



UNIVERSIDAD DE JAÉN  
*Escuela politécnica superior de Jaén*

Trabajo Fin de Grado

# PROYECTO DE ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DE UNA INDUSTRIA GALLETERA

**Alumno: Laura Díaz Merino**

Tutor: Prof. D. Juan Manuel Amezcua Ogáyar  
Dpto: Departamento de Organización de  
Empresas, Marketing y Sociología

**Septiembre, 2022**

## Índice

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1. Introducción .....                       | 9  |
| 1.1. Antecedentes .....                     | 9  |
| 1.2. Origen .....                           | 10 |
| 1.3. Justificación .....                    | 10 |
| 1.4. Motivación.....                        | 10 |
| 1.5. Alcance .....                          | 11 |
| 1.6. Objetivos .....                        | 11 |
| 1.7. Limitaciones.....                      | 11 |
| 2. Descripción de la empresa .....          | 12 |
| 2.1. Misión, visión y objetivos .....       | 13 |
| 2.1.1. Misión.....                          | 13 |
| 2.1.2. Visión .....                         | 13 |
| 2.1.3. Objetivos .....                      | 13 |
| 2.2. Organigrama de la empresa .....        | 14 |
| 3. Descripción del producto .....           | 15 |
| 3.1. Galletas maría.....                    | 15 |
| 3.2. Galletas tostadas .....                | 18 |
| 4. Descripción del sistema productivo ..... | 21 |
| 4.1. Organización del trabajo .....         | 21 |
| 4.2. Programación de la producción .....    | 22 |
| 4.3. Materias primas .....                  | 23 |
| 4.3.1. Harina de trigo.....                 | 23 |
| 4.3.2. Azúcar blanca .....                  | 24 |
| 4.3.3. Agua.....                            | 25 |
| 4.3.4. Aceite de girasol alto oleico .....  | 25 |
| 4.3.5. Jarabe de glucosa .....              | 26 |
| 4.3.6. Enzimas.....                         | 26 |
| 4.3.7. Suero lácteo bajo en proteína .....  | 26 |
| 4.3.8. Sal .....                            | 27 |
| 4.3.9. Saborizantes .....                   | 27 |
| 4.3.10. Gasificantes .....                  | 27 |
| 4.3.11. Lecitina de girasol.....            | 29 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.12. Metabisulfito Sódico .....                              | 29 |
| 4.3.13. Colorante de caramelo .....                             | 29 |
| 4.3.14. Materias primas auxiliares .....                        | 30 |
| 4.4. Paletización .....                                         | 35 |
| 4.5. Necesidades de materias primas .....                       | 38 |
| 4.5.1. Materias primas auxiliares .....                         | 40 |
| 4.6. Necesidades de personal.....                               | 42 |
| 5. Proceso productivo .....                                     | 45 |
| 5.1. Diagrama de flujo .....                                    | 46 |
| 5.2. Recepción y almacenamiento de las materias primas .....    | 47 |
| 5.3. Dosificación y pesaje .....                                | 51 |
| 5.4. Amasado.....                                               | 54 |
| 5.5. Laminado.....                                              | 55 |
| 5.6. Troquelado .....                                           | 57 |
| 5.7. Horneado.....                                              | 58 |
| 5.8. Enfriamiento.....                                          | 60 |
| 5.9. Control de calidad .....                                   | 60 |
| 5.10. Apilado y envasado .....                                  | 61 |
| 5.11. Detección de metales.....                                 | 63 |
| 5.12. Empaquetado .....                                         | 64 |
| 5.13. Control de peso .....                                     | 65 |
| 5.14. Encajado y paletizado.....                                | 66 |
| 5.15. Almacenamiento de producto final .....                    | 66 |
| 6. Distribución en planta.....                                  | 68 |
| 7. Descripción de la problemática .....                         | 74 |
| 7.1. Pérdidas y desperdicio .....                               | 75 |
| 8. Identificación de las anomalías del proceso productivo ..... | 77 |
| 8.1. Participación.....                                         | 77 |
| 9. Procedimiento de análisis .....                              | 79 |
| 9.1. Defectos .....                                             | 79 |
| 9.2. Recopilación de datos sobre los defectos .....             | 85 |
| 9.3. Análisis de las anomalías .....                            | 87 |
| 9.3.1. Taponamiento del apilador .....                          | 87 |
| 9.3.2. Deterioro en el interior de los envases .....            | 88 |

|         |                                                        |     |
|---------|--------------------------------------------------------|-----|
| 9.3.3.  | Restos de galletas en el envase.....                   | 89  |
| 9.3.4.  | Variabilidad en las características del producto ..... | 92  |
| 9.3.5.  | Variabilidad en el peso .....                          | 93  |
| 9.3.6.  | Estrellamiento .....                                   | 93  |
| 9.3.7.  | Control de calidad .....                               | 95  |
| 9.3.8.  | Paquetes dobles o rotos.....                           | 95  |
| 9.3.9.  | Manchas .....                                          | 96  |
| 9.3.10. | Descascarillado.....                                   | 97  |
| 9.3.11. | Agujeros y poros.....                                  | 97  |
| 9.3.12. | Faltan galletas en los envases .....                   | 97  |
| 9.3.13. | Posición incorrecta de la cintilla.....                | 98  |
| 9.3.14. | Detector de metales.....                               | 98  |
| 10.     | Propuestas de mejora .....                             | 99  |
| 11.     | Evaluación económica.....                              | 104 |
| 12.     | Control de los resultados .....                        | 107 |
| 13.     | Conclusión .....                                       | 109 |
| 14.     | Recomendaciones .....                                  | 110 |
| 15.     | Referencias bibliográficas.....                        | 111 |

## Índice de figuras

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Figura 2.1: Organigrama de la empresa Wunjo</i> .....                                      | 14 |
| <i>Figura 3.1: Techo del modelo galleta maría</i> .....                                       | 15 |
| <i>Figura 3.2: Suelo del modelo galleta maría</i> .....                                       | 16 |
| <i>Figura 3.3: Techo del modelo galleta tostada</i> .....                                     | 18 |
| <i>Figura 3.4: Suelo del modelo galleta tostada</i> .....                                     | 18 |
| <i>Figura 4.1: Caja de galletas maría</i> .....                                               | 35 |
| <i>Figura 4.2: Caja de galletas tostada</i> .....                                             | 36 |
| <i>Figura 4.3: Paletizado</i> .....                                                           | 37 |
| <i>Figura 5.1: Diagrama de flujo</i> .....                                                    | 46 |
| <i>Figura 5.2: Báscula de plataforma</i> .....                                                | 48 |
| <i>Figura 5.3: Báscula puente</i> .....                                                       | 48 |
| <i>Figura 5.4: Transpaleta manual</i> .....                                                   | 49 |
| <i>Figura 5.5: Carretilla elevadora</i> .....                                                 | 49 |
| <i>Figura 5.6: Silo cilíndrico</i> .....                                                      | 50 |
| <i>Figura 5.7: Dimensionado de los silos de harina, azúcar y aceite respectivamente</i> ..... | 51 |
| <i>Figura 5.8: Balanza industrial</i> .....                                                   | 53 |
| <i>Figura 5.9: Amasadora</i> .....                                                            | 55 |
| <i>Figura 5.10: Esquema de funcionamiento de laminado-troquelado</i> .....                    | 56 |
| <i>Figura 5.11: Túnel de horneado</i> .....                                                   | 59 |
| <i>Figura 5.12: Apilamiento</i> .....                                                         | 61 |
| <i>Figura 5.13: Funcionamiento de los cargadores</i> .....                                    | 62 |
| <i>Figura 5.14: Envasadora</i> .....                                                          | 63 |
| <i>Figura 5.15: Detector de metales</i> .....                                                 | 64 |
| <i>Figura 5.16: Controladora de peso</i> .....                                                | 66 |
| <i>Figura 6.1: Plano de la empresa Wunjo</i> .....                                            | 73 |
| <i>Figura 9.1: Comparación entre galleta manchada y sin mancha</i> .....                      | 79 |
| <i>Figura 9.2: Galleta con agujero</i> .....                                                  | 80 |
| <i>Figura 9.3: Galleta con poro</i> .....                                                     | 80 |
| <i>Figura 9.4: Galleta maría con descascarillado</i> .....                                    | 81 |
| <i>Figura 9.5: Galleta tostada con descascarillado</i> .....                                  | 81 |
| <i>Figura 9.6: Paquete holgado</i> .....                                                      | 82 |
| <i>Figura 9.7: Envase con restos de galleta</i> .....                                         | 82 |
| <i>Figura 9.8: Envase con galletas picoteadas</i> .....                                       | 83 |
| <i>Figura 9.9: Mal llenado</i> .....                                                          | 83 |
| <i>Figura 9.10: Galleta tostada con estrellamiento</i> .....                                  | 84 |
| <i>Figura 9.11: Galleta maría con estrellamiento</i> .....                                    | 84 |

|                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Figura 9.12: Porcentaje de desperdicio según el subproceso en el que se detecta .....</i>       | <i>86</i>  |
| <i>Figura 9.13: Porcentaje de desperdicio según su tipo .....</i>                                  | <i>87</i>  |
| <i>Figura 9.14: Diagrama de Ishikawa .....</i>                                                     | <i>91</i>  |
| <i>Figura 9.15: Relación entre el porcentaje de estrellamiento y la temperatura ambiente .....</i> | <i>94</i>  |
| <i>Figura 12.1: Comparación de defectos de galletas maría .....</i>                                | <i>107</i> |
| <i>Figura 12.2: Comparación de defectos de galletas tostada .....</i>                              | <i>108</i> |

## Índice de tablas

|                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tabla 3.1: Especificaciones de las galletas maría.....</i>                                                           | <i>16</i> |
| <i>Tabla 3.2: Especificaciones de los paquetes de galletas maría .....</i>                                              | <i>17</i> |
| <i>Tabla 3.3: Especificaciones de las galletas tostada.....</i>                                                         | <i>19</i> |
| <i>Tabla 3.4: Especificaciones de los paquetes de galletas tostada .....</i>                                            | <i>19</i> |
| <i>Tabla 4.1: Recuento de horas de producción .....</i>                                                                 | <i>21</i> |
| <i>Tabla 4.2: Capacidad actual y objetivo .....</i>                                                                     | <i>22</i> |
| <i>Tabla 4.3: Especificaciones del film de polipropileno transparente .....</i>                                         | <i>30</i> |
| <i>Tabla 4.4: Especificaciones del film de polipropileno para el modelo de galletas maría .....</i>                     | <i>31</i> |
| <i>Tabla 4.5: Especificaciones del film de polipropileno para el modelo de galletas tostada .....</i>                   | <i>32</i> |
| <i>Tabla 4.6: Especificaciones de la cinta de desgarre .....</i>                                                        | <i>32</i> |
| <i>Tabla 4.7: Especificaciones de las cajas de cartón para el modelo de galletas maría .....</i>                        | <i>32</i> |
| <i>Tabla 4.8: Especificaciones de las cajas de cartón para el modelo de galletas tostada.....</i>                       | <i>33</i> |
| <i>Tabla 4.9: Especificaciones del separador de cartón.....</i>                                                         | <i>33</i> |
| <i>Tabla 4.10: Especificaciones de los palets.....</i>                                                                  | <i>34</i> |
| <i>Tabla 4.11: Especificaciones film retráctil .....</i>                                                                | <i>34</i> |
| <i>Tabla 4.12: Resumen de dimensiones de materias primas auxiliares .....</i>                                           | <i>35</i> |
| <i>Tabla 4.13: Cuadro de resultados de la paletización.....</i>                                                         | <i>37</i> |
| <i>Tabla 4.14: Participación y necesidades de ingredientes para la fabricación del modelo de galletas maría .....</i>   | <i>38</i> |
| <i>Tabla 4.15: Participación y necesidades de ingredientes para la fabricación del modelo de galletas tostada .....</i> | <i>39</i> |
| <i>Tabla 4.16: Necesidades y costes de las materias primas.....</i>                                                     | <i>40</i> |
| <i>Tabla 4.17: necesidad y coste de cajas, palets y separadores.....</i>                                                | <i>40</i> |
| <i>Tabla 4.18: necesidad y coste de film de polipropileno y cinta de desgarre .....</i>                                 | <i>41</i> |
| <i>Tabla 4.19: necesidad y coste de film retráctil .....</i>                                                            | <i>41</i> |
| <i>Tabla 4.20: Cuadro resumen del número de trabajadores necesarios por puesto y turno .....</i>                        | <i>44</i> |
| <i>Tabla 5.1: Báscula de plataforma .....</i>                                                                           | <i>48</i> |
| <i>Tabla 5.2: Báscula puente .....</i>                                                                                  | <i>48</i> |
| <i>Tabla 5.3: Balanza industrial de 6 kg .....</i>                                                                      | <i>52</i> |
| <i>Tabla 5.4: Balanza industrial de 30 kg .....</i>                                                                     | <i>53</i> |
| <i>Tabla 5.5: Cernedor .....</i>                                                                                        | <i>53</i> |
| <i>Tabla 5.6: Amasadora .....</i>                                                                                       | <i>55</i> |
| <i>Tabla 5.7: Laminadora .....</i>                                                                                      | <i>56</i> |
| <i>Tabla 5.8: Alimentador de masa .....</i>                                                                             | <i>57</i> |
| <i>Tabla 5.9: Troqueladora .....</i>                                                                                    | <i>57</i> |

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Tabla 5.10: Túnel de horneado.....</i>                                         | <i>60</i>  |
| <i>Tabla 5.11: Envasadora primaria .....</i>                                      | <i>63</i>  |
| <i>Tabla 5.12: Detector de metales .....</i>                                      | <i>64</i>  |
| <i>Tabla 5.13: Envasadora secundaria .....</i>                                    | <i>65</i>  |
| <i>Tabla 5.14: Controladora de peso .....</i>                                     | <i>65</i>  |
| <i>Tabla 7.1: Porcentajes de pérdidas y desperdicio según la referencia .....</i> | <i>76</i>  |
| <i>Tabla 9.1: Frecuencia de aparición de defectos .....</i>                       | <i>85</i>  |
| <i>Tabla 10.1: Reemplazo de equipamiento .....</i>                                | <i>100</i> |
| <i>Tabla 11.1: Resumen de gastos anuales .....</i>                                | <i>104</i> |
| <i>Tabla 11.2: Coste medidas de mejora .....</i>                                  | <i>105</i> |
| <i>Tabla 11.3: Horas empleadas para el análisis y optimización.....</i>           | <i>105</i> |
| <i>Tabla 12.1: Cuadro resumen de resultados.....</i>                              | <i>107</i> |

# 1. Introducción

## 1.1. Antecedentes

En la actualidad, las empresas centran sus esfuerzos en la reducción de costes con la finalidad de conseguir ser más competitivas. Sin embargo, esta reducción de costes debe ser estudiada y controlada de modo que no afecte negativamente a la calidad del producto.

Se ha decidido orientar la empresa en la búsqueda de la mejora continua, ya que es un error tomar medidas correctoras en el momento en el que se detecta un fallo en el sistema.

La optimización se debe dar de manera continua, realizando pequeñas o grandes mejoras mediante acciones preventivas a lo largo del tiempo.

El departamento de calidad de la empresa debe asegurar que el proceso productivo se lleva a cabo en las condiciones adecuadas para el producto y con los materiales óptimos.

Para ello es fundamental la realización de manuales y guías de actuación que permitan estandarizar los procesos y trabajos que se emplean en la actividad.

De este modo se conseguirán los dos objetivos básicos que se desean obtener por las empresas. En primer lugar, reducir la variabilidad y defectos de los productos, obteniendo una mejor percepción por parte del consumidor final y, en segundo lugar, la reducción de costes generados por la no calidad.

El producto analizado en el presente proyecto son las galletas. Este producto debe ser saludable y nutritivo para cumplir con la calidad esperada por el cliente.

Además, tanto el producto como las instalaciones, trabajadores y métodos deben cumplir con ciertos requisitos establecidos por el reglamento técnico-sanitario para la elaboración, fabricación, circulación y comercio de galletas, ya que se trata de un producto alimenticio y, por tanto, sensible a la contaminación.

Para reducir la cantidad de defectos detectados por el cliente final, se decidió realizar un control de calidad más exhaustivo, retirando de la línea de producción todas aquellas piezas que poseían algún defecto. No obstante, esta medida no elimina el problema.

Al rechazar las galletas que no cumplían con el estándar de calidad, estas no llegan al cliente, pero de igual manera conllevan costes por desperdicio de recursos como materiales, tiempo y energía, dificultando así el cumplimiento del suministro de los pedidos de los clientes en tiempo, lugar, forma y cantidad.

Retirar las piezas con defectos no elimina el problema, para ello se debe encontrar la causa raíz por la que se da lugar a la aparición de dichos defectos.

Por esta razón, la primera acción a realizar será la de analizar en profundidad todos los factores involucrados en la fabricación del producto para posteriormente corregir toda fuente de variabilidad durante el proceso.

## 1.2. Origen

El presente proyecto se desarrolló como un estudio teórico con el fin de proporcionar ciertas medias que puedan mejorar el sistema productivo de la misma.

La empresa objeto de estudio es una empresa ficticia basada en varias empresas del sector. Por tanto, los datos que se han tenido en cuenta para el proceso de optimización no son reales. Sin embargo, se ha tratado de emplear valores que mantengan la lógica y la coherencia, mostrando un escenario lo más real posible.

## 1.3. Justificación

El presente proyecto se basa en el análisis que permita el desarrollo de ciertas propuestas de mejora que se empleen con el fin de desarrollar una mejora continua en la planta de producción.

Mejorar los procesos supondrá una reducción del desperdicio y una mejora de la producción, obteniendo así mayor cantidad de producto, por un menor coste y proporcionando al consumidor la calidad deseada.

Una buena gestión de los recursos proporcionará con los mínimos recursos empleados, el máximo producto útil y los mínimos desechos.

## 1.4. Motivación

Un control adecuado de la calidad del producto supondrá no solo proporcionar al cliente un producto uniforme y deseado, sino que también proporcionará la oportunidad de reducir costes en base a una mejora de la productividad.

Por ello, es necesario la búsqueda de la mejora continua, realizando el análisis exhaustivo del sistema de producción que permita localizar las fuentes de desperdicio, siendo así la empresa ser más competitiva.

La finalidad de una empresa es satisfacer las demandas del consumidor para poder mantenerse en el mercado, por lo que el producto que no alcanza el requisito de cumplir con la calidad mínima deseada por el consumidor, deberá ser rechazado.

## 1.5. Alcance

El alcance de este proyecto abarca todo el proceso productivo de la elaboración de las galletas, desde la recepción de las materias primas hasta el almacenamiento del producto final.

## 1.6. Objetivos

### Objetivo general

Analizar el proceso de producción de una industria de elaboración de galletas con el objetivo de proponer una serie de mejoras que reduzcan el nivel de desperdicio de la industria haciendo esta más eficiente.

### Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de la empresa.
- Determinar el nivel de desperdicio durante la producción.
- Identificar y analizar las causas raíz por las que se genera el desperdicio y los defectos de las piezas.
- Desarrollar unas medidas para alcanzar el objetivo establecido.
- Programar y ejecutar dichas medidas propuestas con el fin de comprobar su eficacia en el escenario descrito.
- Evaluar la viabilidad económica de las propuestas.

## 1.7. Limitaciones

Al tratarse de una empresa ficticia, no se dispone de toda la información necesaria por motivos de confidencialidad.

## 2. Descripción de la empresa

La empresa objeto de estudio del presente proyecto es Wunjo, una empresa perteneciente al sector de la elaboración de productos alimenticios, en concreto se trata de una industria galletera.

Wunjo es una empresa española, fundada en 1997, con su planta sede en el polígono industrial 'los olivares', en la ciudad de Jaén, al sur de España.

Uno de los principales objetivos de la empresa es la ampliación de su capacidad con el fin de expandir su mercado y llegar a más clientes.

El terreno en el que se fundó la empresa hace 25 años no permite la ampliación de sus instalaciones, por tanto, la empresa estudia la posibilidad de trasladar su actividad a otro emplazamiento.

El motivo de la ampliación es el aumento de la capacidad productiva eficiente, de modo que se pueda fabricar más cantidad, de forma sostenible en el tiempo e investigar la posible fabricación de nuevos productos.

