.3	Empaquetadora	4,3	1	2,5
L5	Iluminación	4,7	0,76	2,5
L5.1	Iluminación Planta	4,7	1	2,5
L5.2	Iluminación Planta	4,7	1	2,5
L5.3	Iluminación Servicios	4,7	1	2,5
L6	Oficinas	25,2	0,82	6,0
L6.1	Tomas	20,5	1	4,0
L6.2	Iluminación	4,7	1	2,5
L7	Almacén	15,3	0,82	2,5
L7.1	Tomas	12,3	1	2,5
L7.2	Iluminación	3,1	1	2,5

Tabla 15: Cálculo de conductores por corriente admisible

Finalmente, en la Figura 31 se muestra el plano de distribución de los siete tableros y de las bandejas que llevan los conductores desde el TGBT. A partir de estos puntos se distribuyen cables hacia las máquinas y elementos del sistema.

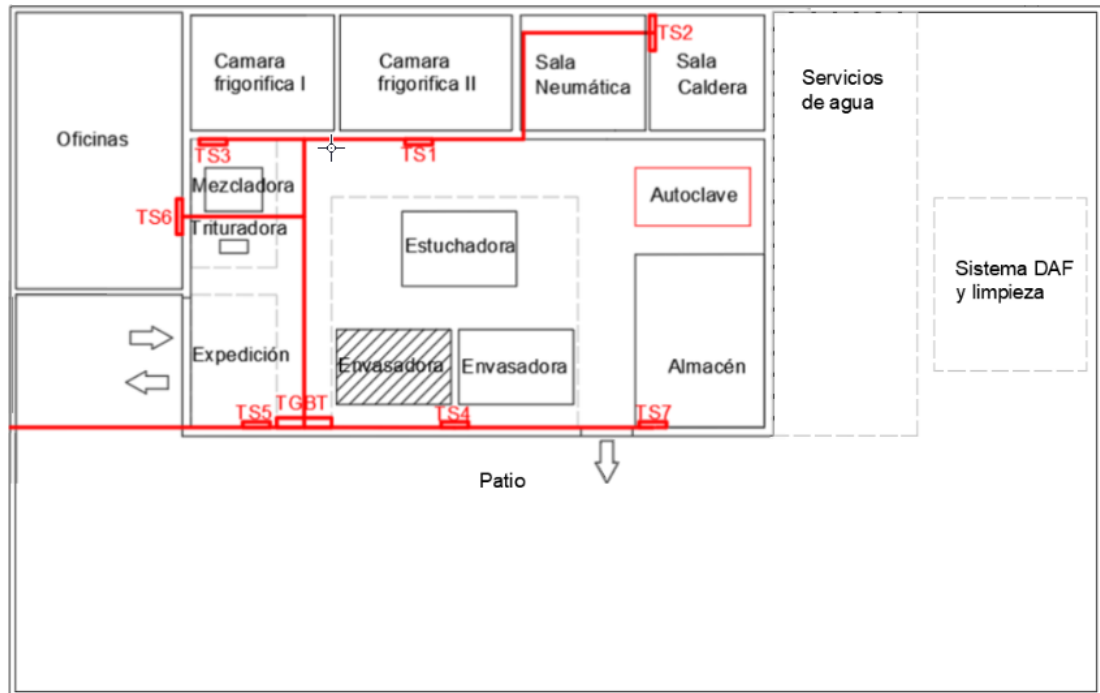


Figura 31: Plano de distribución de tableros y bandejas de conductores

Cortocircuito

El método de cálculo empleado es este: se calculan las impedancias de los equipos desde la fuente hasta la carga, contemplando la resistencia y reactancia del conductor de sección dimensionada por corriente admisible. En todos los casos de cálculo (TGBT, TS1, TS2, TS3, TS4, TS5, TS6 y TS7) se tienen muchos motores en paralelo, se añaden las impedancias de estos al cálculo. Estas son las ecuaciones utilizadas:

Corriente de cortocircuito i''_{k3}	$I''_{k3} = \frac{c \times U_N}{\sqrt{3} \times Z_{BT}}$
Corriente de cortocircuito i''_{k1}	$I''_{k1} = \frac{\sqrt{3} c U_n}{\left 2 Z_{(1)} + Z_{(0)} \right }$

Tabla 16: Ecuaciones de cortocircuito utilizadas

En la Figura 32 se muestra el esquema eléctrico simplificado y se ubican los ocho puntos de falla que se analizaron analíticamente.

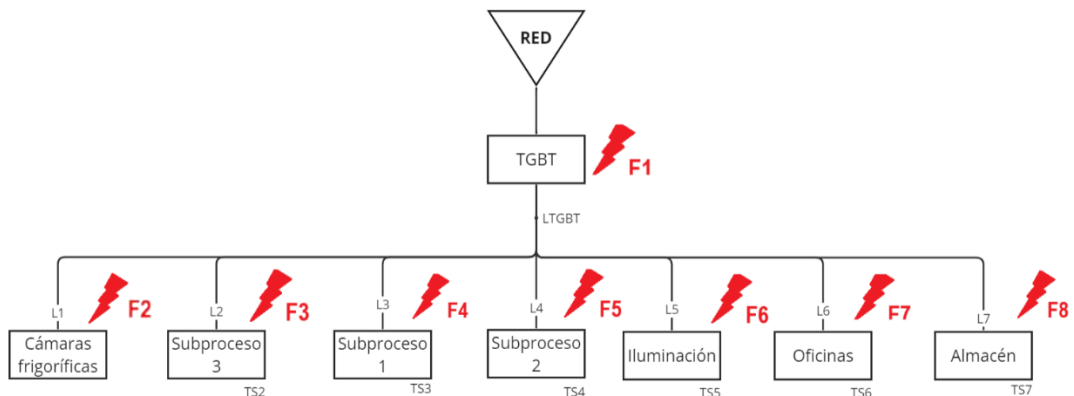


Figura 32: Esquema eléctrico con las fallas analizadas

En Tabla 17 se muestran las corrientes de cortocircuito trifásicas y monofásicas por tablero:

Corrientes de cortocircuito calculadas					Cortocircuito ecoDIAL	
Línea	Nombre	Corriente [A]	I _{cc} i ^{''} k3 [kA]	I _{cc} i ^{''} k1 [kA]	I _{cc} i ^{''} k3 [kA]	I _{cc} i ^{''} k1 [kA]
LTGBT	TGBT	161,0	18,2	18,1	17,59	14,57
L1	Servicios	12,2	5,8	5,7	4,43	2,33
L2	SubP3	38,2	5,0	4,9	5,54	2,98
L3	SubP1	2,7	11,2	11,2	11,5	7,2
L4	SubP2	22,7	2,8	2,7	3,29	1,7
L5	Iluminación	9,5	1,9	1,8	1,32	0,67
L6	Oficinas	25,19	-	4,9	-	3,8
L7	Almacén	15,35	-	2,0	-	0,83

Tabla 17: Comparación de corrientes de cortocircuito con ecoDIAL

En base a lo anterior, en la Tabla 18 se corrigen los conductores para un tiempo de falla t de 20 ms, que es el tiempo de acción mínimo de las protecciones. Las secciones de los cables PE son la mitad de sección que la fase para valores mayores a 16 mm², sino son iguales.

Cálculo de conductores por corriente de cortocircuito					ecoDIAL	
Línea	Nombre	Corriente [A]	Sección de Fases + N [mm ²]	Sección de PE [mm ²]	Sección de Fases + N [mm ²]	Sección de PE [mm ²]
LTGBT	TGBT	156,2	70,0	50,0	70	35
L1	Servicios	12,2	10,0	10,0	1,5	1,5
L1.1	Cámara frigorífica 1	7,7	2,5	2,5	1,5	1,5
L1.2	Cámara frigorífica 2	7,7	2,5	2,5	1,5	1,5
L2	SubP3	38,2	10,0	10,0	10	10
L2.1	Compresor	34,3	6,0	6,0	6	6
L2.2	Caldera	5,4	2,5	2,5	2,5	2,5
L2.3	Autoclave	2,7	2,5	2,5	1,5	1,5
L3	SubP1	37,8	16,0	16,0	10	10
L3.1	Trituradora	34,3	6,0	6,0	6	6
L3.2	Mezcladora	7,7	2,5	2,5	1,5	1,5
L4	SubP2	22,7	4,0	4,0	4	4
L4.1	Envasadora	10,4	2,5	2,5	1,5	1,5
L4.2	Envasadora	10,4	2,5	2,5	1,5	1,5
L4.3	Empaquetadora	4,3	2,5	2,5	1,5	1,5
L5	Iluminación	4,7	2,5	2,5	1,5	1,5
L5.1	Iluminación Planta	4,7	2,5	2,5	1,5	1,5
L5.2	Iluminación Planta	4,7	2,5	2,5	1,5	1,5
L5.3	Iluminación Servicios	4,7	2,5	2,5	1,5	1,5
L6	Oficinas	25,2	10,0	10,0	4	4
L6.1	Tomas	20,5	4,0	4,0	1,5	1,5
L6.2	Iluminación	4,7	2,5	2,5	1,5	1,5
L7	Almacén	15,3	2,5	2,5	2,5	2,5
L7.1	Tomas	12,3	2,5	2,5	1,5	1,5
L7.2	Iluminación	3,1	2,5	2,5	1,5	1,5
L_Cond	Banco capacitores	3,1	2,5	2,5	1,5	1,5

Tabla 18: Comparación con el dimensionamiento con ecoDIAL

- En amarillo los puntos en los que se calculó corriente de cortocircuito para la corrección de sección, para tiempo de falla de 20ms.
- En azul las secciones de conductor con sección menor, dada por ecoDIAL con respecto al cálculo.

Protecciones

Las protecciones se dimensionaron con ecoDIAL, estas se listan en la

Tabla 19:

Línea	Nombre	Corriente [A]	Icc admisible del conductor [A]	Protección	Conexión	Modelo	Calibre del relé [A]	Poder de corte [kA]
LTGBT	TGBT	161,0	11384,42	NSX250B + Micrologic 2.2 + Vigi MH	4P4d	C16F4	160	36
L1	Servicios	12,2	1626,35	iC60L + Vigi iC60	3P3d	A9F94325	13	25
L1.1	Cámara frigorífica 1	7,7	406,59	iC40N	3P3d	A9P54310	10	6
L1.2	Cámara frigorífica 2	7,7	406,59	iC40N	3P3d	A9P54310	10	6
L2	SubP3	38,2	1626,35	iC60L	3P3d	A9F94340	40	20
L2.1	Compresor	34,3	975,81	NSX100F + Micrologic 2.2 M	3P3d	C10F3	50	36
L2.2	Caldera	5,4	406,59	iC40N	3P3d	A9P54320	20	25
L2.3	Autoclave	2,7	406,59	iC40N	3P3d	A9P54310	10	10
L3	SubP1	37,8	2602,15	iC60L + Vigi iC60	3P3d	A9F94340	40	20
L3.1	Trituradora	34,3	975,81	NSX100F + Micrologic 2.2 M	3P3d	C10F3	50	36
L3.2	Mezcladora	7,7	406,59	iC60H	3P3d	A9F87310	10	15
L4	SubP2	22,7	650,54	iC60L + Vigi iC60	3P3d	A9F94325	25	25
L4.1	Envasadora	10,4	406,59	iC40N	3P3d	A9P54316	16	6
L4.2	Envasadora	10,4	406,59	iC40N	3P3d	A9P54316	16	6
L4.3	Empaquetadora	4,3	406,59	iC40N	4P3d	A9P54306	6	6
L5	Iluminación	9,5	406,59	iC60L	2P1d	A9F94340	40	20
L5.1	Iluminación Planta	4,7	406,59	iC60N	2P1d	A9F79216	0,5	50
L5.2	Iluminación Planta	4,7	406,59	iC60N	2P1d	A9F79216	0,5	50
L5.3	Iluminación Servicios	4,7	406,59	iC60N	2P1d	A9F79216	0,5	50
L6	Oficinas	25,2	1626,35	iC60H + vigi iC60	2P1d	A9F87216	16	15
L6.1	Tomas	20,5	650,54	iC40N	2P1d	A9P54610	10	6
L6.2	Iluminación	4,7	406,59	iC60N	2P1d	A9F79216	0,5	50
L7	Almacén	15,3	406,59	iC60H + vigi iC60	2P1d	A9F87216	16	15
L7.1	Tomas	12,3	406,59	iC40N	2P1d	A9P54610	10	6
L7.2	Iluminación	3,1	406,59	iC60N	2P1d	A9F79216	0,5	50

Tabla 19: Protecciones dimensionadas con ecoDIAL

Todos los tableros tienen selectividad total con respecto al TGBT, luego las cargas no tienen selectividad con respecto a la protección de su tablero seccional.

Curvas de protecciones

Cámaras frigoríficas, TS1-TGBT:

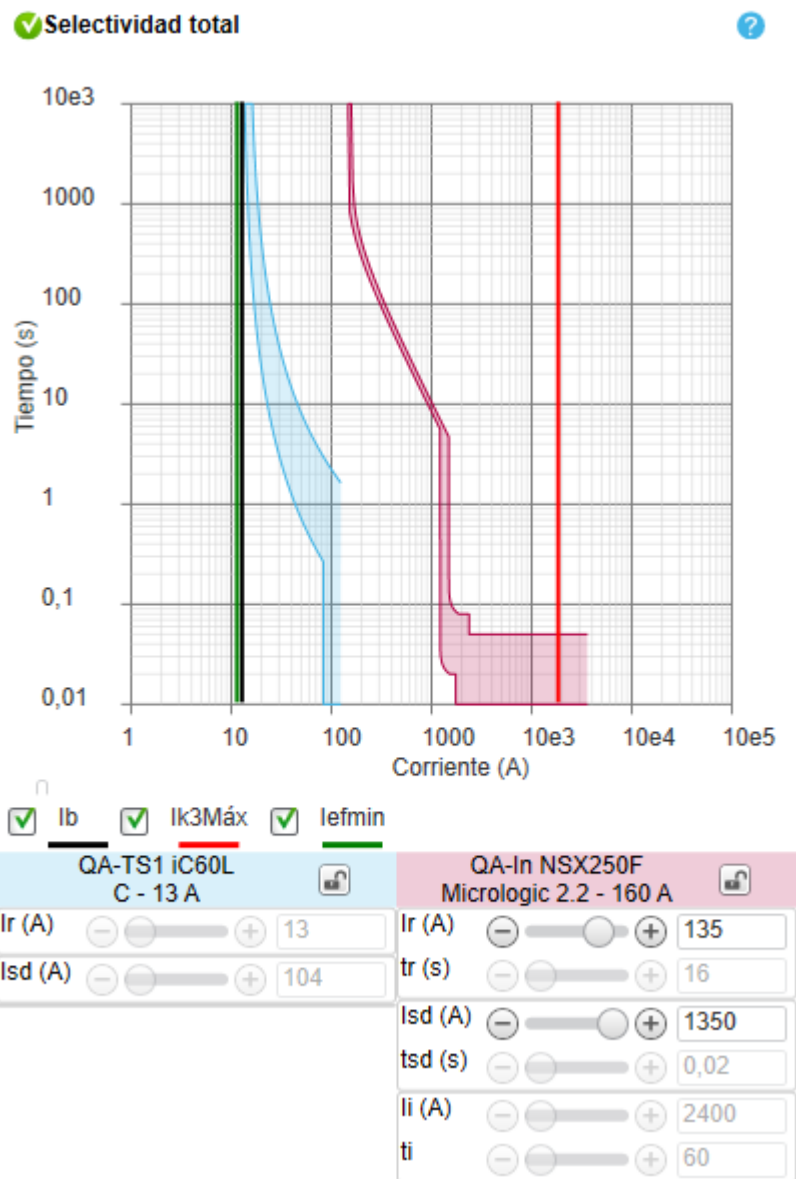


Figura 33: Curva de protección TS1-TGBT

Subproceso 3, TS2-TGBT:

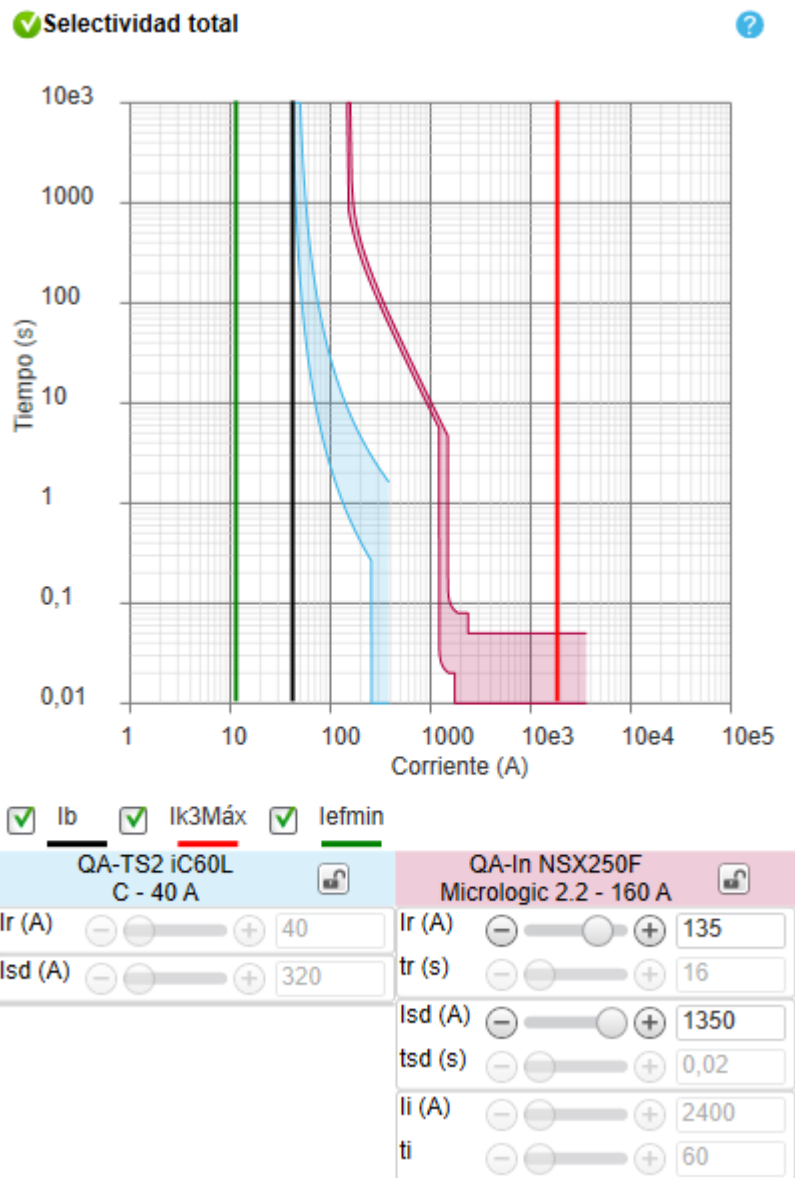


Figura 34: Curva de protección TS2-TGBT

Subproceso 1, TS3-TGBT:

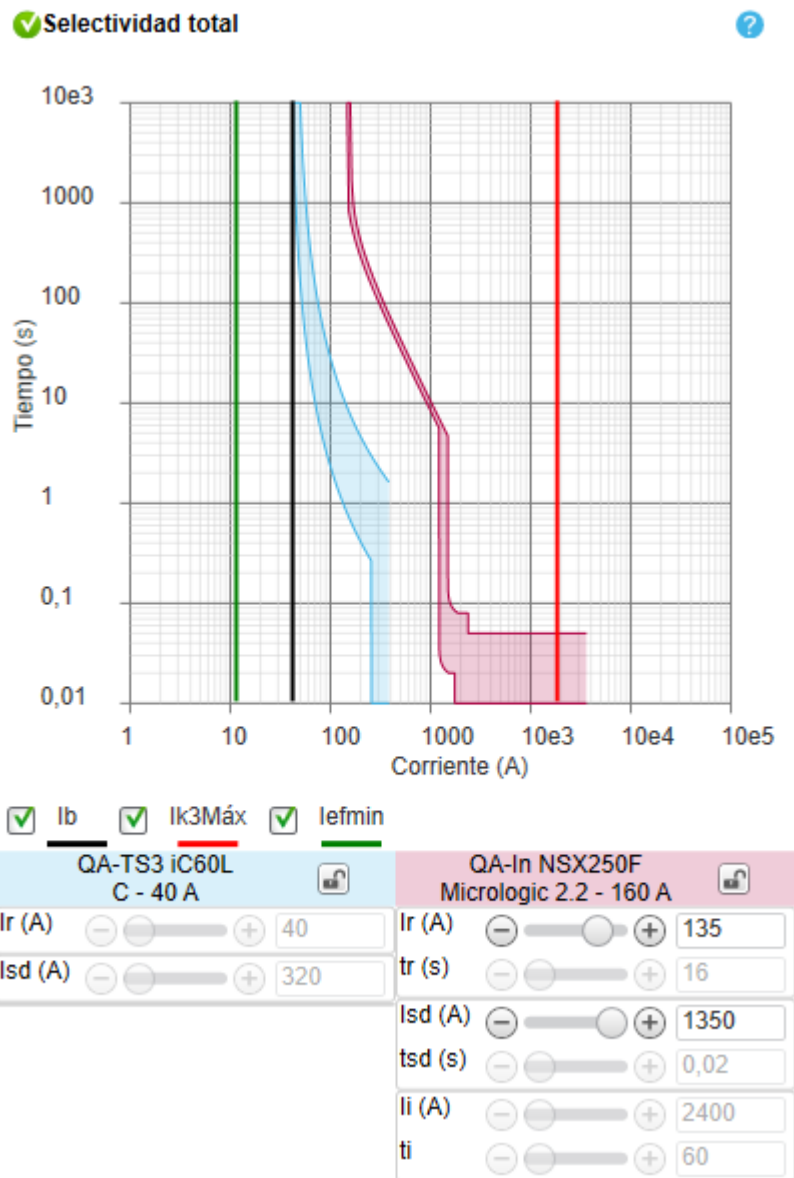


Figura 35: Curva de protección TS3-TGBT

Subproceso 2, TS4-TGBT:

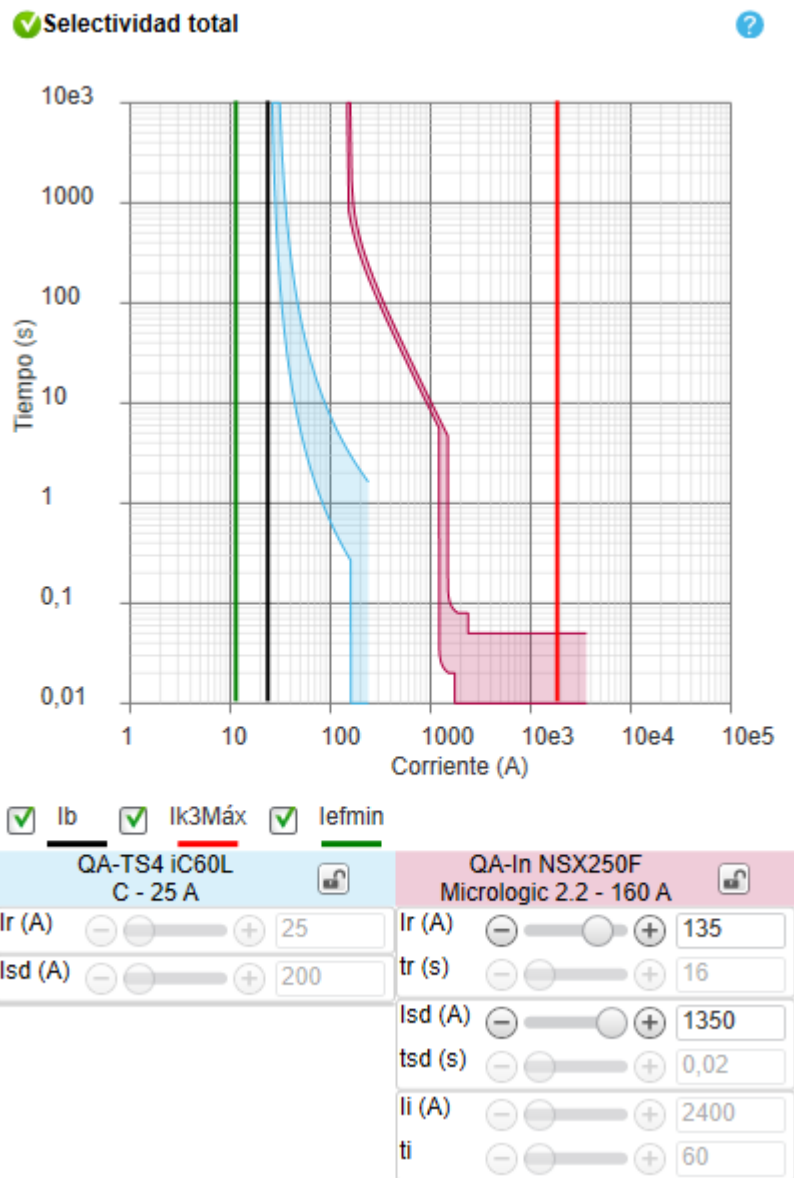


Figura 36: Curva de protección TS4-TGBT

Iluminación, TS5-TGBT:

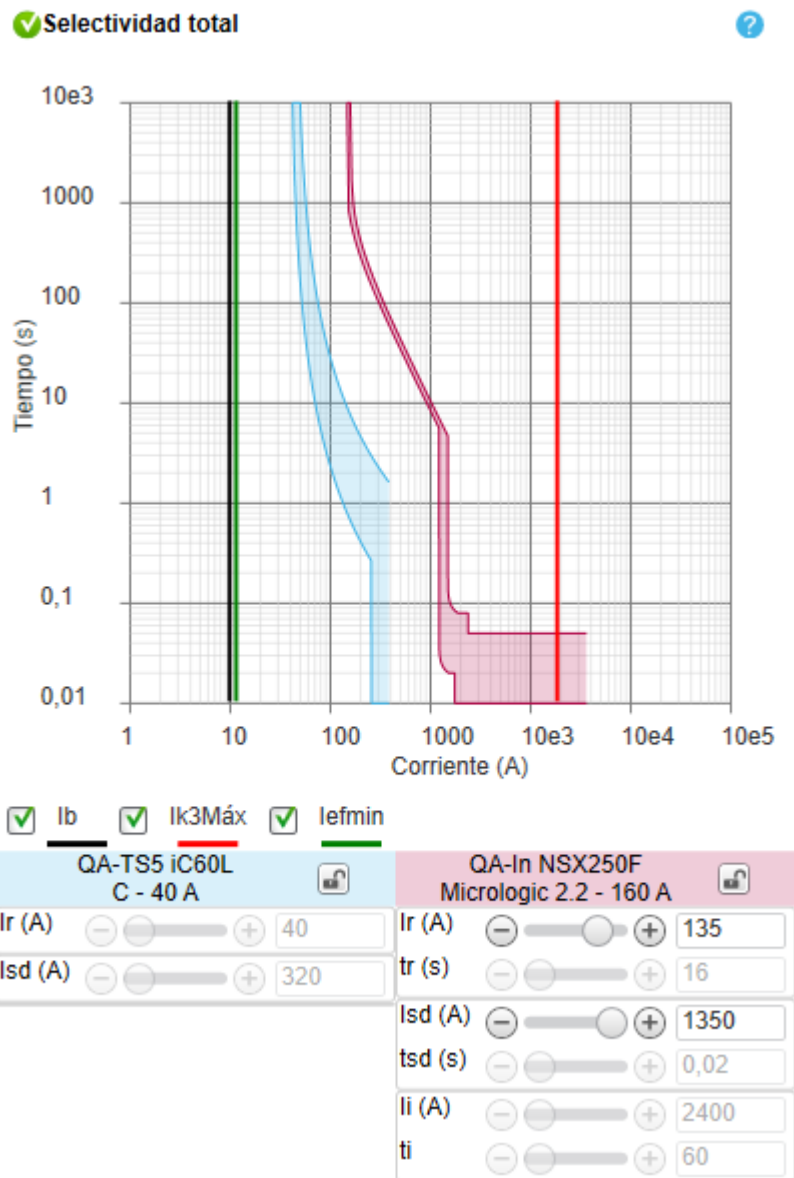


Figura 37: Curva de protección TS5-TGBT

Oficinas, TS6-TGBT:

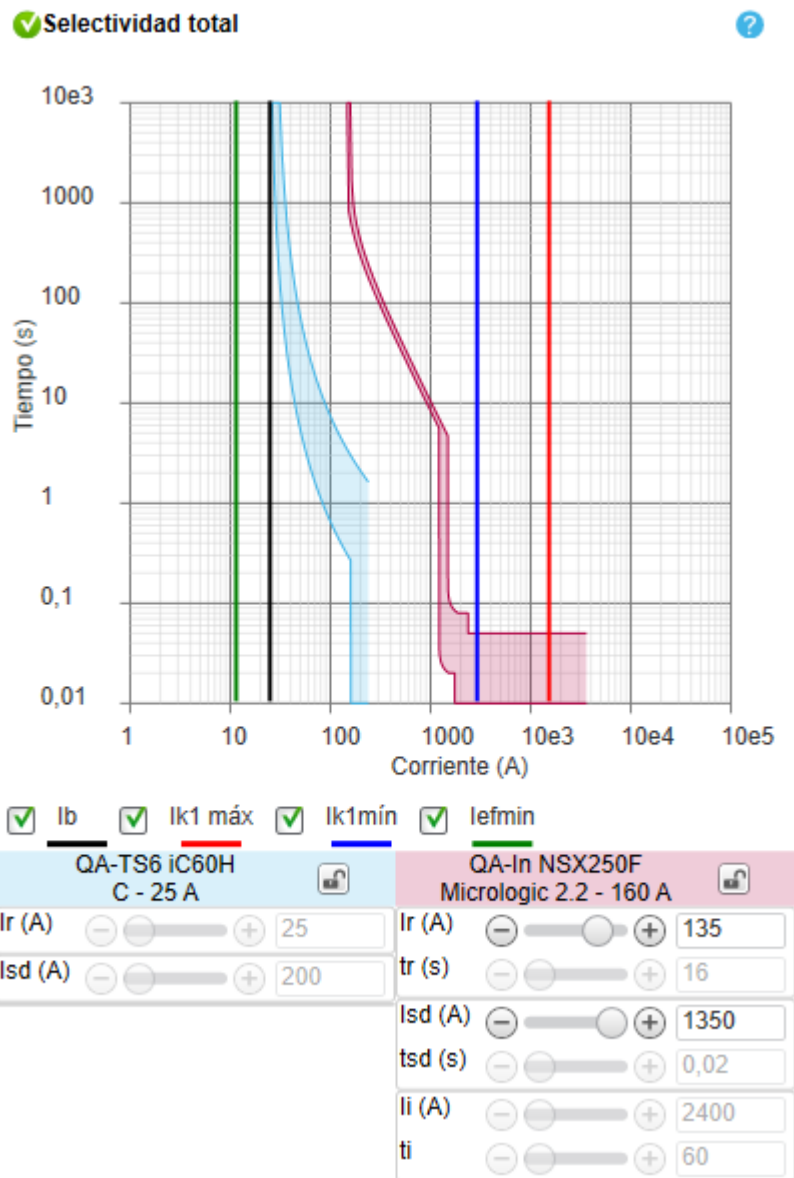


Figura 38: Curva de protección TS6-TGBT

Almacén, TS7-TGBT:

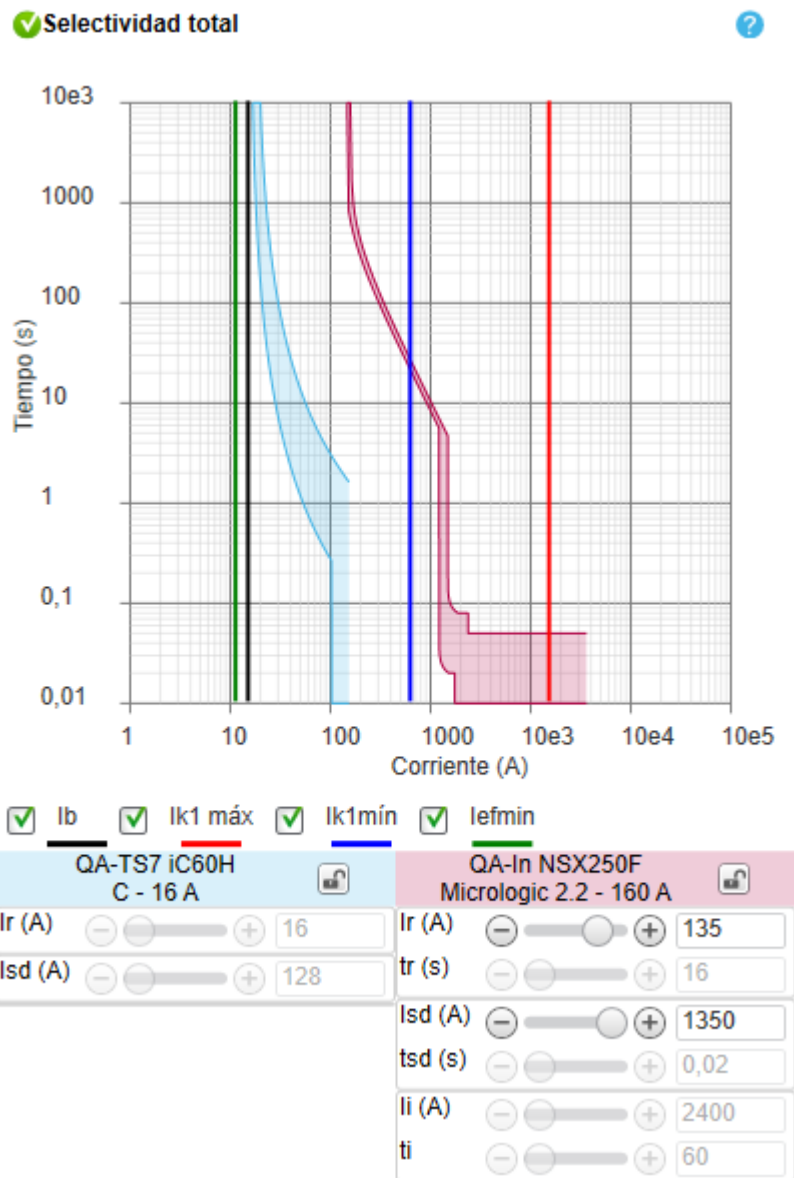


Figura 39: Curva de protección TS7-TGBT

Puesta a tierra

Dado que planteamos conectarnos directamente a la red es propio utilizar un esquema de conexión a tierra TT. El cálculo de puesta a tierra se hace en base a los datos presentados en la Tabla 20:

Nombre	Símbolo	Valor	Unidad
Tensión fase-neutro	U0	220	V
Resistencia de la instalación	Ra	40	Ω
Resistividad del suelo	ρ	10	Ω/m
Largo jabalinas	L	1,5	m
Diámetro jabalinas	Di	3/8	pulgadas
Diámetro jabalinas	D	0,0095	m

Tabla 20: Datos de la puesta a tierra

El método de cálculo de la puesta a tierra consiste en verificar que sea seguro el contacto al este ser de menos de 24V, esto es para una resistencia de la instalación sea menor a 40 Ohm y una corriente de contacto máxima de 30 mA, según la norma AEA-90364-7. Estos son los resultados de resistencias de los conductores.

La puesta a tierra se conectará directo al TGBT, por lo que para el dimensionamiento se tomará en cuenta la resistencia tanto del conductor de fases y de neutro como del cable PE. Los valores se muestran en Tabla 21.

Tipo	Fases + Neutro	PE
Sección [mm ²]	70,0	50,0
Longitud [m]	10	10
Resistencia unitaria [Ω/km]	0,321	0,464
Reactancia unitaria [Ω/km]	0,074	0,078
R [Ω]	0,003	0,005
X [Ω]	0,001	0,001
Z [Ω]	0,003	0,005

Tabla 21: Resistencia de conductores para PAT

Veremos ahora la puesta a tierra. Los datos los obtenemos del catálogo de productos para la puesta a tierra de Genrod. Usaremos jabalinas de cobre de 1,5 m de largo y 3/8" de diámetro.

Código	Denominación	Descripción
JLJC1010	Jab 3/8" x 1000 mm*	jabalina 3/8 x 1000 mm
JLJC1015	L1015	Jabalina 3/8" x 1500 mm
JLJC1020	L1020	Jabalina 3/8" x 2000 mm
JLJC1210	Jab 1/2" x 1000 mm*	Jabalina 1/2 x 1000 mm
JLJC1215	L1415	Jabalina 1/2" x 1500 mm
JLJC1220	L1420	Jabalina 1/2" x 2000 mm
JLJC1230	L1430	Jabalina 1/2" x 3000 mm
JLJC1610	Jab 5/8" x 1000 mm*	Jabalina 5/8" x 1000 mm
JLJC1615	L1615	Jabalina 5/8" x 1500 mm
JLJC1620	L1620	Jabalina 5/8" x 2000 mm
JLJC1630	L1630	Jabalina 5/8" x 3000 mm
JLJC1910	Jab 3/4" x 1000 mm*	Jabalina 3/4" x 1000 mm
JLJC1915	L1815	Jabalina 3/4" x 1500 mm
JLJC1920	L1820	Jabalina 3/4" x 2000 mm
JLJC1930	L1830	Jabalina 3/4" x 3000 mm

* De acuerdo con la norma IRAM 2309 las jabalinas de largo menor a 1500 mm no se normalizan.



Espesor de cobre min. 254 micrones

Figura 40: Datos de jabalinas según Genrod

Para obtener la resistencia de la jabalina a enterrar seguimos la siguiente ecuación:

$$R_j = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{8L}{d} - 1 \right)$$

En donde:

- ρ la resistividad
- L la longitud de la jabalina
- d el diámetro
- R_j la resistencia de puesta a tierra

Se resuelve:

$$R_j = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{8L}{d} - 1 \right) = \frac{30}{2\pi \cdot 1.5} \left(\ln \frac{8 \cdot 1.5}{0.01} - 1 \right) = 19.38 \Omega$$

En base a estos valores calculamos la resistencia total de la instalación.

$$\text{Resistencia de la instalación} = R_a = R_L + R_{PE} + R_j \rightarrow$$

$$\rightarrow R_a = (0.003 + 0.005 + 19.38) \Omega = 19.39 \Omega$$

Dado que la definición que seguimos por norma de AEA es que la resistencia de la instalación sea de menos de 40 Ω , con estos cálculos verificamos que una jabalina de las características elegidas cumple con el requisito de puesta a tierra.

Factor de potencia

Habiendo dimensionado ya la instalación eléctrica debemos corregir el factor de potencia de nuestros circuitos. Decidimos hacer una compensación centralizada. En este tipo de conexión se coloca el banco de capacitores en el embarrado del TGBT, en paralelo con los tableros seccionales.

Para calcular la potencia reactiva necesaria a corregir tenemos que sumar todas las cargas reactivas del sistema y calcular el FP general. Al anterior valor se corrige para el FP 0.95 y la diferencia entre Q original y la corregida se utiliza para seleccionar el calibre del banco de capacitores a instalar. La Tabla 22 muestra los cálculos.

Corrección en el TGBT			
Valores totales		Valores objetivos	
S [kVA]	111,51	cos (φ)	0,95
P [kW]	94,68	P [kW]	94,68
Q [kVAr]	58,91	S [kVA]	99,67
cos (φ)	0,849	Q [kVAr]	31,12
Potencia reactiva necesaria (Q - Q obj) [KVAr]			
27,79			

Tabla 22: Cálculo de la potencia reactiva de corrección

El modelo seleccionado para la corrección de FP es el “VLVFW0N3504AA” de Schneider, se trata de un equipo de 32 kVAr, de una sola etapa que cubre completamente el requisito de 27,79 kVAr calculado:

Hoja de características del producto

Especificaciones



Banco de Condensador VarSet Fix 32kvar com entrada superior BAT 400V 50Hz

VLVFW0N03504AA

Principal

Tensión De Red	400 V AC 50 Hz 415 V AC 50 Hz
Clasificación De Potencia Reactiva	32 kvar
Modo De Funcionamiento	Fijo
Gama	PowerLogic
Nombre Abreviado Del Equipo	batería condensador fija
Tipo De Producto O Componente	Batería de condensadores

Figura 41: Datos del banco de capacitores Schneider elegido

Esta unidad se elige colocarla en el TGBT, directamente en paralelo con los demás tableros seccionales y se acompaña de una protección NG125N y un cable de 10 mm² de cobre. Con selectividad parcial hasta 2400 A.

Iluminación

La correcta iluminación en cualquier entorno de trabajo es un factor fundamental para garantizar la seguridad, la eficiencia operativa y el bienestar de quienes desempeñan sus labores en dicho espacio. Este capítulo está enfocado en el cálculo, selección y distribución de las luminarias en los distintos sectores de la empresa.

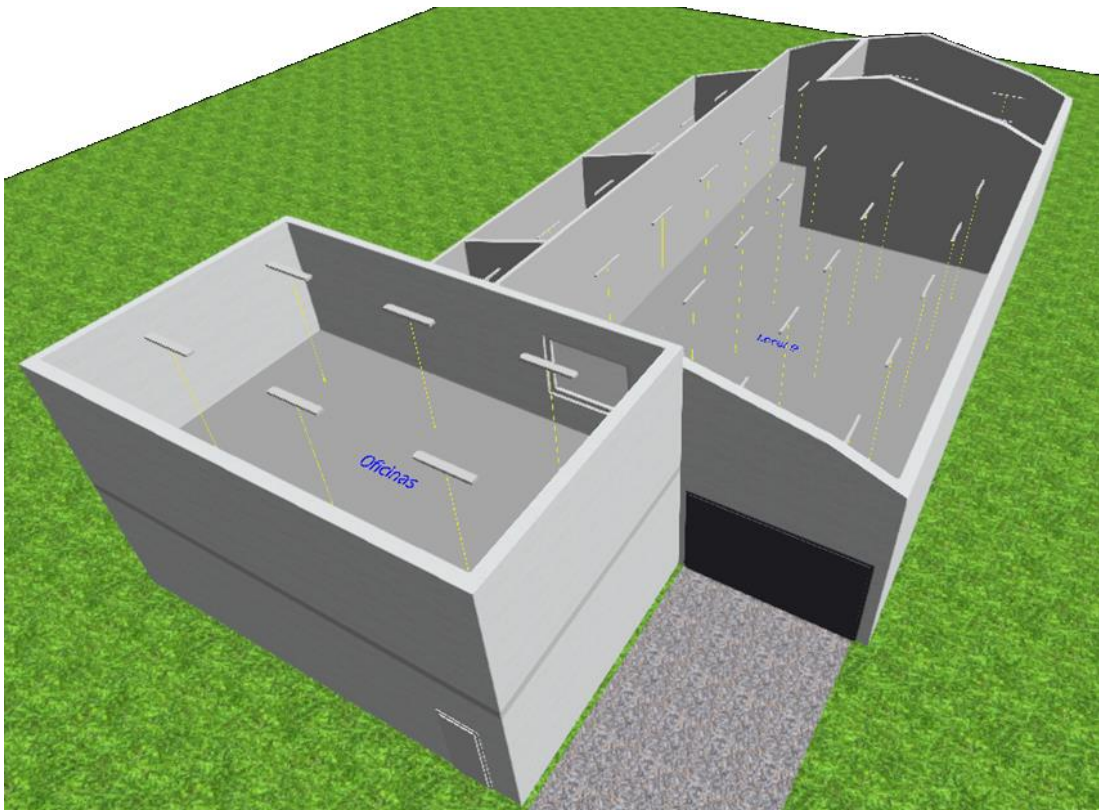


Figura 42: Diseño creado en DIALux para los cálculos de iluminación

El cálculo total del sistema de iluminación se llevó a cabo mediante la aplicación DIALUX, y pertenecen a la iluminación interior de los diferentes sectores de la empresa. Se muestra primero las luminarias utilizadas, luego las cantidades necesarias en cada local junto a la potencia consumida y, por último, la distribución en el espacio. Las siguientes páginas están destinadas a la muestra de los resultados obtenidos mediante el software.

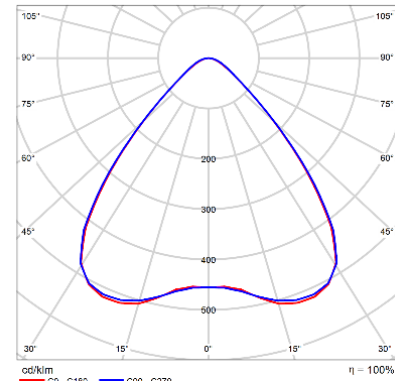
Todas las luminarias colocadas en la planta principal y en el local de servicios son del modelo que se presenta a continuación:

Ficha de producto

Philips - LL512X 1 xLED50S/830 WB



P	36.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	4700 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	4695 lm
η	99.89 %
Rendimiento lumínico	130.4 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar

Figura 43: Luminaria principalmente utilizada

Ahora, en las próximas páginas, se mostrarán los cálculos hechos con el software y al final de la sección se terminará de definir el valor de potencia que se utilizará para el dimensionamiento de conductores de iluminación.

Local 1, Planta principal. Esto es el espacio donde se ubican todas las máquinas de producción y la sala de almacenamiento.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
26	Philips		LL512X 1 xLED50S/830 WB	36.0 W	4695 lm	130.4 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

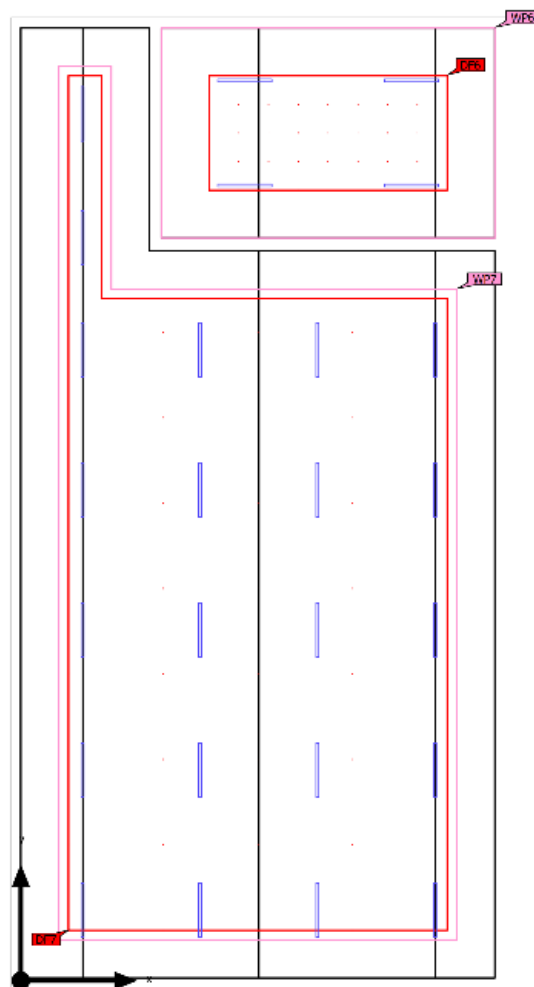


Figura 44: Resultados de iluminación del Local 1 según DIALux

Local 2, Servicios generales. Esto es las cámaras frigoríficas y las salas de neumática y caldera.

