



**Universidad
Europea**

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO

MÁSTER UNIVERSITARIO EN LOGÍSTICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN
DE HELADOS Y SU ALMACÉN MEDIANTE
UNA ESTRATEGIA DE MINIMIZACIÓN DE
STOCKS**

Alumno: D^a. MARÍA FERRER MARTÍNEZ

Director: D. GERARDO SARABIA MONTALVO

JUNIO 2024

TÍTULO: Diseño de una planta de producción de helados y su almacén mediante una estrategia de minimización de stocks

AUTOR: MARÍA FERRER MARTÍNEZ

DIRECTOR DEL PROYECTO: GERARDO SARABIA MONTALVO

FECHA: 20 de septiembre de 2024

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es el rediseño del almacén de una planta dedicada a la producción de helados a partir de una estrategia de minimización de stocks.

Inicialmente, se estudia el almacén existente y, con el resultado del análisis realizado, se proponen cambios que permiten minimizar el stock, reducir los costes y mejorar la productividad y la eficacia en las operaciones.

Partiendo de unos datos iniciales se elabora una propuesta de mejora en la que se dimensionan los medios de almacenamiento, los medios de manutención y se definen tanto las operaciones de almacenaje como las de recepción y expedición de camiones. Además, se diseña la distribución en planta y se estiman los costes anuales y la inversión que supone. Analizado el resultado se compara la situación actual con la nueva propuesta y se escoge la solución que mejor se adapte a los requisitos y necesidades de la compañía y que suponga los menores costes e inversión.

Palabras clave: almacén; diseño; inventario; coste; helados.

ABSTRACT

The objective of this work is the redesign of the warehouse of a plant dedicated to the production of ice cream based on a stock minimization strategy.

Initially, the existing warehouse is studied and, based on the results of the analysis, changes are proposed that allow stock to be minimized, costs to be reduced and productivity and efficiency in operations to be improved.

Based on initial data, a proposal for improvement is made in which the storage and handling means are sized and both the storage operations and the reception and dispatch of trucks are defined. In addition, the plant layout is designed and the annual costs and the investment involved are estimated. Once the result has been analyzed, the current situation is compared with the new proposal and the solution that best adapts to the requirements and needs of the company and that represents the lowest costs and investment is chosen.

Key words: warehouse; design, stock; cost; ice cream.

Índice

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Planteamiento del problema	11
1.2 Objetivos del proyecto.....	11
1.3 Alcance del proyecto	11
1.4 Estructura del proyecto	11
1.5 Descripción de la empresa y su actividad	12
1.6 Consideraciones previas	13
Capítulo 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	14
2.1 El helado, las materias primas y sus propiedades fisicoquímicas.....	14
2.2 Fabricación industrial y maquinaria.....	17
2.3 Buenas prácticas en la industria alimentaria.....	22
2.4 Mercado nacional e internacional.....	23
2.5 Proceso productivo.....	23
Capítulo 3. MEMORIA DE CÁLCULO	28
3.1 Situación actual de la empresa	28
3.1.1 Balance de materia.....	29
3.1.2 Dimensionado del almacén	32
3.1.3 Medios de almacenamiento.....	34
3.1.4 Medios de manutención.....	36
3.1.5 Dimensiones del almacén actual.....	39
3.1.6 Costes e inversión.....	42
3.1.7 Análisis y propuesta de mejora	44
3.2 Situación futura de la empresa.....	44
3.2.1 Balance de materia.....	45

3.2.2	Dimensionado del almacén	47
3.2.3	Medios de almacenamiento.....	48
3.2.4	Medios de manutención.....	50
3.2.5	Diseño del almacén	52
3.2.6	Estimación de costes e inversión.....	58
3.3	Análisis económico-financiero y comparativa	60
3.4	Otras mejoras cualitativas y de sostenibilidad	61
3.5	Procedimientos principales de la solución propuesta.....	62
Capítulo 4.	CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE TRABAJO	64
BIBLIOGRAFÍA		66
ANEXOS		68

Índice de Figuras

<i>FIGURA 1. SUSTANCIAS Y PORCENTAJES DE COMPOSICIÓN DEL HELADO.....</i>	<i>14</i>
<i>FIGURA 2. TANQUE DE MEZCLADO.....</i>	<i>17</i>
<i>FIGURA 3. PASTEURIZADOR INDUSTRIAL.....</i>	<i>18</i>
<i>FIGURA 4. HOMOGENEIZADOR INDUSTRIAL.....</i>	<i>18</i>
<i>FIGURA 5. TINAS DE MADURACIÓN INDUSTRIALES.....</i>	<i>19</i>
<i>FIGURA 6. MANTECADORA INDUSTRIAL.....</i>	<i>19</i>
<i>FIGURA 7. ABATIDOR INDUSTRIAL.....</i>	<i>20</i>
<i>FIGURA 8. CONGELADOR Y CÁMARA DE CONGELACIÓN INDUSTRIAL.....</i>	<i>20</i>
<i>FIGURA 9. TOLVA.....</i>	<i>21</i>
<i>FIGURA 10. DEPÓSITO CON CAMISA DE REFRIGERACIÓN.....</i>	<i>21</i>
<i>FIGURA 11. MÁQUINA DE LLENADO.....</i>	<i>21</i>
<i>FIGURA 12. EFECTO DE LA PRESIÓN DE HOMOGENEIZACIÓN EN LOS GÓBULOS DE GRASA.....</i>	<i>26</i>
<i>FIGURA 13. BALANCE DE MATERIA DURANTE EL MEZCLADO, PASTEURIZACIÓN Y HOMOGENEIZACIÓN.....</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA 14. BALANCE DE MATERIA DURANTE LA MADURACIÓN.....</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA 15. BALANCE DE MATERIA DURANTE LA MANTECACIÓN.....</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA 16. BALANCE DE MATERIA DURANTE EL ENVASADO.....</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA 17. DIMENSIONES CAJA Y TARRINAS.....</i>	<i>32</i>
<i>FIGURA 18. ALMACÉN DE MP ACTUAL: SUELO + 4 ALTURAS (Ubicaciones totales: 1.020, ubicaciones utilizadas: 914).....</i>	<i>40</i>
<i>FIGURA 19. ALMACÉN DE PT ACTUAL: SUELO + 4 ALTURAS (Ubicaciones totales: 4.650, ubicaciones utilizadas: 4.225).....</i>	<i>41</i>
<i>FIGURA 20. ALMACÉN DE MP EN PLANTA REPRESENTANDO ESTANTERÍAS DINÁMICAS, CONVENCIONALES Y PASILLOS.....</i>	<i>54</i>

<i>FIGURA 21. ALMACÉN DE MP ESTADO FUTURO ESTANTERÍAS DINÁMICAS: SUELO + 4 ALTURAS (Ubicaciones totales: 270, ubicaciones utilizadas: 259).....</i>	<i>54</i>
<i>FIGURA 22. ALMACÉN DE MP ESTADO FUTURO ESTANTERÍAS CONVENCIONALES: SUELO + 4 ALTURAS (Ubicaciones totales: 105, ubicaciones utilizadas: 104).....</i>	<i>55</i>
<i>FIGURA 23. ALMACÉN DE PT EN PLANTA REPRESENTANDO HUB, ESTANTERÍAS DINÁMICAS Y PASILLOS.....</i>	<i>56</i>
<i>FIGURA 24. ALMACÉN DE PT ESTADO FUTURO ESTANTERÍAS DINÁMICAS: SUELO + 4 ALTURAS (Ubicaciones totales: 1.750, ubicaciones utilizadas: 1.580).....</i>	<i>57</i>
<i>FIGURA 25. COMPARATIVA DE COSTE E INVERSIÓN DE AMBAS SITUACIONES.....</i>	<i>60</i>

Índice de Tablas

TABLA 1. DEMANDA Y PRODUCCIÓN DIARIA POR MESES SITUACIÓN ACTUAL.....	29
TABLA 2. PRODUCCIÓN EN KG SITUACIÓN ACTUAL.....	29
TABLA 3. CANTIDAD DE MATERIA PRIMA POR KG DE HELADO.....	30
TABLA 4. CANTIDADES DIARIAS Y SEMANALES DE MATERIA PRIMA PARA HELADO DE VAINILLA EN KG SITUACIÓN ACTUAL.....	30
TABLA 5. DENSIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	30
TABLA 6. CANTIDADES DIARIAS Y SEMANALES DE MATERIA PRIMA PARA HELADO DE VAINILLA EN L SITUACIÓN ACTUAL.....	31
TABLA 7. CANTIDADES EN KG DE MATERIA PRIMA A RECIBIR SITUACIÓN ACTUAL.....	33
TABLA 8. STOCK EN PALETS POR MESES.....	34
TABLA 9. DIMENSIONADO DE LOS HUECOS PARA PALETS.....	35
TABLA 10. DIMENSIONADO DE ESTANTERÍA CONVENCIONAL DE PALET EN ALMACÉN DE MP.....	35
TABLA 11. DIMENSIONADO DE ESTANTERÍA CONVENCIONAL DE PALET EN ALMACÉN DE PT.....	36
TABLA 12. PALETS/DÍA A TRASLADAR A ZONA DE PRODUCCIÓN.....	37
TABLA 13. MEDIOS DE MANUTENCIÓN SITUACIÓN ACTUAL.....	38
TABLA 14. DIMENSIONES ALMACÉN ACTUAL MP.....	39
TABLA 15. DIMENSIONES ALMACÉN ACTUAL PT.....	39
TABLA 16. DFC SEGÚN VIDA ÚTIL DEL MEDIO.....	42
TABLA 17. COSTE DE LAS INSTALACIONES (SITUACIÓN ACTUAL).....	42
TABLA 18. COSTE DE LOS MEDIOS DE ALMACENAMIENTO (SITUACIÓN ACTUAL).....	42
TABLA 19. COSTE DE LOS MEDIOS DE MANUTENCIÓN (SITUACIÓN ACTUAL).....	42
TABLA 20. COSTE DEL PERSONAL (SITUACIÓN ACTUAL).....	43
TABLA 21. COSTE DE MANTENIMIENTO Y ENERGÍA (SITUACIÓN ACTUAL).....	43
TABLA 22. COSTE DE LA EXTERNALIZACIÓN (SITUACIÓN ACTUAL).....	43
TABLA 23. COSTE DEL ALMACENAJE EXTERNO (SITUACIÓN ACTUAL).....	43

TABLA 24. COSTE DE OTROS EQUIPAMIENTOS AUXILIARES (SITUACIÓN ACTUAL).....	43
TABLA 25. RESUMEN DE COSTE E INVERSIÓN (SITUACIÓN ACTUAL).....	44
TABLA 26. DEMANDA Y PRODUCCIÓN DIARIA POR MESES SITUACIÓN FUTURA.....	45
TABLA 27. PRODUCCIÓN EN KG SITUACIÓN FUTURA.....	45
TABLA 28. CANTIDADES DIARIAS Y SEMANALES DE MATERIA PRIMA PARA HELADO DE VAINILLA EN KG SITUACIÓN FUTURA.....	46
TABLA 29. CANTIDADES DIARIAS Y SEMANALES DE MATERIA PRIMA PARA HELADO DE VAINILLA EN L SITUACIÓN FUTURA.....	46
TABLA 30. CANTIDADES EN KG DE MATERIA PRIMA A RECIBIR SITUACIÓN FUTURA.....	47
TABLA 31. DIMENSIONADO DE LOS HUECOS PARA PALETS.....	49
TABLA 32. DIMENSIONADO DE ESTANTERÍA DINÁMICA DE PALET EN ALMACÉN DE MP.....	49
TABLA 33. DIMENSIONADO DE ESTANTERÍA CONVENCIONAL DE PALET EN ALMACÉN DE MP... ..	49
TABLA 34. DIMENSIONADO DE ESTANTERÍA DINÁMICA DE PALET EN ALMACÉN DE PT.....	50
TABLA 35. MEDIOS DE MANUTENCIÓN SITUACIÓN FUTURA.....	52
TABLA 36. DIMENSIONES ALMACÉN FUTURO MP (ESTANTERÍAS CONVENCIONALES).....	53
TABLA 37. DIMENSIONES ALMACÉN FUTURO MP (ESTANTERÍAS DINÁMICAS).....	53
TABLA 38. DIMENSIONES ALMACÉN FUTURO PT.....	53
TABLA 39. LEYENDA DE ICONOS ALMACÉN MATERIA PRIMA.....	56
TABLA 40. LEYENDA DE ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO.....	57
TABLA 41. COSTE DE LAS INSTALACIONES (SITUACIÓN FUTURA).....	58
TABLA 42. COSTE DE LOS MEDIOS DE ALMACENAMIENTO (SITUACIÓN FUTURA).....	58
TABLA 43. COSTE DE LOS MEDIOS DE MANUTENCIÓN (SITUACIÓN FUTURA).....	58
TABLA 44. COSTE DEL PERSONAL (SITUACIÓN FUTURA).....	58
TABLA 45. COSTE DE MANTENIMIENTO Y ENERGÍA (SITUACIÓN FUTURA).....	59
TABLA 46. COSTE DE LA EXTERNALIZACIÓN (SITUACIÓN FUTURA).....	59

<i>TABLA 47. COSTE DEL ALMACENAJE EXTERNO (SITUACIÓN FUTURA).....</i>	<i>59</i>
<i>TABLA 48. COSTE DE OTROS EQUIPAMIENTOS AUXILIARES (SITUACIÓN FUTURA).....</i>	<i>59</i>
<i>TABLA 49. RESUMEN DE COSTE E INVERSIÓN (SITUACIÓN FUTURA).....</i>	<i>59</i>
<i>TABLA 50. RESUMEN DE COSTES E INVERSIÓN DE AMBAS SITUACIONES.....</i>	<i>60</i>
<i>TABLA 51. PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE SITUACIÓN INICIAL Y FUTURA.....</i>	<i>61</i>

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El presente trabajo plantea la minimización de los excesivos costes que supone el mantenimiento de un stock elevado como consecuencia de la temporalidad de la demanda. Con la reducción del coste del material inmovilizado, se reducirán también los costes energéticos asociados a la refrigeración de dicho material y se mejorará la eficiencia en las operaciones.

1.2 Objetivos del proyecto

El objetivo general del trabajo es reducir los costes de una planta de producción de helados mediante una estrategia de minimización de stocks. Para ello, llevará a cabo el rediseño del almacén tomando como base la situación actual.

Partiendo de la situación inicial en la que se encuentra actualmente la empresa y, tras analizarla, se van a aplicar diferentes modificaciones, considerando diferentes aspectos como los medios de almacenamiento y manutención, encaminadas tanto a la disminución de los costes como a un incremento de la eficiencia.

Por lo tanto, el objeto de este proyecto es revertir la situación en la que se encuentra la empresa teniendo en cuenta las posibles oscilaciones en la demanda, cambios en el mercado a lo largo del tiempo o cualquier otra situación que requiera adaptar la capacidad del almacén para cumplir con lo exigido. Por ello, a la hora de aplicar modificaciones, debe poder adaptarse a estas variaciones para evitar grandes reformas e inversiones futuras.

1.3 Alcance del proyecto

Por lo tanto, el alcance del proyecto es realizar únicamente el diseño del almacén, a través de una estrategia de minimización de stocks y mejorar el layout ya que se considera que en este punto es donde hay más oportunidades de mejora.

Está fuera de este alcance estrategias de compras de materias primas (MP) como puede ser stock VIM (Vendor Inventory Management) o consigna. También se excluye del mismo el diseño de las áreas auxiliares del almacén y de las zonas productivas.

1.4 Estructura del proyecto

A continuación, se van a describir los diferentes temas y aspectos a tratar en el presente trabajo que ayudarán a conseguir el objetivo del mismo:

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN:

En este capítulo se describirá el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, el alcance, la estructura del proyecto, tal y como se está redactando en este apartado, se hará una breve descripción de la empresa y las consideraciones que se han tenido en cuenta para la realización de este proyecto.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

Se describe la teoría necesaria para poder entender el proceso, los aspectos clave y cada una de las etapas de fabricación de los helados.

CAPÍTULO 3. MEMORIA DE CÁLCULO:

Se realiza un análisis de la situación actual y futura, estudiando para ello medios de almacenamiento y mantenimiento y realizando el dimensionamiento y el diseño de la planta.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO:

En base al estudio realizado, se resume el procedimiento seguido y los resultados obtenidos, así como las posibles actuaciones futuras.

1.5 Descripción de la empresa y su actividad

La empresa objeto de estudio pertenece al sector de los helados y es un proveedor de marca de distribuidor (MDD). El sector tiene cada vez más éxito y ha crecido significativamente en los últimos años. El gran aumento de las ventas ha obligado a la empresa a modificar su planta, tanto la zona de almacenamiento como de producción, con el objetivo de ser capaz de adaptarse a la nueva situación del mercado y poder satisfacer a todos sus clientes que se encuentran repartidos por diferentes puntos del país.

La misión de la empresa es ser un referente de calidad en el mercado, ofreciendo soluciones innovadoras que se adapten a los gustos, necesidades y expectativas del cliente a unos precios competitivos, cumpliendo para ello con unos estándares de seguridad e higiene y minimizando el impacto ambiental de las actividades que realizan para proteger el medio ambiente y contribuir al desarrollo sostenible.