Los clientes actuales de la empresa son supermercados y establecimientos pequeños. Sin embargo, posteriormente al aumento de producción planeado, se quiere poder suministrar a grandes superficies.

Otro gran objetivo de la empresa es la mejora de la calidad del producto, disminuyendo el porcentaje de desperdicio y defectos que recibe el cliente. Para ello, se debe examinar al completo la planta de producción para descubrir los posibles puntos críticos que influyen en este ámbito.

Esta planta de producción actualmente cuenta con 130 empleados y 4 líneas de producción de 600 kg/h cada una. En ellas se producen dos tipos de galletas, maría y tostada.

Actualmente la producción alcanza los 10.595.373 kg anualmente. Pero se desea llegar a alcanzar los 10.928.229 kg/año.

Para alcanzar sus objetivos, Wunjo ha decidido aprovechar al máximo su capacidad productiva, previo a la posibilidad de un cambio de localización. Por ello, se está trabajando en un análisis interno que le permita descubrir y subsanar los puntos críticos que puedan limitar la producción.

El producto fabricado, las galletas, se realizan en una producción en masa, sin diferenciación, y que compite en precio, por tanto, es primordial la búsqueda de la mejora continua y de un aumento de la eficiencia, solo con el objetivo de reducir costes.

## 2.1. Misión, visión y objetivos

### 2.1.1. Misión

- Ser una empresa que está destinada a la producción de galletas mediante el empleo de materias de primera calidad, cumpliendo con la normativa vigente en cuanto a seguridad alimentaria.
- Contribuir a la mejora de la calidad de vida de las personas ofreciendo productos saludables con un alto valor nutricional.

### 2.1.2. Visión

- Ser una empresa líder en el mercado nacional de productos de panificación, aumentando la gama de productos y las instalaciones, para posteriormente, llegar a ser una importante empresa a nivel internacional.
- Ser una empresa considerada por el mercado como aquella que ofrece productos saludables y de calidad.

### 2.1.3. Objetivos

- Ofrecer un producto final sano y seguro, con la calidad esperada por el consumidor.
- Reducir el nivel de contaminación en la fabricación del producto para ayudar a la conservación del medioambiente.
- Ampliar la gama de productos, aumentando el número de referencias fabricadas.
- Aumentar el número de ventas intracomunitarias y de países objetivo.
- Orientar la organización hacia la búsqueda de la mejora continua, reduciendo así los desechos, costes, contaminación, etc.
- Lograr posicionarse en el mercado garantizando el desarrollo sostenible de la empresa, con un crecimiento de la facturación del 5% anual.

Para el área de producción, se ha escogido el nivel de desperdicio como referencia para conocer si se está realizando una mejora en la planta. El objetivo del departamento será el de reducir el porcentaje general de desperdicio de la planta del 8,86% al 6% en un horizonte temporal de un año.

## 2.2. Organigrama de la empresa

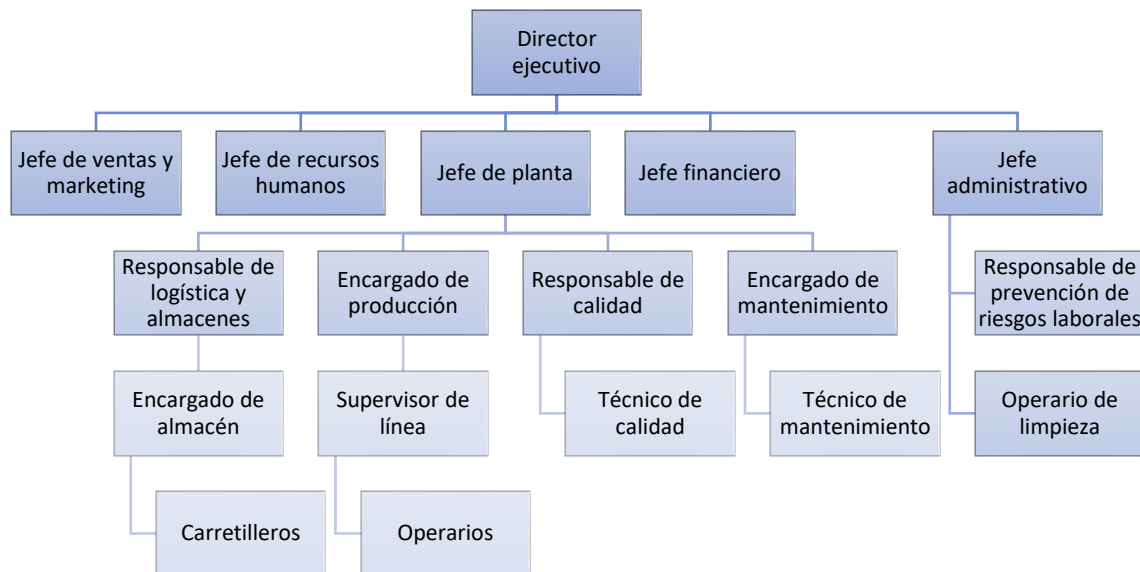


Figura 2.1: Organigrama de la empresa Wunjo (Fuente: *Elaboración propia*)

La empresa estudiada está basada en un organigrama vertical como puede verse en la figura 2.1., por el cual el director ejecutivo es el máximo responsable de la empresa. Bajo su supervisión se encuentran los responsables de los departamentos de ventas y marketing, recursos humanos, producción, finanzas y administración.

El jefe de planta es el máximo responsable de la planta de producción y las actividades que se llevan a cabo en ella.

### 3. Descripción del producto

De acuerdo con el Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas:

*Se entiende por «galletas» los productos alimenticios elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua.*

Existe una gran variedad de tipos de galletas, sin embargo, como se describe en apartados anteriores, la planta objeto de estudio produce dos tipos de galletas: maría y tostada.

*Según el mismo Real Decreto, las galletas maría, tostada y troqueladas son las elaboradas a base de harinas, azúcares y grasas comestibles, con o sin adición de otros productos alimenticios para su mejor enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten. Se cortan por sistema de prensa o rodillo troquelado.*

#### 3.1. Galletas maría

Las galletas maría producidas en dicha planta presentan una forma circular, de aproximadamente 8 mm de espesor y 8,3 g de peso. En el techo de la galleta se imprime la palabra maría y los orificios, ambos realizados en el proceso de troquelado. A continuación, se muestran las figuras 3.1. y 3.2. que hacen referencia al aspecto deseado del modelo en techo (parte superior) y suelo (parte inferior).



Figura 3.1: Techo del modelo galleta maría. (Fuente: Fotografía del autor)



Figura 3.2: Suelo del modelo galleta maría. (Fuente: Fotografía del autor)

Los ingredientes empleados para la producción de las galletas maría son:

- Materias primas: Harina de trigo, azúcar, aceite de girasol, agua, jarabe de glucosa y suero bajo en proteína.
- Aditivos: Sal, bicarbonato sódico, bicarbonato amónico, metabisulfito sódico, enzimas, lecitina de girasol y aroma de vainilla.
- Materias primas auxiliares: Film transparente, film maría, film retráctil, cinta de desgarre, caja de cartón maría, separador de cartón y palets de plástico.

A continuación, en la tabla 3.1 se muestran las especificaciones que deben cumplir las galletas maría según un estándar de calidad definido por la empresa, con el objetivo de homogeneizar la producción.

Tabla 3.1: Especificaciones de las galletas maría (Fuente: Elaboración propia)

|                                                 |              |
|-------------------------------------------------|--------------|
| Olor                                            | Adecuado     |
| Sabor                                           | Adecuado     |
| Ampollas, agujeros, manchas, picoteo, poros ... | No           |
| Peso (20 galletas)                              | 162 - 170 g  |
| Espesor (20 galletas)                           | 158 - 160 mm |
| Diámetro                                        | 58 - 60 mm   |
| Humedad                                         | Max. 1,5     |
| Color techo                                     | 55 – 60      |
| Color suelo                                     | 55 – 60      |

En la tabla 3.2 se describen las características que deben cumplir los paquetes de galletas maría según el estándar de calidad anteriormente mencionado.

Tabla 3.2: Especificaciones de los paquetes de galletas maría (Fuente: *Elaboración propia*)

|                                   |                                                                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Mal sellado del film primario     | Correcto, soldadura perfecta, paquete prieto, sin arrugas ni aperturas    |
| Mal sellado del film secundario   | Correcto, soldadura perfecta, paquete prieto, sin arrugas ni aperturas    |
| Cintilla                          | Correcto, cintilla colocada en su ubicación y coincidente con la mordida. |
| Restos de galletas en el paquete  | Sin pizcos ni galletas rotas o picoteadas en el envase.                   |
| Número de galletas por paquete    | 24 – 25                                                                   |
| Largo paquete primario            | 190 – 200 mm                                                              |
| Paquete secundario por agrupación | 2 x 200 g                                                                 |
| Peso paquete final                | 388 - 424 g                                                               |
| Envase externo                    | Información correcta y legible, impresión correcta.                       |

En primer lugar, se debe asegurar que el producto tenga las cualidades de olor, sabor y defectos que el cliente desee. En caso de tener un olor extraño, sabor enrarecido o desagradable, o defectos como roturas, manchas, o ampollas, se deberá retirar el producto.

Los envases deben cubrir otro tipo de requisitos, como por ejemplo que la soldadura se encuentre en perfectas condiciones, que no se encuentren restos de galletas en el paquete o que la cintilla se encuentre en la posición adecuada.

En cuanto a las medidas de peso y espesor, al tratarse de medidas pequeñas y con gran variabilidad, se miden en grupos de 20 galletas.

Las dimensiones o el color se medirán seleccionando 3 galletas de la línea, siendo estas de cada extremo transversal de la línea y otra del centro. Esto es debido a que el horno funciona por mechero, por lo que pueden existir variaciones entre los extremos y el centro.

En cuanto al formato de comercialización, las piezas se empaquetan en un film transparente de aproximadamente 200 mm y 200 g. Posteriormente, se envasan dos paquetes de 200 g en un film transparente con la impresión del modelo. Las dimensiones del envase final serán de 60 x 120 x 200 mm.

Una vez se conoce el largo del film y el espesor de las galletas, se obtiene el número de galletas en cada paquete según los casos más desfavorables. Esto es, teniendo en cuenta el film más pequeño y el mayor espesor, se obtiene el menor número de galletas dentro de los márgenes. En caso contrario, el film más largo y el menor espesor de las galletas, se obtiene el mayor número de estas por paquete.

Para conocer la tolerancia del peso del paquete final, se recurre de nuevo al Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas, en el cual, se encuentra la variación

permitida en función del peso deseado. En este caso, se desea que los paquetes obtengan un peso final de 400 g, por lo que se selecciona la franja para envases de peso neto de 200 a 1.000 gramos. Esta indica que se permite un desvío del 3%, por lo que finalmente solo se permite un peso inferior en 12 g.

Según la legislación vigente, no se permitirá la comercialización de productos con un peso neto inferior a dicha tolerancia. Sin embargo, no se establece ningún requisito en cuanto al sobrepeso de los paquetes.

Por el motivo de reducir las posibles pérdidas para la empresa, se ha establecido una tolerancia superior del 6%. Por lo que como máximo, los paquetes podrán pesar 424 g.

### 3.2. Galletas tostadas

Cada galleta de este modelo presenta una forma rectangular, de aproximadamente 5,9 mm de espesor y 6,2 g de peso. En el techo de la galleta se muestra la palabra “tostada” y los orificios, ambos realizados en el proceso de troquelado. A continuación, se muestran las figuras 3.3. y 3.4. que hacen referencia al aspecto deseado de dicho modelo tanto en techo como en suelo.



Figura 3.3: Techo del modelo galleta tostada. (Fuente: Fotografía del autor)



Figura 3.4: Suelo del modelo galleta tostada. (Fuente: Fotografía del autor)

Los ingredientes empleados para la producción de las galletas maría son:

- Materias primas: Harina de trigo, azúcar, aceite de girasol, agua, jarabe de glucosa y suero bajo en proteína.
- Aditivos: Sal, bicarbonato sódico, bicarbonato amónico, metabisulfito sódico, enzimas, lecitina de girasol, aroma de vainilla, colorante de caramelo.
- Materias primas auxiliares: Film transparente, film tostada, film retráctil, cinta de desgarre, caja de cartón tostada, separador de cartón y palets de plástico.

Del mismo modo, se ha establecido un estándar de calidad para asegurar la similitud entre las piezas producidas. En las tablas 3.3 y 3.4 se muestran las características que deben cumplir las galletas y los paquetes, respectivamente.

Tabla 3.3: Especificaciones de las galletas tostada (Fuente: *Elaboración propia*)

|                                                 |              |
|-------------------------------------------------|--------------|
| Olor                                            | Adecuado     |
| Sabor                                           | Adecuado     |
| Ampollas, agujeros, manchas, picoteo, poros ... | No           |
| Peso (20 galletas)                              | 122 - 125 mm |
| Espesor (20 galletas)                           | 117 - 119 mm |
| Ancho                                           | 44 - 47 mm   |
| Largo                                           | 72 - 75 mm   |
| Humedad                                         | Max. 1,7     |
| Color techo                                     | 55 – 60      |
| Color suelo                                     | 57 – 62      |

Tabla 3.4: Especificaciones de los paquetes de galletas tostada (Fuente: *Elaboración propia*)

|                                   |                                                                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Mal sellado del film primario     | Correcto, soldadura perfecta, paquete prieto, sin arrugas ni aperturas    |
| Mal sellado del film secundario   | Correcto, soldadura perfecta, paquete prieto, sin arrugas ni aperturas    |
| Cintilla                          | Correcto, cintilla colocada en su ubicación y coincidente con la mordida. |
| Restos de galletas en el paquete  | Sin pizcos ni galletas rotas o picoteadas en el envase.                   |
| Número de galletas por paquete    | 32 – 34                                                                   |
| Largo paquete primario            | 190 - 200 mm                                                              |
| Paquete secundario por agrupación | 3 x 200 g                                                                 |
| Peso paquete final                | 582 - 636 g                                                               |
| Envase externo                    | Información correcta y legible, impresión correcta.                       |

Al igual que en el apartado anterior, se debe asegurar el buen estado tanto de las galletas como de los envases. Para ello se examinarán características como el olor, sabor, y defectos, y se realizarán mediciones de peso, color, dimensiones, y esponje.

En este caso, el formato de comercialización difiere. Las piezas se empaquetan en un film transparente de aproximadamente 200 mm y 200 g. Sin embargo, para las galletas tostadas se envasan tres paquetes de 200 g en el film transparente con la impresión del modelo. Las dimensiones del envase final serán de 75 x 130 x 200 mm.

Del mismo modo que para las galletas maría, se establecen los límites de peso. El peso mínimo permitido será de 582 g, aplicando un 3% al peso neto final. El peso máximo lo establece la empresa en 6% nuevamente, siendo este 636 g.

## 4. Descripción del sistema productivo

### 4.1. Organización del trabajo

Se realiza una producción continua, de lunes a viernes, con 3 turnos de 8 horas cada uno. Estos serán los siguientes:

- Turno 1: 06:00-14:00
- Turno 2: 14:00-22:00
- Turno 3: 22:00-06:00

Se reservará el tercer turno del viernes para la limpieza y desinfección de las instalaciones, arrancando nuevamente la producción en el primer turno del lunes. Según la planificación, se fabricará en los 248 días laborables, respetando los sábados, los domingos y los 12 días festivos en la provincia de Jaén.

En la tabla 4.1 se muestran los días, turnos y horas de producción. Para ello, se ha descontado un turno a la semana para la limpieza.

Tabla 4.1: Recuento de horas de producción (*Fuente: Elaboración propia*)

| Mes        | nº de días<br>de 3 turnos | nº de días<br>de 2 turnos | nº de días<br>laborables | nº Turnos | nº horas |
|------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|----------|
| Enero      | 16                        | 4                         | 20                       | 56        | 448      |
| Febrero    | 15                        | 4                         | 19                       | 53        | 424      |
| Marzo      | 19                        | 4                         | 23                       | 65        | 520      |
| Abril      | 14                        | 5                         | 19                       | 52        | 416      |
| Mayo       | 17                        | 4                         | 21                       | 59        | 472      |
| Junio      | 18                        | 4                         | 22                       | 62        | 496      |
| Julio      | 16                        | 5                         | 21                       | 58        | 464      |
| Agosto     | 18                        | 4                         | 22                       | 62        | 496      |
| Septiembre | 17                        | 5                         | 22                       | 61        | 488      |
| Octubre    | 15                        | 4                         | 19                       | 53        | 424      |
| Noviembre  | 17                        | 4                         | 21                       | 59        | 472      |
| Diciembre  | 14                        | 5                         | 19                       | 52        | 416      |
| Total      | 196                       | 52                        | 248                      | 692       | 5536     |

## 4.2. Programación de la producción

La fábrica cuenta con cuatro líneas de producción de 600 kg/h cada una de ellas. En las líneas 1 y 2 se producen las galletas maría y en las líneas 3 y 4 se producen las galletas tostadas.

Teniendo en cuenta el número de horas de fabricación obtenidas en el apartado anterior, la tasa de producción y el nivel de desperdicio, se calcula la producción anual.

Para obtener estos resultados se debe diferenciar entre dos tipos de pérdidas. Durante el proceso de dosificación, de amasado y de horneado se pierde cierto porcentaje de materias primas. Por otro lado, el porcentaje de desperdicio se obtiene por las galletas ya fabricadas pero rechazadas por análisis y defectos.

Actualmente, la producción de galletas maría cuenta con un desperdicio del 10,29%, lo que supone una producción anual de 5.184.751,87 kg/año. Como objetivo se ha establecido reducir este desperdicio al 7% y alcanzar los 5.374.765,99 kg/año.

Por otro lado, las galletas tostadas actualmente cuentan con un porcentaje de desperdicio del 7,44%, sin embargo, con la búsqueda de la mejora continua y aplicando las medidas correctivas que se puedan implementar en ambas referencias, se ha establecido el objetivo del 5% y alcanzar los 5.553.462,76 kg/año para el conjunto de las líneas de galletas tostadas.

A continuación, en la tabla 4.2 se puede observar un resumen sobre las capacidades actual y objetivo de ambos modelos fabricados. También se puede observar la capacidad ideal, la cual no se puede alcanzar debido a pérdidas irreducibles.

Tabla 4.2: Capacidad actual y objetivo (*Fuente: Elaboración propia*)

| <i>Referencia</i> | <i>Capacidad anual<br/>ideal (kg)</i> | <i>Producción anual<br/>actual (kg)</i> | <i>Producción anual<br/>objetivo (kg)</i> |
|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| <i>María</i>      | 5.779.318                             | 5.184.752                               | 5.374.766                                 |
| <i>Tostada</i>    | 5.845.750                             | 5.410.621                               | 5.553.463                                 |
| <i>Total</i>      | 11.625.069                            | 10.595.373                              | 10.928.229                                |

### 4.3. Materias primas

Para el correcto empleo y manipulación de las materias primas y la corrección de posibles defectos, se debe conocer las materias primas, sus características y qué función cumplen en el proceso. Las materias primas que se emplean en la planta objeto de estudio para la elaboración de ambos modelos de galletas son las siguientes:

#### 4.3.1. Harina de trigo

La harina es el ingrediente mayoritario en la elaboración de galletas (alrededor del 50-60% de la receta). La harina de trigo es la más utilizada en el sector, sin embargo, se puede mezclar con otros tipos de harinas como las harinas de maíz o de arroz para modificar sus características. (Martínez Martínez, 2011)

Se utiliza la harina de trigo debido a que contine gluten. El gluten es un conjunto de proteínas que al añadirle agua forma una masa gomosa, por eso es necesario conocer la cantidad de proteínas presentes. Proporciona cohesión, esponjosidad y elasticidad a la masa.

Existe gran variedad de harinas, en función de su composición, del tipo de grano, del periodo de crecimiento, del país de origen, del proceso de molido, etc.