Edificación 2 · Planta (nivel) 1

Lista de luminarias

Φ_{total} 32865 lm	P_{total} 252.0 W	Rendimiento lumínico 130.4 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
7	Philips		LL512X 1 xLED50S/830 WB	36.0 W	4695 lm	130.4 lm/W

Edificación 2 · Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Objetos de cálculo

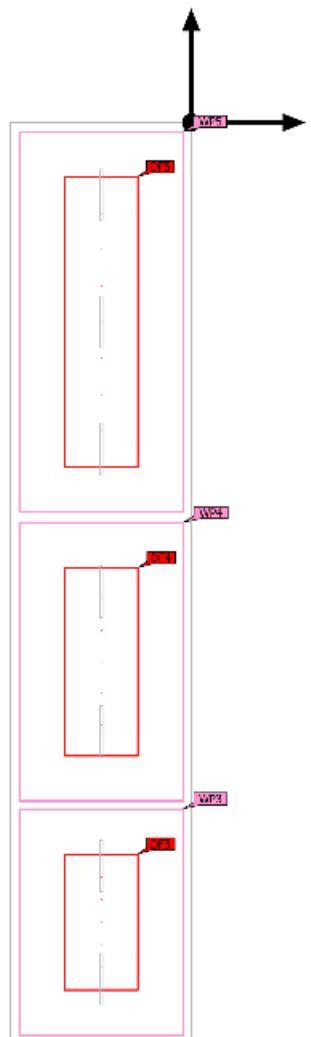


Figura 45: Resultados de iluminación del Local 2 según DIALux

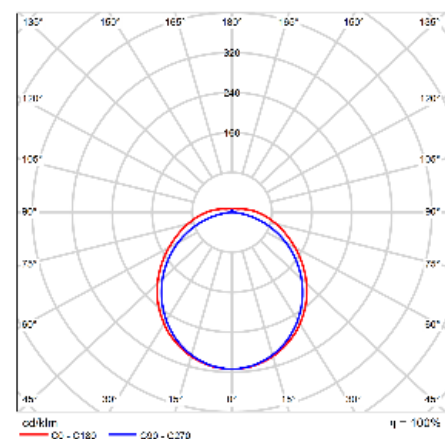
Local 3, Oficinas. Tanto planta baja como la sala de oficinas del piso superior tienen la misma cantidad de luminarias. Por lo que son 12 unidades las utilizadas en la iluminación de las oficinas. En este caso cambia la luminaria utilizada por la de la Figura 46.

Ficha de producto

Philips - SM150C L1160 1xLED48S/830



P	45.0 W
Φ Lámpara	4800 lm
Φ Luminaria	4799 lm
η	99.98 %
Rendimiento lumínico	106.6 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar

Figura 46: Luminaria de oficinas

Edificación 3 · Planta (nivel) 1

Lista de luminarias

Φ total 28794 lm	Ptotal 270.0 W	Rendimiento lumínico 106.6 lm/W
--------------------------	-------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	Philips		SM150C L1160 1xLED48S/830	45.0 W	4799 lm	106.6 lm/W

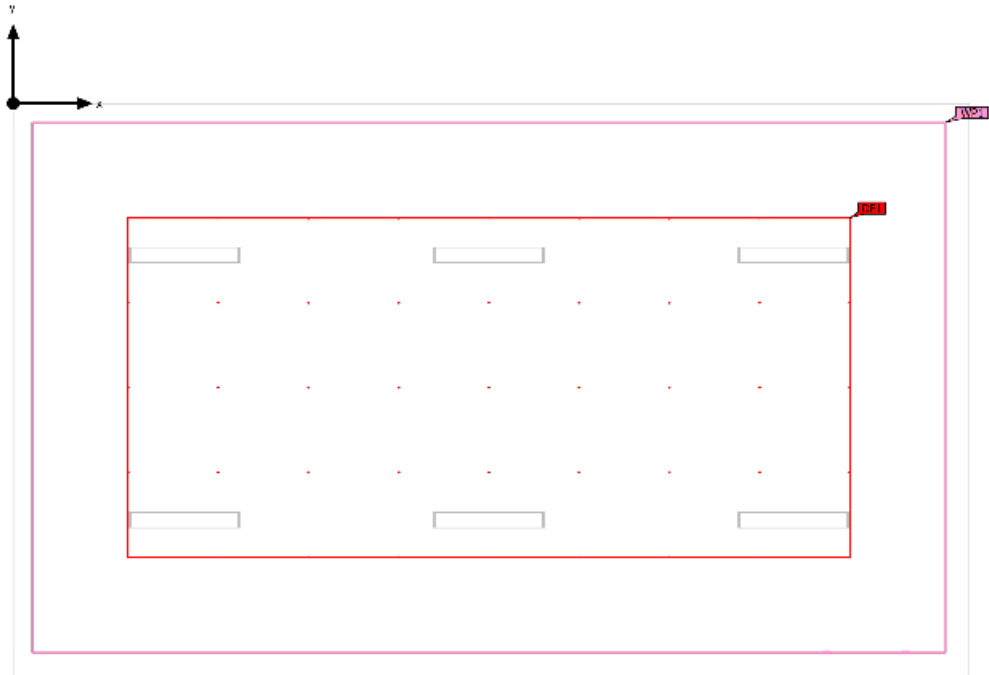


Figura 47: Resultados de iluminación del Local 3 según DIALux

Definición de la carga

Habiendo calculado el requisito de iluminación con DIALux, se presenta en la Figura 48 la lista final de luminarias.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
33	Philips		LL512X 1 xLED505/830 WB	36.0 W	4695 lm	130.4 lm/W
12	Philips		SM150C L1160 1xLED485/830	45.0 W	4799 lm	106.6 lm/W

Figura 48: Lista resumen de carga de iluminación

La potencia total destinada a iluminación de la empresa es de 1728 W. Para posteriores cálculos, se tomará una potencia de 2 kW destinada al sector de planta principal y servicios (controlada por el tablero de la planta principal) y 1 kW de consumo de iluminación en oficinas (que proviene del tablero de oficinas TS6).

Instalación neumática

El aire comprimido se utiliza extensamente como fuente de energía en herramientas, maquinaria y sistemas de control, abarcando desde la fabricación hasta la automatización de procesos. El cálculo preciso y el diseño eficiente de sistemas de aire comprimido son esenciales para garantizar un rendimiento óptimo, minimizar pérdidas de energía y reducir costos.

En la planta hay 4 equipos principales que utilizan el aire comprimido como una de sus fuentes de energía, por lo tanto, se incluye aquí el dimensionamiento de la red que distribuye el aire comprimido desde el compresor hasta los puntos de utilización.

Consumo de aire comprimido

Lo primero que se debe hacer es definir el consumo que se tendrá en la planta. Esto se realiza sumando todos los consumos individuales de las máquinas que utilizan aire comprimido.

Además, a cada máquina se le aplica un factor de carga, que es la relación entre el tiempo que utilizan el aire con respecto al tiempo de funcionamiento diario del sistema de aire comprimido (que es el turno de 8 horas). Todo esto se muestra en la Tabla 23:

Equipo	Consumo unitario [L/min]	Cantidad	Tiempo de trabajo [h]	Factor de carga	Consumo [m ³ /h]
Mezcladora	150	1	3	0,375	3,375
Envasadora	800	2	6,5	0,8125	78
Autoclave	800	1	6	0,75	36
Estuchadora	800	1	4	0,5	24
				Total	141,375

Tabla 23: Consumos de aire comprimido

Compresor y tanque de almacenamiento

Para la selección del compresor y el posterior cálculo del tanque de almacenamiento se utilizan los datos del consumo de la planta. En este caso, se posee ya un compresor y un tanque en el presupuesto de la autoclave que está sobredimensionado, por lo que el objetivo de esta sección será determinar si estos pueden alimentar a toda la red o si es necesario sumar otro compresor y/u otro tanque. Estos tienen las siguientes características:

- Compresor
 - Caudal: 180 m³/h
 - Presión máxima: 10 kg/cm²
- Tanque de almacenamiento
 - Capacidad: 2 m³
 - Presión máxima: 10 kg/cm²

A simple vista se puede llegar a la conclusión de que el compresor es apto para alimentar a todos los dispositivos, teniendo incluso casi 40 m³/h de más como para alimentar algún equipo puntual que se conecte a la red en el punto de conexión disponible. En el caso del tanque, se debe verificar mediante la siguiente fórmula brindada por el fabricante Kaeser:

$$VR = \frac{V1 \cdot (DF - DF^2)}{Z \cdot DP}$$

de donde:

El volumen real VR es generalmente el valor por determinar. En este caso serán los 2 m³ del tanque que ya tenemos. El caudal máximo del compresor es V1 y equivale a 180 m³/h, mientras que la demanda máxima del sistema es V2, siendo esta 141,375 m³/h; el cociente entre V2 y V1 forma el factor de

carga DF, que toma un valor aproximado de 0,785. Luego se tiene el diferencial de presión DP del compresor, que en condiciones normales toma un valor de 10 psi (0,689 bar). Por último, aparece el número Z de ciclos de carga/descarga que realiza el compresor por hora. Aquí está la clave de la verificación: Kaeser recomienda un máximo de 35 ciclos/hora para compresores de hasta 100 HP.

Por lo tanto, el procedimiento a seguir será verificar que los ciclos de carga/descarga que realiza por hora el compresor sea siempre menor a 35. Esto se hará tanto para la demanda máxima del sistema (con los datos presentados arriba) como para el momento más desfavorable (cuando la demanda es la mitad del caudal aportado por el compresor y DF toma un valor de 0,5).

$$\frac{V1 \cdot (DF - DF^2)}{VR \cdot DP} = Z$$

$$\frac{180 \frac{m^3}{h} \cdot (0,785 - 0,785^2)}{2 m^3 \cdot 0,689 \text{ bar}} = 22,02 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

$$\frac{180 \frac{m^3}{h} \cdot (0,5 - 0,5^2)}{2 m^3 \cdot 0,689 \text{ bar}} = 32,66 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Con esto se verifica el tanque de almacenamiento de forma correcta y se concluye que el sistema de alimentación que viene incluido con la autoclave es capaz de alimentar la red neumática completa de la planta.

Red de distribución

La distribución del aire comprimido se realiza a través de una red constituida por una cañería principal de distribución, derivaciones hacia cada aplicación y los accesorios correspondientes para cada caso.

Existen 2 tipos de distribuciones de la red principal: red abierta y red cerrada.

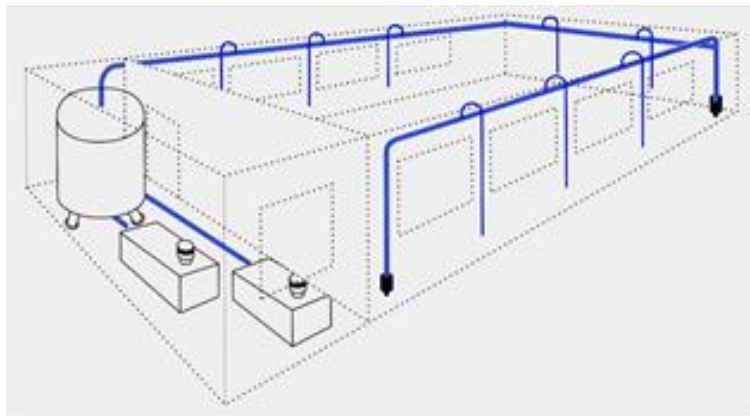


Figura 49: Circuito de distribución abierto de red neumática

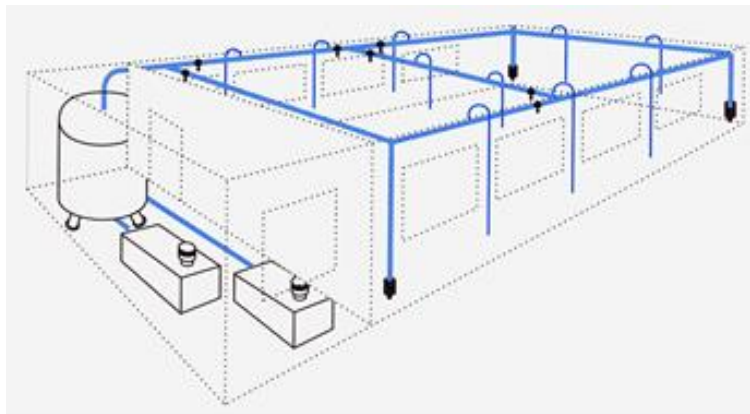


Figura 50: Circuito de distribución cerrado de red neumática

En el primer caso se forma como ramificaciones que llegan a cada punto de utilización, como se puede ver en la Figura 49. Este tipo posee la gran ventaja de la inversión inicial, ya que normalmente se utilizan menos metros de cañería, así como también menos accesorios.

Las redes cerradas, en cambio, forman un anillo principal del cual se van conectando las distintas derivaciones, como se visualiza en la Figura 50. En sistemas de distribución muy grandes y complejos suele haber anillos principales y secundarios. Este sistema posee menos pérdidas de carga y es ideal para poder realizar mantenimientos de la red sin cortar todo el suministro aguas debajo de la misma.

Forma de la red

Para esta planta se utilizará una red de distribución cerrada debido a que, por la ubicación de las máquinas, la inversión inicial es muy poco superior a una red abierta y tendrá la ventaja de la disponibilidad de la planta a la hora del mantenimiento de algún sector puntual de la red.

Sin embargo, este anillo cerrado no incluirá a todos los equipos. La distribución, como se indica en la Figura 51, se hará desde el tanque con una salida que transporta el caudal máximo hasta una tee de derivación. Hacia un lado se alimentará de forma directa a la autoclave mientras que, hacia el otro, se alimentará el anillo cerrado, existiendo un tramo recto entre la tee y el anillo. A partir de allí, el anillo rodea toda la nave principal de la planta por encima de las máquinas, derivándose directamente de este todas las aplicaciones restantes.

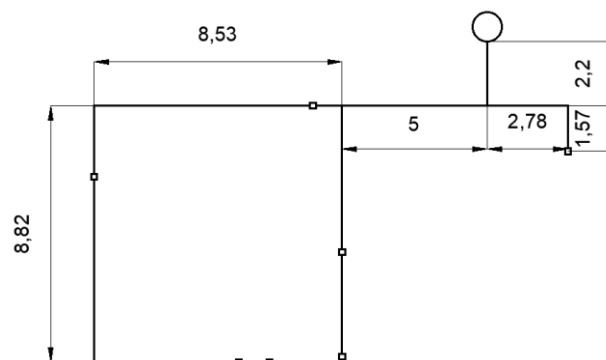


Figura 51: Croquis de distribución de la red de aire comprimido (vista en planta)

Diámetros de cañerías

Para el cálculo de los diámetros se utilizará directamente la calculadora online del fabricante Transair. En la misma se debe especificar el tipo de distribución, la presión máxima del sistema, la máxima caída de presión permisible, el caudal de aire a transportar y la longitud de la cañería.

En este caso se distribuirá todo en cálculos individuales de cada tramo de la red. Se utilizará una presión máxima de 8 bar y una caída máxima del 5% para todos los cálculos. Al final, se verificará que en cada punto de aplicación no exista una pérdida total de carga mayor al 5%.

A continuación, se mostrarán todas las capturas de pantalla de la calculadora online y al final, en la Tabla 24, se puede ver un resumen de los resultados.

The screenshot displays the 'Transair Flow Calculator' interface. It is divided into two main sections: 'Datos del proyecto' (Project Data) and 'Resultados del proyecto' (Project Results).

Datos del proyecto:

- Nombre del proyecto: Planta alimento para mascotas
- Contacto del cliente: Facultad Regional Paraná
- Fecha: 3/1/2024
- Gas: Aire comprimido
- Presión: 8 bar(g)
- Caudal: 180 Nm³/hr
- Longitud: 7 m
- Pérdida de carga máxima: 0,4 bar(g) o 5 %
- Red: Línea recta
- Gama Transair: Aluminio

Resultados del proyecto:

- Dimensionamiento:
 - Diámetro Transair®: 25 mm
 - Caudal máximo Transair®: 432 Nm³/hr
 - Velocidad del gas: 14,8 m/s
- Pérdida de carga:
 - Tubo de aluminio Transair®: 0,07 bar(g)
 - Tubo de acero nuevo: 0,14 bar(g)
 - Tubo de acero oxidado: 0,27 bar(g)

A 'Solicitud de presupuesto' button is visible at the bottom right of the results section.