La visión es ser la empresa líder en marca MDD en la fabricación de helados y en cuota de los mismos en el mercado nacional. Todo ello mediante la entrega de productos de calidad, empleando las mejores materias primas y con un sabor fresco y diferenciado que haga que el cliente priorice la marca frente a otras.

Los principales valores de la empresa son la dedicación al cliente, el respeto a los empleados, la responsabilidad y la honestidad, así como el enfoque en la protección y conservación del medio ambiente en el que se desarrolla la actividad de la empresa.

La empresa distribuye helados de cinco sabores diferentes en formato de tarrina, elaborando para ello una base y añadiendo posteriormente los distintos saborizantes.

En cuanto a la ubicación, la planta está situada en el Polígono Industrial de Riba-Roja, municipio de Valencia. Esta decisión se tomó teniendo en cuenta diferentes variables. Por una parte, es un punto estratégico debido a su proximidad a la carretera A-3 Valencia-Madrid, con una entrada directa desde esta autovía de gran capacidad y alineada con las áreas industriales de otros municipios con gran concentración de industrias, generando un ecosistema propio para las compañías de transporte y logística. Por otra parte, se trata de un polígono con más de 30 años de experiencia albergando empresas relacionadas con el transporte y la logística, convirtiéndolo en un referente y siendo de los más solicitados por las empresas. Además, a pesar de estar próximo al baricentro de consumo y las principales plataformas logísticas, está lo suficientemente alejada como para que los costes inmobiliarios y laborales sean competitivos.

Por ello, es un emplazamiento idóneo debido a su localización y conexión con otros puntos del territorio, a su buen estado de conservación y a ser una zona de gran actividad empresarial (TPF Consulting, 2024).

Otro aspecto a tener en cuenta son los operarios y el equipo interno que trabajará en la planta. Éste estará formado por un jefe de almacén, un administrativo y los propios operarios/almaceneros, cuyo número puede variar en función de la actividad.

Respecto a la jornada laboral, la empresa trabaja cinco días a la semana en dos o tres turnos de 8 horas cada uno, dependiendo del mes. Por una parte, las actividades de recepción y descarga de materia prima, así como su ubicación en el almacén se llevan a cabo sólo en el primer turno. Por otra parte, la producción y el almacenamiento de las tarrinas en el almacén se realizan a lo largo del día, independientemente del turno. Por último, la expedición de los camiones se ejecuta tanto en el turno de la mañana como en el de la tarde.

1.6 Consideraciones previas

En la realización de este proyecto se van a asumir los siguientes supuestos con un propósito de simplificación del caso:

- La demanda de los cinco sabores se distribuye a partes iguales.
- Los meses se consideran de 30 días, por tanto, 22 días si no se consideran los fines de semana.
- Se van a considerar que todas las tarrinas de 1 litro, independientemente del sabor, equivalen a 500 gramos.
- Los palets almacenados en el almacén externo permanecerán una media de 3 meses.

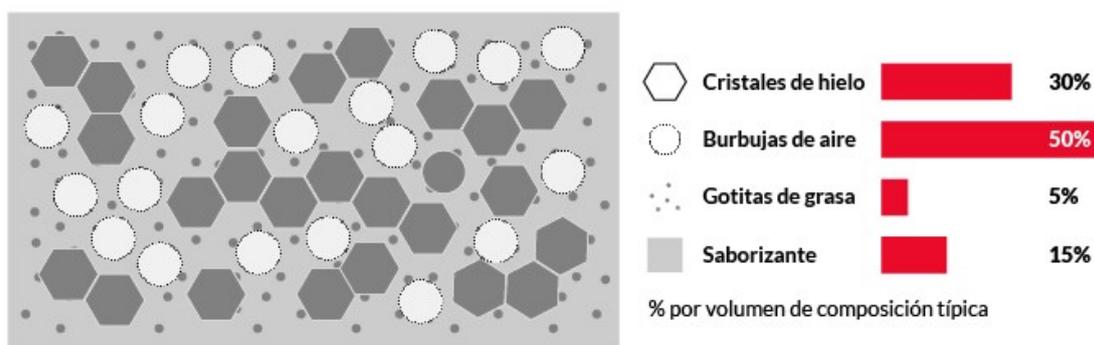
Capítulo 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 El helado, las materias primas y sus propiedades fisicoquímicas

El proceso que implica la dispersión de un líquido en otro líquido con el que no es miscible se denomina emulsificación y su resultado es una emulsión. Muchos son los alimentos que cuentan entre sus sistemas fisicoquímicos emulsiones formadas por dos fases líquidas no miscibles, una acuosa y otra lipídica. Tales sistemas coloidales son dispersiones de una fase líquida dispersada, en forma de micelas o gotitas, en otra fase líquida dispersante no miscible. Los alimentos pueden corresponder a dos tipos de emulsiones: a) de aceite en agua; b) de agua en aceite. Se considera fase dispersada aquella cuyo volumen es mucho menor que el de la otra, considerada fase dispersante. Se reconoce qué tipo de emulsión se ha formado cuando la emulsión se diluye al añadir más cantidad de fase dispersante, pues en caso contrario ocurre la separación de las dos fases.

El helado es una emulsión ya que es una combinación de dos líquidos que normalmente no se mezclan entre sí. En lugar de ello, uno de los líquidos se dispersa a lo largo del otro. En el helado, las partículas líquidas de grasa llamados glóbulos de grasa se dispersan por toda una mezcla de agua, azúcar y hielo, junto con las burbujas de aire. Estructuralmente podemos describir un helado en dos fases: continua y dispersa. En la fase continua se combina la fase de solución (agua, azúcar, hidrocoloides, etc.), emulsión de los glóbulos grasos y la de suspensión en la que conviven los cristales de hielo, cristales de grasa y sólidos de leche si contiene. La fase dispersa consiste en una espuma formada por burbujas de aire distribuidas en un medio líquido y emulsionadas con la grasa utilizada. Las grasas de los helados son básicamente las de la leche o las grasas vegetales incorporadas, o bien las que puedan proceder del chocolate utilizado. Las grasas aportan a los helados el cuerpo, y el sabor, aparte de la energía, minerales y vitaminas liposolubles que hace a este alimento un placer para niños y mayores (López, 2019).

Los ingredientes empleados en la elaboración del helado son: grasa, sólidos no grasos, azúcar y agua, así como los emulsionantes y estabilizadores mencionados anteriormente (*Extensión FIQ-UNL*, s. f.).



La estructura del helado

Representación microscópica de las sustancias que componen la crema helada y los porcentajes de la preparación.

Figura 1. Sustancias y porcentajes de composición del helado.

MATERIAS PRIMAS

Para una adecuada elaboración del helado es necesario que los distintos ingredientes estén en perfecto equilibrio, teniendo en cuenta las diferentes características y propiedades que poseen y cómo interaccionan unos con otros.

No existe un único equilibrio para todos los helados, pues es necesario tener en cuenta las diferencias de cada tipo o familia y todos los factores externos e internos. El objetivo común será que todos presenten la misma resistencia al frío, es decir, el mismo poder anticongelante (P.A.C.) y la misma incorporación de aire (overrun).

Como se ha comentado, en la elaboración del helado intervienen (Saber y Sabor, 2018):

- Aire

Es uno de los ingredientes básicos y que le confiere su textura tan característica, haciendo que sea más ligero y cremoso. La cantidad de aire viene favorecida por un adecuado equilibrio de la mezcla, por la cantidad y el tipo de grasa utilizada, de proteínas y de leche en polvo desnatada, por la calidad y dosificación de los estabilizantes y emulsionantes utilizados, y por un correcto proceso de elaboración en todas sus fases. El aumento de volumen del helado por el aire incorporado es lo que se conoce como overrun, cuyo parámetro ideal se sitúa en el 35%.

- Agua

Es el ingrediente más importante dentro del helado cuantitativamente. La cantidad total de agua en la mezcla es la suma de la contenida en cada uno de los ingredientes que lo componen. Así, en el helado habrá agua en la leche (88%), en la nata (60%), o en la fruta (80-90%) entre otros. Es el único ingrediente de la mezcla que congela a partir de 0°C.

- Leche en polvo desnatada

La principal función de los sólidos lácteos no grasos es la de retener el agua presente en la mezcla y ayudar al equilibrio de esta. Es el ingrediente que confiere cuerpo y estructura al helado. Tiene gran poder de absorción de agua, fijándola y reduciendo el porcentaje de "agua libre" en la mezcla, lo que evita los cristales de hielo.

- Materia grasa

Aportan una textura más suave, cremosa y untuosa, imprimen un sabor característico (si son de origen lácteo) y ayudan a la incorporación de aire. La normativa vigente obliga, si queremos la denominación de Crema (máxima calidad), a que el helado contenga un mínimo de 8% de grasa láctea y un 2,5% de proteínas lácteas.

La principal fuente de grasa láctea son naturalmente la leche entera (entre un 3,2 y un 3,6%) y la nata (entre un 30% y un 40%).

- Emulsionantes y estabilizantes

Como se mencionó en el apartado anterior, los emulsionantes y estabilizantes son fundamentales en la estructura y en la calidad final del helado.

Debido a que el agua y la grasa son inmiscibles entre sí, requieren de una emulsión. Los emulsionantes tienen varias funciones: ayudan a la estabilidad del producto por reducción de la tensión superficial entre fases líquidas, facilitan la incorporación de aire y confieren una textura suave. Suele añadirse entre un 0,3-0,5% del volumen de la mezcla total.

En cuanto a los estabilizantes, su función es la de absorber las moléculas de agua evitando que éstas se muevan libremente. Supone entre un 0,2% y un 0,4% del volumen total.

- Azúcar

El azúcar se añade no sólo con el objetivo de aportar dulzor (P.O.D.), sino también de controlar la temperatura de congelación (P.A.C.), aportar textura, realzar los aromas y evitar la formación de cristales.

Cada tipo de azúcar posee un poder edulcorante y un poder anticongelante propio.

Cabe destacar la importancia de los dos siguientes parámetros:

- Poder edulcorante (P.O.D.): es su capacidad de aportar dulzor. En una mezcla casi nunca interviene un solo azúcar si no la combinación de dos o más.
- Poder anticongelante (P.A.C.): es la capacidad de retardar y determinar el punto de congelación del agua.

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Para elaborar, envasar y distribuir el helado es fundamental tener en cuenta sus propiedades fisicoquímicas. Los parámetros que se estudian, generalmente, son los siguientes (Ramírez-Navas et al., 2015):

- Punto de congelación: es la temperatura a la que un líquido se solidifica. En el caso del helado este parámetro dependerá de la cantidad de cada ingrediente, siendo los más importantes los sólidos solubles como el azúcar. El punto de congelación del helado se sitúa en -12°C .
- Punto de fusión: es bajo, por lo que se derrite fácilmente.
- pH: determinar este parámetro resulta interesante cuando la mezcla contiene piezas de fruta. Dependiendo de los ingredientes o aditivos que se añadan, se producirán cambios en el pH que afectarán a la acidez, la cual debe mantenerse entre 6 y 7.
- Viscosidad: se define como la medida de dificultad de fluir de un gas o un líquido. En el caso del helado, presenta suficiente viscosidad y fluidez gracias a la mezcla de ingredientes que posee. Este parámetro resulta importante ya que se utiliza para el diseño de las plantas, la producción y la comercialización del producto. Debe ser un valor constante ya que los equipos lo necesitan para su calibración.
- Cristalización: controlar este parámetro es importante para evitar la formación de cristales cuando se congela y almacena el helado.

- Composición química: formado principalmente por agua, proteínas, grasas y azúcar, así como estabilizantes y emulsionantes.
- Oxidación: ciertos ingredientes tienden a oxidarse cuando están almacenados provocando cambios en el color o sabor del helado.
- Overrun: se denomina overrun al aumento del volumen de la mezcla al incorporar aire y batir. A mayor overrun, mayor cremosidad del helado, lo que supone una mayor ganancia, pero con el riesgo de que no tenga una buena conservación. Se calcula como:

$$\%overrun = \frac{\text{Peso del volumen de mezcla} - \text{Peso del mismo volumen de helado}}{\text{Peso del mismo volumen de helado}} * 100$$

- Porcentaje de derretimiento: se determina colocando una muestra de 70g (MI) de helado a -18°C sobre una malla de 56 orificios/cm² durante un día, recogiendo la masa de helado derretida (MD) y cronometrando el tiempo que tarda en caer la primera gota. Se calcula como:

$$\%Derretimiento = MD/MI * 100$$

2.2 Fabricación industrial y maquinaria

Todos los equipos utilizados en la fabricación de helados deben ser de acero inoxidable debido a su resistencia a la corrosión, facilidad para ser esterilizado y limpiado y resistencia.

Toda la maquinaria involucrada debe permitir una limpieza, desinfección y secado adecuado y debe adecuarse a la implantación de un APPCC (Análisis de peligros y puntos críticos) recogido en el Reglamento 852/2004. Las principales máquinas necesarias para la producción del helado son:

- Tanque de mezclado: son depósitos con agitadores utilizados para la mezcla de materias primas previo pesado las mismas. Se caracterizan por tener un diseño vertical con diferentes opciones de fondo, posibilidad de tener camisas de refrigeración o calentamiento y diferentes condiciones de operación, según el proceso.

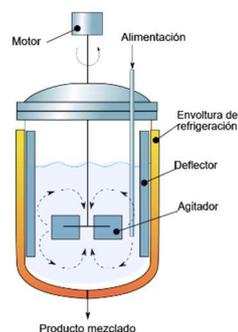


Figura 2. Tanque de mezclado.

- Pasteurizador: pasteuriza la mezcla de ingredientes calentándolos mediante un baño maría y enfriándola posteriormente mediante un circuito de agua, generalmente con intercambiadores de placas o tubulares.

Generalmente los pasteurizadores disponen de temperatura y tiempo programable, control del ciclo de pasteurizado con lectura de temperatura, control de velocidad, enfriamiento y agitación.



Figura 3. Pasteurizador industrial.

- Homogeneizador: equipo donde se homogeneiza el helado aplicando presión para disminuir el tamaño de las partículas de grasa. Pueden ser horizontales o verticales, para fabricación por lote o en línea y, generalmente, disponen de control de temperatura y tiempo.



Figura 4. Homogeneizador industrial.

- Tina de maduración: máquina que se encarga de mantener la temperatura del helado a 4°C entre 6 y 12 horas mientras lo agita lentamente. El enfriamiento es mediante la circulación de agua que fluye por un serpentín. Disponen de indicador y control de temperatura, control de agitación y grifo de lavado.



Figura 5. Tinas de maduración industriales.

- Mantecadora: equipo que congela y bate la mezcla a la vez, introduciendo aire, que consigue la textura y consistencia del helado. Pueden ser horizontales o verticales y suelen disponer de aspas ajustables y desmontables para la limpieza adecuada y un dispositivo para la extracción del helado.



Figura 6. Mantecadora industrial.

- Abatidor: equipo que baja rápidamente la temperatura de los alimentos gracias a la circulación de aire frío impulsado por ventiladores. Mantiene las propiedades organolépticas y los nutrientes de éstos aumentando el tiempo de almacenamiento. Disponen de ventiladores con reparto uniforme del aire, marco calefactado para evitar condensación, control de temperatura y pueden contener diferentes programas personalizables.



Figura 7. Abatidor industrial.

- Congelador/Cámaras de congelación: se utilizan para congelar y conservar el helado a -18°C una vez que ha sido envasado antes de su distribución. En general las cámaras de congelación disponen de control de temperatura, sistemas para evitar la pérdida de frío al abrir puertas y alarma por pérdida de temperatura.



Figura 8. Congelador y cámara de congelación industrial.

Además, se dispondrá de equipos auxiliares para la dosificación de materias primas a los equipos anteriores:

- Tolvas dosificadoras: contenedor con forma de cono invertido en el que el diámetro inferior es mucho más pequeño que el superior y que se coloca a mayor altura que los tanques de mezclado para depositar su contenido en éstos. Se utiliza para el almacenamiento del azúcar y la leche en polvo antes de ser utilizado y dosificado en el proceso de mezclado y son de fácil carga y descarga. Se requiere que dispongan de caudal regulable y dosificación precisa.



Figura 9. Tolva.

- Depósito: se utilizan depósitos con camisa para el almacenamiento de líquidos para enfriarlos o calentarlos a la temperatura deseada. Además, incluyen un agitador para evitar la decantación. En la industria de helados se utilizan para la dosificación de la nata.



Figura 10. Depósito con camisa de refrigeración.

- Máquina de llenado: se utiliza para envasar el helado una vez que sale de la mantecadora y pueda congelarse en su envase definitivo.



Figura 11. Máquina de llenado.