Los componentes que forman el grano de trigo son los siguientes:

- Endospermo (85%): Parte interior del grano compuesto por almidón, proteínas, aceite, azúcar y sales minerales. (Martínez Martínez, 2011)
- Salvado (13%): Superficie exterior del grano que protege la semilla. Rico en fibra.
- Germen (2%): Embrión para una nueva planta. Rico en aceite y vitaminas. Habitualmente esta parte se retira por su cantidad de aceite, provocando un aumento de la vida útil de la harina.

Según la proporción de estos componentes, se pueden elaborar diferentes tipos de harinas. Los 4 tipos más comunes son los siguientes:

- Harina blanca: Compuesta únicamente por el endospermo.
- Harina mixta: Compuesta por el endospermo y el salvado.
- Harina integral: Compuesta por los 3 elementos en sus proporciones naturales.
- Harina germinal: Compuesta por el endospermo y el germen tostado.

La harina mixta es la más comúnmente utilizada en la elaboración de galletas. Una incorrecta proporción modificará la estructura, receta, sabor, resistencia a defectos, etc. de la galleta.

Durante la recolección del trigo, si la temperatura es demasiado elevada, el grano se desnaturaliza, por lo que la harina no generará gluten.

Algunas pruebas reológicas que se realizan son para comprobar el efecto del agua en la masa, para comprobar la resistencia y elasticidad y para comprobar los efectos del calor.

Otros aspectos que se han de tener en cuenta de la harina, son aspectos como la humedad y la hidratabilidad.

Durante el molido del trigo, este debe estar totalmente seco, para evitar que posteriormente la harina pueda generar moho. La humedad de la harina no debe superar en ningún caso el 15%, siendo el valor deseado para la elaboración de las galletas María y las tostadas del 13%. En el caso de superar este límite del 15%, la materia prima se deterioraría a mayor velocidad, lo que reduce el tiempo de almacenamiento y dificulta la capacidad de obtener una masa con la textura adecuada.

Por otro lado, la hidratabilidad es la capacidad de la harina de absorber agua. Al tratarse de galletas, un producto con bajo porcentaje de humedad, la hidratabilidad debe ser lo menor posible para así, poder eliminar el agua en el horneado.

Para asegurar la conservación de esta materia prima, se almacena en silos, en un ambiente frío y seco. Para una conservación óptima, se recomienda utilizar un silo vacío y limpio para cada lote de harina entrante. Esto se debe a que en casos en los que la humedad y la diferencia de temperatura entre el silo y el exterior son muy elevadas, la harina se puede apelmazar y adherir a las paredes del silo, formando grumos.

Sin embargo, realizar una limpieza entre lotes no es viable, por lo que se introduce un nuevo lote cuando se considere que el vaciado está casi completado. La limpieza y desinfección de los silos se realizará anualmente por parte de una empresa externa, que la realizará mediante agua a presión o introduciéndose dentro de los silos. Para evitar que grumos de harina entren en la amasadora, se sitúan dos filtros en el silo, uno a la entrada y otro a la salida.

#### 4.3.2. Azúcar blanca

La azúcar más utilizada en la industria es la sacarosa pura cristalizada ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), comúnmente llamada azúcar de mesa, que se obtiene por procedimientos industriales de la remolacha azucarera o caña de azúcar. Presenta gran solubilidad en agua y esta, aumenta al incrementar la temperatura del agua. (Martínez Martínez, 2011)

Al combinar azúcar con proteínas o aminoácidos a altas temperaturas, se forman melanoidinas que obtienen el color marrón tostado característico de las galletas, provocado por la reacción Maillard.

La combinación del azúcar con la harina, provoca el ablandamiento del gluten en el amasado, haciéndolo más flexible. Sin embargo, posteriormente al horneado de la galleta, el azúcar se enfría rápidamente generando una estructura rígida, lo que afecta a la estructura del producto final. (Martínez Martínez, 2011)

Durante el almacenamiento, se debe mantener la materia prima alrededor de 20°C para evitar cambios de temperatura entre la noche y el día, ya que, los cambios de temperatura influyen en la humedad y pueden provocar el apelmazamiento del azúcar. El apelmazamiento puede endurecer el azúcar y dificulta su separación y extracción del silo.

#### 4.3.3. Agua

El agua utilizada en la elaboración de productos alimentarios debe ser potable, inodora, incolora, insípida y transparente. Esta materia prima presenta poca participación y la gran mayoría del agua aportada a la producción de las galletas, se pierde al hornear por evaporación, sin embargo, la cantidad de agua agregada al amasado, influirá en la estructura del producto final y en la interacción entre ingredientes. (Verdugo Arranz, 2016)

Esta materia prima es un aditivo, que realmente se emplea como un catalizador, modificando la estructura de otras materias primas y permitiendo que las distintas materias primas formen una masa más homogénea y fácil de tratar. (Martínez Martínez, 2011)

El agua empleada en la producción se extrae de la red municipal de agua potable. Aun así, se realizarán análisis diarios para la comprobación de su calidad y propiedades, debido a que sus características influyen en el producto final, por lo que es conveniente encontrar su causa raíz. Se realizan pruebas como la turbidez, la cantidad de cloro, o el color.

#### 4.3.4. Aceite de girasol alto oleico

Los productos grasos se utilizan para dar esponjosidad, ya que durante el amasado atrapan burbujas de aire que posteriormente en el horneado se liberan. También ayudan a dar sabor, consistencia, color y reducir la formación de gluten, obteniendo así una masa más suave y un producto más blando y menos frágil.

Como inconveniente, las grasas son inmiscibles en agua, por lo que surge un punto crítico al introducir los ingredientes durante el amasado.

Por otro lado, los productos grasos se enrarecen si no se conservan adecuadamente, por oxidación y saponificación, provocando un sabor desagradable para el consumidor. Para evitar este problema, se pueden utilizar agentes antioxidantes aprobados para la elaboración de productos alimenticios, tanto en el almacenamiento como en la producción de la galleta.

Los aceites son grasas que a temperatura ambiente permanecen en estado líquido.

El aceite de girasol es un aceite vegetal que se obtiene del prensado de las semillas del girasol. Contiene dos tipos de ácidos grasos: el ácido linoleico (65-70%) y el ácido oleico (15-30%).

El ácido oleico es un tipo de grasa monoinsaturada más característica del aceite de oliva, pero que actualmente también se puede obtener en algunos tipos de semillas del aceite de girasol. Sin embargo, el aceite de girasol alto oleico puede alcanzar una concentración de ácido oleico similar al del aceite de oliva (70%). (Verdugo Arranz, 2016)

Los aceites más utilizados en la industria son los aceites de coco y de palma. Pero, por otro lado, el ácido oleico es beneficioso para la circulación y para reducir enfermedades cardiovasculares. Además, puede tener una velocidad de oxidación menor que el ácido linoleico,

por lo que el aceite de girasol alto oleico es mejor que el aceite de girasol. (Martínez Martínez, 2011)

Del mismo modo que con la harina, en la recepción de la materia prima se debe analizar una muestra para comprobar la presencia de oxidación y jabones.

Durante el almacenamiento, como se ha comentado, es un producto que se enrarece, por lo que las galletas nunca deben exponerse a una luz fuerte, más aún la luz solar. Por lo que si el producto se envasa en un film transparente se deberá almacenar en lugares de baja intensidad lumínica. Al envasar galletas en paquetes de papel, la grasa puede migrar, por lo que se indica utilizar envoltorios de plástico.

#### 4.3.5. Jarabe de glucosa

El jarabe de glucosa es un edulcorante líquido que se obtiene por la descomposición de almidones a través del proceso de hidrólisis. Se emplea para aportar viscosidad a la masa, coloración y reduce la fragilidad, ya que, al enfriarse, se endurece menos que el azúcar. (Martínez Martínez, 2011)

Generalmente se utiliza el almidón de maíz para su elaboración, sin embargo, se puede utilizar almidón de arroz, de patata, de cebada o de trigo. (Martínez Martínez, 2011)

Esta materia prima se recibe en contenedores 1.200 kg que se almacenan dentro del almacén de materias primas. El contenedor se conecta mediante una manguera a un grifo que se encuentra dentro de la sala de amasado. Se realiza de esta manera para evitar salpicaduras, debido a que es un producto con alta viscosidad y difícil de limpiar, el cual tiene un alto contenido en azúcar que atrae a los insectos.

#### 4.3.6. Enzimas

Las enzimas amilasas son las más utilizadas en la elaboración de productos panificados, debido a que aportan volumen y mejoran la estructura, color y sabor del producto final.

Esta puede combinarse con otras enzimas como la alfa-amilasa o la proteasa, pero puede provocar otros efectos que pueden resultar negativos, como la modificación de la acción del gluten. (Biocon española S.A., 2017)

#### 4.3.7. Suero lácteo bajo en proteína

El suero lácteo bajo en proteína es leche descremada sin caseína obtenido por desecado durante la producción de queso. Este producto tiene un mayor periodo de vida útil, ocupa menos espacio y es más manejable que la leche. (Martínez Martínez, 2011)

El suero lácteo es rico en lactosa y sales minerales. La lactosa es un azúcar natural que se utiliza como edulcorante y potenciador de sabor por la reacción Maillard, por lo que modifica el color, olor y sabor. También modifica la textura final de la galleta proporcionando elasticidad junto al gluten presente en la harina.

#### 4.3.8. Sal

La sal más comúnmente utilizada en la industria es la sal marina, empleada como un potenciador de sabor. Esta debe presentarse en forma de grano fino, de gran pureza, blanco, inodoro y con alta solubilidad en agua.

Sin embargo, aunque es un componente necesario para la alimentación de los seres humanos, el uso excesivo de este ingrediente es perjudicial para la salud. Además, por encima del 2% provoca un sabor desagradable y endurece el gluten, haciendo la masa menos adherente. (Rosales Olvera, 2015)

Su almacenamiento se realizará en envoltorios herméticos de plástico.

#### 4.3.9. Saborizantes

Los saborizantes son sustancias que aportan olor y sabor al producto final. En contraposición, son sustancias que se eliminan fácilmente durante el horneado debido a las altas temperaturas y las corrientes de vapor.

El aroma utilizado es el de vainilla. La vainilla se elabora a partir de las vainas de semillas de la orquídea Vanilla, aunque también existe la esencia sintética. (Martínez Martínez, 2011)

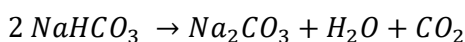
#### 4.3.10. Gasificantes

Los gasificantes son productos leudantes utilizados en la elaboración de galletas, habitualmente son el bicarbonato sódico y el bicarbonato amónico.

Su función es la de provocar una reacción durante el horneado que haga desprender gas, incrementando el volumen de las galletas y proporcionando una estructura más porosa.

##### 4.3.10.1. Bicarbonato sódico

El bicarbonato sódico ( $\text{NaHCO}_3$  o E-500ii) es un compuesto soluble en agua, que cuando se encuentra a alta temperatura, se descompone en carbonato sódico, dióxido de carbono y agua, liberando las burbujas encerradas en su interior y proporcionando esponjosidad y menor densidad al producto final.



Las siglas E-500ii hacen referencia al código de identificación del aditivo. En este caso, la letra 'E' significa que el aditivo en cuestión ha pasado los controles de seguridad alimentaria para el uso en la Unión Europea. Los siguientes 3 números indican el uso y la sustancia. El número 5 indica que se trata de un acidulante, corrector de acidez o antiaglomerante. Los siguientes números van concretando hasta identificar la sustancia. (BTSA Biotecnologías Aplicadas S.L.)

El código E-500 hace referencia a los carbonatos sódicos, el cual se divide en 3 sustancias: (Aditivos Alimentarios)

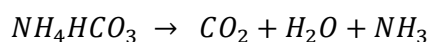
- Carbonato de sodio E-500i,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- Bicarbonato de sodio E-500ii,  $\text{NaHCO}_3$
- Sesquicarbonato de sodio E-500iii,  $\text{C}_2\text{HNa}_3\text{O}_6$

En los casos en los que se requiere esta reacción para dar esponjosidad al producto final, el bicarbonato sódico se añade en último lugar, para evitar que la reacción se dé antes del horneado y pueda afectar al amasado.

Dicha reacción regula el pH, por lo que tiene la capacidad de neutralizar ácidos. Sin embargo, el exceso de esta materia prima provoca una reacción alcalina y un sabor desagradable en el producto final.

#### 4.3.10.2. Bicarbonato amónico

El bicarbonato amónico ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  o E-503ii) se descompone en amoníaco gaseoso, agua y dióxido de carbono cuando se encuentra a alta temperatura.



Los tres compuestos se encuentran en estado gaseoso por las altas temperaturas durante el horneado, por lo que se eliminan dejando salir las burbujas sin dejar residuos en la galleta.

De igual modo al apartado anterior, esta sustancia está definida mediante su código de identificación de aditivo. En primer lugar, la letra 'E' indica que este aditivo ha sido aprobado para el uso en la Unión Europea. Los siguientes números clasifican e identifican la sustancia, siendo el número 5 la categoría de 'acidulante, corrector de acidez o antiaglomerante'.

Por último, el compuesto E-503 identifica a los carbonatos amónicos y, estos se dividen en: (Aditivos Alimentarios)

- Carbonato de amonio: E-503i,  $(\text{NH}_4)_2\text{HCO}_3$
- Bicarbonato de amonio: E-503ii,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$

#### 4.3.11. Lecitina de girasol

La lecitina es un emulsionante natural, cuyo objetivo es el de facilitar la mezcla de dos sustancias inmiscibles, en este caso el aceite y el agua. También modifica la consistencia y la adherencia de la masa.

El resultado final varía en función de las proporciones de aceite y agua, y de otros agentes como el almidón, las proteínas y el aire.

La lecitina de girasol se extrae de la semilla del girasol. En la industria también se utiliza habitualmente la lecitina de soja, ya que suponen una buena alternativa ante los emulsionantes artificiales. La lecitina de girasol posee la ventaja de tratarse de un producto hipoalergénico, evitando así introducir un alérgeno más en el producto.

Habitualmente se combina la lecitina y el aceite por separado, para añadir la mezcla posteriormente a la amasadora.

#### 4.3.12. Metabisulfito Sódico

El metabisulfito sódico es un conservante sintético que se obtiene por la combustión de minerales con azufre. Se emplea para evitar la decoloración de los alimentos.

También es un agente de tratamiento de la harina. Se utiliza para modificar la resistencia del gluten en el amasado, de modo que es necesaria menos cantidad de agua y menos energía y tiempo de amasado. (Martínez Martínez, 2011)

Sin embargo, puede provocar déficit de vitaminas en el organismo y en grandes dosis puede ocasionar dolores de cabeza, vómitos, alergia, asma e irritación de los bronquios. Por tanto, es un producto controlado por la legislación y su utilización está limitada en cantidad. (INEOS Calabrian, 2016)

#### 4.3.13. Colorante de caramelo

El colorante de caramelo es un colorante natural o sintético, que proporciona a la galleta un color marrón oscuro y la modificación de su sabor. Se obtiene por caramelización del jarabe de glucosa de cereales como el maíz o el trigo.

Como se ha explicado en otros aditivos, la letra 'E' del código de identificación del aditivo indica que este ha superado los controles de seguridad alimentaria y ha sido aprobado para el uso dentro de la Unión Europea.

Los números posteriores se emplean para la clasificación e identificación de la sustancia, por ejemplo, el número 1 indica que es un colorante. El código E-150 hace referencia a los colorantes de caramelo, de los cuales se encuentran 4 tipos dependiendo de su fabricación:

Caramelo caustico (E-150a), caramelo caustico de sulfito(E-150b), caramelo amónico (E-150c) o caramelo amónico de sulfito (E-150d). Sin embargo, no se emplearán estos dos últimos debido a que se han realizado estudios que indican que la presencia de amoniaco puede ser cancerígeno a largo plazo. (Aditivos Alimentarios)

#### 4.3.14. Materias primas auxiliares

Estas materias primas no forman parte del proceso fundamental de la elaboración de las galletas, sin embargo, se utilizan para facilitar el proceso y proteger el producto de las condiciones almacenaje, temperatura, humedad, transporte, etc.

##### 4.3.14.1. Film polipropileno

Durante el envasado se encuentran 3 tipos de film de polipropileno, dependiendo de su función y la referencia utilizada.

##### FILM TRANSPARENTE

Este film transparente se emplea para formar los paquetes individuales de ambas referencias. En él se deberá marcar el lote y hora de fabricación.

Las especificaciones de las bobinas recibidas son las que se muestran en la tabla 4.3.

Tabla 4.3: Especificaciones del film de polipropileno transparente (*Fuente: Elaboración propia*)

| <i>Film polipropileno<br/>transparente</i> |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| <i>Largo</i>                               | 2.500 m                |
| <i>Ancho</i>                               | 275 mm                 |
| <i>Espesor</i>                             | 30 µm                  |
| <i>Peso</i>                                | 22,92 g/m <sup>2</sup> |
| <i>Precio</i>                              | 0,07 €/m               |

##### FILM MARÍA Y FILM TOSTADA

Para la agrupación de los paquetes individuales, se utiliza un film con la serigrafía y la impresión de cada referencia establecida por el cliente. En ambos deberá aparecer obligatoriamente la siguiente información establecida por el Real Decreto 1124/1982:

- *Marca registrada, o nombre o razón social y domicilio.*
- *Tipo de galleta o denominación genérica, si la tiene.*

- *Relación de ingredientes que entran en su composición, enumerados de mayor a menor proporción, incluidos los aditivos, los cuales se pueden agrupar por su acción.*
- *La altura mínima de las letras que indiquen la relación de ingredientes será de un milímetro, en los envases hasta 100 gramos de peso, y de dos milímetros en los de más de 100 gramos de peso.*
- *Número de registro sanitario de la industria a partir de la fecha en que sea facilitado, de conformidad con lo establecido en el artículo 4. de esta Reglamentación.*
- *Peso neto del producto y número de unidades, en su caso, en lugar visible.*
- *Turno de trabajo, fecha de envasado y/o duración mínima.*
- *País de origen, en el caso de ser galletas de importación.*
- *Las rotulaciones y etiquetados de los envases y embalajes se ajustarán a los preceptos generales establecidos en la Norma General de Rotulación, Etiquetado y Publicidad de los alimentos envasados y embalados, Decreto 336/1975, de 7 de marzo («Boletín Oficial del Estado» de 11 de marzo), y el Real Decreto 2825/1981, de 27 de noviembre («Boletín Oficial del Estado» de 2 de diciembre).*
- *En las galletas rellenas o recubiertas y similares, no se permitirá emplear dibujos relacionados con frutas u otros alimentos en los envoltorios, cuando los ingredientes del relleno o cobertura se hayan aromatizado con aromas artificiales.*

Por último, es recomendable emplear un film que contenga imágenes y colores que capten la atención del cliente y, además, incluir la información adicional que pueda resultar de interés para el consumidor.

Las especificaciones de las bobinas recibidas son las que se muestran en la tabla 4.4 para el modelo de galletas maría y la tabla 4.5 para el modelo de galletas tostada.

Tabla 4.4: Especificaciones del film de polipropileno para el modelo de galletas maría (Fuente: *Elaboración propia*)

| <i>Film polipropileno María</i> |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| <i>Largo</i>                    | 2.500 m                |
| <i>Ancho</i>                    | 275 mm                 |
| <i>Espesor</i>                  | 30 µm                  |
| <i>Peso</i>                     | 27,23 g/m <sup>2</sup> |
| <i>Precio</i>                   | 0,17 €/m               |

Tabla 4.5: Especificaciones del film de polipropileno para el modelo de galletas tostada  
(Fuente: Elaboración propia)

| <i>Film polipropileno Tostada</i> |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| <i>Largo</i>                      | 2.500 m                |
| <i>Ancho</i>                      | 275 mm                 |
| <i>Espesor</i>                    | 30 $\mu\text{m}$       |
| <i>Peso</i>                       | 27,23 g/m <sup>2</sup> |
| <i>Precio</i>                     | 0,17 €/m               |

#### 4.3.14.2. Cinta de desgarre

La cinta de desgarre es una cintilla roja de plástico, de solo unos milímetros de ancho que se emplea en el envasado primario y cuya función es la de facilitar la apertura del paquete. Se recibe en pequeñas cajas con 4 bobinas de cinta, cuyas especificaciones se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4.6: Especificaciones de la cinta de desgarre (Fuente: Elaboración propia)

| <i>Cinta de desgarre</i> |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| <i>Largo</i>             | 5.000 m               |
| <i>Ancho</i>             | 2,5 mm                |
| <i>Espesor</i>           | 35 $\mu\text{m}$      |
| <i>Peso</i>              | 3,23 g/m <sup>2</sup> |
| <i>Precio</i>            | 0,02 €/m              |

#### 4.3.14.3. Caja de cartón

Una vez que el producto está terminado, los paquetes finales se guardan en cajas de cartón de doble capa con una separación de cartón ondulado. Disponen de la impresión del logo de cada una de las referencias.