Figura 52: Cálculo de sección de red neumática - tramo principal

Transair Flow Calculator

Nombre del proyecto:

Contacto del cliente:

Fecha:

Datos del proyecto Unidades

Gas:

Presión: bar(g)

Caudal: Nm³/hr

Longitud: m

Pérdida de carga máxima: bar(g) o %

Red:

Gama Transair:

Resultados del proyecto

Dimensionamiento

Diámetro Transair®: mm

Caudal máximo Transair®: Nm³/hr

Velocidad del gas: m/s

Pérdida de carga

Tubo de aluminio Transair®: bar(g)

Tubo de acero nuevo: bar(g)

Tubo de acero oxidado: bar(g)

Figura 53: Cálculo de sección de red neumática - derivación a autoclave

Transair Flow Calculator

Nombre del proyecto:

Contacto del cliente:

Fecha:

Datos del proyecto Unidades

Gas:

Presión: bar(g)

Caudal: Nm³/hr

Longitud: m

Pérdida de carga máxima: bar(g) o %

Red:

Gama Transair:

Resultados del proyecto

Dimensionamiento

Diámetro Transair®: mm

Caudal máximo Transair®: Nm³/hr

Velocidad del gas: m/s

Pérdida de carga

Tubo de aluminio Transair®: bar(g)

Tubo de acero nuevo: bar(g)

Tubo de acero oxidado: bar(g)

Figura 54: Cálculo de sección de red neumática - tramo de unión

Transair Flow Calculator

Nombre del proyecto:

Contacto del cliente:

Fecha:

Datos del proyecto

Gas:

Presión: bar(g)

Caudal: Nm³/hr

Longitud: m

Pérdida de carga máxima: bar(g) o %

Red:

Gama Transair:

Resultados del proyecto

Dimensionamiento

Diámetro Transair®:

Caudal máximo Transair®:

Velocidad del gas:

Pérdida de carga

Tubo de aluminio Transair®:

Tubo de acero nuevo:

Tubo de acero oxidado:

Figura 55: Cálculo de sección de red neumática - anillo de distribución

Transair Flow Calculator

Nombre del proyecto:

Contacto del cliente:

Fecha:

Datos del proyecto

Gas:

Presión: bar(g)

Caudal: Nm³/hr

Longitud: m

Pérdida de carga máxima: bar(g) o %

Red:

Gama Transair:

Resultados del proyecto

Dimensionamiento

Diámetro Transair®:

Caudal máximo Transair®:

Velocidad del gas:

Pérdida de carga

Tubo de aluminio Transair®:

Tubo de acero nuevo:

Tubo de acero oxidado:

Figura 56: Cálculo de sección de red neumática - derivación a envasadora

Transair Flow Calculator

Nombre del proyecto

Contacto del cliente

Fecha

Datos del proyecto Unidades

Gas

Presión bar(g)

Caudal Nm³/hr

Longitud m

Pérdida de carga máxima bar(g) o %

Red

Gama Transair

Resultados del proyecto

Dimensionamiento

Diámetro Transair®

Caudal máximo Transair®

Velocidad del gas

Pérdida de carga

Tubo de aluminio Transair®

Tubo de acero nuevo

Tubo de acero oxidado

Figura 57: Cálculo de sección de red neumática - derivación a estuchadora

Transair Flow Calculator

Nombre del proyecto

Contacto del cliente

Fecha

Datos del proyecto Unidades

Gas

Presión bar(g)

Caudal Nm³/hr

Longitud m

Pérdida de carga máxima bar(g) o %

Red

Gama Transair

Resultados del proyecto

Dimensionamiento

Diámetro Transair®

Caudal máximo Transair®

Velocidad del gas

Pérdida de carga

Tubo de aluminio Transair®

Tubo de acero nuevo

Tubo de acero oxidado

Figura 58: Cálculo de sección de red neumática - derivación a mezcladora

Figura 59: Cálculo de sección de red neumática - derivación a salida disponible

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Diámetro [mm]	Velocidad [m/s]	Longitud [m]	Pérdida de carga [bar]
Principal	180	25	14,8	7	0,07
Autoclave	36	16,5	8,5	10	0,07
Unión	144	25	11,8	5	0,03
Anillo	144	25	5,9	70	0,12
Envasadora	39	16,5	9,2	5	0,04
Estuchadora	24	16,5	8,5	5	0,04
Mezcladora	3,375	16,5	0,8	5	0,00
Disponible	20	16,5	4,7	5	0,01

Tabla 24: Resumen de cálculo de diámetros por software Transair

Por último, se verifica que la pérdida de carga en el tramo más desfavorable sea menor al 5%, es decir, no supere los 0,4 bar. Se identifica el tramo más desfavorable como el punto de aplicación de la envasadora, configurado por los siguientes tramos: principal – unión – anillo – envasadora.

$$P = P_p + P_u + P_a + P_e = 0,07 \text{ bar} + 0,03 \text{ bar} + 0,12 \text{ bar} + 0,04 \text{ bar}$$

$$P = 0,26 \text{ bar}$$

Verificado el cálculo de la pérdida, se procede a adoptar los diámetros finales de cada tramo. Para esto se tendrá en cuenta que en el futuro pueden existir ampliaciones que requieran un mayor caudal de aire.

En el tramo principal hay una velocidad excesiva debido a que pasa el total del caudal por allí. Adoptar un diámetro de 25 mm haría que quede sensible a ser cambiado en caso de ampliar el caudal, por lo que aquí se adoptará un diámetro de 40 mm. El mismo caso ocurre en el tramo de unión, por el que pasa el 80% del caudal total.

Por el anillo cerrado de distribución circula el aire a una velocidad bastante baja y un 50% de aumento del caudal en este haría que su velocidad siga siendo inferior a 10 m/s, por lo que se adopta una cañería de 25 mm de diámetro como fue calculado.

Las derivaciones, que por cálculo dan un diámetro de 16,5 mm, también serán respetadas debido a que en ningún caso se presenta una velocidad mayor a 10 m/s. Además, al tratarse de derivaciones directas a aplicaciones puntuales, es muy difícil que estas se vean afectadas por una ampliación.

Los valores de sección definitivos quedan resumidos en la Tabla 25.

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Diámetro [mm]	Velocidad [m/s]
Principal	180	40	5,2
Autoclave	36	16,5	8,5
Unión	144	40	4,2
Anillo	144	25	5,9
Envasadora	39	16,5	9,2
Estuchadora	24	16,5	8,5
Mezcladora	3,375	16,5	0,8
Disponibile	20	16,5	4,7

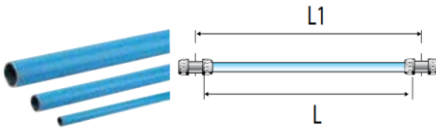
Tabla 25: Diámetros definitivos de instalación neumática

Cañería y accesorios

Para la construcción de la instalación neumática se van a utilizar los elementos de la marca Transair con los que fueron verificados los diámetros. Estos tienen la desventaja de ser de elevado costo, pero ofrecen múltiples ventajas muy importantes a la hora de seleccionar los elementos para este tipo de sistemas: son de gran calidad y durabilidad, poseen un bajo coeficiente de fricción (que disminuye los diámetros y permite manejar velocidades mayores sin elevar demasiado las pérdidas) y tienen una facilidad de conexión que los convierte en flexibles y de fácil mantenimiento.

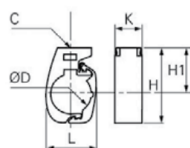
Dentro de la marca, se utilizará la gama de elementos de aluminio. Para los diámetros 16,5 mm, 25 mm y 40 mm, que son los que requiere la instalación, Transair provee una tecnología de conexión muy sencilla que se expande a todos sus accesorios.

A continuación, se mostrarán diferentes figuras que corresponden a los accesorios a utilizar en la instalación junto con algunas características técnicas.



Transair®	ø ext.	ø int.	L1 (m)	L (m)	Kg
1003A17 04 00	16,5	13	3	2,930	0,660
1004A17 04	16,5	13	4,5	4,430	0,990
1003A25 04 00	25	22	3	2,903	1,040
1006A25 04 00	25	22	6	5,903	1,933
1003A40 04 00	40	37	3	2,885	1,480
1006A40 04 00	40	37	6	5,885	2,860

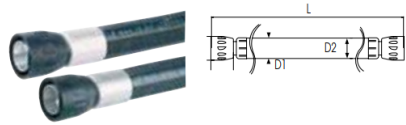
Figura 60: Accesorios para red neumática: cañería



Transair®	ØD	C	H1	H	K	L	Kg
6697 17 00	16,5	M8 x 1,25	46	61	30	33	0,027
6697 25 00	25	M8 x 1,25	46	67	30	38	0,030
6697 40 00	40	M8 x 1,25	46	74	30	50	0,035

Para asegurar una buena estabilidad de la red, recomendamos colocar al menos 2 clips por tubo. La fijación del tubo rígido de aluminio Transair® no puede estar asegurada más que por este clip, excluyendo cualquier otro tipo de fijación.

Figura 61: Accesorios para red neumática: clip de fijación



Transair®	Para línea Transair®	D1	D2	L (m)	Radio de curvatura mini (mm)	Kg
1001E25 00 01	25	38	25	0,570	100	0,794
1001E25 00 03	25	38	25	1,500	100	1,700
1001E25 00 04	25	38	25	2,000	100	2,080
1001E40 00 02	40	54	40	1,150	400	2,200
1001E40 00 04	40	54	40	2,000	400	3,380
1001E40 00 05	40	54	40	3,000	400	4,000

Figura 62: Accesorios para red neumática: tubería flexible



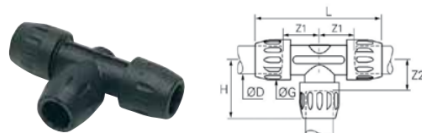
Transair®	ØD	ØG	L	Z	Kg
6606 17 00	16,5	34	120,5	35	0,065
6606 25 00	25	44,5	151,5	48	0,130
6606 40 00	40	67	205	57	0,395

Figura 63: Accesorios para red neumática: unión doble



Transair®	ØD	ØG	L	Z	Kg
6602 17 00	16,5	34	58	31	0,065
6602 25 00	25	44,5	69,5	40	0,120
6602 40 00	40	67	103	62	0,410

Figura 64: Accesorios para red neumática: codo a 90°




Transair®	ØD	G	H	L	Z1	Z2	Kg
6604 17 00	16,5	34	58	120,5	34	31	0,100
6604 25 00	25	44,5	67	151	48	40	0,185
6604 40 00	40	67	102	205	57	57	0,590

Figura 65: Accesorios para red neumática: tee




Transair®	ØD1	ØD2	ØG	Z	L	Kg
6666 17 25	25	16,5	34	51	77	0,052
6666 25 40	40	25	44,5	71	100,5	0,126

Figura 66: Accesorios para red neumática: reducción



Transair®	ØD	ØG	L	N	H	Z1	Z2	Kg
4092 17 00	16,5	34	123	96	51	29	43	0,330
4092 25 00	25	44	155	117	73	41	57	0,895
4092 40 00*	40	67	205	141	76	57	58	1,735
4092 50 00*	50	80	224	156	90	43	60	1,690
4092 63 00*	63	91	269	200	109	66	77	2,605

Figura 67: Accesorios para red neumática: válvula doble



Transair®	ØD1	ØD2	M	ØG	L	N	Z	Kg
6662 25 17	25	16,5	140	35	36	63,5	82	0,109
6662 25 00	25	25	134	45	36	63,5	74	0,124
6662 40 17	40	16,5	154	35	37,5	76,5	89	0,138
6662 40 25	40	25	150	45	37,5	76,5	82	0,145

Figura 68: Accesorios para red neumática: brida de derivación



Transair®	ØD	Perfil	Paso (mm)	Kg
6671 17 U1	16,5	ISO B	5,5	0,645
6671 17 U2	16,5	ISO B	8	0,682
6671 17 E4	16,5	EURO	7,2	0,698
6671 17 A1	16,5	ARO	5,5	0,700
6671 25 U1	25	ISO B	5,5	0,690
6671 25 U2	25	ISO B	8	0,755
6671 25 E4	25	EURO	7,2	0,745
6671 25 A1	25	ARO	5,5	0,735

Figura 69: Accesorios para red neumática: toma mural con dos salidas



Transair®	C	Caudal recomendado	Volumen maxi de decantación	Pmax de entrada	Pmax de salida	T°C a 10 bar	Nivel de filtración	Kg
6708 00 13	G1/4	33 m³/h	22 cm³	16 bar	8 bar	0°C a +50°C	30 µm	0,779
6708 00 21	G1/2	114 m³/h	50 cm³	16 bar	8 bar	0°C a +50°C	30 µm	1,316

Figura 70: Accesorios para red neumática: unidad de mantenimiento FRL

Con estos accesorios se construye toda la instalación neumática de la planta, desde la alimentación de aire comprimido hasta cada uno de los puntos de utilización.

Diseño

En Figura 71 mostramos la distribución de caños y equipos de la instalación neumática de la planta. Las distancias son acordes a las presentadas anteriormente en esta sección:

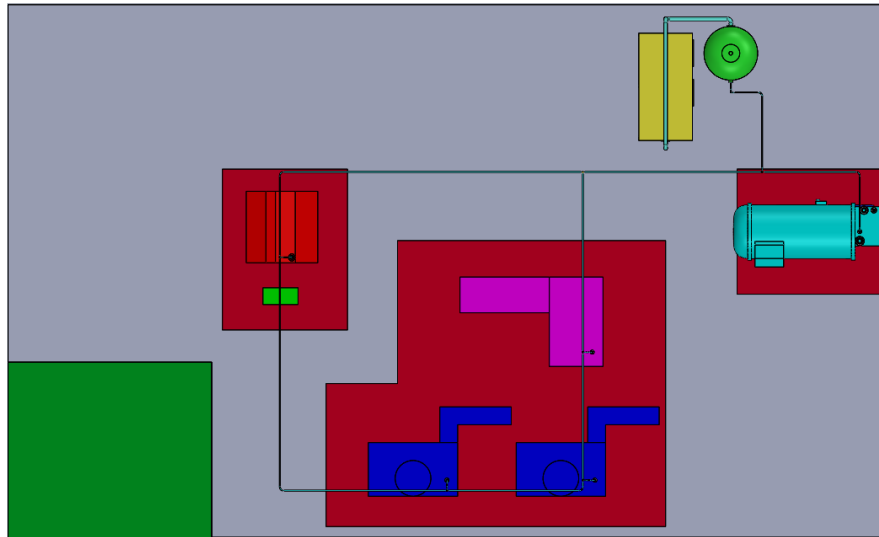


Figura 71: Vista superior del circuito neumático en SolidWorks

Y una imagen en perspectiva isométrica:

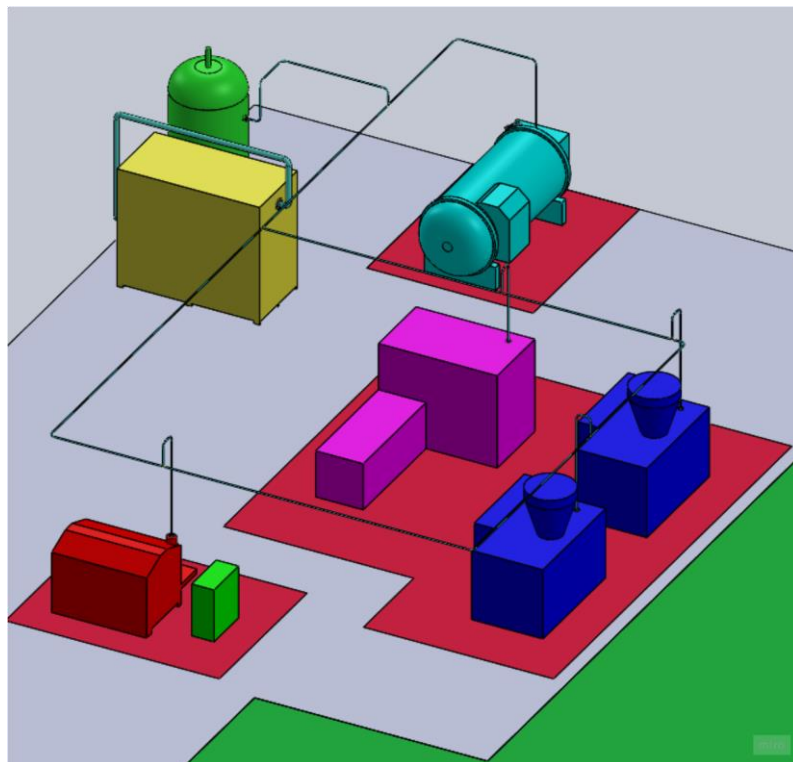


Figura 72: Vista isométrica del circuito neumático en SolidWorks

Instalación frigorífica

En nuestra planta se necesitan espacios refrigerados para 3 puntos del proceso: la materia prima recién ingresada, la mezcla lista para envasar y los pouchs listos para ser esterilizados. Se instalarán dos cámaras frigoríficas: en la primera ingresarán los cajones de materia prima (partes de pescado) y los tachos con la mezcla, mientras que en la segunda se almacenarán los carros con las bandejas de pouchs, listos para ser ingresados a la autoclave.