2.3 Buenas prácticas en la industria alimentaria

Cualquier empresa de la industria alimentaria, incluida la fabricación de helados, debe aplicar un protocolo de higiene y manipulación, así como contar con entornos adecuados y en condiciones óptimas. A continuación, se van a mencionar algunas de las prácticas de limpieza y seguridad, referidas al personal, a las instalaciones y a las materias primas, que deben seguirse (Chamba Ronquillo, 2022; Ruiz de Castilla Loo, 2017):

- Uso de agua potable, tanto para la fabricación como para la limpieza de los equipos.
- Lavado y desinfección de las máquinas y utensilios empleados, así como de las superficies.
- Área de trabajo limpia y en orden, diferenciando zonas para evitar la contaminación cruzada.
- Mesas de trabajo impermeables y lisas que faciliten la desinfección de las mismas.
- Lavabos de pedal para evitar el contacto.
- Cumplimiento de las condiciones de temperatura, humedad y ventilación.
- Trazar un documento APPCC, aumentando el nivel de seguridad alimentaria y ayudando a cumplir la normativa vigente (Reglamento europeo 852/2004) (Papelmatic, 2024).
- Obtener las certificaciones IFS (International Food Standard) y BRC (British Retail Consortium), estándares internacionales más importantes y exigentes sobre calidad y seguridad alimentaria (Eloisa, 2022).
- Establecer un sistema de control de plagas.
- Seguir protocolos de Food Defense para reducir el riesgo de contaminación intencionada de los alimentos.
- Lavado y desinfección de manos con agua y jabón, cubriendo heridas en caso de que las haya.
- Uso de EPI's adecuados (gorros, guantes, calzado de protección, cubre zapatos, uniforme) para evitar contaminación.
- Personal capacitado para conocer los protocolos que deben seguirse en la planta.
- Equipos de acero inoxidable.
- Se prohíbe fumar, consumir alimentos o bebidas y usar el teléfono.
- Los aditivos empleados deben seguir la normativa nacional o internacional.

- La recepción y almacenamiento de la MP debe hacerse en zonas separadas a la elaboración y envasado.
- Inspección y control de la MP que llega a planta con hojas de especificaciones antes de utilizarlas.
- Contar con un software que permita la trazabilidad e identificación de las MP.
- Envasar y etiquetar según la normativa: el envasado debe contener el número de lote, fecha de producción e identificación del fabricante.

2.4 Mercado nacional e internacional

El consumo de helados crece considerablemente cada año en España. Se caracteriza por una fuerte estacionalización, por lo que el factor climático es determinante. La mayor demanda se da en los meses de junio, julio y agosto. Hay que mencionar que el confinamiento impulsó el consumo de helados en hogar fuera de los meses de temporada, pero lo disminuyó en un 41% fuera del hogar. Es por ello por lo que la empresa objeto de este estudio se ha posicionado en este segmento.

Según los datos del Panel de Consumo Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) cada español consumió entre junio de 2023 y mayo de 2024 una media de 3 litros de helado por persona, más de la mitad entre junio y agosto y se facturaron 650 millones de euros.

El 65% de los litros totales de helado se adquieren en supermercados. La tienda tradicional e internet son los canales con menos importancia en volumen dentro de esta categoría. (MAPA, 2023).

En cuanto al mercado internacional, España es el tercer país del mundo en consumir más helado per cápita, por detrás de Italia y Alemania. Por el contrario, los que menos consumen son Bélgica, Holanda, México, Brasil y Sudáfrica. Además, los datos revelan que, independientemente de las comunidades y países, un 39% del consumo mundial de los helados son los de formato individual listos para tomar. Los helados artesanales suponen el 37%, los helados para su consumo en el hogar un 20%, y el 4% restante se consume en forma de yogur helado (Economía3, 2022).

2.5 Proceso productivo

A continuación, se describen las diferentes etapas del proceso productivo:

- Recepción y pesado de materias primas

La fábrica elabora un helado base al que se le añaden diferentes ingredientes para obtener los 5 sabores distintos que se comercializarán: vainilla, chocolate, fresa, avellana y turrón. Los ingredientes necesarios para realizar dicha base son: nata, leche en polvo, azúcar y aditivos.

- Nata: contiene grasa en diferentes proporciones, dependiendo del tipo de nata. Algunas alcanzan hasta el 50% de grasa, se les suele llamar nata doble. La nata para montar contiene habitualmente un 35% de grasa. Otras natas son más ligeras, la nata para cocinar o la crema de leche están entre el 15 y el 18% de grasa.

La nata contiene, además de grasa, un tercio de la proteína y la mitad de la lactosa de la leche. Hay otros ingredientes en pequeña proporción y el resto es agua.

- Leche en polvo: la leche en polvo es el resultado de evaporar toda su agua. También se le llama sólidos lácteos. En la leche de vaca aproximadamente el 12% son sólidos lácteos, el 88% restante es agua.

La composición variará dependiendo del contenido en grasa: la leche en polvo entera tiene un 26% de grasa, la semidesnatada un 13% y la desnatada un 1%. Generalmente, para la fabricación de helados se utiliza leche en polvo desnatada, ya que, en la leche en polvo entera, la grasa necesita condiciones especiales de conservación, y tiene tendencia a enranciarse al tener mayor cantidad de grasa. Por el contrario, la leche en polvo desnatada es fácil de conservar, se diluye mejor y no aporta sabores extraños.

La leche en polvo llega a la fábrica en big bags de 1.000 kg y se almacena junto con los productos que no necesitan refrigeración en una sala fresca y seca.

- Azúcar: se utiliza azúcar blanco que debe contener, por ley, un 99,7% de sacarosa. También llega a la fábrica en big bags de 1.000 kg y se almacena en la misma sala que la leche en polvo.
- Aditivos: en el RD 142/2002 se especifican los posibles aditivos que pueden utilizarse en la elaboración de productos alimenticios y las condiciones de uso de estos.

Tras recepcionar todos los ingredientes necesarios para la elaboración del helado se procede a almacenarlos en las salas correspondientes.

La leche en polvo y el azúcar, como se ha comentado anteriormente, llegan en big bags de 1.000 kg, el aditivo en botes de 5 kg, y los sabores en botes de 1 kg. Todos ellos se almacenan en estanterías convencionales en una sala con ambiente fresco y seco.

Actualmente, se necesita una cantidad diaria de leche en polvo y azúcar, para todos los sabores, de 10.352,3 l y 15.166,7 l respectivamente, por lo que se dispone de tolvas de 15.000 l y 20.000 l. En cuanto a los aditivos, éstos se reciben en botes de 5 kg y se añaden en cantidades manipulables por lo que no se utiliza ningún equipo para su incorporación al proceso productivo.

La nata es suministrada por el proveedor en camiones cisterna ya que se recibe en formato líquido, y se almacena en depósitos con camisa de refrigeración, a 8°C para su conservación y posterior utilización en producción.

Tras haber almacenado todos los ingredientes, se procede a su pesado. Éste debe hacerse de forma rigurosa y precisa para garantizar que el producto es siempre entregado con las mismas características al consumidor.

- Mezclado

Una vez se han pesado todos los ingredientes, se introducen en el tanque de mezclado. En primer lugar, la nata, que debe atemperarse. En segundo lugar, cuando se alcanzan unos 30°C, el operario añade el azúcar y la leche en polvo desde la tolva, así como el aditivo y el sabor de forma manual, con la agitación máxima del emulsionador. Mientras se produce la mezcla la temperatura va aumentando a 60°-70°C. A continuación, puede pasarse a la siguiente fase, la pasteurización.

- Pasteurización

Este proceso consiste en reducir la presencia de microorganismos con el objetivo de extender la vida útil del producto y no resultar peligroso para la salud humana, gracias al aumento de la temperatura durante un tiempo determinado. Es un tratamiento térmico suave que emplea temperaturas y tiempos relativamente bajos, a diferencia de la esterilización, de forma que se mantienen las cualidades y el valor nutritivo del alimento.

Las temperaturas de pasteurización son inferiores a 100°C. En el caso de alimentos líquidos a granel sería de entre 72°C y 85°C y tiempos cortos, 15-20 segundos. En el caso de alimentos envasados las temperaturas estarían comprendidas entre 62°C y 68°C y tiempos más largos, aproximadamente 30 minutos. En este caso, la pasteurización se va a realizar a 85°C durante 15-20 segundos.

Es muy importante que la máquina esté completamente higienizada y que se ajusten los límites de capacidad para evitar el desbordamiento, pero siempre cumpliendo los límites mínimos establecidos por el fabricante.

A continuación, será necesario alcanzar una temperatura de 4°C en el menor tiempo posible con el objetivo de evitar la formación de bacterias.

- Homogeneización

La mezcla de líquidos con grasas puede generar “defectos” en las fases posteriores, por lo que será necesario llevar a cabo un proceso de homogeneización. Consiste en dividir y fragmentar los glóbulos de materia grasa de la mezcla para conseguir una mezcla uniforme y homogénea, reduciendo el tamaño de dichas partículas. Este proceso se realiza aplicando presión a una temperatura de 65°C. El control de la temperatura y la presión es muy importante. Si se trabaja a temperaturas menores a 65°C se pueden formar agregaciones de glóbulos de grasa mientras que a mayores temperaturas el proceso es más eficiente. En cuanto a la presión, en la figura 12 se puede apreciar el efecto que ocasiona en la grasa.

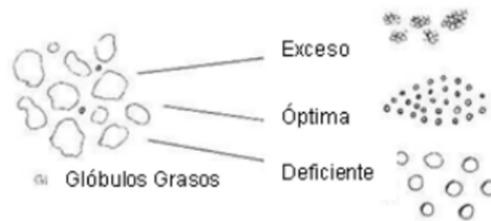


Figura 12. Efecto de la presión de homogeneización en los glóbulos de grasa (Mantello, 2007).

Con este proceso se consigue mejorar la calidad del helado y se evita la separación de los ingredientes o la formación de hielo. También se mejora la resistencia a la oxidación del producto.

- Maduración

Durante la maduración se deja que la mezcla repose a una temperatura entre 2°C y 5°C durante un tiempo determinado, al mismo tiempo que se agita. Esta agitación debe realizarse lentamente y a intervalos para evitar la precipitación de los sólidos en suspensión. Se considera que 4 horas desde que se llega a 2°C tras la pasteurización, es el mínimo que debería durar la maduración.

Gracias a este proceso se va a conseguir tanto una hidratación máxima de las proteínas y estabilizantes como una mayor resistencia a la temperatura.

Este proceso puede llevarse a cabo tanto en tinas de maduración como en el propio pasteurizador.

- Mantecación

Durante este proceso se aplica agitación y frío consiguiendo que la textura del helado pase de líquida a sólida. Tras la maduración, se introduce la mezcla en un tubo cilíndrico cuyas paredes se encuentran a -35°C y contiene unas aspas en su interior que van congelando el agua hasta obtener la textura adecuada a la vez que se va incorporando aire. La cantidad a incorporar es determinante y depende de varios factores. En caso de que sea excesiva se obtendrá una textura tipo mousse mientras que, si se aplica poca, el helado será pesado. La cantidad "normal" es entre un 25% y un 30%.

Tras finalizar el proceso de mantecación que dura entre 8 y 12 minutos, ya se puede extraer el helado, que debe salir a una temperatura de entre -8°C y -12°C.

- Abatimiento de temperatura

En este proceso se consigue disminuir la temperatura hasta -18°C (por ley) en un tiempo muy reducido, y así evitar romper la cadena de frío y el derretimiento.

- Envasado

El envasado debe realizarse en el menor tiempo posible para poder almacenar el producto y que no pierda sus propiedades.

El helado se almacena en tarrinas de 1 litro de capacidad, cuyas dimensiones son: 18 cm x 10 cm x 6 cm. Éstas se introducen en cajas cuya dimensión es de 40 cm x 40 cm x 35 cm, por lo que pueden almacenar hasta 40 tarrinas por caja y 30 cajas por palet. Posteriormente se llevan con una carretilla de forma inmediata al almacén de congelado.

- Conservación

Como se explicó anteriormente, la temperatura del helado debe estar por debajo de los -18°C ya que, de lo contrario, el agua comenzaría a cristalizarse. Hay que destacar que las tarrinas deben permanecer en cuarentena y no se pueden distribuir hasta haber realizado el control de patógenos y obtener un resultado satisfactorio.

- Proceso de limpieza e higiene

La limpieza y desinfección de la maquinaria es fundamental. No llevar a cabo este proceso o hacerlo de forma deficiente podría provocar alteraciones en el producto y no superar los controles de calidad. Por tanto, es imprescindible implantar un protocolo de limpieza e higiene que asegure cumplir con las condiciones de salubridad óptimas.

Será necesario hacer una limpieza tanto del interior de los equipos como de la superficie de la sala (aunque con menor frecuencia), incluyendo suelos, techos y paredes. El proceso de higienización que debe seguirse es el siguiente:

- Retirar los residuos y aclarar la maquinaria.
- Aplicar detergentes y desengrasantes autorizados.
- Aclarar y enjuagar el equipo con agua para eliminar los productos químicos aplicados anteriormente.
- Desinfectar para eliminar los microorganismos.
- Aclarar de nuevo para garantizar la calidad.
- Introducir agua con desinfectantes.
- Vaciar la maquinaria y secar para evitar la contaminación del producto o la proliferación de microorganismos.

Capítulo 3. MEMORIA DE CÁLCULO

3.1 Situación actual de la empresa

Actualmente, la empresa objeto de estudio cuenta con una sola línea de producción con una capacidad de 195.000 l/día. La planta está en funcionamiento desde enero hasta octubre, parando los últimos dos meses del año debido a la disminución de la demanda durante este periodo.

Por una parte, 15 días son de vacaciones de invierno para todo el personal acordado con el comité de empresa. Los trabajadores están contratados como fijos discontinuos para poder asumir la parada de fábrica durante los meses de no producción. Durante dichos meses se realiza también el mantenimiento preventivo y predictivo de la planta.

La jornada de trabajo es de lunes a viernes y cada día se establecen dos o tres turnos de trabajo de 8 horas, dependiendo del mes. Por tanto, en cada turno se produce un máximo de 65.000 l.

De esta forma, y considerando que cuando la línea de producción está en funcionamiento lo hace al máximo rendimiento, se consigue satisfacer la demanda, aunque manteniendo unos niveles de stock muy elevados.

Actualmente, el almacén está dimensionado para el 50% del máximo stock (mes de mayo) y, para el resto, se ha contratado un almacén externo. De esta forma, se evita un sobrecoste de almacenaje durante el resto de los meses.

El exceso de inventario está generando problemas a la empresa. Por una parte, supone un aumento del coste de almacenamiento ya que se está invirtiendo más en suelo logístico, así como en equipos y fuerza de trabajo para gestionar el almacén. Acumular un stock excesivo supone un gran coste para la empresa y la necesidad de financiar mucho circulante. Por otra parte, a mayor mercancía en el almacén, mayor complejidad para establecer un orden en el mismo y llevar a cabo operaciones ágiles y eficientes. Esto, a su vez, puede llevar a accidentes y problemas de seguridad. Además, al tratarse de un producto alimentario con fecha de caducidad, no conviene tenerlo almacenado durante mucho tiempo ya que pierde sus propiedades. Por ello, la empresa ha decidido revertir esta situación.

En la Tabla 1 se resumen los datos de previsión de la demanda de cada mes, así como la producción y los turnos de trabajo.

ACTUAL						
Capacidad máquina (l/día)	195.000					
Nº turnos	2 o 3					
2024	Previsión (l/mes)	Previsión (l/día)	Producción (l/día)	Stock (l)	Turnos trabajo	%
Enero	736.594	33.482	130.000	2.123.406	2	2%
Febrero	854.099	38.823	130.000	4.129.307	2	2%
Marzo	1.072.133	48.733	195.000	7.347.174	3	3%
Abril	1.736.845	78.948	195.000	9.900.329	3	5%
Mayo	4.052.462	184.203	195.000	10.137.867	3	11%
Junio	6.408.661	291.303	195.000	8.019.206	3	17%
Julio	7.916.067	359.821	195.000	4.393.139	3	21%
Agosto	6.806.799	309.400	195.000	1.876.340	3	18%
Septiembre	3.639.205	165.418	130.000	1.097.135	2	10%
Octubre	1.816.420	82.565	130.000	2.140.715	2	5%
Noviembre	968.952	0	0	1.171.763	0	3%
Diciembre	991.763	0	0	180.000	0	3%
TOTAL	37.000.000		1.690.000	52.516.381		100%

Tabla 1. Demanda y producción diaria por meses situación actual.

3.1.1 Balance de materia

A continuación, se va a detallar el proceso y el balance de materia del helado de vainilla. El resto de los sabores seguirá el mismo procedimiento, variando únicamente el ingrediente que los diferencia. Se van a emplear envases de 1l de capacidad, que equivalen a 500 gramos de helado. A pesar de que la densidad de los diferentes sabores no es igual y que, por lo tanto, el peso de 1 l sería diferente, se ha considerado que todos los sabores tienen la misma densidad, como se comentó en las consideraciones previas, por simplificar el estudio. De la misma forma, se ha considerado que la demanda de los 5 sabores, y por tanto la producción de cada uno de ellos, se reparte de forma equitativa.

Por tanto, considerando uno de los meses de mayor producción, se producen las siguientes cantidades en kg (tabla 2):

Sabor	Producción diaria (kg)	Producción mensual (kg)
Vainilla	19.500	429.000
Chocolate	19.500	429.000
Fresa	19.500	429.000
Avellana	19.500	429.000
Turrón	19.500	429.000

Tabla 2. Producción en kg situación actual.