Las especificaciones de las cajas de cartón empleadas son las que se muestran en la tabla 4.7 para el modelo de galletas maría y la tabla 4.8 para el modelo de galletas tostada.

Tabla 4.7: Especificaciones de las cajas de cartón para el modelo de galletas maría (Fuente: Elaboración propia)

| <i>Caja María</i> |                      |
|-------------------|----------------------|
| <i>Largo</i>      | 260 mm               |
| <i>Ancho</i>      | 250 mm               |
| <i>Alto</i>       | 420 mm               |
| <i>Espesor</i>    | 5 mm                 |
| <i>Peso</i>       | 150 g/m <sup>2</sup> |
| <i>Precio</i>     | 0,14 €/m             |

Tabla 4.8: Especificaciones de las cajas de cartón para el modelo de galletas tostada (Fuente: *Elaboración propia*)

| <i>Caja Tostada</i> |                      |
|---------------------|----------------------|
| <i>Largo</i>        | 290 mm               |
| <i>Ancho</i>        | 240 mm               |
| <i>Alto</i>         | 420 mm               |
| <i>Espesor</i>      | 5 mm                 |
| <i>Peso</i>         | 150 g/m <sup>2</sup> |
| <i>Precio</i>       | 0,14 €/m             |

#### 4.3.14.4. Separador de cartón

Los separadores de cartón antideslizante son útiles para evitar que el peso de las cajas apiladas en los palets, pueda dañar las cajas inferiores, de modo que se sitúa un separador de cartón entre cada nivel de cajas.

Las especificaciones de los separadores de cartón empleados se muestran en la tabla 4.9.

Tabla 4.9: Especificaciones del separador de cartón (Fuente: *Elaboración propia*)

| <i>Separador de cartón</i> |                      |
|----------------------------|----------------------|
| <i>Largo</i>               | 1.200 mm             |
| <i>Ancho</i>               | 800 mm               |
| <i>Espesor</i>             | 5 mm                 |
| <i>Peso</i>                | 140 g/m <sup>2</sup> |
| <i>Precio</i>              | 0,12 €               |

#### 4.3.14.5. Palet de plástico

Los palets empleados serán los conocidos como europalet utilizado por su compatibilidad con el equipamiento de la propia industria y los clientes. Estos están fabricados en plástico para evitar que las astillas de los palets de madera puedan desprenderse y afectar al producto. Sus especificaciones se muestran en la tabla 4.10.

Tabla 4.10: Especificaciones de los palets (*Fuente: Elaboración propia*)

| <i>Europalet</i>      |          |
|-----------------------|----------|
| <i>Largo</i>          | 1.200 mm |
| <i>Ancho</i>          | 800 mm   |
| <i>Alto</i>           | 150 mm   |
| <i>Peso</i>           | 18 kg    |
| <i>Carga estática</i> | 5.000 kg |
| <i>Carga dinámica</i> | 1.500 kg |
| <i>Precio</i>         | 2,53 €   |

#### 4.3.14.6. Film retráctil

El film retráctil se emplea para proteger las cajas apiladas en los palets y mantenerlas en esa posición, evitando que las cajas se caigan. Esta bobina tiene un rendimiento de 23 palets.

Las especificaciones de las bobinas de film retráctil recibidas son las que se muestran en la tabla 4.11.

Tabla 4.11: Especificaciones film retráctil (*Fuente: Elaboración propia*)

| <i>Film retráctil</i> |                        |
|-----------------------|------------------------|
| <i>Largo</i>          | 1.500 m                |
| <i>Ancho</i>          | 500 mm                 |
| <i>Espesor</i>        | 25 $\mu$ m             |
| <i>Peso</i>           | 25,27 g/m <sup>2</sup> |
| <i>Precio</i>         | 0,08 €/m               |

#### 4.4. Paletización

En base a lo descrito en apartados anteriores, las dimensiones de las materias primas auxiliares se resumen en la tabla 4.12.

Tabla 4.12: Resumen de dimensiones de materias primas auxiliares *(Fuente: Elaboración propia)*

|                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| Paquete galletas maría   | 60 x 120 x 200      |
| Caja maría               | 260 x 250 x 420     |
| Paquete galletas tostada | 140 x 75 x 200      |
| Caja tostada             | 290 x 240 x 420     |
| Palet                    | 1200 x 800 x 150    |
| Camión                   | 12000 x 2400 x 2600 |

Para conocer la necesidad de estas materias primas, se calcula la paletización, de modo que se obtenga un resultado óptimo.

Se sabe que en cada caja de maría caben 16 paquetes y que en cada caja de tostada caben 12 paquetes. En las figuras 4.1 y 4.2 a continuación, se muestra un esquema de los paquetes introducidos en sus respectivas cajas.

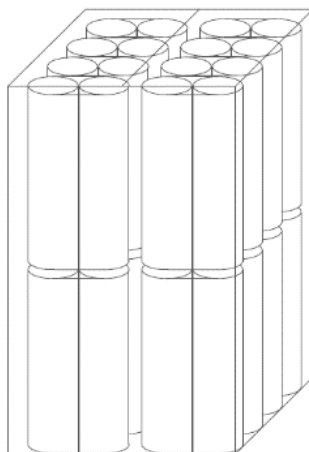


Figura 4.1: Caja de galletas maría *(Fuente: Elaboración propia)*

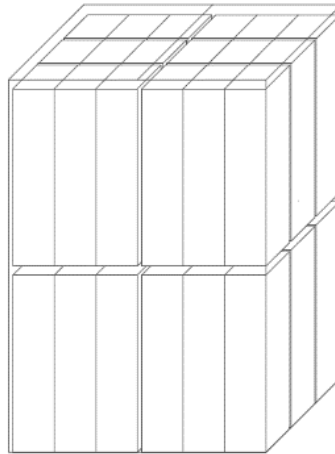


Figura 4.2: Caja de galletas tostada (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se calcula el número de cajas que caben en la altura del camión. Para ello, se ha de tener en cuenta que a la altura del camión se le debe restar la altura del palet y un pequeño margen de maniobra ya que este se debe elevar para su traslado. La altura obtenida se divide entre la altura de las cajas para obtener el número de niveles. Teniendo en cuenta que ambas cajas tienen la misma altura, el resultado siguiente se emplea en ambos casos. En todos los cálculos se usará el número sin decimales, ya que las cajas no pueden sobresalir de los palets.

$$\frac{2600 - 150 \cdot 2}{420} = 5,48 \rightarrow 5 \text{ nivel/palet}$$

Posteriormente, se obtiene el número de cajas en cada nivel. Para ello se calcula cuantas cajas caben en largo y ancho y se multiplican ambos resultados. Existen dos opciones, el ancho del palet con el ancho de la caja y viceversa, o el ancho del palet con el largo de la caja.

$$\text{Opción 1} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1200}{260} = 4,62 \rightarrow 4 \\ \frac{800}{250} = 3,2 \rightarrow 3 \end{array} \right\} 12 \text{ caja/nivel}$$

$$\text{Opción 2} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1200}{250} = 4,8 \rightarrow 4 \\ \frac{800}{260} = 3,08 \rightarrow 3 \end{array} \right\} 12 \text{ caja/nivel}$$

Con ambas opciones se obtiene el mismo número de cajas en la superficie del palet, por lo que se obtiene que en cada nivel del palet habrá 12 cajas de galletas maría.

Del mismo modo, se procede a calcular el número de cajas tostada por nivel, donde se obtienen 12 cajas por nivel.

$$\text{Opción 1} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1200}{290} = 4,14 \rightarrow 4 \\ \frac{800}{240} = 3,33 \rightarrow 3 \end{array} \right\} 12 \text{ caja/nivel}$$

$$\text{Opción 2} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1200}{240} = 5 \rightarrow 5 \\ \frac{800}{290} = 2,76 \rightarrow 2 \end{array} \right\} 10 \text{ caja/nivel}$$

Por último, de igual manera, se calcula cuantos palets caben en un camión según las dimensiones descritas.

$$\text{Opción 1} \left\{ \begin{array}{l} \frac{12000}{1200} = 10 \\ \frac{2400}{800} = 3 \end{array} \right\} 30 \text{ palet/camión}$$

$$\text{Opción 2} \left\{ \begin{array}{l} \frac{12000}{800} = 15 \\ \frac{2400}{1200} = 2 \end{array} \right\} 30 \text{ palet/camión}$$

Finalmente, se obtienen los resultados mostrados en la tabla 4.13 y la figura 4.3.

Tabla 4.13: Cuadro de resultados de la paletización (Fuente: Elaboración propia)

|               | Caja    |      | Palet   |       | Camión |         |            |
|---------------|---------|------|---------|-------|--------|---------|------------|
|               | Paquete | Caja | Paquete | Palet | Caja   | Paquete | kg galleta |
| María Tostada | 16      | 60   | 960     | 30    | 1.800  | 28.800  | 11.520     |
|               | 12      | 60   | 720     | 30    | 1.800  | 21.600  | 12.960     |

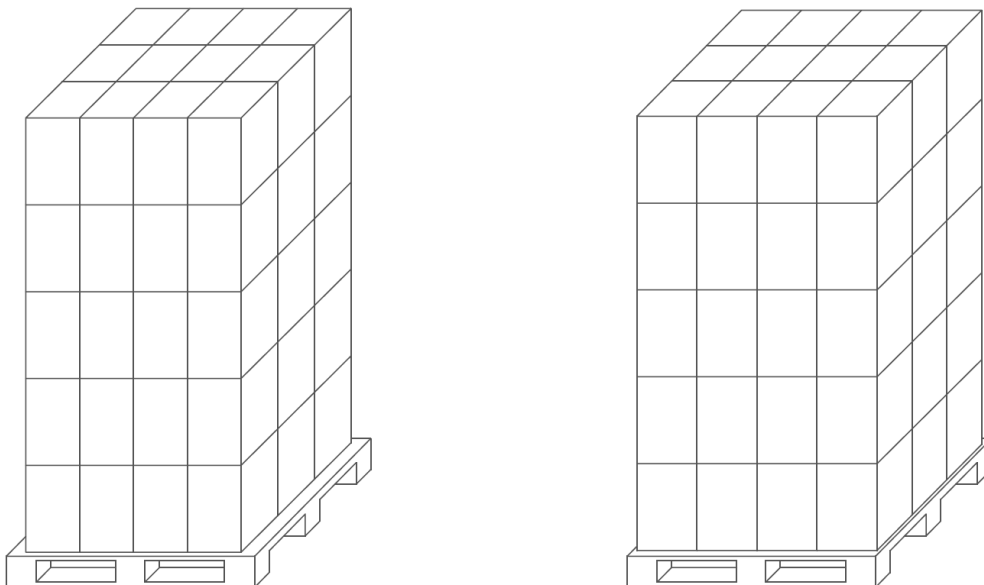


Figura 4.3: Paletizado (Fuente: Elaboración propia)

## 4.5. Necesidades de materias primas

Para la producción de ambas referencias de galletas, se ha establecido una participación de cada ingrediente, así como las cantidades necesarias horaria y anualmente, teniendo en cuenta el nivel de desperdicio objetivo y la capacidad de la maquinaria. También se ha tenido en cuenta un porcentaje de mayoramiento del 5% para asegurar el abastecimiento en caso de encontrar un problema con las materias primas.

Tabla 4.14: Participación y necesidades de ingredientes para la fabricación del modelo de galletas maría (Fuente: *Elaboración propia*)

| <i>Galletas maría</i> |                   |                |                     |
|-----------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| Ingrediente           | Participación (%) | Necesidad kg/h | Necesidad kg/año    |
| Harina de trigo       | 55,38%            | 332,28         | 3.871.453,76        |
| Azúcar blanca         | 14,27%            | 85,62          | 997.573,95          |
| Agua                  | 10,17%            | 61,02          | 710.954,94          |
| Aceite de girasol     | 9,60%             | 57,60          | 671.107,91          |
| Remolido              | 3,50%             | 21,00          | 244.674,76          |
| Jarabe de glucosa     | 2,83%             | 16,98          | 197.837,02          |
| Enzimas               | 1,69%             | 10,14          | 118.142,96          |
| Suero lácteo          | 0,97%             | 5,82           | 67.809,86           |
| Sal                   | 0,62%             | 3,72           | 43.342,39           |
| Aroma de vainilla     | 0,38%             | 2,28           | 26.564,69           |
| Bicarbonato sódico    | 0,25%             | 1,50           | 17.476,77           |
| Bicarbonato amónico   | 0,25%             | 1,50           | 17.476,77           |
| Lecitina de girasol   | 0,06%             | 0,36           | 4.194,42            |
| Metabisulfito sódico  | 0,03%             | 0,18           | 2.097,21            |
| <i>Total</i>          | <i>100%</i>       | <i>600,00</i>  | <i>6.990.707,40</i> |

En las tablas 4.14 y 4.15 se muestran los ingredientes, su participación en la receta, y las necesidades de materias primas horaria y anual, para el modelo de galletas maría y el modelo de galletas tostada, respectivamente.

Tabla 4.15: Participación y necesidades de ingredientes para la fabricación del modelo de galletas tostada (*Fuente: Elaboración propia*)

| <i>Galletas tostada</i> |                   |                |                     |
|-------------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| Ingrediente             | Participación (%) | Necesidad kg/h | Necesidad kg/año    |
| Harina de trigo         | 57,51%            | 345,06         | 4.925.385,58        |
| Azúcar blanca           | 12,83%            | 76,98          | 1.098.812,33        |
| Agua                    | 10,78%            | 64,68          | 923.242,16          |
| Aceite de girasol       | 8,47%             | 50,82          | 725.404,55          |
| Remolido                | 3,00%             | 18,00          | 256.931,95          |
| Jarabe de glucosa       | 2,53%             | 15,18          | 216.679,28          |
| Enzimas                 | 1,62%             | 9,72           | 138.743,26          |
| Suero lácteo            | 1,22%             | 7,32           | 104.485,66          |
| Sal                     | 0,75%             | 4,50           | 64.232,99           |
| Colorante de caramelo   | 0,41%             | 2,46           | 35.114,03           |
| Aroma de vainilla       | 0,29%             | 1,74           | 24.836,76           |
| Bicarbonato sódico      | 0,25%             | 1,50           | 21.411,00           |
| Bicarbonato amónico     | 0,25%             | 1,50           | 21.411,00           |
| Lecitina de girasol     | 0,06%             | 0,36           | 5.138,64            |
| Metabisulfito sódico    | 0,03%             | 0,18           | 2.569,32            |
| <i>Total</i>            | <i>100,00%</i>    | <i>600,00</i>  | <i>8.564.398,50</i> |

A continuación, se muestra la tabla 4.16 en la que se indica la cantidad total necesaria de cada materia prima anualmente, junto a su coste.

Tabla 4.16: Necesidades y costes de las materias primas (Fuente: *Elaboración propia*)

| <i>Necesidades totales</i>   | <i>Necesidad<br/>(kg/año)</i> | <i>Coste (€/kg)</i> | <i>Coste anual<br/>(€/año)</i> |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| <i>Harina de trigo</i>       | 8.796.839,33                  | 0,30 €              | 2.639.051,80 €                 |
| <i>Azúcar blanca</i>         | 2.096.386,27                  | 0,68 €              | 1.425.542,67 €                 |
| <i>Agua</i>                  | 1.634.197,10                  | 0,01 €              | 8.170,99 €                     |
| <i>Aceite de girasol</i>     | 1.396.512,46                  | 2,70 €              | 3.770.583,65 €                 |
| <i>Jarabe de glucosa</i>     | 414.516,30                    | 0,60 €              | 248.709,78 €                   |
| <i>Enzimas</i>               | 256.886,21                    | 1,00 €              | 256.886,21 €                   |
| <i>Suero lácteo</i>          | 172.295,52                    | 0,84 €              | 144.728,24 €                   |
| <i>Sal</i>                   | 107.575,37                    | 0,12 €              | 12.909,04 €                    |
| <i>Aroma de vainilla</i>     | 51.401,44                     | 12,47 €             | 640.976,00 €                   |
| <i>Bicarbonato sódico</i>    | 38.887,76                     | 0,34 €              | 13.221,84 €                    |
| <i>Bicarbonato amónico</i>   | 38.887,76                     | 0,37 €              | 14.388,47 €                    |
| <i>Colorante de caramelo</i> | 35.114,03                     | 7,96 €              | 279.507,71 €                   |
| <i>Lecitina de girasol</i>   | 9.333,06                      | 1,89 €              | 17.639,49 €                    |
| <i>Metabisulfito sódico</i>  | 4.666,53                      | 0,45 €              | 2.099,94 €                     |
| <i>Total</i>                 | 15.053.499,18                 |                     | 9.474.415,83 €                 |

#### 4.5.1. Materias primas auxiliares

En las siguientes tablas (4.17, 4.18 y 4.19) se muestra la necesidad y el coste anuales de las diferentes materias primas auxiliares para la producción y almacenaje del producto final.

Estas materias primas también cuentan con el coeficiente de mayoramiento del 5% para evitar el desabastecimiento al encontrar un posible defecto en las materias primas de las que dispone la planta.

Tabla 4.17: necesidad y coste de cajas, palets y separadores (Fuente: *Elaboración propia*)

|                        | <i>Necesidad<br/>ud/año</i> | <i>Precio<br/>€/ud</i> | <i>Coste<br/>€/año</i> |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| Caja de cartón María   | 2.179.800                   | 0,14                   | 305.172,00             |
| Caja de cartón Tostada | 2.906.400                   | 0,14                   | 406.896,00             |
| Palet                  | 84.770                      | 2,53                   | 214.468,10             |
| Separador de cartón    | 339.080                     | 0,12                   | 40.689,60              |
| <i>Total</i>           |                             |                        | 967.225,70 €/año       |

Tabla 4.18: necesidad y coste de film de polipropileno y cinta de desgarre (Fuente: Elaboración propia)

|                    | <i>Film transparente</i> |                  | <i>Film María</i> | <i>Film Tostada</i> | <i>Cinta desgarre</i> |                  |
|--------------------|--------------------------|------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|------------------|
|                    | Galletas María           | Galletas Tostada |                   |                     | Galletas María        | Galletas Tostada |
| Nº paquetes ud/año | 33.216.000               | 33.216.000       | 16.608.000        | 16.608.000          | 33.216.000            | 33.216.000       |
| Longitud paq. Mm   | 198                      | 257              | 324               | 306                 | 198                   | 257              |
| Necesidad m/año    | 6.576.768                | 8.536.512        | 5.379.669         | 5.074.574           | 6.576.768             | 8.536.512        |
| Necesidad ud/año   | 2.631                    | 3.415            | 2.152             | 2.030               | 1.315                 | 1.708            |
| Precio €/m         | 0,07                     |                  | 0,17              | 0,17                | 0,02                  |                  |
| Coste anual €/año  | 460.425                  | 597.625          | 914.600           | 862.750             | 131.500               | 170.800          |
| <i>Total</i>       | <i>3.137.700 €/año</i>   |                  |                   |                     |                       |                  |

Tabla 4.19: necesidad y coste de film retráctil (Fuente: Elaboración propia)

|                   | <i>Film retráctil</i> |                  |
|-------------------|-----------------------|------------------|
|                   | Galletas María        | Galletas Tostada |
| Necesidad m/año   | 2.370.000             | 3.160.500        |
| Necesidad ud/año  | 1.580                 | 2.107            |
| Precio €/m        | 0,08                  |                  |
| Coste anual €/año | 189.600               | 252.840          |
| <i>Total</i>      | <i>442.440 €/año</i>  |                  |

El coste total de las materias primas asciende a 14.021.781,53 €/año. Teniendo en cuenta que la producción actual es de 10.595.373 kg/año, el coste de las materias primas supone 1,32 €/kg.