Dimensionamiento de las cámaras

En la primera cámara se situarán estanterías de 3 niveles. Cada una albergará 2 tachos de mezcla de 100 kg en la parte inferior y 8 cajones de materia prima de 40 kg distribuidos equitativamente en los dos estantes. Ubicando 9 de estas estanterías, la cámara tendrá una capacidad de almacenamiento de 1800 kg de mezcla y 2880 kg de materia prima, sumando un total de 4680 kg de producto. En la Figura 73 se puede visualizar la cámara y su distribución.

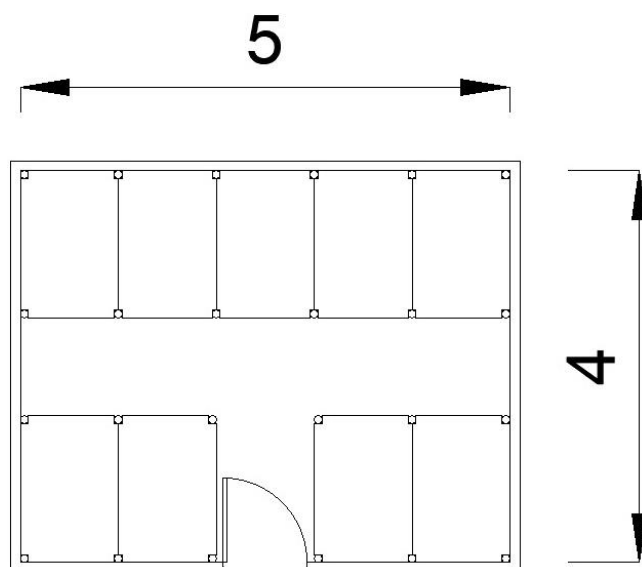


Figura 73: Croquis cámara frigorífica N°1

En la segunda cámara habrá tres pares de rieles en donde irán almacenadas las bandejas con los pouchs. Estos rieles conforman el mismo sistema de ingreso y egreso de los carros a la autoclave. Cada riel podrá almacenar 4 carros, por lo que la capacidad de la autoclave será de 12 carros. Sabiendo que cada carro contiene 265 kg de alimento en pouchs, tendrá una capacidad para 3180 kg. En la Figura 74 se visualizan las dimensiones de la cámara y la disposición de los rieles.

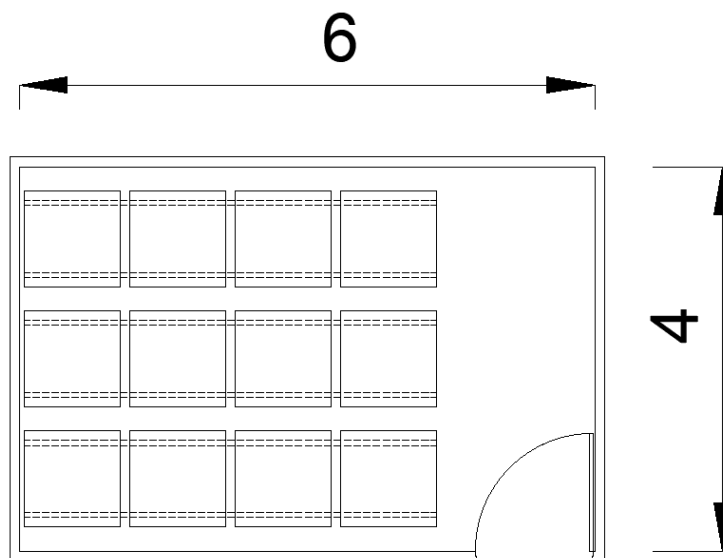


Figura 74: Croquis cámara frigorífica N°2

Cálculo de carga térmica

Para llevar a cabo el cálculo primero será necesario presentar todos los datos a tener en cuenta, entre los que se encuentran las condiciones del interior y exterior de las cámaras y la cantidad de producto que es capaz de almacenar cada una, entre otras cosas. Luego sí se puede llevar a cabo el proceso de cálculo de la carga térmica, conformado por la transmisión de calor desde el exterior, las infiltraciones de aire, la del producto que ingresa y las suplementarias.

Datos para el cálculo

Según el manual de refrigeración “Copeland” nuestro producto debe ser almacenado a temperaturas entre 33-35 °F (0.5-1.5 °C) y, bajo este estado, se conservará entre 5-15 días como máximo, debiendo conservarse bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura de la sala: 1°C
- Humedad relativa: 90%

Además, consideramos una temperatura del exterior de la cámara de 35°C, una temperatura del suelo de 25°C y que el producto a refrigerar, en todos los casos, ingresa a 15°C. Este último dato es para los casos más desfavorables.

La construcción de las cámaras será realizada con paneles aislantes de la marca MTH, de la localidad de Crespo, Entre Ríos. Se utilizará el modelo de 100 mm de espesor que tiene un coeficiente de resistencia térmica R de 3,155 $\text{m}^2 \cdot \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$, como indica la Figura 75.

ESPESOR	COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN K	COEFICIENTE DE RESISTENCIA TÉRMICA R
MM	Wm2 °C	m2 °C/W
50	0,650	1,538
100	0,325	3,155

Figura 75: Coeficientes de resistencia térmica de paneles aislantes

Debido a que las cargas van ingresando en distintos momentos, se realiza el cálculo de la primera cámara para la condición más desfavorable, que es al momento de ingresar la materia prima. Diariamente ingresan 900 kg, pero teniendo en cuenta de antemano posibles ampliaciones en vistas al futuro, se calculará la capacidad para 2000 kg, previendo que ingresen junto con algún

tacho de mezcla. Esa mezcla deberá llegar a la temperatura de la cámara en no más de 5 horas.

Sabiendo que la segunda cámara se va llenando a medida que actúa la envasadora, se puede prever en el cálculo un máximo de 6 carros en proceso de extracción de calor, lo que corresponde a una capacidad de enfriamiento de 1600 kg de producto.

Carga de transmisión de calor

Esta primera carga viene determinada por el calor que se transfiere directamente desde el exterior de las cámaras. Como tal, depende de la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior, del área expuesta a esta diferencia de temperatura y de la capacidad aislante de muros, suelo y techo. Por lo tanto, se determina mediante la fórmula.

$$Q = \frac{A \cdot \Delta T}{R}$$

donde:

- Q es la carga de transmisión de calor.
- A es el área expuesta.
- ΔT es la diferencia de temperatura.
- R es el coeficiente de resistencia térmica.

Este cálculo se realiza para cada una de las 6 caras de la cámara, es decir, las 4 paredes, el suelo y el techo. La suma de estas 6 cargas constituye la carga de transmisión de calor de cada cámara. En la Tabla 26 se muestran los datos y resultados del cálculo de la cámara N°1 y en la Tabla 27, los de la cámara N°2.

Espacio	A [m ²]	ΔT [°C]	R [m ² *°C/W]	Q [W]
Suelo	20	24	3,155	152,1
Pared norte	10	34	3,155	107,8
Pared sur	10	34	3,155	107,8
Pared este	12,5	34	3,155	134,7
Pared oeste	12,5	34	3,155	134,7
Techo	20	34	3,155	215,5
Total				852,6

Tabla 26: Carga de transmisión de calor - Cámara N°1

Espacio	A [m ²]	ΔT [°C]	R [m ² *°C/W]	Q [W]
Suelo	24	24	3,155	182,6
Pared norte	10	34	3,155	107,8
Pared sur	10	34	3,155	107,8
Pared este	15	34	3,155	161,6
Pared oeste	15	34	3,155	161,6
Techo	24	34	3,155	258,6
Total				980,0

Tabla 27: Carga de transmisión de calor - Cámara N°2

Carga por infiltraciones de aire

Cada vez que, desde el exterior, ingresa aire a las cámaras, debe reducir su temperatura hasta llegar a la del interior de las mismas. Esta reducción viene dada por una carga térmica que se debe tener en cuenta.

Para hacerlo se vale de tablas que fueron construidas mediante métodos empíricos. Estas tablas son 2 y nos otorgan coeficientes con los que alteramos un valor inicial (que es el volumen interior de la cámara) para poder estimar así un valor de carga por infiltraciones.

En la Tabla 28 se presenta el coeficiente C1, que indica las renovaciones necesarias de todo el volumen cada 24 horas. Este valor depende del volumen de las cámaras y de la temperatura interna.

Volumen ft ³	Cambios de aire en 24 horas		Volumen ft ³	Cambios de aire en 24 horas	
	Arriba de 32°F	Abajo de 32°F		Arriba de 32°F	Abajo de 32°F
200	44.0	33.5	8,000	6.5	5.0
300	34.5	26.2	8,000	5.5	4.3
400	29.5	22.5	10,000	4.9	3.8
500	26.0	20.0	15,000	3.9	3.0
600	23.0	18.0	20,000	3.5	2.6
800	20.0	15.3	25,000	3.0	2.3
1,000	17.5	13.5	30,000	2.7	2.1
1,500	14.0	11.0	40,000	2.3	1.8
2,000	12.0	9.3	50,000	2.0	1.6
3,000	9.5	7.4	75,000	1.6	1.3
4,000	8.2	6.3	100,000	1.4	1.1
5,000	7.2	5.6			

Tabla 28: Cambios de aire cada 24 horas en cámaras de almacenaje

El coeficiente C2, en cambio, valoriza ese volumen de aire en función de la carga térmica que aporta a la cámara y es necesario extraer. Este es extraído de la Tabla 29 y, como se puede visualizar, depende de tres variables: la temperatura del exterior y la temperatura y humedad relativa del interior.

Temperatura de la cámara de Almacenamiento °F	Temperatura del aire exterior °F							
	85		90		95		100	
	Porcentaje de Humedad Relativa							
	50	60	50	60	50	60	50	60
65	0.45	0.64	0.68	0.91	0.93	1.20	1.21	1.51
60	0.66	0.85	0.89	1.12	1.14	1.41	1.42	1.71
55	0.85	1.04	1.08	1.31	1.33	1.60	1.61	1.91
50	1.03	1.22	1.26	1.49	1.51	1.78	1.79	2.09
45	1.19	1.39	1.43	1.66	1.68	1.94	1.95	2.25
40	1.35	1.55	1.59	1.81	1.83	2.10	2.11	2.41
35	1.50	1.70	1.74	1.96	1.99	2.25	2.26	2.56
30	1.64	1.84	1.88	2.10	2.13	2.39	2.40	2.70

Temperatura de la cámara de Almacenamiento °F	Temperatura del aire exterior °F							
	40		50		90		100	
	Porcentaje de Humedad Relativa							
	70	80	70	80	50	60%	50	60
25	0.39	0.43	0.69	0.75	2.02	2.24	2.54	2.84
20	0.52	0.56	0.82	0.89	2.15	2.38	2.68	2.97
15	0.65	0.69	0.95	1.01	2.28	2.50	2.80	3.10
10	0.77	0.82	1.08	1.14	2.40	2.63	2.93	3.22
5	0.89	0.94	1.20	1.26	2.52	2.75	3.05	3.34
0	1.01	1.05	1.31	1.38	2.64	2.86	3.16	3.46
- 5	1.13	1.17	1.43	1.49	2.76	2.98	3.28	3.58
-10	1.24	1.29	1.55	1.61	2.88	3.10	3.40	3.70
-15	1.36	1.41	1.67	1.73	2.99	3.22	3.52	3.81
-20	1.48	1.52	1.78	1.85	3.11	3.34	3.64	3.93
-25	1.60	1.64	1.90	1.97	3.23	3.45	3.75	4.05
-30	1.72	1.76	2.03	2.09	3.35	3.58	3.88	4.17

Tabla 29: Calor removido por infiltración de aire

Conocidos los coeficientes, se lleva a cabo el cálculo de la carga.

$$Q = V \cdot C_1 \cdot C_2$$

- Cámara N°1:

$$Q = 1766 \text{ ft}^3 \cdot 13 \text{ ren}/24 \text{ h} \cdot 3 \text{ BTU}/\text{ft}^3$$

$$Q = 68874 \text{ BTU}/24 \text{ h}$$

$$Q = 842 \text{ W}$$

- Cámara N°2:

$$Q = 2119 \text{ ft}^3 \cdot 11,7 \text{ ren}/24 \text{ h} \cdot 3 \text{ BTU}/\text{ft}^3$$

$$Q = 74383 \text{ BTU}/24 \text{ h}$$

$$Q = 909 \text{ W}$$

Carga del producto

Esta es, generalmente, la carga más significativa ya que representa la razón de ser de una cámara de almacenamiento. Aquí es donde se calcula la carga térmica que se necesita extraer al producto que ingresa y esto depende básicamente de la cantidad y las condiciones de este, además del tiempo en el que pretendemos que este llegue a cierta temperatura final (la del interior de la cámara).

En este cálculo solo entra en juego la cantidad de calor que se debe extraer para llevar al producto a cierta temperatura, por lo que se simplifica el cálculo. Sin embargo, existen otras variables que en otras situaciones suelen entrar en juego y ser significantes, como son el calor latente para producir una congelación y el calor de transpiración que de algunos productos alimenticios.

De este modo, se puede afirmar que para este cálculo solo se necesita la masa de producto a enfriar, su calor específico (véase Tabla 30), la diferencia de temperatura entre la que ingresa y la de la cámara y el tiempo en el que se desea que llegue a esa temperatura.

Producto	Temperatura Promedio de Congelación °F	Porcentaje de Agua	Calor Específico BTU/lb. °F		Calor Latente de Fusión BTU/lb.	Calor de Evolución BTU por (24 hrs.) (ton) a la Temp. indicada	
			Arriba del punto de Congelación	Abajo del punto de Congelación		°F	BTU
Chirivías	28.9	78.6	0.84	0.46	112		
Ejotes	29.7	88.9	0.91	0.47	128	40	9,700-11,400
Ejotes	28.9	75.5	0.79	0.42	106	40	7,200-11,300
						40	10,600-13,200
Escarola	30.9	93.3	0.94	0.48	132		
Espárragos	29.8	93.0	0.94	0.48	134	40	11,700-23,100
Espinacas	30.3	92.7	0.94	0.48	132	40	8,000
Habas	30.1	66.5	0.73	0.40	94	40	4,300-6,100
Habas secas		12.5	0.30	0.24	18		
Hongos	30.2	91.1	0.93	0.47	130	32	6,200
						50	22,000
Jitomate	30.4	94.1	0.95	0.48	134	40	1,260
Lechuga	31.2	94.8	0.96	0.48	136	32	2,300
						40	2,700
Maíz		10.5	0.28	0.23	15		
Nabo	30.5	90.9	0.93	0.47	130	32	1,900
						40	2,200
						40	1,300-1,800
Papas	28.9	77.8	0.82	0.43	111		
Pepinos	30.5	96.1	0.97	0.49	137		
Pimiento	30.1	92.4	0.94	0.47	132	40	4,700
Rábano	30.1	93.6	0.95	0.48	134		
Rábano picante	25.4	73.4	0.78	0.42	104		
Rapónico	28.4	94.9	0.96	0.48	134		
Tomate	30.4	94.7	0.95	0.48	134	60	6,230
Verduras (mixtas)	30.0	90.0	0.90	0.45	130		
Zanahorias	29.6	86.2	0.90	0.46	126	32	2,100
						40	3,500
CARNES Y PESCADOS							
Aves (carne fresca)	27	74	0.79	0.37	106		
Aves (congeladas)	27	74	0.79	0.37	106		
Bacalao (fresco)	28		0.90	0.48	119		
Camarones	28	70.8	0.83	0.45	119		
Carne cortada (retazo)	29	65	0.72	0.40	95		
Carne de cordero	29	58	0.67	0.30	83.5		
Carne de puerco (ahumada)		57	0.60	0.32			
Carne de puerco (ahumada)	28	60	0.58	0.38	86.5		
Carne de res (grasosa)	28		0.60	0.35	79		
Carne de res (magra)	29	68	0.77	0.40	100		
Carne de res (salada)			0.75				
Carne de res (seca)		5-15	0.22-0.34	0.19-0.26	7-22		
Carne de ternera	29	63	0.71	0.39	91		
Chorizos	26	65.5	0.89	0.56	93		
Embutidos			0.60				
Escalopas	28	80.3	0.89	0.48	116		
Hígados	29	65.5	0.72	0.40	93.3		
Jamones y Lomos	27	60	0.68	0.38	86.5		
Ostiones (en su concha)	27	80.4	0.83	0.44	116		
Ostiones (en lata)	27	87	0.90	0.46	125		
Pescado (congelado)	28	70	0.76	0.41	101		
Pescado (en hielo)		70	0.76	0.41	101		
Pescado (seco)			0.56	0.34	65		
Salchichas (ahumadas)	25	60	0.86	0.56	86		
Salchichas (Frankfurt)	29	60	0.88	0.56	86		
Salchichas (frescas)	26	65	0.89	0.56	93		
Tocino		20	0.50	0.30	29		

Tabla 30: Características de productos alimenticios

Los datos utilizados para el cálculo de la carga debida al producto se pueden ver en la sección "Datos para el cálculo", en donde se explica con detalle las cantidades de producto consideradas para cada cámara.