De esta forma, se obtienen los siguientes resultados: los meses de mayor producción (desde marzo hasta agosto, ambos incluidos) se fabrican 12.870.000 kg (429.000 kg/mes·sabor x 5 sabores x 6 meses) y el resto del año (enero, febrero, septiembre y octubre) se fabrican 5.720.000 kg (286.000 kg/mes·sabor x 5 sabores x 4 meses). Por tanto, se fabrican 18.590.000 kg de helado al año, de 5 sabores diferentes.

- Recepción y almacenamiento

A continuación, en la tabla 3, se detalla la cantidad necesaria de cada ingrediente para elaborar 1 kg de helado:

Ingrediente	Cantidad (kg)
Leche en polvo	0,11
Azúcar	0,14
Nata	0,10
Aditivo	0,004
Agua	0,645
Vainilla	0,001

Tabla 3. Cantidad de materia prima por kg de helado.

- Mezclado, pasteurización y homogeneización

Conociendo las cantidades necesarias para elaborar 1 kg, como la producción diaria de helado de sabor 1 en uno de los meses de mayor producción es de 39.000 l ($\frac{195.000 \text{ l/mes}}{5 \text{ sabores}} = 39.000 \text{ l}$), que equivale a 19.500 kg de producto ya que la densidad que presenta es 0,50 kg/l como se ha indicado anteriormente, se pueden calcular las cantidades necesarias de cada ingrediente.

A continuación, en la tabla 4, se indican las cantidades diarias y semanales necesarias de cada ingrediente:

	kg/kg helado	kg/día para vainilla	kg/semana para vainilla
Leche en polvo	0,11	2.145	10.725
Azúcar	0,14	2.730	13.650
Nata	0,1	1.950	9.750
Aditivo	0,004	78	390
Agua	0,645	12.578	62.888
Vainilla	0,001	20	98

Tabla 4. Cantidades diarias y semanales de materia prima para helado de vainilla en kg situación actual.

Por otra parte, para poder calcular los litros necesarios de cada ingrediente será necesario conocer la densidad (kg/l) de cada uno de ellos (tabla 5):

Leche en polvo 1,036 kg/L
Azúcar 0,900 kg/L
Nata 0,996 kg/L
Agua 1,000 kg/L
Vainilla 1,056 kg/L

Tabla 5. Densidad de las materias primas.

Con estos datos, ya se pueden obtener los litros necesarios para elaborar el helado, como se muestra en la tabla 6:

	l/día para vainilla	l/semana para vainilla
Leche en polvo	2.070	10.352
Azúcar	3.033	15.167
Nata	1.958	9.789
Aditivo	78	390
Agua	12.578	62.888
Vainilla	18	92

Tabla 6. Cantidades diarias y semanales de materia prima para helado de vainilla en l situación actual.

Así, el balance de materia diario en esta etapa queda de la siguiente forma:

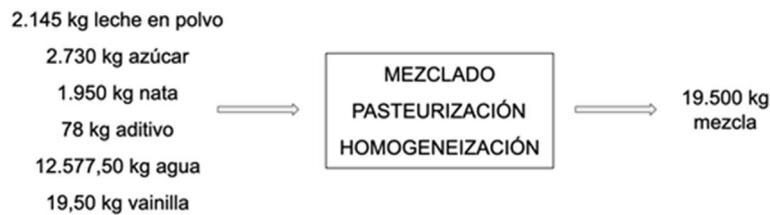


Figura 13. Balance de materia durante el mezclado, pasteurización y homogeneización.

- Maduración

Tras la homogeneización, se deja reposar la mezcla y se agita lentamente, en este caso durante 4 horas a 5°C.



Figura 14. Balance de materia durante la maduración.

- Mantecación

Como se explicó anteriormente, en esta etapa se incorpora aire a la mezcla (hasta un 55%), al mismo tiempo que se agita y se enfría.



Figura 15. Balance de materia durante la mantecación.

- Llenado y envasado

Tras incorporar el aire se han obtenido 19.500 kg de helado que, como se ha explicado en apartados anteriores, equivale a 39.000 l debido a la disminución de la densidad a $\rho=0,5$ kg/l.

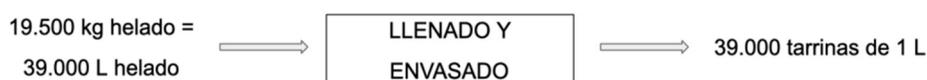


Figura 16. Balance de materia durante el envasado.

Una vez se han llenado y envasado las tarrinas, éstas se almacenan en cajas con capacidad de 40 tarrinas cada una. Considerando que se producen 39.000 tarrinas diarias, se obtendrán 975 cajas ($\frac{39.000 \text{ tarrinas/día}}{40 \text{ tarrinas/caja}} = 975 \text{ cajas/día}$). Asimismo, en cada capa del europalet (120 cm x 80 cm) caben 6 cajas y, considerando 5 capas (30 cajas/palet), en cada palet 1.200 tarrinas ($30 \text{ cajas/palet} \times 40 \text{ tarrinas/caja} = 1.200 \text{ tarrinas/palet}$). Es decir, se cargan 33 palets de cada sabor al día ($\frac{39.000 \text{ tarrinas/día}}{1.200 \text{ tarrinas/palet}} = 32,5 \text{ palets/día}$), uno de ellos sin completar. Por tanto, diariamente se producen 165 palets teniendo en cuenta los 5 sabores ($33 \text{ palets/día} \times 5 \text{ sabores} = 165 \text{ palets/día}$).

Las tarrinas y las cajas utilizadas tendrán las dimensiones indicadas en el apartado 2.5.

En la figura 17 se puede observar las dimensiones de las tarrinas y de las cajas, así como la disposición de las tarrinas en las cajas.

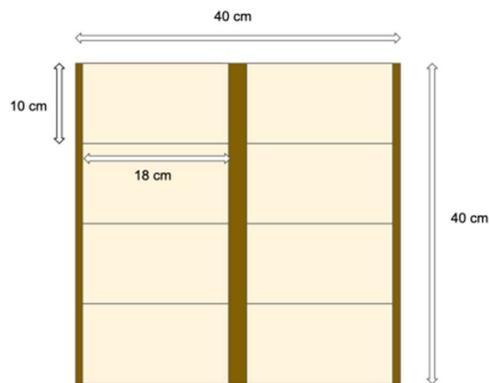


Figura 17. Dimensiones caja y tarrinas.

- Conservación

Como ya se explicó en el apartado 2.5 las tarrinas tienen que permanecer en cuarentena, por lo que están 8 horas en las cámaras de congelación antes de pasar a ser cargadas en los camiones y distribuidas, garantizando el endurecimiento adecuado antes de su distribución. Para ello, los palets que se obtienen de la etapa anterior se almacenan directamente en las cámaras de congelación en el mínimo de tiempo posible para no romper la cadena de frío y que el helado mantenga todas sus propiedades con la máxima calidad. Se tienen cámaras de refrigeración lo suficientemente grandes como para almacenar la producción total diaria.

3.1.2 Dimensionado del almacén

3.1.2.1 Almacén de materia prima

Respecto al suministro de materia prima se hace del siguiente modo: los ingredientes de mayor volumen como el azúcar, la leche en polvo, la nata y los envases con sus respectivas tapas, son suministrados por el proveedor cada dos semanas, mientras que los sabores, el aditivo y las etiquetas se reciben durante el primer trimestre del año para tener toda la campaña preparada. Por tanto, el almacén de materia prima está dimensionado para las siguientes cantidades (tabla 7):

	Leche en polvo	Azúcar	Nata	Aditivo	Agua	Sabores	Tarrinas y tapas	Etiquetas
Recepción mensual (kg)	235.950	300.300	214.500	8.580	1.383.535	2.145	4.290.000	
Recepción cada 2 semanas (palets)	118	150	107				429	
Recepción trimestral (palets)				99		25		93
Recepción diaria (palets)	11	14	10	1		1	39	1

Tabla 7. Cantidades en kg de materia prima a recibir situación actual.

Tanto la leche en polvo como el azúcar se reciben en big bags de 1.000 kg y deben conservarse aislados de la humedad. La nata se recibe en camión cisterna y debe mantenerse refrigerada. Éstos van cargados en Europalets (1200 mm x 800 mm), cuya capacidad para soportar bultos es de 1.400 kg en movimiento y 4.000 kg en estático.

Por otra parte, los aditivos se reciben en botes de 5 kg y en cada palet se pueden cargar 150 botes. En cuanto a los distintos sabores, éstos se reciben en botes de 1 kg y cada palet puede cargar 750 botes.

Por lo tanto, se tienen estanterías convencionales para almacenar 118 palets para el azúcar, 150 para la leche en polvo, 99 palets con 150 botes de 5 kg de aditivo y 25 palets con 750 botes de todos los sabores. Hay que destacar que en cada palet no se mezclan botes de sabores, por lo que se recibirán 5 palets completos de cada uno de ellos.

Además, se almacenan las tarrinas, tapas y etiquetas. Para ello, considerando que en cada palet caben 5.000 tarrinas apiladas y sus respectivas tapas, se reciben 429 palets. Por último, las etiquetas, cuyo tamaño es A5 (15 cm x 21 cm), se reciben en cajas con capacidad de 2.500 unidades. En cada nivel del palet caben 32 cajas (8x4) y se pueden remontar hasta 5 alturas, por lo que se tienen 93 palets ($32 \times 5 = 160 \text{ cajas/palet} \times 2.500 \text{ etiq/caja} = 400.000 \text{ etiq/palet}$ → $\frac{37.180.000 \text{ etiquetas}}{400.000 \text{ etiquetas/palet}} = 92,9 \text{ palets}$).

En total, se dispone de estanterías convencionales con espacio para 914 palets. Teniendo en cuenta las posibles eventualidades el almacén tiene una necesidad de 1.005 huecos.

En el caso de la nata, se dispone de dos depósitos refrigerado con capacidad de 55.000 l cada uno para poder almacenar 107.681 litros ($\frac{214.500 \text{ kg}}{2 \text{ semanas}} = 107.250 \text{ kg}/2 \text{ semanas} \rightarrow 107.681 \text{ l}/2 \text{ semanas}$ (considerando $\rho = 0,996 \text{ kg/l}$)).

3.1.2.2 Almacén de producto terminado

El dimensionado del almacén de producto terminado tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

- El producto que se fabrica diariamente debe almacenarse durante al menos 8 horas antes de su distribución para garantizar la calidad del mismo. Por tanto, el producto saldrá como muy pronto al día siguiente de su fabricación.
- El almacén está dimensionado teniendo en cuenta el 50% del máximo stock acumulado (mes de mayo), lo que equivale a $\frac{10.137.867 \text{ l}}{2} = 5.068.934 \text{ l}$.

Con estos datos, se tiene un almacén de congelado con capacidad para 4.647 palets, considerando un stock acumulado de 5.068.934 litros, que equivale a 4.225 palets ($\frac{5.068.934 \text{ l}}{1.200 \text{ tarrinas/palet}} = 4.224,1 \text{ palets}$), más un 10% para cubrir contingencias o incrementos en la demanda. Considerando esta capacidad máxima se contratan los servicios de un almacén externo durante los meses de marzo, abril, mayo y junio, tal y como se muestra en la tabla 8.

2024	Stock (l)	Stock (palets)	Almacenaje externo
Enero	2.123.406	1.770	0
Febrero	4.129.307	3.441	0
Marzo	7.347.174	6.123	1.476
Abril	9.900.329	8.250	3.603
Mayo	10.137.867	8.448	3.801
Junio	8.019.206	6.683	2.036
Julio	4.393.139	3.661	0
Agosto	1.876.340	1.564	0
Septiembre	1.097.135	914	0
Octubre	2.140.715	1.784	0
Noviembre	1.171.763	976	0
Diciembre	180.000	150	0
TOTAL	52.516.381	43.764	

Tabla 8. Stock en palets por meses.

3.1.3 Medios de almacenamiento

Los medios de almacenamiento que se emplean, tanto en el almacén de materias primas como en el de producto terminado, son las estanterías convencionales. Es uno de los sistemas de almacenaje más usados hoy en día debido a su gran versatilidad y adaptabilidad, a pesar de necesitar zonas de pasillo para acceder a las mismas. Se ajustan a diferentes tipos de carga, peso, dimensiones y formas. Permite el acceso libre y directo a cada unidad de carga desde el pasillo

y se adaptan con facilidad y rapidez a cualquier tipo de almacén y casi a cualquier tipo de gestión. Además, requiere una inversión baja.

Para las estanterías convencionales de palet hay 10 cm de holgura a ambos lados de la longitud del palet, 10 cm por un lado del ancho, ya que no es necesario por la parte del fondo y 30 cm de alto que incluyen los 15 cm de altura del propio palet y 15 cm más para su manipulación de forma segura (tabla 9).

Estantería convencional para palets		
	Hueco	Palet
Largo (m)	1,00	0,80
Ancho (m)	1,30	1,20
Alto (m)	2,05	1,75

Tabla 9. Dimensionado de los huecos para palets.

3.1.3.1 Medios de almacenamiento almacén de materias primas

Una vez se reciben los ingredientes, éstos se almacenan en distintos medios según su naturaleza. Por una parte, el azúcar, la leche en polvo y el aditivo empleado se almacenan en una sala con ambiente fresco y seco en sacos de distintos pesos. También se almacenan en dicha sala los sacos que contienen cada uno de los sabores que diferencian los helados, así como los envases con sus tapas y las etiquetas.

Por otra parte, la nata se almacena a 8°C en depósitos con camisas de refrigeración para garantizar el buen estado del producto. Se trata de dos depósitos cilíndricos y verticales de acero inoxidable de 55.000 l cada uno.

Para almacenar tanto los productos secos como los envases y las etiquetas se cuenta con 17 estanterías convencionales de 12 columnas y 5 alturas, con un total de 1.020 huecos. Estas dimensiones se recogen en la tabla 10:

Estantería convencional de palets almacén de MP	
Nº alturas	5
Nº columnas	12
Nº estanterías	17
Nº huecos	1.020

Tabla 10. Dimensionado de estantería convencional de palet en almacén de MP.

3.1.3.2 Medios de almacenamiento almacén de producto terminado

Las tarrinas ya envasadas se almacenan en una sala refrigerada a una temperatura de -21 °C. Se almacenan 4.647 palets en 31 estanterías convencionales de 30 columnas y 5 alturas. Estas dimensiones se recogen en la tabla 11:

Estantería convencional de palets almacén de PT	
Nº alturas	5
Nº columnas	30
Nº estanterías	31
Nº huecos	4.650

Tabla 11. Dimensionado de estantería convencional de palet en almacén de PT.

3.1.4 Medios de manutención

En este apartado se describen los medios de manutención para cada una de las operaciones que se realizan en la planta.

- Recepción de materia prima y descarga de camiones

Esta actividad se lleva a cabo durante el primer turno. Tanto para la recepción como para la descarga debe conocerse la cantidad de mercancía que se recibe. Dado que toda la mercancía se recibe en palets, el medio de manutención más adecuado para realizar esta actividad es la transpaleta eléctrica. La productividad máxima de un operario con estos equipos está en una media de 25 palets/hora.

Considerando que se reciben 81 palets/día de materia prima, lo que equivale a 10,1 palets/hora ($\frac{81 \text{ palets/día}}{8 \text{ horas/día}} = 10,1 \text{ palets/hora}$), y la productividad máxima de la transpaleta eléctrica de 25 palets/hora, son necesarias 0,41 transpaletas eléctricas ($\frac{10,1 \text{ palets/ho}}{25 \text{ palets/hora}} = 0,41 \text{ transpaletas eléctricas}$), es decir, con una sola transpaleta eléctrica es suficiente.

-Traslado y ubicación de materia prima al almacén

Para trasladar la materia prima desde el muelle de descarga hasta el almacén se utiliza la transpaleta eléctrica, mientras que para ubicarla se emplea la carretilla retráctil.

La carretilla retráctil es un medio que transporta y apila la carga de manera frontal, con una alta capacidad de maniobra y precisión, permitiendo una manipulación segura y eficiente de la carga. Requieren pasillos para operar entre 2,3 y 2,7 metros, alcanzando alturas hasta los 12 metros. No son aptas para entrar en los camiones debido a sus ruedas macizas y son de uso exclusivo en interiores. La productividad máxima de un operario con estas carretillas está en una media de 25 palets/hora para el traslado y en 20 palets/hora para la ubicación/recuperación a/desde estantería.

Considerando que hay que trasladar los 81 palets descargados del camión y la productividad máxima de 25 palets/hora, es necesario, igual que en la actividad anterior, 0,41 transpaletas eléctricas, es decir, se emplea la misma transpaleta que para la actividad anterior (sobran 0,18 unidades de transpaleta).

En cuanto a la ubicación, para almacenar los 81 palets suministrados por el proveedor, previamente descargados y, considerando una productividad máxima de 20 palets/hora, se emplean 0,51 carretillas retráctiles, es decir, se utiliza una sola carretilla retráctil (sobran 0,49 unidades de carretilla).

-Abastecimiento de la zona de producción con la MP necesaria

Por un lado, para extraer la materia prima de las estanterías se emplea la carretilla retráctil. Como se muestra en la tabla 12, la mercancía a trasladar es de 26 palets diarios, lo que equivale a 1,1 palets/hora ($\frac{26 \text{ palets/día}}{24 \text{ horas/día}} = 1,1 \text{ palets/hora}$). Considerando que la productividad de la carretilla para desubicar la materia prima es de 20 palets/hora, serán necesarias 0,06 carretillas retráctiles ($\frac{1,1 \text{ palets/hora}}{20 \text{ palets/hora}} = 0,055 \text{ carretillas retráctiles}$), por lo que se aprovecha el equipo anterior (sobran 0,43 unidades de carretilla).