Con el objetivo de reducción del desperdicio, los costes de materias primas se mantendrían, sin embargo, las galletas producidas con dichas materias serían aptas según el departamento de calidad. Con el mismo coste, pero con un aumento de la producción a 10.928.229 kg/año, se reduciría el coste a los 1,28€/kg.

## 4.6. Necesidades de personal

La empresa cuenta con diferentes departamentos necesarios para el funcionamiento de ella. A continuación, se tienen en cuenta los trabajadores necesarios para la realización de su actividad principal, que es la elaboración de galletas.

Posteriormente, en la tabla 4.20 se encuentra el cuadro resumen con el número de trabajadores de cada puesto necesarios por turno y el total de trabajadores de la planta.

- **DIRECTOR EJECUTIVO:** Es el máximo responsable de la dirección y el funcionamiento de la empresa en su conjunto, tanto de la actividad principal que es la fabricación de galletas, como del resto de actividades necesarias.
- **JEFE DE PLANTA:** Es el máximo responsable de la actividad de producción y del funcionamiento de la planta, sin tener en cuenta el resto de actividades que realiza la empresa.
- **ENCARGADO DE PRODUCCIÓN:** Su función es la de supervisar el correcto funcionamiento de las líneas y organizar los turnos de trabajo y producción para alcanzar los objetivos producción y la demanda.
- **RESPONSABLE DE CALIDAD Y TÉCNICO DE CALIDAD:** Su labor es la de asegurar que el producto fabricado tenga la calidad mínima exigida. Para ello deberá realizar las siguientes actividades:
  - Realización de los análisis físicos, químicos y microbiológicos a las diferentes materias primas, a las piezas y a los productos terminados. (Martínez Martínez, 2011)
  - Realización de las pruebas necesarias en la línea para la modificación de las recetas o la implementación de nuevas.
  - Obtención de los certificados oficiales de calidad y producción.
  - Control de plagas.
  - Gestión medioambiental y de residuos.
- **OPERARIOS:**
  - *Amasador:* La función de este operario es la de realizar la mezcla de las materias primas y controlar el correcto funcionamiento de la amasadora. Para la realización de esta tarea, en primer lugar, deberá introducir en el sistema informático el código de la receta que se va a producir, para que se introduzcan las materias primas de la primera etapa procedentes de los silos en la amasadora. Posteriormente, procederá a la dosificación en la sala de amasado, donde introduce el código de la receta y la báscula le indica el producto y el peso que debe introducir. Una vez que posea la mezcla de las materias primas minoritarias, las introduce en la amasadora. Por último, después de que la masa sea uniforme, procede a introducir la última etapa de ingredientes, procedentes de los silos.
  - *Hornero:* Su función consiste en controlar la etapa de formado y horneado, rectificándola en caso de ser necesario, ajustando tiempo, temperatura y disposición de los mecheros para obtener la pieza con las cualidades deseadas y sin defectos.
  - *Enfriamiento:* Al inicio de la línea de enfriamiento, un operario deberá realizar un examen a las piezas que determine si cumple con los requisitos de espesor,

color, peso, dimensiones, defectos, etc. Además, deberá corregir los posibles problemas que puedan surgir durante el apilamiento, ya que, si las galletas se colocan en una posición incorrecta, impedirán el paso de las galletas, formando un tapón.

- *Envasado*: Durante ambos envasados, se requiere un operario que supervise el correcto funcionamiento de la envasadora y retire los paquetes con defectos, como por ejemplo mal sellado del film, picoteo o envases rotos.
- *Encajado*: Su función consistirá en introducir los paquetes en las cajas y situarlos en el palet.
- *Supervisor de línea*: En cada línea se encuentra un supervisor cuyas funciones son las siguientes:
  - Supervisar el correcto funcionamiento de la línea y del resto de trabajadores de la línea.
  - Controlar el estado del producto, asegurando que este no contenga defectos y se encuentre en las condiciones óptimas.
  - Informar al encargado de producción de los problemas que surjan.
  - Asegurar la utilización de los lotes correctos.
  - Comprobar cada hora el correcto funcionamiento del detector de metales.
  - Apartar las muestras horarias para ser posteriormente almacenadas.
- **RESPONSABLE DE LOGÍSTICA Y ALMACENES**: Es el supervisor de los encargados de cada almacén. Su función es la de organizar la entrada y salida de los productos y materias primas.
- **ENCARGADO DE ALMACÉN**: La planta cuenta con 3 almacenes: almacén de materias primas, almacén de materias de envasado y residuos y almacén de producto terminado. Cada encargado deberá asumir la rotación del stock con la ayuda del sistema informático para asegurar que se utilizan primero los productos que entraron primero. Además, deberá controlar parámetros como la temperatura y la humedad para asegurar que no se dañan los materiales o los productos.
- **CARRETERO**: Es el encargado del transporte de los palets. Estos son los procedentes de la entrada de materias primas al almacén de materias primas, del almacén de materias primas al exterior de la sala de masado, del almacén de materias de envase a la zona de acopio de estas, de la zona de encajado al almacén de producto terminado y para la eliminación de residuos.
- **ENCARGADO DE MANTENIMIENTO Y TÉCNICO DE MANTENIMIENTO**: Su labor consiste en velar por el correcto funcionamiento de toda la maquinaria de la planta, principalmente de las líneas de producción. Para ello, solucionará las averías que surjan a la mayor brevedad posible y sin afectar a la producción, y realizará un mantenimiento preventivo para evitar averías futuras.
- **TÉCNICO DE LIMPIEZA**: Su labor consiste en la limpieza de la planta de producción para asegurar el estado óptimo de las instalaciones y evitar posibles intoxicaciones por la suciedad.

Tabla 4.20: Cuadro resumen del número de trabajadores necesarios por puesto y turno  
(Fuente: Elaboración propia)

| Área o departamento    | Categoría profesional                      | Número de trabajadores             | Número total trabajadores |
|------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Dirección              | Director ejecutivo                         | 1                                  | 1                         |
| Operaciones            | Jefe de planta                             | 1                                  | 1                         |
| Laboratorio de calidad | Responsable de calidad                     | 1                                  | 1                         |
|                        | Técnico de calidad                         | 1 por turno                        | 3                         |
| Producción             | Encargado de producción                    | 1 por turno                        | 3                         |
|                        | Supervisor de línea                        | 1 por línea turno<br>4 por turno   | 12                        |
|                        | Operario amasador                          | 1 por línea y turno<br>4 por turno | 12                        |
|                        | Operario hornero                           | 1 por línea y turno<br>4 por turno | 12                        |
|                        | Operario de enfriamiento                   | 1 por línea y turno<br>4 por turno | 12                        |
|                        | Operario de envasado                       | 2 por línea y turno<br>8 por turno | 24                        |
|                        | Operario de encajado                       | 4 por turno                        | 12                        |
| Mantenimiento          | Encargado de mantenimiento                 | 1                                  | 1                         |
|                        | Técnico de mantenimiento                   | 3 por turno                        | 9                         |
| Almacenes              | Responsable de logística y almacenes       | 1                                  | 1                         |
|                        | Encargado de almacén de materias primas    | 1 por turno                        | 3                         |
|                        | Encargado de almacén de materias de envase | 1 por turno                        | 3                         |
|                        | Encargado de almacén de producto terminado | 1 por turno                        | 3                         |
|                        | Carretillero                               | 4 por turno                        | 12                        |
| Limpieza               | Operario de limpieza                       | 2 por turno                        | 6                         |
| Total                  |                                            |                                    | 131                       |

## 5. Proceso productivo

La actividad principal de la empresa es la producción de dos tipos de galletas, maría y tostada. Esta actividad se divide en las siguientes etapas:

- Recepción y almacenamiento de las materias primas.
- Dosificación y pesaje.
- Amasado.
- Laminado.
- Troquelado.
- Horneado.
- Enfriamiento.
- Control de calidad.
- Apilamiento y envasado.
- Detección de metales.
- Empaquetado.
- Control de peso.
- Encajado y paletizado.
- Almacenamiento de producto final.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del proceso en la figura 5.1. y se detallan las etapas del proceso productivo.

## 5.1. Diagrama

de flujo



Figura 5.1: Diagrama de flujo (Fuente: Elaboración propia)

## 5.2. Recepción y almacenamiento de las materias primas

En primer lugar, se reciben las materias primas por parte de diversos proveedores. En la recepción se debe examinar si las materias primas se encuentran en las condiciones adecuadas. Dependiendo de que material sea, se tendrán en cuenta diferentes factores. Si se tratan de ingredientes, se examinará el peso, color, humedad, olor, presencia de metales, ausencia de cuerpos extraños o densidad, y, por otra parte, si son materiales de envasado se examinará la impresión y las dimensiones.

Para asegurar el estado de las materias primas y el control de la trazabilidad, los proveedores proporcionan certificados de calidad y de limpieza.

En cuanto al almacenaje de las materias primas, se encuentran dos tipos. En primer lugar, los ingredientes a granel como pueden ser la harina, el azúcar o el aceite, y, en segundo lugar, las materias primas envasadas en sacos, cajas o bidones.

Las materias primas a granel se almacenan en silos, situados en la parte exterior de la fábrica. El camión cisterna accede a la zona de los silos y, por medio del sistema de bombeo, se llenan. El acceso a este sistema de bombeo debe estar vigilado y cerrado para evitar contaminaciones externas a la empresa.

Por otro lado, las materias primas en palets deben ser manejables, de modo que se puedan transportar fácilmente desde la entrada del camión, al almacén de materias primas. Dentro de este, deberá haber zonas delimitadas para cada materia prima, de modo que se encuentren siempre en el mismo lugar para encontrarlas rápidamente. También se deben ordenar por la fecha de entrada, para asegurar que los productos que llevan más tiempo en el almacén, se gasten antes, evitando la caducidad. A la salida de la sala de amasado se encontrarán los palets de los lotes que se están usando en el momento de cada materia prima, para que los amasadores no recorran grandes distancias ni gasten tiempo en buscar el lote establecido.

Finalmente, se deberán mantener alejadas las materias primas con alérgenos, para mantener la trazabilidad. Para que en todo momento se sepa que materia prima tiene un alérgeno, el suelo de la zona destinada a esta materia prima será delimitado con líneas de diferentes colores. Los alérgenos que se encuentran en esta planta son el gluten, la lactosa y los sulfitos.

**Báscula de plataforma:** Destinada al pesaje de materias primas durante la recepción. Este modelo está fabricado en acero con recubrimiento epoxi y soporta una capacidad máxima de 1.500 kg. Sus especificaciones técnicas se muestran a continuación en la tabla 5.1. y una imagen del modelo en la figura 5.2.

Tabla 5.1: Báscula de plataforma. (Fuente: *Elaboración propia*)

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| Unidades    | 1                   |
| Rango       | 0,2 a 1500 kg       |
| Resolución  | 200 g               |
| Dimensiones | 1200 x 1200 x 20 mm |
| Voltaje     | 240 V               |
| Frecuencia  | 50/60 Hz            |

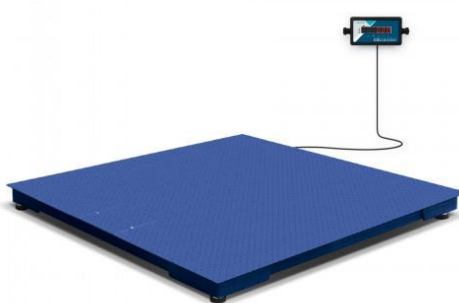


Figura 5.2: Báscula de plataforma. Fuente: (Flintec)

**Báscula puente:** Bascula de chapa metálica de 10 mm de espesor, diseñada para el pesaje de camiones, con un rango de medida de entre 10 y 100 tn. En la tabla 5.2. se encuentran sus especificaciones técnicas y una imagen en la figura 5.3.

Tabla 5.2: Báscula puente. (Fuente: *Elaboración propia*)

|             |                  |
|-------------|------------------|
| Unidades    | 1                |
| Rango       | 10 a 100 tn      |
| Resolución  | 10 tn            |
| Dimensiones | 6 x 3,3 x 0,43 m |



Figura 5.3: Báscula puente. Fuente: (Ariservis, S.A.)

**Transpaleta manual:** Equipamiento para el manejo y traslado de cargas pesadas, fabricado en chapa de acero, capaz de elevar la carga máxima de 2000 kg hasta una altura máxima de 200 mm. A continuación, en la figura 5.4. puede verse el modelo.



Figura 5.4: Transpaleta manual. Fuente: (Manuleva España)

**Carretilla elevadora eléctrica:** Se emplea para el almacenamiento de cargas pesadas. Dispone de un mástil de 3 pliegues que proporciona una elevación máxima de la carga de 5 m con una capacidad máxima de 2500 kg. En la figura 5.5. se encuentra una imagen del modelo.



Figura 5.5: Carretilla elevadora. Fuente: (Topregal)

**Silos:** Los silos son estructuras de almacenamiento cilíndricas, fabricadas en chapa de acero inoxidable, provistos de un filtro a la entrada y del sistema neumático de alimentación.

Se muestra un ejemplo de un silo en la siguiente figura 5.6.



Figura 5.6: Silo cilíndrico. Fuente: (Marisa S.A.)

Su dimensionado se realiza en función de la materia prima y la necesidad de esta. Para este caso, se dispone de cuatro silos de harina de 100 tn, dos de azúcar de 50 tn y dos silos atemperados para el aceite de 30 tn.

*Cálculo de los silos:*

Para el dimensionado de los silos de harina, se conocen los siguientes datos:

- Capacidad del silo: 100 tn
- Densidad:  $646 \text{ kg/m}^3$
- Diámetro del silo: 5 m
- Ángulo:  $30^\circ$

En primer lugar, conociendo la capacidad deseada para el silo y la densidad de la materia prima que se introducirá en él, se obtiene el volumen total deseado.

$$V = \frac{\text{Peso}}{\text{Densidad}} = \frac{100.000 \text{ kg}}{646 \text{ kg/m}^3} = 154,8 \text{ m}^3$$

Los silos están diseñados con un cono inferior de  $30^\circ$ , de modo que, conociendo el radio del cilindro, se puede obtener la altura del cono.

$$\text{tg } \alpha = \frac{h_2}{r} \rightarrow h_2 = r \cdot \text{tg } \alpha = 2,5 \text{ m} \cdot \text{tg } 30 = 1,44 \text{ m}$$

A continuación, se calcula el volumen del cono, por lo que el volumen restante es del cilindro superior.

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h_2 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 2,5^2 \text{ m} \cdot 1,44 \text{ m} = 9,45 \text{ m}^3$$

$$V = V_1 + V_2 \rightarrow V_1 = V - V_2 = 154,8 \text{ m}^3 - 9,45 \text{ m}^3 = 145,35 \text{ m}^3$$

Por último, una vez que se ha obtenido el volumen del cilindro, se halla la altura del cilindro.

$$V_1 = \pi \cdot r^2 \cdot h_1 \rightarrow h_1 = \frac{V_1}{\pi \cdot r^2} = \frac{145,35 \text{ m}^3}{\pi \cdot 2,5^2} = 7,4 \text{ m}$$

Sumando las dos alturas, la del cilindro y la del cono, se obtiene la altura final mínima del silo.

$$h = h_1 + h_2 = 7,4 \text{ m} + 1,44 \text{ m} = 8,84 \text{ m}$$

Del mismo modo se dimensionan los silos de azúcar y aceite. Los resultados se muestran en la siguiente figura 5.7.

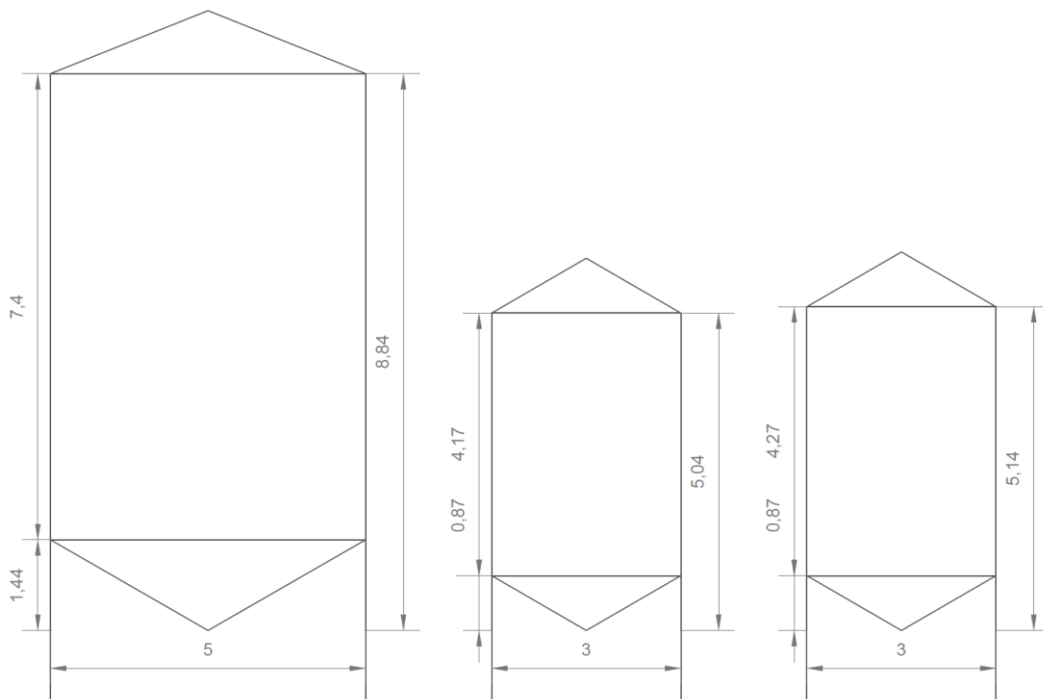


Figura 5.7: Dimensionado de los silos de harina, azúcar y aceite respectivamente. (Fuente: *Elaboración propia*)

### 5.3. Dosificación y pesaje

En primer lugar, se crea una receta en el sistema informático. Se determinan los ingredientes que se van a usar, algunos datos como proveedor y lote, y se establecen las cantidades y un porcentaje de tolerancia. De esta manera, toda la dosificación de todos los ingredientes queda controlada.

La receta puede modificarse, aunque sea de la misma referencia. Ya que puede utilizarse un mayor o menor porcentaje de remolido. Es habitual que se creen nuevas recetas durante una semana. Sin embargo, esto no modifica las proporciones descritas para cada referencia.

Los operarios deberán introducir el código de la receta en el sistema y en el caso de los ingredientes almacenados en silos se dosifican de forma automatizada a la amasadora, para mayor facilidad y seguridad. El agua se incorpora de la red municipal, directamente a la amasadora. El resto de ingredientes se llevan a la sala de amasado, se pesan en básculas, con recipientes de acero inoxidable, y se trasladan los recipientes a la amasadora.

Al introducir el código de la receta para las materias primas del almacén, la báscula muestra un mensaje con el nombre y código de la materia prima y la cantidad necesaria. Cuando el operario vierte dicha cantidad en la báscula, esta procede al siguiente ingrediente en caso de que la cantidad sea adecuada, pero no permite avanzar si la cantidad no lo es.

Para subsanar problemas informáticos, también se dispone de un listado en papel con las cantidades de materias primas y una báscula externa al sistema.

**Balanza industrial:** Balanza industrial de sobremesa de alta resolución fabricado con una carcasa externa de acero inoxidable, diseñada para el pesaje de las materias empleadas en la industria de la panificación.

Dispone de una pantalla LED y teclado útiles para introducir la receta deseada y mediante el sistema informático se proporciona la información necesaria en cuanto a materia, peso y error.

Para dicha labor, se requieren dos modelos de balanzas, una más precisa de hasta 6kg de capacidad, y otra de 30 kg. Las especificaciones técnicas se encuentran en las tablas 5.3 y 5.4 respectivamente, además de una imagen del modelo en la figura 5.8.