El cálculo queda de la siguiente forma

$$Q = \frac{m \cdot c_p \cdot \Delta T}{\Delta t}$$

- Cámara N°1:

$$Q = \frac{5512,5 \text{ lb} \cdot 0,76 \text{ BTU/lb} \cdot ^\circ\text{F} \cdot 25,2 ^\circ\text{F}}{5 \text{ h}}$$

$$Q = 21115 \text{ BTU/h}$$

$$Q = 6192 \text{ W}$$

- Cámara N°2:

$$Q = \frac{3528 \text{ lb} \cdot 0,76 \text{ BTU/lb} \cdot ^\circ\text{F} \cdot 25,2 ^\circ\text{F}}{5 \text{ h}}$$

$$Q = 13514 \text{ BTU/h}$$

$$Q = 3963 \text{ W}$$

Carga suplementaria

Por último, deben incluirse diversos factores que, aunque en menor medida, generan una carga térmica previsible. Estos vienen dados por la iluminación y las personas que ingresan a la cámara.

El caso de la iluminación es muy simple ya que cada unidad de energía que se utiliza en iluminación se refleja como carga térmica en el interior. Por lo que se requieren tres datos: la potencia de cada lámpara, la cantidad y el tiempo de funcionamiento. Sabiendo que en cada cámara hay 4 lámparas de 40 W cada una y que se estima un tiempo de utilización de 1 hora al día:

$$Q = \frac{4 \cdot 40 \text{ W} \cdot 1 \text{ h}}{24 \text{ h}}$$

$$Q = 6,67 \text{ W}$$

Cuando se habla de las personas, se hace referencia al calor disipado por las personas que ingresan y se mantienen dentro de la cámara frigorífica. Se puede deducir entonces que nuevamente dependemos de la cantidad de personas que ingresan, el tiempo que permanecen dentro y también de un coeficiente C, otorgado por la Tabla 31, que estima una cantidad de calor entregado por cada hora que pasa dentro una persona y depende exclusivamente de la temperatura del interior.

Temperatura del Refrigerador en °F	Calor disipado/persona BTU/hora
50	720
40	840
30	950
20	1,050
10	1,200
0	1,300
-10	1,400

Tabla 31: Calor disipado por las personas dentro de una cámara frigorífica

Para este cálculo se considerará, en cada cámara, un ingreso diario de 4 personas, 1 hora cada una. Por lo que la carga queda de la siguiente forma:

$$Q = 4 \cdot 1 \text{ h} \cdot 950 \text{ BTU/h}$$

$$Q = 3800 \text{ BTU}/24 \text{ h}$$

$$Q = 46 \text{ W}$$

En la Tabla 32 se muestra el total de la carga térmica suplementaria para cada cámara

Tipo	Q [W]
Iluminación	6,67
Personas	46
Total	52,67

Tabla 32: Carga térmica suplementaria

Carga térmica total

El último paso para determinar los requisitos del equipamiento necesario es la suma de todas las cargas, logrando así una carga térmica total necesaria. A continuación, se presentan los resultados conseguidos para cada cámara frigorífica:

Tipo	Q [W]
Transmisión de calor	852,6
Infiltraciones de aire	842
Producto	6192
Suplementaria	52,67
Total	7939,27

Tabla 33: Carga térmica total - Cámara N°1

Tipo	Q [W]
Transmisión de calor	980
Infiltración de aire	909
Producto	3963
Suplementaria	52,67
Total	5904,67

Tabla 34: Carga térmica total - Cámara N°2

Equipos frigoríficos

Con los valores de carga térmica definidos para cada cámara, es necesario ahora llevar a cabo la selección de los equipos. En primera instancia se determinarán las unidades interiores de cada cámara y, en segundo lugar, las exteriores. En este segundo punto se puede analizar las variantes del mercado y disponer de una sola unidad que satisfaga ambas cámaras. La selección se realizará mediante los catálogos de la marca Goodcold.

Unidad evaporadora

En la información que otorgan los equipos de frío siempre aparece una capacidad frigorífica nominal. Esa capacidad es la que puede satisfacer el equipo a ciertas condiciones. Para llevar a cabo una correcta selección, debemos calcular primero un factor de selección que relaciona la capacidad nominal del equipo con la capacidad a las condiciones del proyecto en cuestión.

Este factor depende de la temperatura de evaporación del gas refrigerante y de la diferencia de temperatura entre este y el interior de la cámara. Esta diferencia de temperatura depende de la humedad relativa y se extrae de la. Con este dato, se calcula la temperatura del gas y se ingresa a la, de donde proviene directamente el factor de selección.

ΔT	HR %
5°	95
5,6°	90
6,3°	85
7,2°	80
8,2°	75
9,6°	70
11,5°	65
15°	60

Tabla 35: Diferencia de temperatura entre gas refrigerante y el interior de cámara

La temperatura de evaporación del gas queda de la siguiente forma:

$$\Delta T = T_{\text{cámara}} - T_{\text{evaporación}} \therefore T_{\text{evaporación}} = T_{\text{cámara}} - \Delta T$$

$$T_{\text{evaporación}} = 1^{\circ}\text{C} - 5,6^{\circ}\text{C} = -4,6^{\circ}\text{C}$$

ΔT	Temperatura de Evaporación ($^{\circ}\text{C}$)						
	-20	-15	-10	-7	-5	0	+5
4°	0,48	0,5	0,52	0,53	0,54	0,56	0,62
5°	0,58	0,61	0,6	0,63	0,63	0,64	0,73
6°	0,7	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,83
7°	0,82	0,85	0,87	0,88	0,88	0,89	0,96
8°	0,93	0,98	0,99	1	1,01	1,02	1,11
9°	1,05	1,1	1,12	1,13	1,13	1,15	1,24
10°	1,13	1,15	1,15	1,16	1,17	1,19	1,37
12°	---	---	1,3	1,33	1,37	1,45	1,64

Tabla 36: Factor de selección de unidad evaporadora

Interpolando se toma un valor de 0,7 para ambas cámaras, dado que las condiciones de trabajo son las mismas. Ahora se procede a calcular qué capacidad debe realmente tener como mínimo el evaporador de cada una.

$$F_s = \frac{Q}{Q_{nom}} \therefore Q_{nom} = \frac{Q}{F_s}$$

- Cámara N°1:

$$Q_{nom} = \frac{7939,27 \text{ W}}{0,7}$$

$$Q_{nom} = 11341,81 \text{ W}$$

- Cámara N°2:

$$Q_{nom} = \frac{5904,67 \text{ W}}{0,7}$$

$$Q_{nom} = 8435,24 \text{ W}$$

Con estos valores se procede a buscar en la Tabla 37 una unidad para cada cámara y, con ayuda de la Figura 76, a determinar sus dimensiones finales.

CUBICOS																		
Unidad HP	MODELO	Capacidad WATTS	Sup. m ²	Forzadores			Conexiones		Dimensiones							Resistencias (Opcionales)		
		Temp. Evap. -7°C ΔT 8°C		Proyección de aire Mts.	Cant.	Diámetro mm	Caudal m ³ /Hs.	Entrada Distrib.	Salida Colector	A	B	C	D	E	F	G	Evaporador Cant. X Watts	Bandeja Watts
1	VMC01.7 125	1700	8,0	6	1	250	1050	1/2	5/8	720	370	410	474	-	-	395	4 x 400	800
1,5	VMC02.4 130	2400	9,2	8	1	300	1300	1/2	5/8	660	440	450	408	-	-	395	4 x 400	800
2	VMC03.2 130	3200	13,1	8	1	300	1300	1/2	5/8	820	440	450	574	-	-	395	4 x 500	1000
3	VMC05.5 230	5500	22,6	8	2	300	2600	1/2	7/8	1225	440	450	483	486	-	395	4 x 650	1300
5	VMC07.8 235	7800	32,6	10	2	350	3100	1/2	1 1/8	1320	520	450	526	539	-	395	4 x 1200	2400
6	VMC10.5 335	10558	38,0	11	3	350	4350	1/2	1 1/8	1617	520	450	455	447	452	395	6 x 1000	2000
8	VMC12.0 335	11992	43,2	11	3	350	4650	1/2	1 1/8	1810	520	450	520	518	511	395	6 x 1200	2400
10	VMC14.5 340	14361	51,7	12	3	400	8900	5/8	1 3/8	2080	595	450	612	612	608	630	6 x 1300	2600
12	VMC17.5 245	17708	62,0	14	2	450	9200	5/8	1 3/8	1710	740	540	733	727	-	650	8 x 1200	2400
13	VMC22.1 345	22120	77,5	14	3	450	13320	7/8	1 3/8	2080	740	600	612	612	608	650	12X1300	2600
15	VMC27.0 345	27050	96,3	14	3	450	13320	7/8	1 5/8	2080	740	600	612	612	608	650	12X1300	2600
18	VMC33.0 350	33000	116,3	14	3	500	16500	7/8	1 5/8	2080	740	600	612	612	608	650	12X1300	2600

Tabla 37: Modelos de unidades evaporadoras

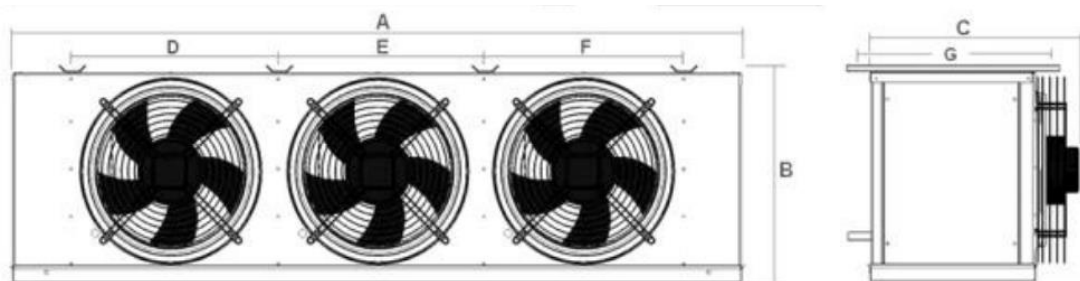


Figura 76: Dimensiones de unidades evaporadoras

Se seleccionan entonces los siguientes equipos:

- Cámara N°1: Evaporador Goodcold VMC12.0 335
- Cámara N°2: Evaporador Goodcold VMC10.5 335

Unidad condensadora

Los equipos exteriores deben ser compatibles con las unidades interiores, tanto en materia de capacidad frigorífica como en el tipo de refrigerante que son capaces de utilizar. Para este proyecto se intentará adquirir una unidad exterior para las dos interiores seleccionadas.

Para esta selección se debe recurrir a un proceso similar al de la búsqueda de un factor de selección, pero mediante una tabla. Se provee en la Tabla 38 una lista de los modelos de condensadores con sus respectivas capacidades a diferentes temperaturas de evaporación del gas refrigerante. De esta forma se selecciona la unidad y no es necesario aplicar ningún otro factor.

MODELO	RENDIMIENTO (Watts)				
	Temperatura de evaporación				
	-15°C	-10°C	-5°C	0°C	5°C
UCIINS0200	3090	3710	4440	5280	6250
UCIINS0300	4200	5050	6040	7190	8510
UCIINS0400	6000	7220	8630	10260	12160
UCIINS0500	7380	8870	10600	12610	14940
UCIINS0600	8750	10520	12570	14960	17710
UCIINS0700	9860	11860	14180	16860	19970
UCIINS0800	11320	13610	16270	19360	22920
UCIINS1000	15610	18770	22430	26690	31610
UCIINS1200	18010	21660	25890	30790	36470
UCIINS1500	22300	26810	32050	38130	45150

Tabla 38: Modelos de unidades condensadoras

Se decide la adquisición del modelo UCIINS1000, suficiente para cubrir, a las condiciones del proyecto, los 19777 W que requiere el funcionamiento de los dos evaporadores a capacidad nominal.

Análisis financiero

En el siguiente capítulo se desarrolla todo el contenido del proyecto relacionado a las finanzas. El objetivo del mismo es determinar efectivamente si el proyecto es viable en términos económicos.

Se presenta cual será el monto inicial en el que se debe invertir y la forma de financiar este. Luego se describen los ingresos y egresos, armando así un flujo de fondos. Por último, se calculan los indicadores VAN, TIR y el periodo de retorno de la inversión.

Todos los precios conseguidos han sido en la moneda estadounidense, por lo que en cada sector se irá convirtiendo a pesos argentinos en función del tipo de cambio oficial.

Inversión inicial

Para llevar a cabo el proyecto es necesario realizar una inversión muy grande en máquinas e instalaciones. En la Tabla 39 se muestra una descripción de todos estos ítems.

Tipo	Ítem	Costo [\$USD]	Costo [P]
Equipos	Trituradora	\$ 3.000	\$ 2.625.000
	Mezcladora	\$ 51.600	\$ 45.150.000
	Envasadora	\$ 139.900	\$ 122.412.500
	Estuchadora	\$ 116.500	\$ 101.937.500
	Autoclave	\$ 90.200	\$ 78.925.000
Instalaciones	Instalación de vapor	\$ 14.000	\$ 12.250.000
	Tratamiento de efluentes	\$ 4.000	\$ 3.500.000
	Instalación eléctrica	\$ 50.000	\$ 43.750.000
	Instalación neumática	\$ 8.000	\$ 7.000.000
	Instalación frigorífica	\$ 35.000	\$ 30.625.000
Total		\$ 512.200	\$ 448.175.000

Tabla 39: Inversión inicial

El monto total a invertir al comienzo del proyecto será de \$448.175.000.

Financiación

Para llevar a cabo este proyecto la empresa dispone de un capital ahorrado para invertir de \$100.000.000, además de la materia prima y el terreno. Por lo tanto, es necesario tomar deuda para cubrir el resto de la inversión inicial.

Este crédito será tomado mediante el Consejo Federal de Inversiones. Es a 5 años, con pagos anuales y a tasa compensatoria variable. Su monto será de \$350.000.000 y la tasa prevista es del 67,4%.

Cuota	Amortización	Saldo	Intereses	Monto a pagar
1	\$ 70.000.000	\$ 280.000.000	\$ 235.900.000	\$ 305.900.000
2	\$ 70.000.000	\$ 210.000.000	\$ 188.720.000	\$ 258.720.000
3	\$ 70.000.000	\$ 140.000.000	\$ 141.540.000	\$ 211.540.000
4	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 94.360.000	\$ 164.360.000
5	\$ 70.000.000	\$ 0	\$ 47.180.000	\$ 117.180.000

Tabla 40: Cuotas del crédito tomado

Ingresos

Debido a que la empresa se encarga de la producción de un solo modelo de producto, los ingresos serán únicamente debido a sus ventas, es decir, serán directamente proporcionales a la cantidad de cajas vendidas.