Por otro lado, para trasladarla a producción se emplea la transpaleta eléctrica. Considerando una productividad de 25 palets/hora, son necesarias 0,04 transpaletas eléctricas ($\frac{1,1 \text{ palets/hora}}{25 \text{ palets/hora}} = 0,044 \text{ carretillas retráctiles}$). Por tanto, se sigue empleando el mismo equipo anterior.

	kg/día todos los sabores	palets/día
Leche en polvo	10.750	11
Azúcar	13.650	14
Aditivo	390	1
Sabores	98	1
TOTAL		26

Tabla 12. Palets/día a trasladar a zona de producción.

-Traslado y ubicación del producto terminado al almacén

Una vez se ha obtenido el helado, se traslada desde producción hasta el almacén de producto terminado.

Como se explicó anteriormente en el apartado “balance de materia” se producen 165 palets diarios, que se depositan en las estanterías. Para ello, se emplea, de nuevo, una segunda transpaleta eléctrica ya que hay que transportar 6,88 palets/hora ($\frac{165 \text{ palets/día}}{24 \text{ horas/día}} = 6,88 \text{ palets/hora}$), por lo que se necesitan 0,28 carretillas (sobraban solo 0,12 de la transpaleta anterior).

Para ubicar los 165 palets en las estanterías se emplea la misma carretilla retráctil que para la ubicación de la materia prima ya que solo se necesitan 0,34 unidades de carretilla y sobran 0,43 de la actividad anterior.

-Expedición de pedidos

Para llevar a cabo esta actividad se utilizan dos medios de manutención diferentes: la carretilla retráctil para coger la mercancía de las estanterías y la transpaleta eléctrica para trasladarla a los muelles de salida y carga de camiones.

Se lleva a cabo durante los dos primeros turnos, por tanto, considerando la previsión máxima de la demanda (*mes de julio* = 263. 869 tarrinas/día $\rightarrow \frac{263.869 \text{ tarrinas/día}}{1.200 \text{ tarrinas/palet}} = 219,9 \text{ palets/día}$) que equivale a ($\frac{219,9 \text{ palets/día}}{16 \text{ horas/día}} = 13,7 \text{ palets/hora}$), se utilizan 0,68 carretillas retráctiles para extraer el producto terminado de las estanterías y 0,55 transpaletas eléctricas para trasladarla. Es decir,

se emplean una nueva carretilla retráctil y se aprovecha una de las dos transpaletas utilizadas en las actividades anteriores.

En cuanto a la carga de camiones, se emplean 0,55 transpaletas eléctricas. Como sobran 0,17 unidades de la transpaleta de la descarga de camiones, se dispone de un tercer equipo.

Por tanto, se puede concluir que para realizar todas las actividades de la planta se emplean los medios de manutención recogidos en la tabla 13:

Actividad	Equipos de manutención	Unidades
Descarga de MP del camión		
Traslado de MP al almacén	Transpaleta eléctrica	1
Traslado de MP a producción		
Ubicar MP en el almacén		
Desubicar MP para traslado a producción	Carretilla retráctil	1
Ubicar PT en el almacén		
Traslado PT de producción a almacén PT	Transpaleta eléctrica	1
Traslado PT de almacén PT a expedición		
Desubicar PT para traslado a expedición	Carretilla retráctil	1
Carga de PT en camión	Transpaleta eléctrica	1

Tabla 13. Medios de manutención situación actual.

Los equipos de manutención se pueden usar en cada una de las jornadas de forma independiente, los que se usen sólo en la primera parte de la jornada se pueden utilizar en los turnos posteriores. Además, hay que tener en cuenta los tiempos de carga de las baterías de las carretillas. Para todo ello, se dispone de 3 transpaletas eléctricas y 2 carretillas retráctiles. Por otra parte, teniendo en cuenta 8 horas de trabajo por operario (y los tiempos de descanso) y considerando los tiempos necesarios para realizar todas las actividades, se dispone de 8 operarios trabajando en el almacén.

3.1.5 Dimensiones del almacén actual

El almacén actual de materia prima dispone de una superficie de 751,92 m² y un volumen de 9.023 m³, incluyendo 9 pasillos de 2,3 metros de ancho, una altura de 12 metros y la propia estructura de las estanterías.

Estanterías convencionales	
Altura (m)	12
Nº huecos	1.020
Área (m ²)	752
Volumen (m ³)	9.023
Volumen/Hueco (m ³)	8,85

Tabla 14. Dimensiones almacén actual MP.

Por otra parte, el almacén de producto terminado tiene una superficie de 3.429 m², incluyendo 16 pasillos de 2,3 m de ancho. La altura es, al igual que el almacén de materia prima, de 12 metros y, por tanto, tiene un volumen de 41.152 m³ (ver tabla 15).

Estanterías convencionales	
Altura (m)	12
Nº huecos	4.650
Área (m ²)	3.429
Volumen (m ³)	41.152
Volumen/Hueco (m ³)	8,85

Tabla 15. Dimensiones almacén actual PT.

En la figura 18 se puede observar, en planta, el diagrama del almacén de materia prima y en la figura 19 el de producto terminado, donde las filas grises representan los pasillos y las blancas los huecos de almacenaje.

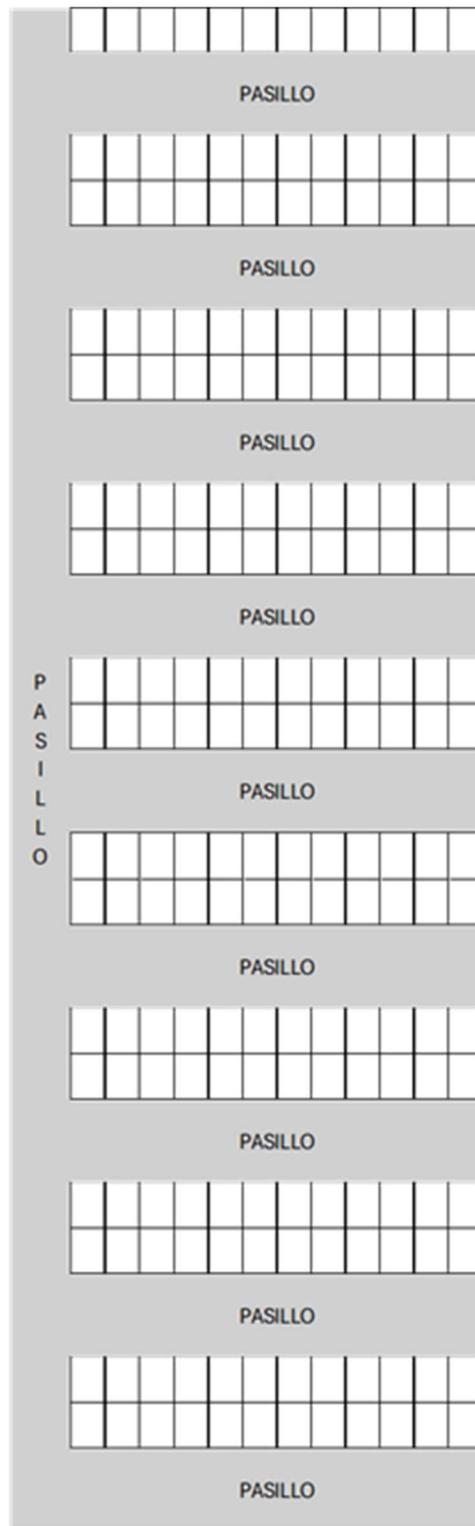


Figura 18. Almacén de MP situación actual: suelo + 4 alturas (Ubicaciones totales: 1.020, ubicaciones utilizadas: 914).

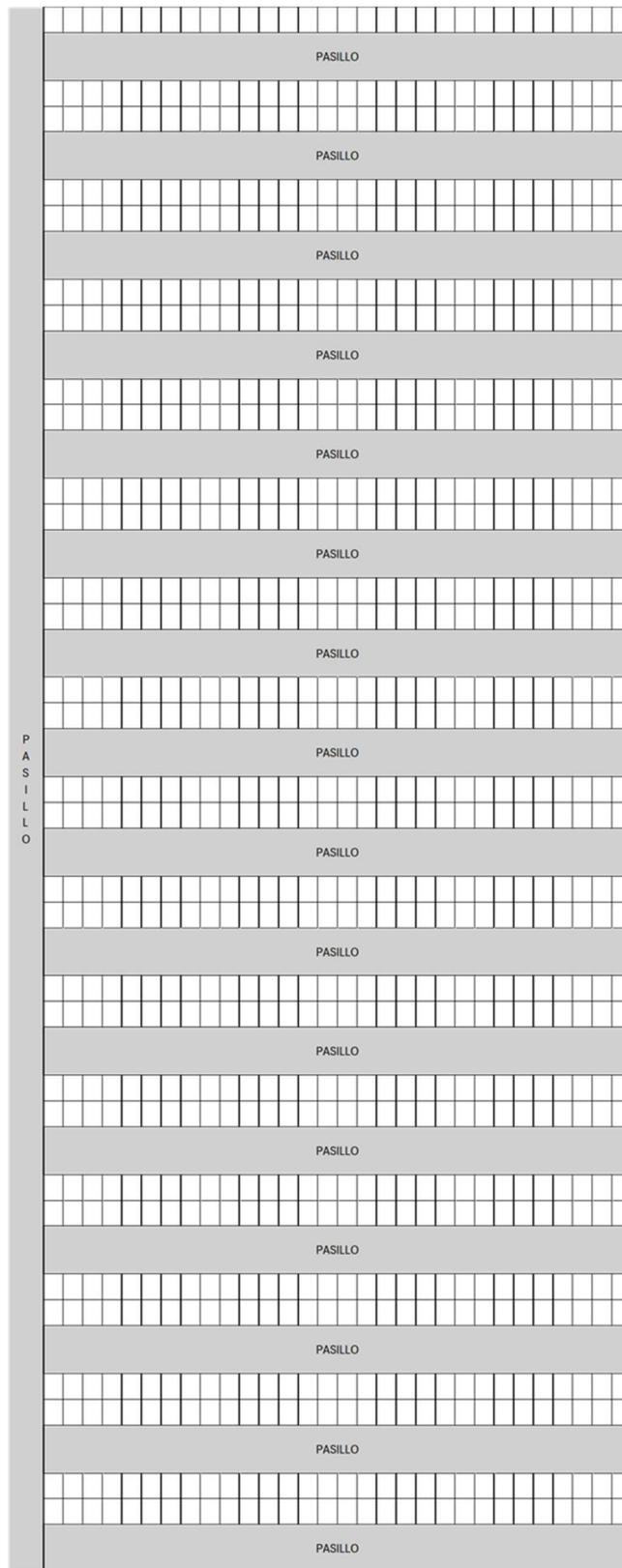


Figura 19. Almacén de PT actual: suelo + 4 alturas (Ubicaciones totales: 4.650, ubicaciones utilizadas: 4.225).

3.1.6 Costes e inversión

Se procede a analizar los costes y la inversión que supone el almacén actual, con el objetivo de cuantificarlo económicamente y poder comparar los resultados con el futuro diseño.

Para ello, los costes e inversiones se van a dividir en 7 categorías: instalaciones, medios de almacenamiento, medios de manutención, coste del personal, coste de mantenimiento y energía, coste del almacén externo y coste de otros equipamientos auxiliares.

Para poder evaluar y comparar los costes, estos deben ser obtenidos de forma anual. Será necesario tener en cuenta el concepto de descuento de flujo de caja (DFC), que permitirá obtener un coste anual equivalente de la inversión realizada. Para ello, se ha dividido el valor de dicha inversión entre el DFC, que variará en función de la vida útil del equipo (tabla 16).

Vida útil	DFC
4 años	2,639
5 años	3,058
10 años	4,339
20 años	5,101

Tabla 16. DFC según vida útil del medio.

A continuación, se muestran los diferentes costes:

- Instalaciones y servicios (tabla 17):

Concepto	m ²	Precio unitario (€/m ²)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual (€)
Superficie almacén	4.181	470	1.965.211	20	5,101	385.260
Servicios generales	4.181	30	125.439	20	5,101	24.591

Tabla 17. Coste de las instalaciones (situación actual).

- Medios de almacenamiento (tabla 18):

Concepto	m ²	Precio unitario (€/m ²)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual (€)
Estantería convencional almacén MP	2.091	20	41.820	10	4,339	9.638
Estantería convencional almacén PT	9.533	20	190.660	10	4,339	43.941

Tabla 18. Coste de los medios de almacenamiento (situación actual).

- Medios de manutención (tabla 19):

Concepto	Unidades	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual (€)
Transpaleta eléctrica	3	3.500	10.500	10	4,339	2.420
Carretilla retráctil	2	35.000	70.000	10	4,339	16.133

Tabla 19. Coste de los medios de manutención (situación actual).

- Coste de personal (tabla 20):

Cargo	Nº operarios	Salario anual + SS (€)	Coste anual (€)
Jefe de almacén	1	39.600	39.600
Administrativos	1	26.400	26.400
Peones de almacén	8	23.760	190.080

Tabla 20. Coste del personal (situación actual).

- Coste de mantenimiento y energía

Se considera que un almacén de congelados tiene un consumo mensual de 4 kW·h/m³ y se ha asumido un coste de la energía de 0,11 €/ kW·h. Actualmente, se dispone de un volumen de almacén (MP+PT) de 50.175 m³, por lo que el coste total queda reflejado en la tabla 21:

Concepto	Coste de mantenimiento (€)	Coste anual (€)
Equipamiento móvil	10% inversión	8.050
Edificio e instalaciones	1% inversión	20.907
Gasto energético	0,11€/kW ·h	264.924

Tabla 21. Coste de mantenimiento y energía (situación actual).

- Coste del almacenaje externo (tabla 22 y tabla 23):

Concepto	Nº palets	Nº tráilers	€/tráiler	Coste anual (€)
Carga de tráiler (33 palets/viaje)	4.225	128	62,38	7.987
Transporte	4.225	128	150	19.205

Tabla 22. Coste de la externalización (situación actual).

Concepto	€/europalet · día	Nº palets	Días almacenados	Coste anual (€)
Almacenaje	0,55	4.225	90	209.138

Tabla 23. Coste del almacenaje externo (situación actual).

- Coste de otros equipamientos auxiliares (tabla 24):

Concepto	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual (€)
Hardware y equipamiento básico para la gestión del almacén	350.000	5	3,058	114.454

Tabla 24. Coste de otros equipamientos auxiliares (situación actual).

A continuación, en la tabla 25, se resumen los valores de costes e inversión actuales.

	Importe (€)
Coste	1.382.723
Inversión	2.753.620

Tabla 25. Resumen de coste e inversión (situación actual).

3.1.7 Análisis y propuesta de mejora

Tras realizar el análisis económico, se puede observar que los mayores costes son ocasionados por la necesidad de mantener un stock elevado:

- Superficie del almacén: 385.260€
- Gasto energético: 264.924€
- Externalización: 236.330€
- Personal de almacén: 256.080€

Por lo tanto, este trabajo se va a enfocar en la reducción de la cantidad de stock necesario para disminuir los costes y mantener o mejorar el servicio al cliente.

Todo ello, contribuirá también a tener una planta más sostenible, alineada con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) 2030.

3.2 Situación futura de la empresa

Con el objetivo de minimizar el stock, se plantea la siguiente situación. A diferencia de la situación actual, la planta estará en funcionamiento desde enero hasta noviembre, trabajando de lunes a viernes durante unos meses y de lunes a domingo en los meses con picos de demanda.

En este caso, respecto a los turnos de trabajo de 8 horas, se establecerán uno o dos en los meses de menor demanda y 5 en los meses de mayor demanda para adaptarse a las necesidades de producción y evitar tiempos ociosos y gasto innecesario en personal. Se va a considerar una media de 22 días/mes en el caso del trabajo a uno o dos turnos y 30 días/mes en el caso de los 5 turnos.

Por tanto, la planta va a trabajar al máximo rendimiento de mayo a agosto, con cinco turnos de trabajo, produciendo 195.000 l/día. En abril, septiembre y octubre se mantendrán dos turnos para asegurar la demanda durante los próximos meses, por lo que se producirán 130.000 l/día. El resto del año, mientras la planta esté en funcionamiento, sólo será necesario un único turno de trabajo lo que supondrá una producción de 65.000 l/día.

Con la implantación de estos cambios, se consigue reducir considerablemente el stock acumulado. De esta forma, la empresa debería llevar a cabo un rediseño tanto del almacén, con el objetivo de reducir costes, espacio y todos los problemas que conlleva el exceso de stock.

En la tabla 26 se puede observar la previsión de demanda, producción y stock, así como los turnos necesarios por mes.