Tabla 5.3: Balanza industrial de 6 kg. (Fuente: *Elaboración propia*)

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| <i>Unidades</i>               | 4                  |
| <i>Rango</i>                  | 0,02 g a 6 kg      |
| <i>Temperatura de trabajo</i> | 10 a 40 °C         |
| <i>Resolución</i>             | 0,02 g             |
| <i>Dimensiones</i>            | 350 x 390 x 120 mm |
| <i>Voltaje</i>                | 240 V              |
| <i>Frecuencia</i>             | 50/60 Hz           |

Tabla 5.4: Balanza industrial de 30 kg. (Fuente: *Elaboración propia*)

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Unidades               | 4                  |
| Rango                  | 1 g a 30 kg        |
| Temperatura de trabajo | -10 a 40 °C        |
| Resolución             | 1 g                |
| Dimensiones            | 246 × 302 × 107 mm |
| Voltaje                | 240 V              |
| Frecuencia             | 50/60 Hz           |



Figura 5.8: Balanza industrial. Fuente: (Minebea Intec GmbH)

**Sistema automático de alimentación:** Sistema de dosificación y pesaje de las materias primas mayoritarias empleadas en la producción de galletas, tales como harina, azúcar, agua y grasas. También se emplea para el tratamiento del agua y para la planificación y control de la producción.

**Cernedor:** Su función consiste en filtrar la harina y el azúcar para eliminar las impurezas y agentes extraños que puedan encontrarse en ellas y garantizar la seguridad alimentaria.

Se pueden situar tanto a la salida como a la entrada del silo, dependiendo del silo empleado. En el caso de la planta de producción estudiada, se sitúan a la salida. Sus especificaciones se encuentran en la tabla 5.5.

Tabla 5.5: Cernedor. (Fuente: *Elaboración propia*)

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| Unidades    | 8                 |
| Capacidad   | 1.000 kg/h        |
| Malla       | 1.000 micras      |
| Dimensiones | 0,8 x 1,4 x 1,5 m |
| Voltaje     | 240 V             |
| Frecuencia  | 50/60 Hz          |

## 5.4. Amasado

El amasado es la mezcla de los ingredientes en una amasadora con el objetivo de obtener una masa homogénea que alcance las características deseadas de la galleta por el cliente y fomentar el desarrollo del gluten para obtener una masa más elástica. La duración de esta etapa se encuentra entre 50 minutos y una hora.

Los factores que influyen en el correcto amasado serán el peso de los ingredientes, el orden en el que se introducen en la amasadora y el tiempo de amasado. Por ejemplo, según la receta, habrá un orden para los ingredientes diferente a otras referencias.

El amasado se realizará en tres etapas. En primer lugar, el sistema automático añade la harina y el agua y se amasa por un sistema mecánico que facilita la distribución uniforme de los ingredientes. Posteriormente, se introducen los ingredientes de menor peso en la receta, procedentes de la sala de amasado. En último lugar, se añade el azúcar y el aceite hasta obtener una masa completamente homogénea.

Esta es una masa sin fermentación, debido a que no se le añade levadura. Para conseguir la esponjosidad deseada se le añaden agentes leudantes como los bicarbonatos sódico y amónico. (Martínez Martínez, 2011)

El operario encargado del amasado deberá observar si las características de la masa son adecuadas, en cuanto a viscosidad, volumen, color, olor, etc.

En caso de obtener una masa no adecuada, esta se guarda y se investiga por qué no es apta. Las masas con errores de proporción de los ingredientes se guardan para rectificarlas y volver a introducirlas en el sistema en pequeñas cantidades.

Una vez que el operario confirma el correcto estado de la masa, la amasadora vuelca la masa en la tolva con la ayuda del operario debido a la adherencia.

**Amasadora horizontal:** La amasadora contiene una cuchilla en espiral para proporcionar un amasado homogéneo de las materias primas.

Una vez obtenido, mediante un sistema neumático se eleva la artesa fija del interior de la amasadora y se produce el volcado de la masa hacia la tolva de la laminadora. En la figura 5.9 puede verse la amasadora con la artesa volcada de modo que pueda extraerse la masa. En la tabla 5.6 pueden verse las especificaciones técnicas de la maquinaria.

Tabla 5.6: Amasadora. (Fuente: *Elaboración propia*)

|                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Unidades          | 4                        |
| Capacidad         | 700 kg                   |
| Diámetro interno  | 900 mm                   |
| Dimensiones       | 2.000 x 1.700 x 3.300 mm |
| Altura de volcado | 1.700 mm                 |
| Peso              | 1.310 kg                 |
| Voltaje           | 400 V                    |
| Frecuencia        | 50/60 Hz                 |



Figura 5.9: Amasadora. Fuente: (Directindustry)

## 5.5. Laminado

Para esta etapa se puede utilizar dos tecnologías diferentes según las características del producto. Se utiliza un sistema de laminado-troquelado cuando se emplea el desarrollo del gluten para proporcionar elasticidad a la masa. Por otro lado, cuando no se dispone de gluten desarrollado, se utiliza un sistema de moldeado rotativo, donde se emplea un rodillo como molde y otro para introducir la masa en el anterior. La principal diferencia entre ambos, es que en el moldeado rotativo solo circula la masa para la formación de la galleta, mientras que en el laminado-troquelado existe masa sobrante denominada recorte.

La formación de las piezas para esta industria se realiza mediante un sistema de laminado y troquelado. A la salida de la amasadora, se vuelca la masa en una tolva, la cual corta la masa con una guillotina y vierte los trozos a la banda transportadora. La masa se dispensa en una malla de tela, de algodón o poliéster, con la adherencia adecuada para asegurar que la masa permanece en la banda transportadora y no en los rodillos. (Esbelt S.A., 2020)

Esta banda transportadora pasa por diferentes rodillos de separación decreciente que reducen su espesor y proporcionan una forma de lámina hasta llegar a la línea. Es importante que dicha lámina no presente agujeros, imperfecciones o bordes desiguales.

Entre la salida de la tolva y los rodillos puede desprenderse masa denominada recorte, por lo que se sitúa debajo un colector que introduce nuevamente esa masa en la tolva.

Durante esta etapa, los rodillos ejercen presión sobre la masa, lo que provoca que parte de las burbujas de aire encerradas en la masa se liberen. Esto se ha de tener en cuenta y contrarrestar en función del tipo de galleta que se desee producir. (Martínez Martínez, 2011)

**Laminadora horizontal:** Conjunto de 3 pares de rodillos dispuestos a lo largo de la línea, de forma horizontal, y fabricados en acero de 250 mm de diámetro, empleados para producir una lámina de masa de espesor constante y la reducción de este.

Se ha decidió escoger una laminadora horizontal ya que las verticales no proporcionan el tiempo suficiente a la masa para reducir la tensión interna, y 3 pares de rodillos para asegurar el espesor adecuado.

Para una mayor compresión del funcionamiento de la laminadora, a continuación, en la figura 5.10 puede verse un esquema la actividad que realiza y sus especificaciones en la tabla 5.7.

Tabla 5.7: Laminadora. (Fuente: *Elaboración propia*)

|             |                          |
|-------------|--------------------------|
| Unidades    | 4                        |
| Dimensiones | 1.200 x 2.500 x 1.200 mm |
| Frecuencia  | 50 Hz                    |
| Voltaje     | 380 V                    |

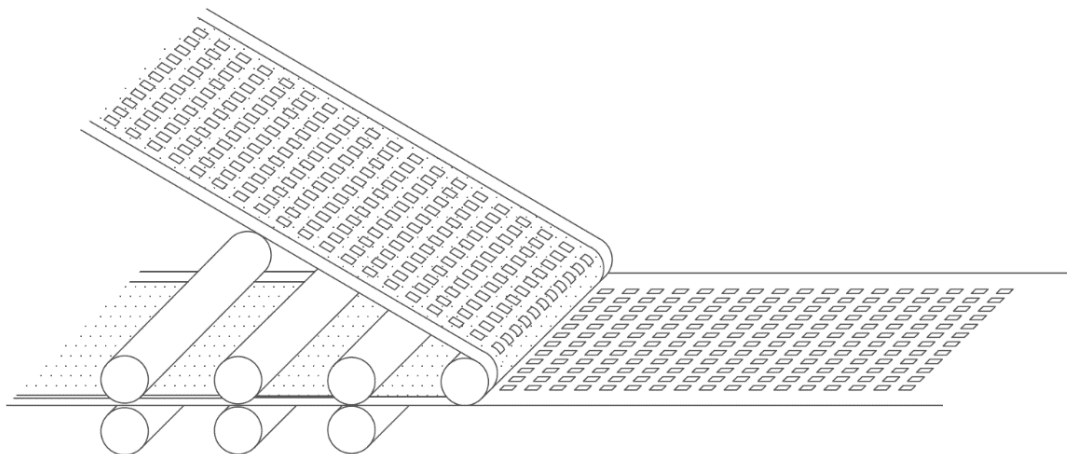


Figura 5.10: Esquema de funcionamiento de laminado-troquelado (Fuente: *Elaboración propia*)

**Soplador de aire:** El soplador es una turbina centrífuga cuyo objetivo es el de proporcionar una corriente de aire uniforme sobre la hoja de masa para evitar que esta se adhiera al rodillo.

**Alimentador de masa:** La amasadora proporciona la masa de forma discontinua. Este sistema proporciona de manera continua la masa y está formado por un contenedor de acero inoxidable y una cinta transportadora plástica inclinada que eleva la masa hacia la tolva de la laminadora. La tabla 5.8 muestra las especificaciones del alimentador.

Tabla 5.8: Alimentador de masa. (Fuente: *Elaboración propia*)

|             |                          |
|-------------|--------------------------|
| Unidades    | 4                        |
| Dimensiones | 1.000 x 1.700 x 1.200 mm |
| Capacidad   | 750 kg                   |

## 5.6. Troquelado

Cuando la masa tiene el espesor deseado, se pasa por otro rodillo que actúa de molde, le proporciona a la masa el tamaño, forma e impresión deseados. Los recortes se separan mediante otro rodillo situado en forma de cuña, que levanta la lámina de recorte y se introducen nuevamente en la tolva para proceder al laminado.

Se ha de tener en cuenta que los recortes poseen una densidad, temperatura y dureza diferente a la masa procedente de la tolva, por lo que su reincorporación debe ser controlada y uniforme en la anchura de la tolva. (Martínez Martínez, 2011)

El transporte de la masa es un punto crítico en industria de la panificación en general. Se ha de lograr que la masa tenga la humedad y la adherencia óptimas para evitar que sea demasiado pegajosa o no posea la densidad y forma adecuadas. La masa debe tener la adherencia necesaria que permita que no se pegue al rodillo del troquelado y sí a la banda transportadora, pero que permita la transferencia a la siguiente banda. (Esbelt S.A., 2000)

**Troqueladora:** Rodillo de 250 mm que realiza el corte y el dibujo de la galleta en la lámina de masa. En la tabla 5.9 aparecen sus especificaciones.

Tabla 5.9: Troqueladora. (Fuente: *Elaboración propia*)

|             |                          |
|-------------|--------------------------|
| Unidades    | 4                        |
| Dimensiones | 1.200 x 1.750 x 1.200 mm |
| Frecuencia  | 50 Hz                    |

**Elevador de recortes:** Consiste en una cinta cuya función es la de levantar y transportar los recortes del troquelado hasta la tolva nuevamente para reintroducirlo en el proceso.

El rodillo empleado en el troquelado, al igual que el elevador de recortes, se representan en la figura 5.10 en el esquema de funcionamiento mostrado en el apartado anterior.

## 5.7. Horneado

La masa pasa por el horno, dividido en tres secciones las cuales pueden proporcionar diferentes temperaturas, disposición de los mecheros y longitud de la llama, con el objetivo de transformar la masa en galletas aptas para el consumo.

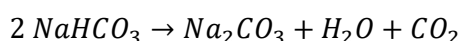
Un horno es un túnel de 30 metros de largo por el cual se hace pasar la cinta transportadora. Este cuenta con los mandos en uno de sus laterales, y varios escapes de gas en la parte superior, para los vapores que puedan desprender las galletas.

En función de la galleta, se establece una configuración para las tres secciones del horno, sus mecheros, su temperatura y la velocidad de la cinta. La temperatura suele oscilar entre los 180 y 230 °C y el tiempo de cocción entre los 3 y 15 minutos, aunque de forma general se suelen utilizar 7 minutos. (Martínez Martínez, 2011)

La cinta del interior del horno debe ser de acero con perforaciones, la cual funciona con rodillos, uno realizando el movimiento motriz, otro como tensor y los demás de modo que la cinta vaya apoyada en todo momento evitando que esta ceda. (Muñoz Garachana, 2016)

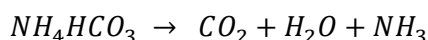
Durante esta etapa se llevan a cabo 2 modificaciones:

- **Modificación de la estructura:** Cuando el bicarbonato sódico se encuentra a altas temperaturas, en este caso en el horneado, se transforma en carbonato sódico, agua y dióxido de carbono.



El carbonato sódico no se eliminará de la masa, se utiliza como antiaglomerante y regulador de la acidez. El agua y el dióxido de carbono son de utilidad debido a que durante el horneado se encuentran en forma de burbujas gaseosas, liberándose y dejando huecos dentro de la estructura de la galleta. De esta forma, la galleta se eleva, pierde humedad y la estructura queda esponjosa y menos densa.

Del mismo modo se utiliza el bicarbonato amónico, el cual se descompone a altas temperaturas en amoníaco gaseoso, agua y dióxido de carbono. Estos tres compuestos a altas temperaturas se encuentran en estado gaseoso y se liberan de la galleta al igual que en el caso del bicarbonato sódico, para dejar huecos y dar esponjosidad. En este caso ningún compuesto permanecerá en la galleta.



Se debe tener en cuenta el grado de esponjosidad deseado, ya que esta reacción se debe controlar para que la galleta sea la demandada. Para ello se utilizan las proporciones de bicarbonatos y de sal, ya que ralentiza esta reacción y las temperaturas.

Durante la eliminación de la humedad y los cambios de temperatura, se producen tensiones internas en la galleta, que de no ser resueltas provocarán grietas durante el enfriamiento. El gluten, la proteína albúmina del suero lácteo y el emulsionante crean una malla polimérica que sostiene las burbujas y da elasticidad a la masa.

- **Modificación de color por reacción Maillard:** La reacción Maillard es un conjunto de reacciones químicas que modifican el olor, color y sabor de los alimentos. La combinación de las proteínas y los azúcares se descomponen a alta temperaturas dando lugar a cambios de olor, color y sabor.

Se producen 3 fases: En la primera se mezclan los azúcares y las proteínas. En la segunda se modifica su color a un tono amarillo ligero y comienza a desprender olor. Por último, se forman los pigmentos más oscuros.

La reducción de la humedad favorece esta reacción, por lo que se intensifica en la capa externa de la galleta más que en el interior, por lo que la superficie exterior queda más dorada.

Los factores que influyen en esta reacción son los tipos de harina y azúcar, el gradiente de temperatura, la presencia de metales y la acidez de los alimentos, la velocidad de la reacción aumenta a mayor pH, alcanzando el punto máximo en 10.

Esta reacción se debe controlar para evitar sus efectos negativos como la pérdida de valor nutritivo y la aparición de acrilamida, compuesto químico que se puede formar durante la cocción a altas temperatura. Este compuesto está considerado por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) como “Probable cancerígeno para los humanos”.

**Túnel de horneado:** Túnel de horneado mediante gas, de 30 metros de longitud, dividido en 3 módulos para proporcionar las condiciones adecuada en cada etapa de la cocción. El control del túnel se lleva a cabo mediante los mandos situados a un lado del horno, como se muestra en la figura 5.11.



Figura 5.11: Túnel de horneado. Fuente: (Evergrowing Machinery Company Limited)

El calor procede de los quemadores del interior del horno, situados tanto encima como debajo de la banda transportadora. Dicha banda de un metro de ancho, está fabricada en acero con perforaciones.

Las especificaciones técnicas del túnel de horneado descrito se encuentran en la siguiente tabla 5.10.

Tabla 5.10: Túnel de horneado. (Fuente: *Elaboración propia*)

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| <i>Unidades</i>               | 4                |
| <i>Capacidad</i>              | 850 kg/h         |
| <i>Tipo de gas</i>            | Gas natural      |
| <i>Temperatura de trabajo</i> | 150-250 °C       |
| <i>Banda transportadora</i>   | 1 m              |
| <i>Dimensiones</i>            | 1,4 x 1,8 x 30 m |
| <i>Voltaje</i>                | 380 V            |

## 5.8. Enfriamiento

A la salida del horno, las galletas pasan por una cinta transportadora de malla de acero inoxidable hasta la zona de apilamiento. Esta debe tener la longitud y velocidad necesaria para asegurar el enfriamiento del producto por convección natural. Este enfriamiento debe ser gradual ya que un cambio brusco de temperaturas provocará grietas en la pieza.

Se requiere un ambiente seco para conseguir que el vapor de agua restante en las galletas escape. En caso de encontrarse en un ambiente húmedo, las galletas absorberían el vapor de agua y quedarían blandas.

Si las galletas son envasadas a una temperatura superior a la temperatura ambiente, la humedad quedará atrapada en el envase y será reabsorbida por la galleta durante el enfriamiento.

## 5.9. Control de calidad

Durante el enfriamiento, el operario a cargo del control de la calidad deberá realizar diferentes exámenes a las galletas cada media hora, para asegurar que el producto cumple las especificaciones demandadas por el cliente.

Estos exámenes consisten en una inspección visual para detectar posibles defectos como ampollas, agujeros, defectos de forma o manchas y, en mediciones de peso, espesor, dimensiones y color.

Si el producto no cumple con las especificaciones, se pueden dar dos casos: el primero en el que las variaciones son leves y se modifica la producción para evitar la continuación de este error, y el segundo en el que el error es grave y se detiene la producción para desecharla.

Si el operario detecta errores puntuales, como por ejemplo una galleta con un agujero, la desechará en los sacos establecidos para ello.

## 5.10. Apilado y envasado

Al final de la línea de enfriamiento se sitúa el apilamiento, que, consiste, como puede verse en la figura 5.12, en una línea de acero inoxidable con un operario y embudos a cada lado que dividen las galletas en 6 líneas en posición vertical para guiarlas hasta los cargadores y proceder al envasado. Los cargadores son guías que poseen el tamaño que se desea para el envasado y las conducen hasta la envasadora. En la figura 5.13 se representa el funcionamiento del apilado y los cargadores.



Figura 5.12: Apilamiento. Fuente: (Galletas Gullón S.A., 2021)



Figura 5.13: Funcionamiento de los cargadores. Fuente: (Tecno Pack Spa)

El envasado consiste en formar paquetes individuales del tamaño y peso adecuados mediante la envoltura con un film del material deseado por la empresa y el sellado del mismo. La función del envase primario es proteger al producto de la humedad, el oxígeno, luz y otros agentes que lo contaminen.

Tanto las galletas maría como las galletas tostadas fabricadas con la empresa serán envasadas en paquetes individuales de 200 g cada uno, utilizando un film de plástico polipropileno transparente. Cada paquete incluye una cintilla roja para facilitar la apertura.

El operario a cargo del envasado primario deberá observar si los paquetes tienen un aspecto adecuado, no alterado por las ampollas o los picoteos. También deberá comprobar la posición de la cintilla y el corte de esta.

A la salida del envasado, se sitúa una cinta transportadora articulada formada por una combinación de termoplásticos.

**Envasadora horizontal primaria:** Una vez que las galletas se introducen en los cargadores, estos acceden a la envasadora. Esta envuelve las galletas del interior del cargador con el film primario y la cintilla. Posteriormente las mordazas sellan mediante calor las aperturas del lateral y las bases. A continuación, en la siguiente tabla 5.11 pueden verse las especificaciones de la envasadora y en la figura 5.14 se puede ver como se sitúa el film para la realización del envasado.