Para esto se realiza, en la Tabla 41, un desarrollo mensual de las cantidades de cajas que se prevean vender, considerando un crecimiento porcentual de las mismas en los dos momentos en que se realizan inversiones (inicialmente y a 2 años), junto con sus respectivos ingresos por ventas. Además, se deja, en la Tabla 42, un resumen anual de estos ingresos.

Mes	Cajas	Ingreso [\$]
1	0	\$ 0
2	0	\$ 0
3	0	\$ 0
4	0	\$ 0
5	0	\$ 0
6	0	\$ 0
7	19600	\$ 58.800.000
8	22400	\$ 67.200.000
9	25200	\$ 75.600.000
10	28000	\$ 84.000.000
11	28000	\$ 84.000.000
12	28000	\$ 84.000.000
13	28000	\$ 84.000.000
14	28000	\$ 84.000.000
15	28000	\$ 84.000.000
16	28000	\$ 84.000.000
17	28000	\$ 84.000.000
18	28000	\$ 84.000.000
19	28000	\$ 84.000.000
20	28000	\$ 84.000.000
21	28000	\$ 84.000.000
22	28000	\$ 84.000.000
23	28000	\$ 84.000.000
24	28000	\$ 84.000.000
25	28000	\$ 84.000.000
26	28000	\$ 84.000.000
27	28000	\$ 84.000.000
28	28000	\$ 84.000.000
29	28000	\$ 84.000.000
30	28000	\$ 84.000.000
31	31500	\$ 94.500.000
32	35000	\$ 105.000.000
33	38500	\$ 115.500.000
34	42000	\$ 126.000.000
35	45500	\$ 136.500.000
36	45500	\$ 136.500.000
37	45500	\$ 136.500.000
38	45500	\$ 136.500.000
39	45500	\$ 136.500.000
40	45500	\$ 136.500.000
41	45500	\$ 136.500.000
42	45500	\$ 136.500.000
43	45500	\$ 136.500.000
44	45500	\$ 136.500.000
45	45500	\$ 136.500.000
46	45500	\$ 136.500.000
47	45500	\$ 136.500.000
48	45500	\$ 136.500.000
49	45500	\$ 136.500.000
50	45500	\$ 136.500.000
51	45500	\$ 136.500.000
52	45500	\$ 136.500.000
53	45500	\$ 136.500.000
54	45500	\$ 136.500.000
55	45500	\$ 136.500.000
56	45500	\$ 136.500.000
57	45500	\$ 136.500.000
58	45500	\$ 136.500.000
59	45500	\$ 136.500.000
60	45500	\$ 136.500.000

Tabla 41: Ingresos mensuales

Año	Cajas	Ingreso [\$]
1	151200	\$ 453.600.000
2	336000	\$ 1.008.000.000
3	406000	\$ 1.218.000.000
4	546000	\$ 1.638.000.000
5	546000	\$ 1.638.000.000

Tabla 42: Ingresos anuales

Egresos

De la misma forma que definimos los ingresos se lleva a cabo el desglose de los egresos que tenemos. Sin embargo, estos se deben agrupar en distintas categorías.

Por un lado, tenemos la compra directa de insumos para el funcionamiento de la producción, como lo son los envases o el salvado de arroz. La mano de obra y los servicios también tienen su ítem por separado. Se incluyen también como egresos al pago de las cuotas anuales del crédito tomado y, por último, las inversiones que se realizan, tanto la inicial como la reinversión.

Al igual que en el punto anterior se muestra, en la Tabla 43, todo el detalle de los egresos mensuales y, en la Tabla 44, el resumen anualizado.

Mes	Insumos	Mano de obra	Servicios	Crédito	Inversión	Total
0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 448.175.000	\$ 448.175.000
1	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000
2	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000
3	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000
4	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000
5	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000
6	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000
7	\$ 14.000.000	\$ 6.175.000	\$ 579.000	\$ 0	\$ 0	\$ 20.754.000
8	\$ 16.000.000	\$ 6.175.000	\$ 617.600	\$ 0	\$ 0	\$ 22.792.600
9	\$ 18.000.000	\$ 6.175.000	\$ 656.200	\$ 0	\$ 0	\$ 24.831.200
10	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 694.800	\$ 0	\$ 0	\$ 26.869.800
11	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 733.400	\$ 0	\$ 0	\$ 26.908.400
12	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 305.900.000	\$ 0	\$ 332.847.000
13	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
14	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
15	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
16	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
17	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
18	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
19	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
20	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
21	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
22	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
23	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
24	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 258.720.000	\$ 0	\$ 285.667.000
25	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 122.412.500	\$ 149.359.500
26	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
27	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
28	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
29	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
30	\$ 20.000.000	\$ 6.175.000	\$ 772.000	\$ 0	\$ 0	\$ 26.947.000
31	\$ 22.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 30.990.800
32	\$ 25.000.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 33.490.800
33	\$ 27.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 35.990.800
34	\$ 30.000.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 38.490.800
35	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
36	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 211.540.000	\$ 0	\$ 252.530.800
37	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
38	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
39	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
40	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
41	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
42	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
43	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
44	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
45	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
46	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
47	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
48	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 164.360.000	\$ 0	\$ 205.350.800
49	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
50	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
51	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
52	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
53	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
54	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
55	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
56	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
57	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
58	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
59	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 0	\$ 0	\$ 40.990.800
60	\$ 32.500.000	\$ 7.410.000	\$ 1.080.800	\$ 117.180.000	\$ 0	\$ 158.170.800

Tabla 43: Egresos mensuales

Año	Insumos	Mano de obra	Servicios	Crédito	Inversión	Total
0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 448.175.000	\$ 448.175.000
1	\$ 108.000.000	\$ 37.050.000	\$ 4.353.000	\$ 305.900.000	\$ 0	\$ 455.303.000
2	\$ 240.000.000	\$ 74.100.000	\$ 9.264.000	\$ 258.720.000	\$ 0	\$ 582.084.000
3	\$ 290.000.000	\$ 81.510.000	\$ 11.116.800	\$ 211.540.000	\$ 122.412.500	\$ 716.579.300
4	\$ 390.000.000	\$ 88.920.000	\$ 12.969.600	\$ 164.360.000	\$ 0	\$ 656.249.600
5	\$ 390.000.000	\$ 88.920.000	\$ 12.969.600	\$ 117.180.000	\$ 0	\$ 609.069.600

Tabla 44: Egresos anuales

Flujo de fondos

Una vez que se consigue desglosar todos los futuros ingresos y egresos de los próximos 5 años, se arma el flujo de fondos de la empresa siguiendo los mismos criterios utilizados anteriormente, obteniendo así un flujo de fondos mensual detallado en la Tabla 45 y uno anual resumido en la Tabla 46.

Mes	Ingresos	Egresos	Flujo de fondos
0	\$ 0	\$ 448.175.000	-\$ 448.175.000,00
1	\$ 0	\$ 50.000	-\$ 50.000
2	\$ 0	\$ 50.000	-\$ 50.000
3	\$ 0	\$ 50.000	-\$ 50.000
4	\$ 0	\$ 50.000	-\$ 50.000
5	\$ 0	\$ 50.000	-\$ 50.000
6	\$ 0	\$ 50.000	-\$ 50.000
7	\$ 58.800.000	\$ 20.754.000	\$ 38.046.000
8	\$ 67.200.000	\$ 22.792.600	\$ 44.407.400
9	\$ 75.600.000	\$ 24.831.200	\$ 50.768.800
10	\$ 84.000.000	\$ 26.869.800	\$ 57.130.200
11	\$ 84.000.000	\$ 26.908.400	\$ 57.091.600
12	\$ 84.000.000	\$ 332.847.000	-\$ 248.847.000
13	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
14	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
15	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
16	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
17	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
18	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
19	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
20	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
21	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
22	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
23	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
24	\$ 84.000.000	\$ 285.667.000	-\$ 201.667.000
25	\$ 84.000.000	\$ 149.359.500	-\$ 65.359.500
26	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
27	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
28	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
29	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
30	\$ 84.000.000	\$ 26.947.000	\$ 57.053.000
31	\$ 94.500.000	\$ 30.990.800	\$ 63.509.200
32	\$ 105.000.000	\$ 33.490.800	\$ 71.509.200
33	\$ 115.500.000	\$ 35.990.800	\$ 79.509.200
34	\$ 126.000.000	\$ 38.490.800	\$ 87.509.200
35	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
36	\$ 136.500.000	\$ 252.530.800	-\$ 116.030.800
37	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
38	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
39	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
40	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
41	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
42	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
43	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
44	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
45	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
46	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
47	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
48	\$ 136.500.000	\$ 205.350.800	-\$ 68.850.800
49	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
50	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
51	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
52	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
53	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
54	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
55	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
56	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
57	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
58	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
59	\$ 136.500.000	\$ 40.990.800	\$ 95.509.200
60	\$ 136.500.000	\$ 158.170.800	-\$ 21.670.800

Tabla 45: Flujo de fondos mensual

Año	Flujo de fondos neto
0	-\$ 448.175.000,00
1	-\$ 1.703.000
2	\$ 425.916.000
3	\$ 501.420.700
4	\$ 981.750.400
5	\$ 1.028.930.400

Tabla 46: Flujo de fondos anual resumido

Indicadores financieros

Con el objetivo de determinar la factibilidad económica existente a la hora de llevar a cabo este proyecto es que se utilizan herramientas financieras. En este caso se determinarán 3: el período de retorno de la inversión, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Período de retorno

Para conocer el tiempo en el que se podrá recuperar la inversión realizada en primera instancia se armará un gráfico del flujo de fondos acumulado. El mismo viene dado por la Figura 77 y de allí podemos ver los dos momentos en los que el acumulado pasa a ser positivo.

Por un lado, se puede ver que la inversión inicial se repaga en 1 año y 8 meses. Luego, a los 2 años, se realiza una reinversión para ampliar la producción, siendo esta totalmente cubierta a los 2 años y 3 meses de iniciado el proyecto.

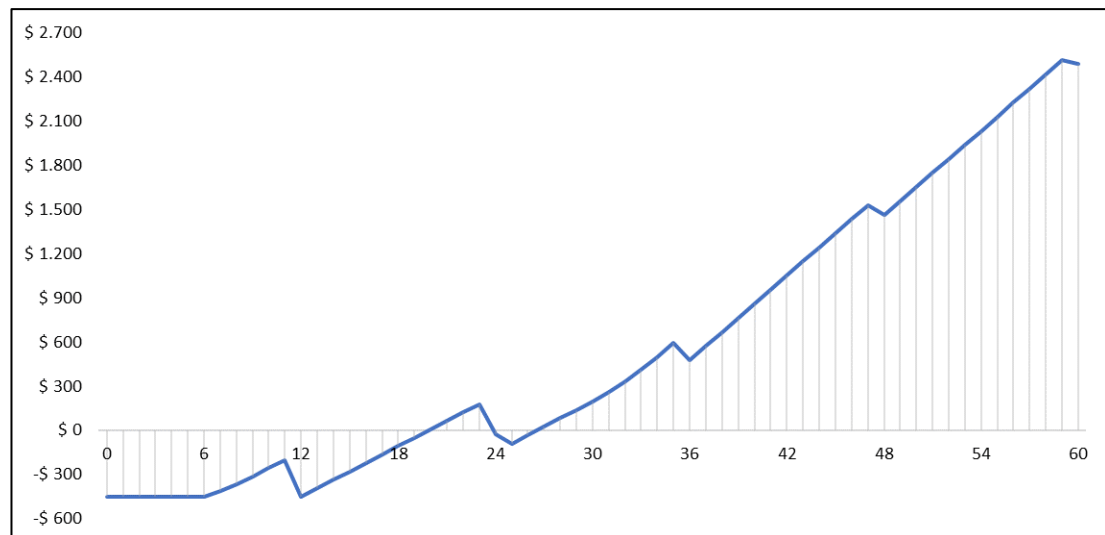


Figura 77: Flujo de fondos acumulado

Valor actual neto

Este indicador representa el valor presente del flujo de cajas en un periodo de tiempo y se considera satisfactorio cuando su valor es positivo. Para este caso se tomó un total de 5 años para analizarlo.

Para el cálculo del mismo se necesita el flujo de fondos neto de cada periodo (en este caso se tomarán los anuales) y una tasa de descuento que depende de las tasas de interés que podría generar el capital invertido si tomáramos otras decisiones. Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+d)^t} \quad \text{donde} \quad d = \frac{i}{1+i}$$

Tomando una tasa de interés anual de 67,4% (la misma utilizada en la toma del crédito), la tasa de descuento utilizada será de 40,26% y el VAN del proyecto a 5 años es de \$391.984.608.

El hecho de que este valor sea mayor que 0 es un buen primer indicio de la viabilidad económica del proyecto.

Tasa interna de retorno

A diferencia del anterior, este indicador representa el rendimiento que tendrá este proyecto y permite compararlo con otras opciones disponible de inversión. También se puede decir que es la tasa de descuento cuando el VAN es igual a 0, por lo que su fórmula viene dada por:

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Esto se resuelve directamente mediante software y, para el flujo de fondos de esta empresa su resultado es 68,86%.

Este valor es comparable con la tasa de interés de un plazo fijo, por ejemplo. Al día de la fecha un plazo fijo otorga una rentabilidad del 110% anual. En principio podría parecer que conviene utilizar este método de inversión por encima de este proyecto, pero se deben tener en cuenta dos aspectos: en primer lugar, la tasa de un plazo fijo fluctúa con la macroeconomía y no suele mantenerse estable, por lo que dependemos de diversas condiciones para conocer la rentabilidad de nuestra inversión en los siguientes años. Y en segundo lugar, a los 5 años este proyecto queda repagado y con ninguna cuota para pagar del crédito tomado, por lo que la tasa de retorno aumenta de forma considerable a partir de este momento.

Luego de analizar estos indicadores, se concluye que el proyecto es viable tanto económica como financieramente.

Conclusión

Como futuros ingenieros electromecánicos, este informe representa la culminación de nuestros esfuerzos y la manifestación de nuestro máximo logro. Desde cero, hemos calculado y diseñado una planta de producción de alimentos para mascotas a base de subproductos de la industria pesquera. Propusimos la creación de un producto diferenciado y de calidad para el mercado de mascotas, aportando una solución innovadora al problema de los recursos pesqueros desaprovechados. Este proyecto abarca aspectos técnicos y económicos, destacando su contribución en la reducción de residuos. Confiamos en haber superado los objetivos y requisitos establecidos, evidenciando nuestra capacidad y competencia como ingenieros en formación. Consideramos también a este proyecto como el más significativo de nuestra carrera, y nos llena de orgullo y satisfacción el impacto positivo que podría tener en el ámbito de la sostenibilidad y la innovación a nivel industrial.

Bibliografía

Documentos y libros

AEA. (2006). Reglamento para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. AEA 90364-7.

(s.f.). Apuntes de la cátedra: redes e instalaciones eléctricas.

Copeland. (s.f.). Manual de refrigeración, parte 3: la carga de refrigeración.

Muther, R. (2015). Systematic Layout Planning.

SENASA. (2001). Marco Regulatorio sobre las condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos. Resolución 482/2001.

Sitios web

- Máquina trituradora: <https://es.aliexpress.com/i/32583492191.html>
- Máquina mezcladora:
<https://chiacchiera.com.ar/maquinarias/mezcladoras/mezcladora-a-cintas-5001500/>
- Máquina envasadora: http://www.fustec.com.ar/prod_doypack.html
- Máquina esterilizadora, autoclave: <http://retort-sterilizer.com/1-6-oscillating-retort.html>
- Máquina estuchadora:
http://www.fustec.com.ar/prod_estuchadoras.html
- Sistema DAF: <https://es.aliexpress.com/sistema-DAF>

- Catálogo de conductores, Prysmian:
https://www.prysmianclub.es/wp-content/uploads/2018/05/2018_Prysmian_-GU%C3%8DA-TECNICA_Baja-Tensi%C3%B3n-ilovepdf-compressed.pdf
- Catálogo de protecciones, Schneider:
<https://www.se.com/ar/es/work/support/product-selector/>
- Catálogo de Genrod para la puesta a tierra:
https://www.genrod.com.ar/archivos/catalogos/Puesta_a_Tierra.pdf