FUTURO						
Capacidad máquina (l/día)	195.000					
Nº turnos	1, 2 o 5					
2024	Previsión (l/mes)	Previsión (l/día)	Producción (l/día)	Stock (l)	Turnos trabajo	%
Enero	736.594	33.482	65.000	693.406	1	2%
Febrero	854.099	38.823	65.000	1.269.307	1	2%
Marzo	1.072.133	48.733	65.000	1.627.174	1	3%
Abril	1.736.845	78.948	130.000	2.750.329	2	5%
Mayo	4.052.462	184.203	195.000	4.547.867	5	11%
Junio	6.408.661	291.303	195.000	3.989.206	5	17%
Julio	7.916.067	359.821	195.000	1.923.139	5	21%
Agosto	6.806.799	309.400	195.000	966.340	5	18%
Septiembre	3.639.205	165.418	130.000	187.135	2	10%
Octubre	1.816.420	82.565	130.000	1.230.715	2	5%
Noviembre	968.952	44.043	65.000	1.691.763	1	3%
Diciembre	991.763	0	0	700.000	0	3%
TOTAL	37.000.000		1.430.000	21.576.381		100%

Tabla 26. Demanda y producción diaria por meses situación futura.

3.2.1 Balance de materia

Se va a seguir el mismo procedimiento que se ha realizado en el estudio del estado actual, analizando un único sabor y considerando la misma densidad y demanda para todos los sabores.

Por tanto, considerando uno de los meses de mayor producción, se producen las siguientes cantidades, que se especifican en la tabla 27:

Sabor	Producción diaria (kg)	Producción mensual (kg)
Vainilla	19.500	585.000
Chocolate	19.500	585.000
Fresa	19.500	585.000
Avellana	19.500	585.000
Turrón	19.500	585.000

Tabla 27. Producción en kg situación futura.

De esta forma, se obtienen los siguientes resultados: los meses de mayor producción (mayo, junio, julio y agosto) se fabrican 11.700.000 kg (585.000 x 5 x 4 meses); en abril, septiembre y octubre se fabrican 4.290.000 kg (429.000 x 5 x 4 meses) y, el resto de los meses se fabrican 2.860.000 kg. Por tanto, se fabrican 18.850.000 kg de helado al año, de 5 sabores diferentes.

- Recepción y almacenamiento

La cantidad necesaria de cada ingrediente para elaborar 1 kg de helado es la misma que se especificó en el estado actual (Tabla 3).

- Mezclado, pasteurización y homogeneización

Conociendo las cantidades necesarias para elaborar 1 kg, como la producción diaria de helado de vainilla en uno de los meses de mayor producción es de 39.000 l ($\frac{195.000 \text{ l/mes}}{5 \text{ sabores}} = 39.000 \text{ l}$), que equivale a 19.500 kg de producto ya que la densidad que presenta es 0,50 kg/l como se ha indicado anteriormente, se pueden calcular las cantidades necesarias de cada ingrediente.

A continuación, en la tabla 28, se indican las cantidades diarias y semanales necesarias de cada ingrediente:

	kg/kg helado	kg/día para vainilla	kg/semana para vainilla
Leche en polvo	0,11	2.145	15.015
Azúcar	0,14	2.730	19.110
Nata	0,1	1.950	13.650
Aditivo	0,004	78	546
Agua	0,645	12.578	88.043
Vainilla	0,001	20	137

Tabla 28. Cantidades diarias y semanales de materia prima para helado de vainilla en kg situación futura.

Conociendo los datos de la densidad de cada ingrediente (Tabla 5) se pueden calcular los litros necesarios de cada uno de ellos.

Con estos datos, ya se pueden obtener los litros necesarios para elaborar el helado, tal y como se muestra en la tabla 29:

	l/día para vainilla	l/semana para vainilla
Leche en polvo	2.070	14.493
Azúcar	3.033	21.233
Nata	1.958	13.705
Aditivo	78	546
Agua	12.578	88.043
Vainilla	18	129

Tabla 29. Cantidades diarias y semanales de materia prima para helado de vainilla en l situación futura.

Los balances de materia diario durante todas las etapas, en este escenario, son los mismos que se explicaron en el apartado 3.1.1, ya que independientemente de los días trabajados al mes, los balances diarios serán iguales.

En este caso, con el objetivo de optimizar el embalaje actual de las cajas, va a haber una modificación en sus dimensiones, ya que tienen una holgura de 5 cm, pudiendo hundirse y dañar la mercancía. Por tanto, la altura de las cajas va a pasar de 35 cm a 30 cm. Esto, a su vez, permitiría añadir una altura a los palets. Por tanto, los palets tendrán ahora 6 capas con 6 cajas cada una de ellas (36 cajas/palet), pasando a tener una capacidad de 1.440 tarrinas/palet (36 cajas/palet x 40 tarrinas/caja = 1.440 tarrinas/palet). Con este cambio, diariamente se cargarán 28 palets ($\frac{39.000 \text{ tarrinas/día}}{1.440 \text{ tarrinas/palet}} = 27,1 \text{ palets/día}$), uno de ellos sin completar. Teniendo en

cuenta los 5 sabores, se producirán 140 palets al día ($28 \text{ palets/día} \times 5 \text{ sabores} = 140 \text{ palets/día}$).

Para poder realizar este cambio en el embalaje será necesario renegociar con todos los clientes para que realicen los pedidos teniendo en cuenta la nueva paletización.

3.2.2 Dimensionado del almacén

3.2.2.1 Almacén de materia prima

Respecto al suministro de materia prima se hará del siguiente modo: los ingredientes de mayor volumen como el azúcar, la leche en polvo y la nata, así como los envases y las tapas, serán suministrados por el proveedor dos días por semana (en la situación actual se hace cada dos semanas), mientras que los sabores, el aditivo y las etiquetas, se deberán recibir durante el primer trimestre del año para tener toda la campaña preparada, del mismo modo que se hace actualmente.

De este modo, será necesario dimensionar el almacén de materia prima para las cantidades indicadas en la tabla 30:

	Leche en polvo	Azúcar	Nata	Aditivo	Agua	Sabores	Tarrinas y tapas	Etiquetas
Recepción mensual (kg)	235.950	300.300	214.500	8.580	1.383.535	2.145	4.290.000	
Recepción 2 veces/semana (palets)	29	38	27				429	
Recepción trimestral (palets)				84		21		79
Recepción diaria (palets)	11	14	10	1		1	39	1

Tabla 30. Cantidades en kg de materia prima a recibir situación futura.

Por lo tanto, en este nuevo escenario, se necesitará espacio para almacenar 29 palets para el azúcar, 38 para la leche en polvo, 84 palets con 150 botes de 5 kg de aditivo y 21 palets con 750 botes de todos los sabores. Como en el estado actual, en cada palet no se mezclarán botes de sabores, por tanto, serán necesarios en lugar de los 21 palets calculados 25 palets, 5 para cada uno de los sabores con uno de ellos incompleto.

Respecto a las tarrinas y las tapas, considerando la misma capacidad por palet que en el estado actual, se recibirán 108 palets. En cuanto a las etiquetas, se va a mantener la disposición actual, por lo que se necesitarán 79 palets ($32 \times 5 = 160 \text{ cajas/palet} \times 2.500 \text{ etiq/caja} = 400.000 \text{ etiq/palet} \rightarrow \frac{31.460.000 \text{ etiquetas}}{400.000 \text{ etiquetas/palet}} = 79 \text{ palets}$).

Así, se requerirá un total de 363 huecos para poder almacenar todos los palets. Del mismo modo, se ha incrementado en un 10% el número de huecos para hacer frente a eventualidades, por lo que se van a necesitar 400 huecos. Si se comparan ambas situaciones, se puede observar que el número de huecos se ha reducido en un 60,2% (se necesitan 605 huecos menos respecto de la situación actual).

Por último, en cuanto al almacenaje de la nata, se ha reducido la cantidad a almacenar, por lo que se plantean dos opciones: utilizar solo uno de los depósitos de 55.000 l o adquirir uno de

35.000 l para almacenar 26.921 l
 $(\frac{214.500 \text{ kg}}{4 \text{ semanas} / 2 \text{ días/semana}} = 26.812,5 \text{ kg/semana} \rightarrow 26.921 \text{ l/entrega (considerando } \rho = 0,996 \text{ kg/l)}).$

3.2.2.2 Almacén de producto terminado

Para el dimensionado del almacén de producto terminado se tendrá en cuenta las mismas consideraciones que en el escenario anterior (Apartado 3.1.2.2).

En este caso, también se dimensionará el almacén teniendo en cuenta el 50% del máximo stock acumulado (mes de mayo), lo que equivale en este caso $\frac{4.547.867 \text{ l}}{2} = 2.273.934 \text{ l}$.

Con estos datos, se necesitará un almacén de congelado con capacidad para 1.738 palets, considerando un stock acumulado de 2.273.934 litros, que equivale a 1.580 palets ($\frac{2.273.934 \text{ l}}{1.440 \text{ tarrinas/palet}} = 1.579,1 \text{ palets}$). Se sobredimensionará el almacén en un 10% para cubrir contingencias o incrementos en la demanda, por lo que la capacidad del mismo será de 1.738 palets.

3.2.3 Medios de almacenamiento

El escenario inicial presentaba varios aspectos que se pueden mejorar:

- Requiere una gran superficie de almacenamiento, lo que provoca un consumo energético elevado.
- No hay una correcta rotación del producto, ya que no se puede establecer un sistema que garantice el FIFO (First In First Out).
- Tiempos elevados para la localización de los productos, ya que una misma referencia se puede encontrar en áreas alejadas entre sí.

Por todo ello, se plantea un proyecto de ahorro que minimice estos aspectos.

Para alcanzar este objetivo se va a rediseñar el almacén sustituyendo las estanterías convencionales por estanterías dinámicas. Consiste en unas estanterías de rodillos con una ligera pendiente donde se almacenan cajas o palets, permitiendo que éstos deslicen por gravedad a medida que se retiran las que están en la salida de la estantería. Dispone únicamente de dos pasillos, el de carga y el de descarga, aprovechando al máximo el volumen del almacén. Es el medio de almacenamiento adecuado cuando se tienen unidades de rotación perfecta, funcionando con el sistema FIFO y supone un gran ahorro de tiempo en la manipulación. También permite la reducción del consumo energético ya que su aplicación en almacenes a bajas temperaturas disminuye el consumo de energía porque la volumetría a refrigerar es menor.

Tal y como se explicó en el apartado 3.2.1, se ha reducido la altura de las cajas permitiendo añadir una sexta capa a los palets. El tamaño del hueco quedaría de la siguiente forma (tabla 31):

Estantería para palets		
	Hueco	Palet
Largo (m)	1,00	0,80
Ancho (m)	1,30	1,20
Alto (m)	2,10	1,80

Tabla 31. Dimensionado de los huecos para palets.

3.2.3.1 Medios de almacenamiento almacén de materias primas

Con el objetivo de reducir el número de huecos y la superficie del almacén, se van a emplear distintos medios de almacenamiento para la materia prima. Para aquellas referencias con un alto número de unidades se utilizarán estanterías dinámicas, ya que es necesario no mezclar referencias en los canales. Por otra parte, aquellas referencias con pocas unidades se seguirán almacenando en estanterías convencionales. De esta forma, el azúcar, la leche en polvo, los aditivos y los envases se almacenarán en estanterías dinámicas y los distintos sabores y las etiquetas de cada uno de ellos se seguirán almacenando en estanterías convencionales.

En cuanto a la nata se almacenará del mismo modo que en la situación actual.

Por tanto, las estanterías dinámicas tendrán un total de 270 huecos, formadas por 9 columnas y 6 filas, manteniendo las 5 alturas actuales. A continuación, en la tabla 32, se recogen estas dimensiones:

Estantería dinámica de palets almacén de MP	
Nº alturas	5
Nº columnas	9
Nº estanterías	6
Nº huecos	270

Tabla 32. Dimensionado de estantería dinámica de palet en almacén de MP.

Respecto al almacenaje de los distintos sabores y sus etiquetas, se ha decidido emplear 3 estanterías de 7 columnas y 5 alturas, obteniendo un total de 105 huecos. Se resumen estos datos en la tabla 33:

Estantería convencional de palets almacén de MP	
Nº alturas	5
Nº columnas	7
Nº estanterías	3
Nº huecos	105

Tabla 33. Dimensionado de estantería convencional de palet en almacén de MP.

Para almacenar la nata, como se explicó anteriormente, se utilizará solo uno de los depósitos refrigerados con capacidad de 55.000 l o se puede plantear adquirir uno de 35.000 l.

3.2.3.2 Medios de almacenamiento almacén de producto terminado

En cuanto al almacén de producto terminado, del mismo modo que en el almacén de materia prima, se van a sustituir las estanterías convencionales por dinámicas. En este caso, se ha reducido considerablemente el número de palets a 1.738, como se calculó anteriormente. Por ello, se van a emplear estanterías dinámicas con unas dimensiones de 25 columnas y 14 filas, manteniendo las 5 alturas. Hay que destacar que los sabores de los helados se reparten de forma equitativa por lo que cada uno de ellos requerirá 5 columnas. En la tabla 34 se especifican dichas dimensiones:

Estantería dinámica de palets almacén de PT	
Nº alturas	5
Nº columnas	25
Nº estanterías	14
Nº huecos	1.750

Tabla 34. Dimensionado de estantería dinámica de palet en almacén de PT.

3.2.4 Medios de manutención

Igual que en la situación actual, es necesario definir los medios de manutención necesarios para realizar las distintas operaciones de la planta.

-Recepción de materia prima y descarga de camiones

Esta operación se realizará del mismo modo que se hace actualmente. Se llevará a cabo durante el primer turno y se empleará como medio de manutención la transpaleta eléctrica, cuya productividad es de 25 palets/hora.

Considerando que se van a recibir 81 palets/día de materia prima, lo que equivale a 10,1 palets/hora ($\frac{81 \text{ palets/día}}{8 \text{ horas/día}}=10,1 \text{ palets/hora}$) y la productividad máxima de la transpaleta es de 25 palets/hora, serán necesarias 0,41 transpaletas eléctricas ($\frac{10,1 \text{ palets/hora}}{25 \text{ palets/hora}}=0,41 \text{ transpaletas eléctricas}$), es decir, con una sola transpaleta sería suficiente.

-Traslado y ubicación de materia prima al almacén

Se va a emplear como medio de manutención la transpaleta eléctrica para trasladar la materia prima, igual que se hace en la actualidad.

Considerando que hay que almacenar los 81 palets que se descargan del camión y la productividad máxima de 25 palets/hora, será necesaria, igual que en la actividad anterior, 0,41 transpaletas, es decir, se podrá emplear el mismo equipo que se emplea en la actividad anterior.

Para ubicar la materia prima en las estanterías, se va a emplear como medio de manutención la carretilla retráctil, igual que se hace en la actualidad.

Considerando que hay que ubicar los 81 palets y que la productividad máxima para esta actividad es de 20 palets/hora, será necesaria 0,51 carretillas retráctiles, es decir, una sola carretilla retráctil.

- Abastecimiento de la zona de producción con la MP necesaria

Esta actividad requiere el mismo movimiento de palets por turno que se hace en la situación actual (tabla 12), por tanto, tal y como se explicó anteriormente en el apartado 3.1.4., será necesaria 0,06 carretilla retráctil para la extracción de la mercancía de las estanterías, pudiendo aprovechar la misma carretilla que ubicó la materia prima. En cuanto al traslado a producción se necesitarán 0,04 transpaletas, por lo que también se utilizará el equipo anterior.

- Traslado y ubicación del producto terminado al almacén

Una vez se ha obtenido el helado deberá trasladarse desde producción hasta el almacén de producto terminado. En este caso, se ha propuesto como mejora la instalación de un camino de rodillos con la pendiente adecuada, que terminará en un hub en el almacén de congelados con una capacidad para 14 palets para ajustarse a las dimensiones del almacén. De esta forma, se evitará la utilización de una transpaleta y la necesidad de un peón de almacén para desarrollar esta función.

Al aumentar la capacidad de los palets, tal y como se calculó en el apartado 3.2.1., se producirán 140 palets diarios, que habrá que depositar en las estanterías. Desde producción, una vez el operario haya envasado y paletizado el producto, lo introducirá en el camino de rodillos.

En cuanto a la ubicación del mismo, la productividad de la carretilla retráctil es de 20 palets/hora y, como hay que ubicar 5,83 palets/hora ($\frac{140 \text{ palets/día}}{24 \text{ horas/día}} = 5,83 \text{ palets/hora}$), se necesitarán 0,29 carretillas. Se podrá aprovechar la carretilla retráctil empleada para abastecer la zona de producción.

- Expedición de pedidos

Igual que se hace en la situación inicial, será necesario emplear dos medios de manutención diferentes: la carretilla retráctil para coger la mercancía de las estanterías y la transpaleta eléctrica para trasladarla a los muelles de salida y cargar los camiones.

Del mismo modo que actualmente, se llevará a cabo durante los dos primeros turnos (o en el primer turno los meses en los que solo se trabaja 1 turno), por tanto, considerando la previsión máxima de la demanda (*mes de julio* = 263.869 tarrinas/día → $\frac{263.869 \text{ tarrinas/día}}{1.440 \text{ tarrinas/palet}} = 183,2 \text{ palets/día}$) que equivale a ($\frac{183,2 \text{ palets/día}}{16 \text{ hora /día}} = 11,45 \text{ palets/hora}$), serán necesarias 0,57 carretillas retráctiles extraer el producto terminado de las estanterías y 0,46 transpaletas eléctricas para trasladarla.