Tabla 5.11: Envasadora primaria. (Fuente: *Elaboración propia*)

|             |                          |
|-------------|--------------------------|
| Unidades    | 4                        |
| Dimensiones | 1.400 x 4.400 x 2.000 mm |
| Frecuencia  | 50 Hz                    |
| Voltaje     | 380 V                    |

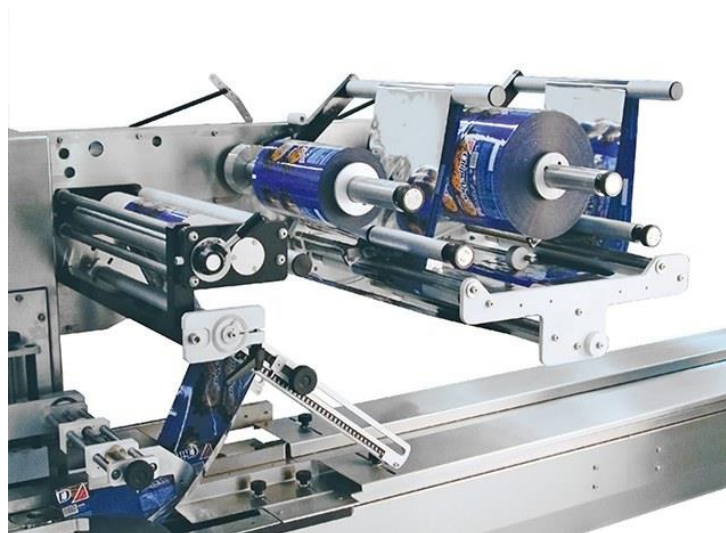


Figura 5.14: Envasadora. Fuente: (Ulma Packaging)

## 5.11. Detección de metales

Entre los dos envasados se sitúa un detector de metales capaz de rechazar los posibles metales que se encuentren en los paquetes. Para asegurar su correcto funcionamiento, se deberán probar los testigos una vez por hora, para en caso de no rechazarlos, examinar todos los paquetes producidos durante la hora anterior.

Un testigo para el detector de metales es un paquete de galletas, de las mismas dimensiones que los producidos, al que se le ha introducido diferentes metales de diferentes tamaños. Estos paquetes se envuelven en un plástico rojo para poder diferenciar rápidamente un testigo de un paquete normal.

Según la legislación, el detector y los testigos deben encontrarse bajo llave para evitar que un paquete con metal o un testigo pasen el control y llegue a un consumidor.

El detector de metales cuenta con diferentes sensores para asegurar el rechazo. En primer lugar, se sitúa el sensor que detecta si entra un paquete con metal en la cámara. En segundo lugar, si se ha detectado un metal, un chorro de aire a presión expulsa el paquete a un contenedor, por lo que existe un sensor que detecta si el aire tiene la suficiente presión y otro que detecta si un paquete ha entrado en el cajón. Por último, se dispone un sensor que detecta si el cajón está lleno, ya que, en esta situación, al expulsar el paquete, se activa el sensor de

entrada al cajón porque está lleno, pero el paquete no llega a entrar. En caso de que estos 3 últimos sensores detecten un problema, la línea automáticamente se detiene para evitar que los paquetes que provienen de la línea empujen el paquete rechazado.

En el caso de rechazar un paquete, se lleva a cabo un control de calidad que determine si realmente hay un metal y su procedencia.

**Detector de metales:** Su función es la de comprobar todos los paquetes antes de ser envasados para el consumidor. En caso de detectar un metal en su interior, este lo rechaza. Las especificaciones se muestran en la tabla 5.12 y una imagen del modelo en la figura 5.15.

Tabla 5.12: Detector de metales. (Fuente: *Elaboración propia*)

|             |                    |
|-------------|--------------------|
| Unidades    | 4                  |
| Dimensiones | 600 x 700 x 430 mm |
| Frecuencia  | 50 Hz              |
| Voltaje     | 240 V              |



Figura 5.15: Detector de metales. Fuente: (Antares Visión S.p.A)

## 5.12. Empaquetado

El segundo envase proporciona la unión de varios paquetes, una mejor imagen y la información necesaria en cuanto a contenido, caducidad, alérgenos, peso, etc.

Las galletas maría serán envasadas con 2 paquetes individuales en un estuche de plástico cuyo peso final será de 400 g. Las galletas tostadas serán envasadas con 3 paquetes individuales en un estuche de plástico cuyo peso final será de 600 g.

**Envasadora secundaria:** La envasadora secundaria presenta el mismo funcionamiento de la envasadora primaria, pero en este caso con la agrupación de varios paquetes de galletas.

Los paquetes se agrupan según la referencia, estos se introducen en la envasadora y el film los envuelve. Después, las mordazas sellan las aperturas.

La tabla 5.13 que se encuentra a continuación muestran las especificaciones de la envasadora.

Tabla 5.13: Envasadora secundaria. (Fuente: *Elaboración propia*)

|             |                          |
|-------------|--------------------------|
| Unidades    | 4                        |
| Dimensiones | 1.200 x 3.000 x 1.200 mm |
| Frecuencia  | 50 Hz                    |
| Voltaje     | 380 V                    |

### 5.13. Control de peso

El paquete final pasa por una báscula que rechaza los paquetes con bajo peso mediante un chorro de aire a presión. La legislación establece una tolerancia en función del peso del paquete final, por lo que no se permite la comercialización de paquetes por debajo de ese peso. Para los paquetes de peso superior no existe dicha prohibición y, por tanto, no son rechazados, sin embargo, la báscula almacena esta información para modificar la producción en caso de superar el límite de peso marcado por la empresa, ya que es considerado un desperdicio.

**Controladora de peso:** Este dispositivo controla el peso de los paquetes finales, rechazando los paquetes que posean un peso inferior al determinado según la legislación. Además, almacena los datos y proporciona la media de las medidas durante el tiempo que así se requiera.

En la tabla 5.14 se encuentran las especificaciones técnicas de la máquina y una fotografía del modelo en la figura 5.16.

Tabla 5.14: Controladora de peso. (Fuente: *Elaboración propia*)

|                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| Unidades        | 4                    |
| Rango de medida | 20 a 1.200 g         |
| Resolución      | 0,2 g                |
| Dimensiones     | 1.000 x 400 x 700 mm |
| Frecuencia      | 50 Hz                |
| Voltaje         | 240 V                |



Figura 5.16: Controladora de peso. Fuente: (Antares Visión S.p.A.)

## 5.14. Encajado y paletizado

Los estuches, o paquetes finales, se almacenan de forma manual en cajas de cartón ondulado con la serigrafía de la marca y modelo. Las cajas se colocan sobre palets de plástico y se envuelven en un film retráctil para facilitar su transporte y almacenaje.

En cada caja y palet se añade una etiqueta que informe del producto, modelo, lote y fecha de fabricación para poder ser encontrado rápidamente en el almacén.

## 5.15. Almacenamiento de producto final

Los palets se trasladan mediante transpaletas al almacén de producto final el tiempo necesario para asegurar la entrega en condiciones óptimas para el cliente, tanto en estado del producto, como en tiempo y lugar.

Se ha de tener el almacén perfectamente organizado, conociendo los productos que haya en él y la información necesaria de estos para asegurar una correcta rotación del stock.

Las temperaturas altas o las fluctuaciones de humedad y temperatura provocan el deterioro de los embalajes y del producto final debido a la migración de la grasa y, por tanto, un sabor enrarecido y desagradable. Por lo que el almacén se mantendrá frío y seco, a una temperatura entre 18 y 20°C y a una humedad relativa entre 55 y 60%. En caso de superar los 28°C se deteriorarían las propiedades organolépticas del producto: textura y aspecto.

Es importante mantener un buen aislamiento de paredes, techo y suelo, y una buena circulación del aire. Para reducir los efectos de temperatura y humedad, las cajas de los productos no podrán estar en contacto con paredes o suelo. Además, los palets no deben estar

en contacto con el suelo o las paredes para aumentar este aislamiento del producto y prevenir la infestación de insectos o roedores. (Martínez Martínez, 2011)

Por último, también se debe proteger el producto de los efectos de la luz, sobre todo la luz solar. Por lo que el almacén constará de ventanas y puertas que eviten la entrada de los rayos del sol. También se mantendrá una luminosidad leve, que asegure la seguridad del trabajador y el estado de los productos.

## 6. Distribución en planta

La empresa cuenta con dos edificios adyacentes, de una sola planta, que la dividen en dos secciones. La más grande y con mayor importancia es la planta de producción, la cual cuenta con las instalaciones para llevar a cabo la actividad principal de la empresa y sus actividades secundarias como la logística. Como requisito fundamental, la planta de producción deberá cumplir con las condiciones técnico-sanitarias establecidas por la legislación vigente.

Por otro lado, se encuentran las oficinas, en las cuales se realizan las actividades administrativas, comerciales y de dirección.

La cubierta de los edificios es de diente de sierra, con lucernarios para aprovechar la luz natural teniendo en cuenta que no pueden entrar rayos de sol directos que puedan deslumbrar a los trabajadores o deteriorar el producto.

Dentro del área de producción existen ciertos requisitos para el diseño del edificio. En primer lugar, todas las superficies como suelos, techos, puertas y paredes, deben ser lisas, continuas, impermeables, sin grietas y lavables para evitar la acumulación de suciedad y polvo. El suelo está recubierto con resina haciéndolo resistente al desgaste y antideslizante.

Es muy importante evitar las grietas en suelos y paredes, ya que su aparición provocaría la acumulación de suciedad. Por ello, la unión entre suelos, techos y paredes debe estar sellada, de modo que no se introduzca suciedad y sea más fácilmente lavable.

También debe evitarse el empleo de madera en la planta de producción, ya que podría astillarse y alterar el producto.

Los techos permiten la entrada de luz natural mediante lucernarios completamente cerrados para evitar la entrada de polvo, insectos o cualquier otro elemento del exterior que pueda contaminar el producto.

Las ventanas que se encuentren en contacto con materias primas o producto final deben estar cerradas. Sin embargo, en el resto de salas, se pueden mantener abiertas con la protección de una malla metálica que evite la entrada de insectos o aves.

La ventilación se emplea para renovar el aire y eliminar del ambiente agentes no deseados, que provienen, por ejemplo, de la maquinaria. Los filtros deben revisarse con frecuencia para evitar la acumulación de polvo o la entrada de elementos nocivos para la industria. También se debe tener en cuenta que deben evitarse los cambios bruscos de temperatura que puedan afectar a los trabajadores y al producto.

En cuanto a la iluminación, esta debe ser suficiente para poder realizar los trabajos en el interior de la planta de producción, pero, como se ha descrito anteriormente, se debe evitar la entrada de rayos de sol que puedan provocar deslumbres o incomodidad para los trabajadores. Todos los componentes de la iluminación deben estar protegidos y diseñados de forma que en caso de rotura no afecten o lo hagan mínimamente a la producción y los trabajadores.

El proceso de producción está diseñado de forma lineal, en el cual las etapas del mismo transcurren secuencialmente y el producto avanza por el recorrido hacia adelante, sin cambios de dirección. Este diseño es simple y permite la manipulación del producto a ambos lados de la línea.

La temperatura, humedad, circulación de aire e iluminación deben ser las adecuadas para asegurar unas buenas condiciones laborales para todos los trabajadores de la empresa y para el producto.

La producción se realiza en masa, ya que se desea fabricar un gran volumen de dos únicos productos no diferenciados. Este sistema debe estar muy planificado y tratando de aumentar la eficiencia siempre con el objetivo de reducir costes para competir en precio.

El personal de la planta de producción es especializado, realiza una tarea repetidamente. Esto provoca que tengan un gran dominio en su puesto, pero en contraposición suele conllevar desmotivación de los trabajadores.

En el interior de la planta, cada sala debe ser adecuada, de fácil acceso por el personal y estar equipada para su función, fomentando el uso de materiales impermeables en las superficies. Se debe mantener cada una aislada de las demás, de forma que, en caso de una contaminación, esta no se extienda. Además, se deben realizar desratizaciones y desinsectaciones periódicamente.

Toda la maquinaria y utensilios empleados en el proceso y que estén en contacto con las materias primas y los productos, deben estar fabricados mediante materiales que no alteren las características de estos.

El recinto exterior se encuentra completamente cerrado y transitable por vehículos, evitando así la aparición de maleza u otro posible foco donde puedan habitar animales dentro del perímetro de la empresa.

A continuación, se describe la empresa dividida en sus diferentes salas y áreas.

### Zona de procesado

En esta zona se realiza la actividad principal.

- **Sala de amasado:** En esta sala se realiza la dosificación de las materias primas minoritarias. Para ello cuenta con una mesa en la que se encuentran las básculas, una estantería en la que depositar los elementos auxiliares necesarios como recipientes, una mesa de trabajo, un fregadero industrial y unos grifos instalados en la pared con el objetivo de dosificar materias primas procedentes de bidones como por ejemplo el jarabe de glucosa.
- **Tienda:** Esta zona tiene la función de almacenar los lotes de cada materia prima que se deben emplear en la producción en cada momento. De este modo, los desplazamientos son más cortos y reduce la posibilidad de error del operario. Existe una tienda de amasado en el almacén de materias primas, al lado de la sala de amasado, y una tienda de envasado al lado de las envasadoras.

- **Área de producción:** Esta área engloba todo el proceso de fabricación de las galletas, desde el amasado hasta el envasado. En ella, a parte de la maquinaria básica para el proceso, se encuentran algunos elementos auxiliares como taquillas, mesas, fuentes y pizarras.  
El mobiliario y elementos auxiliares necesarios para la actividad principal se han situado de forma que los recorridos sean lo más cortos y rectos posibles, limitando las pérdidas de tiempo y los sobreesfuerzos de los trabajadores.  
Todos los elementos deben estar perfectamente organizados en función de su uso, limpios y ordenados. Además, los elementos que se encuentren dentro de la planta deben ser detectable por el detector de metales, de forma que si algún fragmento del elemento en cuestión llegase a introducirse en la masa, el detector rechace el paquete.  
En las taquillas organizarán los elementos necesarios, pero con menor frecuencia de uso, como por ejemplo las bolsas de basura.
- **Molino:** Para la recuperación de una parte del desperdicio, se emplea un molino que triture las galletas que no han sido aptas para la comercialización. En esta zona se encuentra el molino y un área para almacenar los sacos de galletas defectuosas y artesas de masas erróneas.

#### Zona de almacenes:

Esta zona engloba los 3 almacenes que se encuentran en la planta de producción, además del área de recepción donde se comprueba el estado de cada materia prima entrante y se pesan.

- **Recepción y control:** Las materias primas deben ser pesadas a la entrada de la fábrica. Para ello, los camiones cisterna deben ser pesados en la báscula puente previamente a la descarga y se extrae una muestra para la inspección en el departamento de calidad. Las materias primas que son entregadas en palets, se inspeccionan durante la recepción y se pesan en la báscula de plataforma.  
Una vez que las materias primas se han examinado y cumplen los requisitos determinados por el departamento de calidad, estas se almacenan, ya sea en silos, en el almacén de materias primas o en el almacén de materias primas auxiliares.
- **Almacén de materias primas:** Este ha sido diseñado con el objetivo de que posea la capacidad suficiente para almacenar materias primas que cubran las necesidades productivas durante un periodo de 10 día laborables.  
En este almacén se encuentran la sala y la tienda de amasado, ya que su proximidad facilita los trabajos que se realizan en ellas.
- **Almacén de materias primas auxiliares y residuos:** Este almacén debe cumplir de la misma manera con las necesidades que puedan darse durante los próximos 10 días laborables.  
Además, en él deben almacenarse los residuos generados durante la producción, los cuales posteriormente son gestionados por empresas dedicadas a esta labor.
- **Almacén de producto terminado:** El almacén de producto terminado ha sido diseñado de tal forma que pueda cumplir tanto en tiempo, lugar y cantidad con los requerimientos de los clientes.

- **Silos:** La zona de los silos se sitúa en la parte posterior del complejo. Se trata de un área cerrada y vigilada. Consta de los silos y el sistema de bombeo que permite realizar el llenado de los mismos.

#### Otras zonas de la planta de producción:

Esta sección engloba el conjunto de actividades secundarias que son necesarias para el proceso y que se llevan a cabo dentro de la fábrica.

- **Logística:** En el interior del almacén de producto terminado, se encuentra la oficina de logística. Sus principales objetivos son: Asegurar la existencia del stock necesario de materias primas para la producción, asegurar el stock necesario de producto terminado en el momento preciso para el envío al cliente, controlar todo el movimiento de materiales que se dé lugar en la fábrica, realizar la correcta rotación de stock, de modo que los productos que primero entraron en la planta, sean los primeros en ser empleados.
- **Calidad:** Este departamento cuenta con un despacho y un laboratorio. Su labor es la de realizar los análisis pertinentes a las materias primas, maquinaria, instalaciones, procesos y producto terminado con el objetivo de asegurar que cumple con la legislación vigente, la seguridad alimentaria y la calidad adecuada.  
En el laboratorio, además, se realiza las pruebas de i+D destinadas a la investigación de nuevos productos. Para ello, cuentan con hornos y los productos y utensilios necesarios para la elaboración de las muestras.
- **Cuarto de limpieza:** En él se guardan todos los productos, utensilios y maquinaria que se pueda emplear durante la limpieza y desinfección de la planta.
- **Taller:** En el taller se encuentran todas las herramientas y maquinaria necesaria para las inspecciones y la reparación de cualquier elemento de la planta, de modo que pueda ser reparado a la mayor brevedad posible.
- **Oficina de producción:** En esta oficina se encuentra el jefe de turno. Para realizar su trabajo, debe disponer de pizarras en las que plasmar el plan de producción semanal y los turnos de trabajo de los operarios.

#### Zona social

Este es el conjunto de áreas comunes para los trabajadores.

- **Aseos:** Estos, están equipados con sanitarios, lavabos y urinarios en el caso del aseo masculino. Los aseos situados a la entra de la planta de producción también cuentan con duchas a la disposición de los trabajadores.
- **Vestuarios:** Los vestuarios son salas preparadas con taquillas y bancos para que los trabajadores puedan ponerse la ropa de trabajo antes de entrar a la planta y quitársela antes de salir de la misma.  
Se disponen de dos vestuarios, uno femenino y otro masculino. A la salida de estos se encuentra la zona de lavado. En ella los trabajadores deberán desinfectar sus manos,

zapatos y ropa, mediante el empleo de un lavabo automático, rodillos para la ropa y otros para los zapatos.

- *Sala de descanso y cafetería:* Área en la que los trabajadores pueden realizar el descanso de su turno. En ella hay mesas, sillas, máquinas expendedoras, un armario y una nevera para depositar la comida que los empleados deseen llevar al trabajo, una fuente y un fregadero.

Los empleados pueden llevarse comida a la empresa, pero esta no debe entrar en la planta de producción para evitar contaminación cruzada, ni debe guardarse en las taquillas, ya que esto podría fomentar la aparición de insectos o roedores.

#### Oficina:

Lugar de la empresa en la que se encuentran los despachos, la recepción y la sala de reuniones.

- *Despachos:* Los despachos engloban las actividades administrativas que se dan lugar en la empresa. Estos se situaron juntos para facilitar la comunicación entre los diferentes departamentos.
- *Recepción:* Se trata de una pequeña sala de espera y un mostrador donde se recibe a las visitas.
- *Sala de reuniones:* En ella se lleva a cabo la reunión diaria de los responsables de cada departamento para tratar los asuntos más relevantes ocurridos en la empresa. También se emplea para las reuniones con proveedores y clientes.

Por último, con la finalidad de proporcionar una mejor comprensión y visualización de lo descrito en este apartado, se adjunta a continuación la figura 6.1 del plano de la empresa.