En cuanto a la carga de camiones, serán necesarias 0,46 transpaletas eléctricas.

En la tabla 35 quedan resumidos los medios de manutención necesarios para poder realizar todas las actividades de la planta:

Actividad	Equipos de manutención	Unidades
Descarga de MP del camión		
Traslado de MP al almacén	Transpaleta eléctrica	1
Traslado de MP a producción		
Ubicar MP en el almacén		
Desubicar MP para traslado a producción	Carretilla retráctil	1
Ubicar PT en el almacén		
Traslado PT de producción a almacén PT	Camino de rodillos	1
Traslado PT de almacén PT a expedición	Transpaleta eléctrica	1
Carga de PT en camión		
Desubicar PT para traslado a expedición	Carretilla retráctil	1

Tabla 35. Medios de manutención situación futura.

Por tanto, para la realización de las actividades necesitaremos las 2 carretillas retráctiles actuales y 2 transpaletas eléctricas. En cuanto a los operarios, se necesitarán 6 personas trabajando en el almacén. Se puede observar que se ha reducido tanto la necesidad de transpaletas eléctricas como el número de empleados.

3.2.5 Diseño del almacén

Una vez calculadas las superficies de cada una de las áreas del almacén, deberá obtenerse el área considerando los pasillos, la estructura de la estantería y las diferentes zonas auxiliares. El ancho del pasillo depende del medio de manutención escogido, siendo de 2,3 m para la carretilla retráctil y 1,8 m para la transpaleta eléctrica.

Por tanto, el almacén de materia prima requerirá una superficie de 190 m², contando con dos pasillos, el de carga y descarga en el caso de las estanterías dinámicas, y otros dos pasillos para las estanterías convencionales. La altura continuará siendo de 12 metros por lo que tendrá un volumen de 2.280 m³.

El volumen medio por hueco en el caso de las estanterías convencionales será de 8,85 m³ y de 5 m³ en el caso de las estanterías dinámicas (Tablas 36 y 37).

Estanterías convencionales	
Altura (m)	12
Nº huecos	105
Área (m ²)	77
Volumen (m ³)	929
Volumen/Hueco (m ³)	8,85

Tabla 36. Dimensiones almacén futuro MP (estanterías convencionales).

Estanterías dinámicas	
Altura (m)	12
Nº huecos	270
Área (m ²)	113
Volumen (m ³)	1.350
Volumen/Hueco (m ³)	5

Tabla 37. Dimensiones almacén futuro MP (estanterías dinámicas).

En cuanto al almacén de producto terminado solo dispondrá de estanterías dinámicas con una superficie de 729,17 m², incluyendo un pasillo de carga, uno de descarga, la propia estructura de las estanterías y un área de espera (hub). A este hub llegará el producto acabado directamente desde producción a través de un camino de rodillos y dispondrá de una sola altura con 14 huecos. La altura continuará siendo de 12 metros, por lo que tendrá un volumen de 8.750 m³. Esta información se recoge en la tabla 38.

Estanterías dinámicas	
Altura (m)	12
Nº huecos	1.750
Área (m ²)	729
Volumen (m ³)	8.750
Volumen/Hueco (m ³)	5

Tabla 38. Dimensiones almacén futuro PT.

Con respecto a las materias primas, en las estanterías dinámicas, se almacena una única referencia en cada canal, aunque éstas pueden variar entre los distintos canales. En cuanto a las etiquetas y los sabores, al estar en estanterías convencionales pueden almacenarse ambas referencias juntas.

En la figura 20 se representa la distribución del almacén con los pasillos de carga y descarga, las estanterías dinámicas y las estanterías convencionales.

En la figura 21 y 22 se muestran las estanterías dinámicas y convencionales con sus productos, respectivamente.

En la tabla 39 se describen los iconos empleados para cada una de ellas y el número de huecos que ocupan.

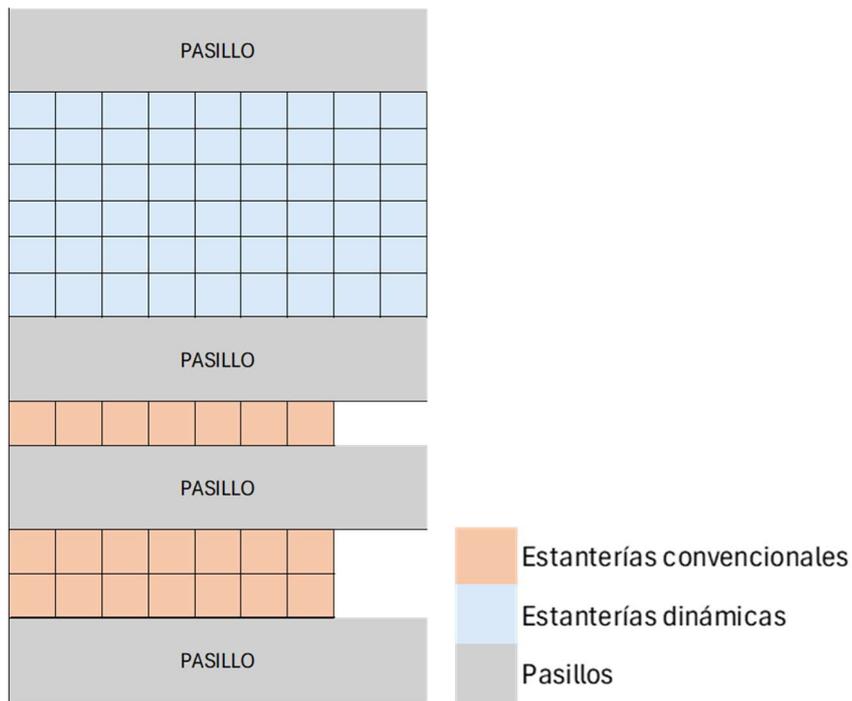


Figura 20. Almacén de MP en planta representando estanterías dinámicas, convencionales y pasillos.



Figura 21. Almacén de MP estado futuro estanterías dinámicas: suelo + 4 alturas (Ubicaciones totales: 270, ubicaciones utilizadas: 259).

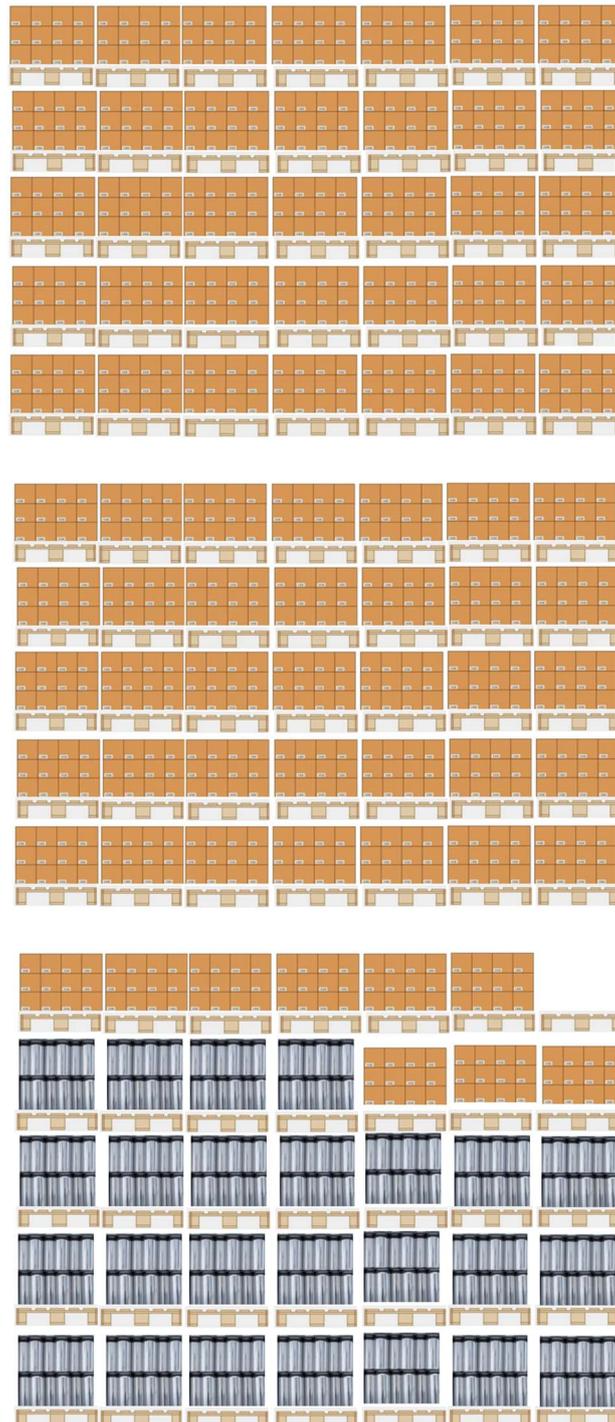


Figura 22. Almacén de MP estado futuro estanterías convencionales: suelo + 4 alturas (Ubicaciones totales: 105, ubicaciones utilizadas: 101).

Productos	Descripción	Huecos ocupados
	Leche en polvo	29
	Azúcar	38
	Aditivos	84
	Envases	108
	Sabores	25
	Etiquetas	79

Tabla 39. Leyenda de iconos almacén materia prima.

Puede observarse que la leche en polvo ocupa 5 canales, dejando 1 hueco libre; el azúcar 7 canales, dejando 4 huecos libres; y el aditivo 14 canales completos. Los envases ocuparán 18 canales completos. Quedarán 11 huecos sin ocupar en total.

Con respecto al producto terminado en la figura 23 se muestra la distribución del almacén con los pasillos de carga y descarga, el hub de rodillos y las estanterías dinámicas.

En la figura 24 se muestran las estanterías dinámicas con los 5 sabores diferentes, donde se ha ampliado uno de ellos para facilitar la comprensión. En la tabla 40 se describen los colores empleados para cada una de ellos y el número de huecos que ocupan.

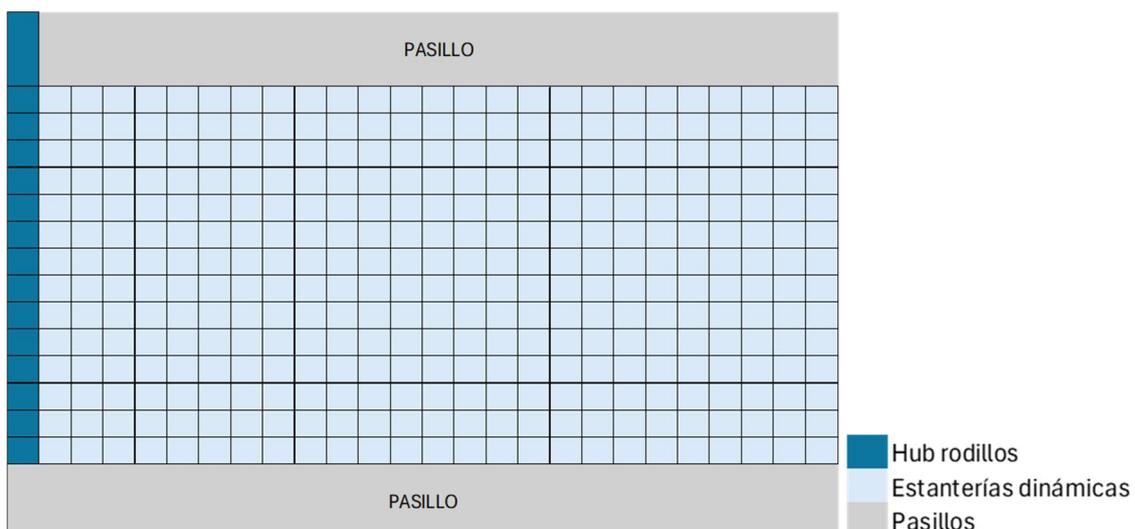


Figura 23. Almacén de PT en planta representando hub, estanterías dinámicas y pasillos.



Figura 24. Almacén de PT estado futuro estanterías dinámicas: suelo + 4 alturas (Ubicaciones totales: 1.750, ubicaciones utilizadas: 1.580).

Colores	Descripción	Huecos ocupados
	Vainilla	316
	Chocolate	316
	Fresa	316
	Avellana	316
	Turrón	316

Tabla 40. Leyenda de colores almacén producto terminado.

Respecto al almacén de producto terminado, como se explicó anteriormente, los sabores se distribuyen de forma equitativa. Por tanto, cada uno de ellos ocupará 23 canales y 316 huecos (3 canales x 5 alturas, uno de ellos con 6 huecos libres + 2 canales x 4 alturas), como se puede ver en la figura 24.

Por otra parte, el almacén dispone de un hub de producto acabado que llega directamente desde producción a través de un camino de rodillos. Este hub dispone de una sola altura con 14 huecos.

3.2.6 Estimación de costes e inversión

Se procede a calcular los costes y la inversión que supone el almacén con esta nueva propuesta. Del mismo modo que en la situación actual, se dividirán los costes e inversiones en las mismas 7 categorías.

A continuación, se muestran los diferentes costes:

- Instalaciones y servicios (tabla 41):

Concepto	m ²	Precio unitario (€/m ²)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual (€)
Superficie almacén	920	470	432.400	20	5,101	84.768
Servicios generales	920	30	27.600	20	5,101	5.411

Tabla 41. Coste de las instalaciones (situación futura).

- Medios de almacenamiento (tabla 42):

Concepto	m ²	Precio unitario (€/m ²)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual (€)
Estantería convencional almacén MP	221	20	4.420	10	4,339	1.019
Estantería dinámica almacén MP	567	150	85.050	10	4,339	19.601
Estantería dinámica almacén PT	3.675	150	551.250	10	4,339	127.045

Tabla 42. Coste de los medios de almacenamiento (situación futura).

- Medios de mantenimiento (tabla 43):

Concepto	Unidades	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual (€)
Transpaleta eléctrica	2	3.500	7.000	10	4,339	1.613
Carretilla retráctil	2	35.000	70.000	10	4,339	16.133
Camino de rodillos	20	2.000	40.000	10	4,339	9.219

Tabla 43. Coste de los medios de mantenimiento (situación futura).

- Coste de personal (tabla 44):

En este caso, se ha añadido al salario de los almaceneros el suplemento correspondiente al proceso continuo ya que ahora se trabajará, además, sábados y domingos. Esto supone un incremento de 4.000€ sobre el salario del proceso no continuo (18.000€).

Cargo	Nº operarios	Salario anual + SS (€)	Coste anual (€)
Jefe de almacén	1	39.600	39.600
Administrativos	1	26.400	26.400
Peones de almacén	6	29.040	174.240

Tabla 44. Coste del personal (situación futura).

- Coste de mantenimiento y energía (tabla 45):

Concepto	Coste de mantenimiento (€)	Coste anual (€)
Equipamiento móvil	10% inversión	7.700
Edificio e instalaciones	1% inversión	4.600
Gasto energético	0,11 €/kW · h	58.238

Tabla 45. Coste de mantenimiento y energía (situación futura).

- Coste del almacenaje externo (tablas 46 y 47):

Concepto	Nº palets	Nº tráilers	€/tráiler	Coste anual (€)
Carga de tráiler (33 palets/viaje)	1.580	48	62,38	2.987
Transporte	1.580	48	150	7.182

Tabla 46. Coste de la externalización (situación futura).

Concepto	€/europalet · día	Nº palets	Días almacenados	Coste anual (€)
Almacenaje	0,55	1.580	90	78.210

Tabla 47. Coste del almacenaje externo (situación futura).

- Coste de otros equipamientos auxiliares (tabla 48):

Concepto	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual (€)
Hardware y equipamiento básico para la gestión del almacén	350.000	5	3,058	114.454

Tabla 48. Coste de otros equipamientos auxiliares (situación futura).

A continuación, en la tabla 49, se resumen los valores de costes e inversión actuales.

	Importe (€)
Coste	778.416
Inversión	1.567.710

Tabla 49. Resumen de coste e inversión (situación futura).

3.3 Análisis económico-financiero y comparativa

Una vez se ha realizado el nuevo diseño del almacén, se va a analizar desde un punto de vista económico-financiero comparando el estado actual con el estado futuro propuesto. En la tabla 50 quedan resumidos los costes anuales y las inversiones obtenidas anteriormente en ambas configuraciones:

	Coste (€)	Inversión (€)
Estado actual	1.382.723	2.753.620
Estado futuro	778.416	1.567.710

Tabla 50. Resumen de costes e inversión de ambas situaciones.

A partir de estos datos se ha creado un gráfico para poder comparar de forma más visual ambas alternativas, tanto las inversiones como los costes anuales. Se muestran, a continuación, en la figura 25.

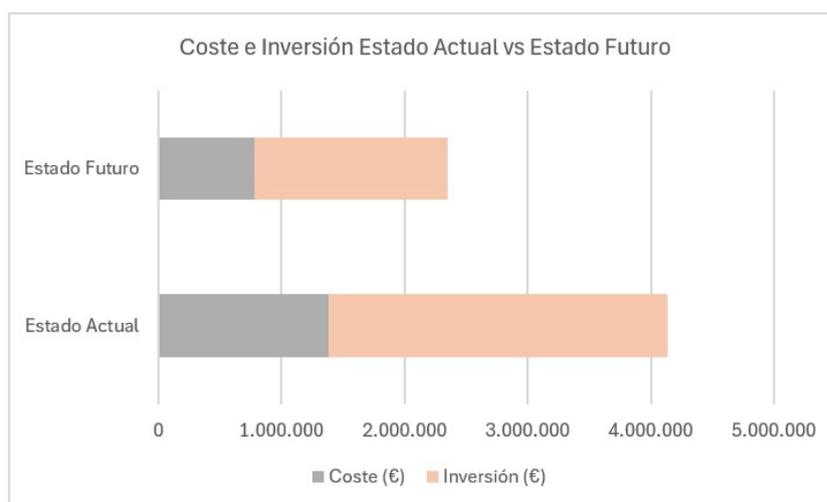


Figura 25. Comparativa de coste e inversión de ambas situaciones.

Como se puede observar en la tabla 50, tanto el coste como la inversión ha quedado reducida considerablemente con la nueva propuesta. Esto ha sido posible debido a los cambios introducidos, entre los que se destacan los siguientes:

- Cambio en el patrón de recepción de las materias primas, pasando de recepcionar cada 2 semanas a 2 veces por semana.
- Introducción de estanterías dinámicas en el almacén de materia prima y en el almacén de producto terminado.
- Introducción de un camino de rodillos desde el área de producción al almacén, lo que ha permitido reducir el número de medios de manutención que requieren mozos de almacén para su manejo.

- Optimización del embalaje de las cajas, permitiendo una altura más de cajas por palet y, por lo tanto, aumentando su capacidad.

Todos los cambios entre el estado actual y la nueva propuesta se resumen en la tabla 51:

	Estado actual	Estado futuro
Recepción MP	Quincenal	2 veces/semana
Medios de almacenamiento	Estantería convencional	Estantería dinámica
Capacidad palet	1.200 tarrinas	1.440 tarrinas
Medios de manutención	-	Camino de rodillos
Nº operarios	8	6

Tabla 51. Principales diferencias entre situación inicial y futura.

Como resultado de este trabajo, se recomienda la implementación de estos cambios ya que requiere menos inversión inicial y menos costes anuales. Además, implica una optimización del stock, reduciéndose considerablemente el número de palets almacenados tanto de materia prima como de producto terminado. Como consecuencia se reducirá el espacio de almacenaje, la energía necesaria para mantener los almacenes a la temperatura requerida y la posibilidad de daños al producto y obsolescencia.

3.4 Otras mejoras cualitativas y de sostenibilidad

Otro de los aspectos fundamentales en este proyecto es conseguir el desarrollo sostenible de la fábrica. Con las mejoras realizadas se impacta directamente en los siguientes ODS: energía asequible y no contaminante; industria, innovación e infraestructura; producción y consumo responsables y acción por el clima.

La reducción del stock ha impactado directamente en el consumo energético reduciéndolo considerablemente de 200.770 kW·h/mes a 44.120 kW·h/mes (reducción de un 22%).

Por otra parte, y de cara a la mejora continua, se propone la instalación de paneles solares en el techo del almacén que dispone de una superficie de 920 m², de los cuales se utilizará una parte para la instalación de los mismos.

La instalación dispondría de 200 módulos de 460 Wp, proporcionando una energía de 1.609 kW·h/kWp. Con ello, se obtendría una potencia instalada de 92 kWp, lo que generará anualmente una energía de 148.028 kW·h. Esto supondría un ahorro en energía de 16.283 €/año.

Por otra parte, habría que tener en cuenta para el cálculo de los ahorros el Impuesto Especial sobre la Electricidad (IEE), un tributo que se aplica sobre el consumo de electricidad en España. Se calcula como un 5,113% del importe del término de consumo y potencia. En el contexto del cálculo de ahorros eléctricos, el IEE es relevante porque influye en el costo total del consumo de electricidad. Considerando que la inversión aproximada sería de 83.000€, se tendría un payback de 2,8 años.

Esta acción implicaría una reducción de 103 toneladas de CO₂.

Otras medidas de ahorro energético que podrían contribuir a disminuir la huella de carbono son:

- Mejor aislamiento del almacén.
- Sistemas de puertas automáticas.
- Deshumificadores más eficientes.
- Uso de gases refrigerantes que no generen calentamiento (por ejemplo, utilización de amoníaco en las bombas de calor).
- Implantación de economía circular. Utilización del calor desprendido durante el enfriamiento del almacén para el calentamiento de naves.
- Implantación de sistemas de reciclaje.

La reducción del almacén, la implantación de los caminos de rodillos y las estanterías dinámicas ha permitido tener procesos más limpios y ha supuesto una reducción de la dependencia de la mano de obra y una mejora en la ergonomía. Todo ello, contribuyendo a una mejora del clima laboral.

3.5 Procedimientos principales de la solución propuesta

Tras haber decidido qué diseño futuro se va a implantar en la empresa, ya se pueden definir los procedimientos y las actividades a realizar con mayor precisión:

1. Una vez llegan los camiones a los muelles durante el primer turno, un operario descarga la mercancía, que llega en palets, mediante la transpaleta eléctrica.
2. Éstas son trasladadas a la zona de recepción donde se comprueba el estado de la mercancía y si se corresponde con lo indicado en el albarán y en el pedido. Si todo es correcto, se introduce en el SGA (Sistema de Gestión de Almacenes) para el control del stock y de los diferentes movimientos que se realicen en el almacén. Antes del traslado de la mercancía los técnicos de control de calidad sacarán una muestra para su control e indicarán el estado en el SGA (PC, OK, No OK). El SGA está conectado con el ERP por lo que todos los registros quedan actualizados en ambos sistemas.
3. Posteriormente, los palets se trasladan con la transpaleta eléctrica al almacén de materia prima y se procede a su ubicación con la carretilla retráctil y a su registro en el SGA.
4. En el caso de la nata, que se recibe en camión cisterna, se seguirá el paso 2 y, si todo es correcto, se descargará en el depósito refrigerado destinado a esta materia prima.
5. Durante todos los turnos se irá abasteciendo el área de producción con la materia prima necesaria y OK e introduciendo los movimientos en el SGA.

6. Una vez fabricado, envasado y paletizado el producto acabado, el operario de producción depositará el palet en el camino de rodillos que lo trasladará al hub del almacén de congelados, donde deberá permanecer un mínimo de 8 horas.
7. El peón de almacén recogerá el palet del hub y con la carretilla retráctil lo ubicará y actualizará el SGA.
8. Durante el turno de mañanas y tardes se procederá a la expedición de camiones. Para ello, un peón de almacén desubicará el producto con la carretilla retráctil y con la transpaleta trasladará y cargará los camiones, actualizando el SGA.
9. Se determinará que sabores de producto terminado se almacenarán en el almacén externo, por lo que, durante los meses de mayor demanda el peón del almacén recogerá estos palets del hub, y los preparará para su traslado al mismo.

Capítulo 4. CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE TRABAJO

Para finalizar, se comentarán las conclusiones obtenidas tras la realización de este Trabajo de Fin de Máster. Se iniciará con unas consideraciones generales que se han tenido en cuenta para la elaboración del mismo, seguido de un breve resumen de los pasos que se han llevado a cabo para la realización de la nueva propuesta de almacén.

Como consideraciones generales, cabe destacar que se ha desestimado la utilización de los mismos medios de manutención con diferentes capacidades de elevación, con el fin de estandarizar las carretillas y transpaletas evitando así posibles errores o accidentes dentro del almacén.

En cuanto a las herramientas utilizadas en el proyecto se ha empleado Microsoft Excel para realizar los cálculos.

Respecto al procedimiento, se han seguido diferentes etapas. En primer lugar, se ha hecho un análisis de los datos recibidos y se han descrito las características del almacén actual: stock almacenado en la fábrica, stock externalizado, medios de transporte, medios de manutención y número de empleados.

A continuación, se ha hecho un análisis de las fuentes que generaban los costes más elevados para poder proponer un nuevo modelo de almacén que permita optimizar la cantidad de stock necesaria y reducir estos costes, cumpliendo la política de servicio establecida por la empresa.

Finalmente, tras haber obtenido los datos necesarios se ha procedido a realizar el diseño del nuevo almacén según el nuevo modelo de funcionamiento, estimando los costes anuales y la inversión que supondría la construcción y la puesta en marcha del mismo.

Hay que destacar que la reorganización de la superficie del almacén supondrá una obra que requiere una inversión, pero el espacio liberado permitirá aumentar la capacidad productiva en el caso de que fuera necesario.

Como mejoras principales se ha propuesto el cambio en el patrón de recepción de las materias primas, la introducción de estanterías dinámicas tanto en el almacén de materia prima como en el de producto terminado, la conexión del área de producción con el almacén de producto terminado mediante un camino de rodillos y la optimización del embalaje de las cajas, para aumentar la capacidad del palet.

También se ha propuesto modificar los turnos de trabajo, flexibilizando el número de turnos dependiendo de la demanda

Como resultado ha disminuido significativamente la inversión y los costes anuales. Cabe destacar que, por una parte, la introducción de las estanterías dinámicas ha permitido una mejora de la eficacia de las operaciones dentro del almacén y, por otra, la flexibilidad horaria adaptarse a las variaciones en un mercado claramente estacional.

Como conclusión, el diseño de un almacén es clave para la eficiencia de las operaciones que se realizarán posteriormente y de las que dependerá el servicio al cliente, los beneficios de la empresa y la contribución a los ODS. Es por tanto muy importante un correcto diseño, que evite ineficiencias y despilfarros durante las operaciones, mejore la sostenibilidad de la fábrica y permita un buen control del stock.

Por último, he de indicar que la realización de este Trabajo de Fin de Máster ha sido muy positiva al haber tenido la oportunidad de aplicar de una forma práctica todos los conceptos adquiridos durante el curso, relacionados con este tema. He podido ir sintetizando la información necesaria para pasar de unos datos complejos hasta obtener una solución concreta y detallada.

Finalmente, es importante destacar que, aunque en este trabajo se ha propuesto un diseño de mejora de los almacenes de materia prima y producto acabado y de sus operaciones existen otras posibilidades que podrían mejorar el diseño escogido. Es fundamental enfocarse, desde una perspectiva de la filosofía Lean, en la mejora continua e ir buscando aquellos aspectos que mejorarán la eficiencia, rentabilidad y seguridad en las operaciones del almacén.

Por lo tanto, el objeto de este proyecto es revertir la situación en la que se encuentra la empresa teniendo en cuenta las posibles oscilaciones en la demanda, cambios en el mercado a lo largo del tiempo o cualquier otra situación que requiera adaptar la capacidad del almacén para cumplir con lo exigido. Por ello, a la hora de aplicar modificaciones, debe poder adaptarse a estas variaciones para evitar grandes reformas e inversiones futuras.

BIBLIOGRAFÍA

- BlogQuímica, Biblioteca complutense.
(s. f.). <https://webs.ucm.es/BUCM/blogs/blogquimica/11362.php>
- Chamba Ronquillo, E.A (2022). *Diseño de un manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la microempresa heladería Alma Lojana ubicada en la ciudad de Ambato*. (Trabajo de titulación, Universidad técnica de Ambato). [Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la microempresa “Heladería Alma Lojana” \(uta.edu.ec\)](https://www.uta.edu.ec/Manual-de-Buenas-Practicas-de-Manufactura-para-la-microempresa-Heladeria-Alma-Lojana)
- Economía3 (2022). *España es el tercer país en consumo de helados del mundo*. [España es el tercer país en consumo de helados del mundo | Economía 3 \(economia3.com\)](https://www.economia3.com/espaa-es-el-tercer-pas-en-consumo-de-helados-del-mundo)
- Eloisa (2022). *Diferencias entre ifs y brc*. Redimensiona Consulting. Disponible en <https://urldefense.com/v3/https://redimensiona.com/diferencias-entre-ifs-y-brc/;!!KZLUut8!HcQGVuesvGuglxvXeh2PmKeXlfzT2vAf0q9dRI2B6efXYhIkWrZaTf3LEB1IHxR4BcxV3auPs9XxGi1C20OPRgS>
- Extensión FIQ.UNL. *La ciencia del helado* (s. f.). <https://www.fiq.unl.edu.ar/culturacientifica/extension-fiq/la-ciencia-del-helado/>
- Gilabert, L (2023). *Ingeniería básica de una fábrica de producción de helados*. (Trabajo Fin de Grado, Universidad de Sevilla). <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/94693/fichero/TFG4693+Gilabert+Granero.pdf>
- Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2024). *Los españoles consumieron 140 millones de litros de helado el pasado año*. [Los españoles consumieron 140 millones de litros de helado el pasado año \(mapa.gob.es\)](https://www.mapa.gob.es/los-espanoles-consumieron-140-millones-de-litros-de-helado-el-pasado-año)
- López, A. (2019). *La Química del helado*. <https://www.quimicaysociedad.org/la-quimica-del-helado/>
- Mantello, S. R. (2007). *Cambios estructurales del helado a lo largo del proceso de elaboración*. <http://www.mundoheladoconsulting.com/notas/Helados%20-%20Cambios.pdf>
- Mecalux. (s. f.). *El almacén de helados de Helados Estiu en Chester (Valencia)*. <https://www.mecalux.es/casos-practicos/almacen-helados-estiu-valencia-espana>
- Papelmatic (2024). *¿Qué es el sistema APPCC en la industria alimentaria?* <https://papelmatic.com/que-es-el-sistema-appcc-en-la-industria-alimentaria/>
- Ramírez-Navas, L. S., Rengifo Velásquez, C.J., Rubiano Vargas, A. (2015). *Parámetros de calidad en helados*. Disponible en: [31 2015 Parametros de calidad en helados \(sep\).pdf](https://www.repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/10665/264217/S120150001.pdf)
- Ruiz De Castilla Loo, R.A (2017). *Producción de helados a nivel industrial*. Disponible en

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3028/Q02-R853-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>)

Saber y Sabor. *Ingredientes y factores para elaborar helado en un restaurante* (2018). <https://www.saberysabor.com/articulos-cocina/a/201707/4689-ingredientes-y-factores-para-elaborar-helado-en-un-restaurante>

TPF Consulting (2024). *Polígono Industrial Sector 12 Riba-Roja, 30 años de especialización logística*. <https://tpfconsultora.es/poligono-industrial-sector-12-riba-roja-30-anos-de-especializacion-logistica/>)

ANEXOS

ANEXO I: MEDIOS DE MANUTENCIÓN

Medios de manutención	Pasillo
Transpaleta manual	1.5 m
Carretilla contrapesada de 1 Tn	3.5 m
Carretilla retractil de 1 Tn	2.7 m
Caretilla trilateral de pasillo estrecho de 1 Tn	1.8 m
Transpaleta eléctrica	1.8 m
Transpaleta Manual	1.5 m
Carretilla Recogepedidos	1.8 m
Transpaleta Recogepedidos sólo hasta 2º altura	2.5 m
Transelevador de palets *	1.8 m.
Miniload	0.8 m.

MOVIMIENTOS DE...	Carretillas contrapesadas	Carretillas retráctiles	Caretillas de pasillo estrecho	Transpaleta eléctrica	Transpaleta Manual
descarga de vehículo	25			25	15
Ubicación/recuperación a / desde estantería	22	20	30		
abastecimiento de picking desde almacén reserva	27	25			
desde/hacia las estaciones de abastecimiento de las carretillas de pasillo estrecho	32	30			
Carga de vehículo	25			25	15

ANEXO II: EDIFICIO DEL ALMACÉN

Altura interior	€/m ²
Hasta 6 metros	340
6 – 8 metros	370
8 – 10 metros	410
10 – 12 metros	430
12 – 16 metros	470
16 – 20 metros	510

La vida útil del edificio es de 20 años.

El acondicionamiento de las zonas exteriores al edificio (explanación, asfaltado, etc) se estima en 50 €/m².

La instalación de los servicios generales del edificio (calefacción, luz, agua...) se estima en 30 €/m².

ANEXO III: COSTES DE EQUIPAMIENTO

Vehículo	Coste (€)	Vida útil (años)
Transpaleta manual	300	10
Transpaleta eléctrica	3.500	10
Carretilla retráctil 1Tn con elevación hasta 12 m	35.000	10

ESTANTERIAS (10 años de vida útil)	COSTE (€/ubicación)
Estantería convencional para paletas	20
Estantería convencional para paletas de doble profundidad	22
Estantería compacta (drive-in)	30
Estantería de pasillo estrecho	30
Estantería de palets móvil autopropulsada	100
Estantería dinámica de palets	150
Estantería de cajas	30 € por metro de balda

OTROS EQUIPAMIENTOS	COSTE	Vida útil (años)
Jaulas con ruedas (915 x 915 x 1900)	150 €	5
Carro recogepedidos de mano	120 €	5
Plataformas de muelles	1.000 €	10
Elevadoras de muelles	7.500 €	10
Estantería dinámica de cajas	30 € / ubicación	10
Hardware y equipamiento básico para la gestión del almacén	350.000 €	5

ANEXO IV: COSTES DE MANTENIMIENTO

Aplicar las siguientes reglas para estimar los costes de mantenimiento por tipo de activo:

- Equipamiento móvil: el 10% anual sobre el valor de la inversión.
- Edificios e instalaciones: el 1% anual sobre el valor de la inversión.

Por otra parte, los gastos anuales de energía, iluminación, seguros y otros menores se estiman en 45 €/m² construido.