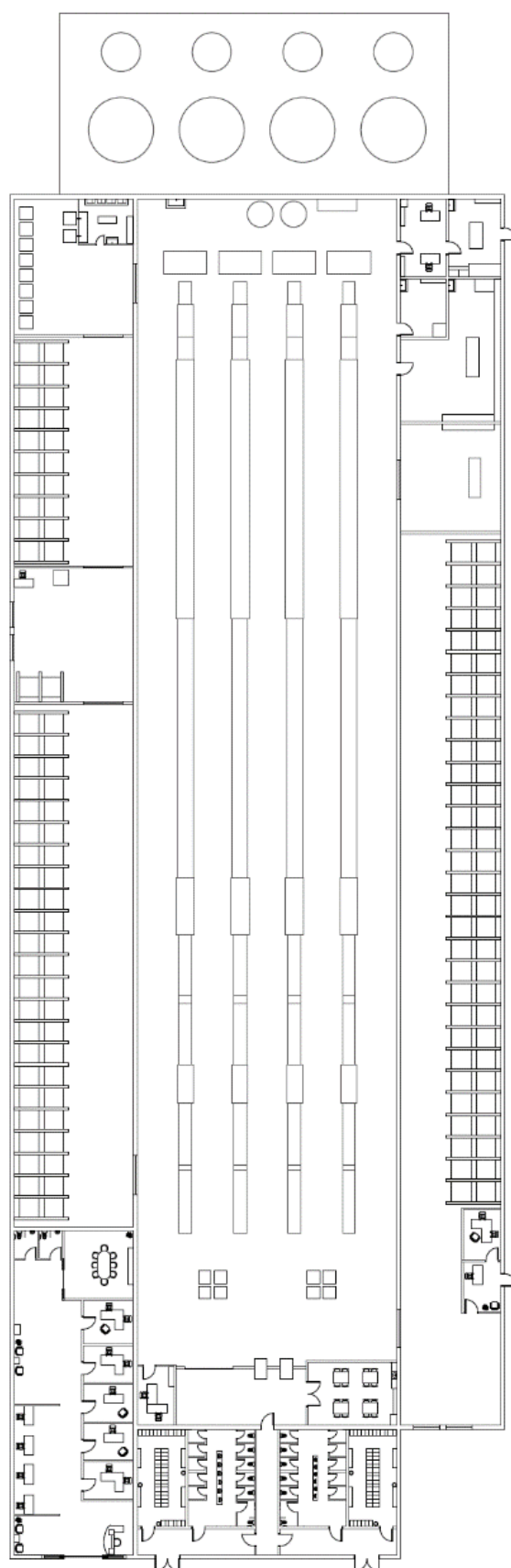


Figura 6.1: Plano de la empresa Wunjo (Fuente: *Elaboración propia*)

## 7. Descripción de la problemática

El objetivo del presente proyecto es el de análisis de una planta de fabricación de galletas con la finalidad de identificar las posibles anomalías que afecten a la producción y la implementación de ciertas prácticas que traten de eliminarlas o minimizarlas en la medida de lo posible, para así alcanzar los objetivos de eficiencia y desperdicio establecidos por la empresa.

La empresa en su conjunto utiliza un cuadro de mando integral (CMI) para su autoevaluación mediante la gestión de los indicadores principales de los distintos departamentos. El CMI es una herramienta que tiene como finalidad el análisis dinámico que permite mostrar la situación de la empresa en los diferentes ámbitos de ella a lo largo del tiempo.

Dentro del área de producción, se estudian los siguientes indicadores:

### Eficiencia:

Tal y como se indica en la ecuación 1, la eficiencia global mide el porcentaje de tiempo de empleo de la capacidad de las líneas sin defectos, en relación al tiempo total de fabricación. (Aliaga Aliaga, 2015)

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ sin\ defectos}{Tiempo\ planificado\ de\ fabricación} (\%) \quad (1)$$

### OEE:

Estas siglas significan eficiencia global de equipos productivos (Overall Equipment Effectiveness).

Este indicador, como se muestra en la ecuación 2, mide el porcentaje de tiempo de empleo de las líneas sin defectos, en relación al tiempo real de fabricación.

$$OEE = \frac{Tiempo\ sin\ defectos}{Tiempo\ real\ de\ fabricación} (\%) \quad (2)$$

### Desperdicio:

El nivel de desperdicio se mide en porcentaje y se obtiene según la cantidad de producto rechazado frente a la cantidad de producto fabricado.

$$Desperdicio = \frac{Cantidad\ de\ producto\ rechazado}{Cantidad\ de\ producto\ fabricado} (\%) \quad (3)$$

Con el objetivo de la búsqueda de la mejora continua y basándose en el cuadro de mando integral, se han analizado dichos indicadores. Se ha observado que actualmente, no se cumplen los objetivos debido al alto porcentaje de piezas defectuosas en la fabricación.

## 7.1. Pérdidas y desperdicio

Durante el proceso se obtienen diferentes fuentes de pérdidas. Algunas de ellas son inevitables y otras son variables en función de la eficiencia de la industria.

Las galletas son un producto seco, el cual utiliza el agua en el proceso para posteriormente desprenderse de ella dejando la estructura deseada. Durante la etapa de horneado se puede reducir el peso de la masa un 8% por evaporación.

En las etapas de dosificación, pesaje y amasado también se encuentran pérdidas, debido en parte a la masa que se adhiere a los recipientes y amasadora, de modo que no se aprovecha. Durante el amasado se encuentra otro tipo de pérdidas debido a las masas que no contienen los porcentajes correctos de materias primas o el amasador ha observado algún problema. Estas masas se rectifican y se introducen en un pequeño porcentaje en masas posteriores. Sin embargo, esto no se puede realizar siempre, y sumado a las pérdidas anteriormente descritas, las pérdidas en el amasado ascienden al 5%. Las pérdidas por dosificación y pesaje suponen el 0,004%.

Durante la etapa de laminado y troquelado no se deben obtener pérdidas debido a que los recortes son introducidos nuevamente en el proceso.

Estas pérdidas son difíciles de corregir y en algunos casos como las del horneado, son necesarias. Sin embargo, existen otro tipo de pérdidas detectadas en la planta de fabricación que son consideradas desperdicio.

En la línea de enfriamiento, como se ha descrito anteriormente, un operario debe comprobar si el producto contiene las características necesarias. Este control de calidad es necesario, sin embargo, aumenta o disminuye en función de su necesidad. En los casos que se están encontrando mayor porcentaje de defectos, se realizan más exámenes. En esta planta objeto de estudio se han detectado un 0,75% de desperdicio en galletas maría y un 0,5% en las galletas tostada.

El operario a cargo de dicho examen también deberá retirar todas las galletas que lleguen a la línea de enfriamiento con algún defecto. Actualmente, las galletas maría tienen un porcentaje de defectos del 2,9% y las tostadas un 1,3%. Ambos serán estudiados con el objetivo de reducirlos.

De igual manera, un operario a cargo de la zona de envasado deberá comprobar que los paquetes no contienen defectos de envase y rechazar los que sí. Este desperdicio asciende al 2,3% para las galletas maría y un 1,9% las galletas tostadas.

Por último, las primeras galletas producidas después de un arranque suelen ser desechadas por defectos. El arranque supone un 1% cada vez que se realiza. En teoría, solo se arranca una vez por semana y posteriormente la producción es continua. Sin embargo, en la práctica se tiene en cuenta que se debe arrancar cada vez que se pare la línea por algún imprevisto como por ejemplo un porcentaje de defectos significativamente superior a lo habitual de la línea en cuestión.

En resumen, durante la producción se encuentra un porcentaje de pérdidas, el cual no supone que todo sea desperdicio. Algunas pérdidas son necesarias o inevitables y, por tanto, se tratará de corregir el desperdicio, el cual si puede ser minimizado. El desperdicio hace referencia a las galletas producidas y rechazadas. Los datos de ambas referencias se muestran a continuación en la tabla 7.1.

Tabla 7.1: Porcentajes de pérdidas y desperdicio según la referencia (*Fuente: Elaboración propia*)

|                | <i>Pérdidas</i> | <i>Desperdicio<br/>Actual</i> | <i>Desperdicio<br/>objetivo</i> |
|----------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|
| <i>María</i>   | 21,95%          | 10,29%                        | 7%                              |
| <i>Tostada</i> | 18,55%          | 7,44%                         | 5%                              |

## 8. Identificación de las anomalías del proceso productivo

Con el fin de encontrar las posibles anomalías del proceso que puedan afectar a la producción y a la consecución de los objetivos productivos, se ha decidido establecer un sistema de participación de los trabajadores de la planta, para recabar información y su posterior análisis.

### 8.1. Participación

La participación de los trabajadores se considera fundamental para la identificación de las posibles anomalías o inconvenientes durante el proceso productivo.

Esto es debido a que, al ser las personas que más tiempo dedican a su labor, los empleados son capaces de identificar los posibles riesgos, problemas y oportunidades en su puesto de trabajo. Además, incluir a los trabajadores en las necesidades y decisiones de la empresa provoca un aumento del rendimiento, de la responsabilidad y de la satisfacción de los mismos.

Por ello, se ha establecido un comité de calidad y un sistema de sugerencias individual.

#### Comité de calidad:

El objetivo de dicho comité de calidad será la búsqueda de la mejora continua. Para ello se deberá seleccionar un grupo de trabajadores especializados en diferentes áreas de la empresa que puedan aportar información útil de su labor en el proceso.

Durante un mes, el comité deberá seleccionar una anomalía o inconveniente, estudiarlo, analizarlo, proponer acciones de mejora y comprobar estas. Al encontrar empleados de diferentes departamentos, se puede obtener diferentes causas raíz a un problema. Por ejemplo, un operario de línea encontrará causas o soluciones diferentes a las aportadas por un técnico en mantenimiento.

Con esta práctica no se pretende solucionar de forma definitiva los diferentes defectos del sistema de forma inmediata, ya que no sería realista, sino tratarlos, formarse en ellos y reducirlos gradualmente de manera continua y sostenible en el tiempo.

#### Sistema de sugerencias individual:

Todos los trabajadores disponen de un buzón de sugerencias en el cual deberán introducir una hoja de registro proporcionada por la empresa en la que deberán informar del defecto, la etapa del proceso, la línea, la referencia de galletas y las posibles causas o soluciones que puedan aportar.

Es habitual en las organizaciones encontrar cierto rechazo al cambio por parte de los trabajadores. En ocasiones, la búsqueda de prácticas que puedan mejorar los procesos y actividades que lleva a cabo la empresa se aprecia por parte de los empleados como una crítica o una percepción negativa hacia su desempeño en el trabajo.

Por ello, se debe mostrar una visión de unión de todos los niveles jerárquicos de la empresa, para trabajar de forma conjunta hacia la mejora de la misma, ya que es un objetivo común para todos ellos el desarrollo de la empresa.

Para fomentar la cooperación de los empleados, toda información que suponga una mejora del rendimiento de la empresa, será premiada y compensada mediante un plan de incentivos de carácter individual.

## 9. Procedimiento de análisis

Una vez se ha obtenido la información proporcionada por el comité de calidad y por las sugerencias de los empleados, se analizará dicha información y se realizarán pruebas, mediciones complementarias y exámenes cuando sean necesarios.

En primer lugar, el comité de calidad decidió realizar una lista con los tipos de defectos que habían detectado en el proceso y se tomaron las medidas necesarias para conocer los defectos más significativos y partir de ellos.

La lista de los defectos encontrados se detalla en el apartado siguiente.

### 9.1. Defectos

Durante el proceso productivo se encuentran diferentes tipos de defectos según el subproceso en el que se encuentre.

#### Amasado

- **Galleta manchada:** Este defecto se puede observar desde el amasado hasta el final del proceso. La masa o la galleta presenta una imperfección de color diferente en una zona de la misma debido al amasado incompleto o a falta de limpieza de la línea. En la figura 9.1 se muestra la comparación entre dos galletas, la galleta de la derecha está en buen estado y la galleta de la izquierda presenta una mancha en la zona inferior.

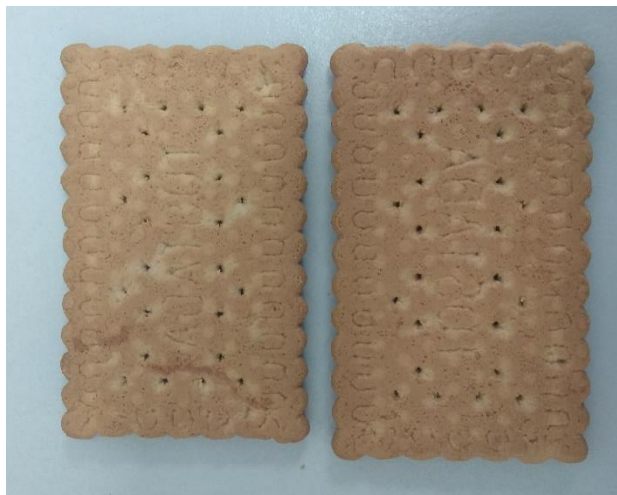


Figura 9.1: Comparación entre galleta manchada y sin mancha. (Fuente: Fotografía del autor)

- **Agujeros o poros:** Las galletas no son uniformes, presentan una perforación o poros. Según la información proporcionada, este defecto puede ocurrir cuando la masa contiene un porcentaje de agua menor al necesario o hay un exceso de bicarbonato, lo

cual provoca un exceso de burbujas. En la figura 9.2 se muestra un agujero debido al porcentaje de agua y en la figura 9.3 un poro debido a los productos leudantes.

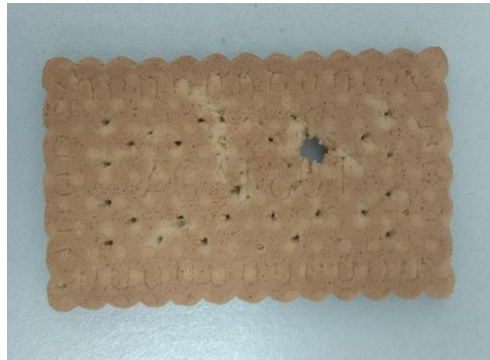


Figura 9.2: Galleta con agujero. (Fuente: Fotografía del autor)



Figura 9.3: Galleta con poro. (Fuente: Fotografía del autor)

## Horneado

- **Control de peso:** El peso de la galleta no coincide con los estándares de calidad establecidos.
- **Color:** El color no entra dentro de los límites establecidos por la empresa en base a las demandas del consumidor.
- **Dimensiones erróneas:** Las medidas de la galleta no coinciden con las teóricas, de modo que no encajan perfectamente en los envases y destacan frente al resto del paquete.
- **Ampollas:** La galleta tiene una burbuja en su capa externa, habitualmente en la cara superior. Este defecto está relacionado con el perfil irregular, por lo que las galletas con este defecto deben ser retiradas en el primer control de calidad, antes de ser envasadas, ya que, si traspasa dicho control, aumentará el desperdicio.
- **Descascarillado:** La galleta contiene un deterioro en la superficie lo cual provoca que se desprenda parte de la capa externa de la galleta. En las figuras 9.4 y 9.5 se puede ver el defecto de descascarillado en las dos referencias de galletas estudiadas, maría y tostada, respectivamente.



Figura 9.4: Galleta maría con descascarillado. (Fuente: Fotografía del autor)



Figura 9.5: Galleta tostada con descascarillado. (Fuente: Fotografía del autor)

Los defectos producidos en el horneado están relacionados entre sí. Es habitual que las galletas con mayor peso sean más oscuras y con menor esponje. Y, aunque no sea la única causa, las ampollas provocan mayor obtención de galletas quemadas y descascarilladas.

### Envasado

- **Control de peso:** Los envases no contienen el peso establecido por el control de calidad.
- **Paquetes dobles:** Este defecto surge cuando la envasadora no produce el sellado completo sin llegar a dividir el film en dos paquetes.
- **Mal sellado:** En otras ocasiones, la envasadora no cierra completamente el paquete, dejando agujeros por los que entra el aire o escapan las galletas.
- **Dimensiones erróneas del paquete:** El paquete queda demasiado grande o ancho, por lo que las galletas están sueltas. En la figura 9.6 se muestra la comparación entre un sellado correcto y un sellado holgado.



Figura 9.6: Paquete holgado. (Fuente: Fotografía del autor)

- **Mal marcado:** Aparece cuando el paquete presenta un marcado incorrecto o este no es legible.
- **Restos de galletas en el envase:** El paquete de galletas contiene galletas picoteadas y pizcos dentro de él, lo cual lo hace poco atractivo a la vista del consumidor. En la figura 9.7 se puede observar la comparación entre un paquete válido a la izquierda y a la derecha un paquete con restos de galleta.



Figura 9.7: Envase con restos de galleta. (Fuente: Fotografía del autor)

A continuación, en la figura 9.8 se muestran dos paquetes, a la derecha un paquete en perfecto estado, y a la izquierda un paquete cuyas galletas superiores están picoteadas y rotas, desprendiendo restos de galleta al resto del paquete.



Figura 9.8: Envase con galletas picoteadas. (Fuente: Fotografía del autor)

- **Perfil irregular:** Cuando las galletas contienen ampollas o un espesor dispar, y son empaquetadas, se observa que el perfil del paquete es irregular y no es atractivo para el consumidor.
- **Posición incorrecta de la cintilla:** La cinta de desgarre se encuentra a diferente altura del corte, por lo que la apertura del paquete se dificulta.
- **Mal llenado del paquete:** Faltan galletas en el film primario, dejando visiblemente un hueco en él como puede verse en la figura 9.9.



Figura 9.9: Mal llenado. (Fuente: Fotografía del autor)

### Control de calidad

- **Detector de metales:** El detector de metales rechazó un paquete. En primer lugar, se deberá comprobar pasando nuevamente el paquete por el detector y, en caso de resultado positivo, se debe realizar un examen del paquete con un imán. Si finalmente se encuentra un trozo de metal, se debe realizar una investigación para encontrar de donde se ha desprendido. Este defecto puede ocurrir debido a un exceso de fuerza en la masa.

- **Impresión incorrecta del film o la caja:** Las cajas, al igual que el film debe presentar información como el modelo de galleta. Una impresión incorrecta se detecta cuando la información es errónea, no legible o con imperfecciones.
- **Galletas partidas:** Galletas con grietas, rotas o incompletas. Este defecto, también llamado estrellamiento, es el que mayor porcentaje de ocurrencia tiene en toda la industria, en caso de la planta de producción estudiada, este es de un 12% anual. Se conocen algunas causas que pueden afectar, sin embargo, no se ha alcanzado una solución que lo elimine. Algunas posibles causas son los cambios bruscos de temperatura, estructura frágil de la galleta o la temperatura del horno o de la cinta al arranque.

A continuación, en las figuras 9.10 y 9.11 se puede observar galletas tostada y maría, respectivamente, con el defecto de estrellamiento. Este defecto puede aparecer tanto como galleta partida (galletas de la izquierda), como grietas más pequeñas sin llegar a dividir la galleta (galletas de la derecha).



Figura 9.10: Galleta tostada con estrellamiento. (Fuente: Fotografía del autor)



Figura 9.11: Galleta maría con estrellamiento. (Fuente: Fotografía del autor)

## 9.2. Recopilación de datos sobre los defectos

Posteriormente, se recabó información sobre la ocurrencia de estos defectos, con el objetivo de centrar los esfuerzos en los más significativos.

La recogida de datos se realizó en un periodo de un mes, en el cual se llevó a cabo el proceso de producción de manera habitual. Durante este periodo se hizo un recuento del número de galletas o paquetes con los defectos descritos, se muestran los datos en la siguiente tabla 9.1.

Tabla 9.1: Frecuencia de aparición de defectos (*Fuente: Elaboración propia*)

| <i>Defecto</i>                            | <i>Subproceso</i>    | <i>Frecuencia</i> |
|-------------------------------------------|----------------------|-------------------|
| <i>Agujeros o poros</i>                   | Enfriamiento         | 2,60%             |
| <i>Ampollas</i>                           | Enfriamiento         | 0,40%             |
| <i>Descascarillado</i>                    | Control de calidad   | 3%                |
| <i>Detector de metales</i>                | Detección de metales | 0,34%             |
| <i>Error de dimensiones</i>               | Control de calidad   | 1,30%             |
| <i>Error en el color</i>                  | Control de calidad   | 1,30%             |
| <i>Error en el peso</i>                   | Control de calidad   | 1%                |
| <i>Estrellamiento</i>                     | Control de calidad   | 12%               |
| <i>Impresión incorrecta</i>               | Apilado y envasado   | 0%                |
| <i>Mal llenado</i>                        | Apilado y envasado   | 6,9%              |
| <i>Mal marcado</i>                        | Apilado y envasado   | 0%                |
| <i>Mal sellado</i>                        | Apilado y envasado   | 3%                |
| <i>Manchas</i>                            | Enfriamiento         | 0,84%             |
| <i>Paquetes dobles</i>                    | Apilado y envasado   | 0%                |
| <i>Perfil irregular</i>                   | Apilado y envasado   | 0,10%             |
| <i>Posición incorrecta de la cintilla</i> | Apilado y envasado   | 4%                |
| <i>Restos de galleta</i>                  | Apilado y envasado   | 3,40%             |

A continuación, se muestra la figura 9.12, en el cual se puede observar en qué etapa del proceso se detecta algún desperdicio.

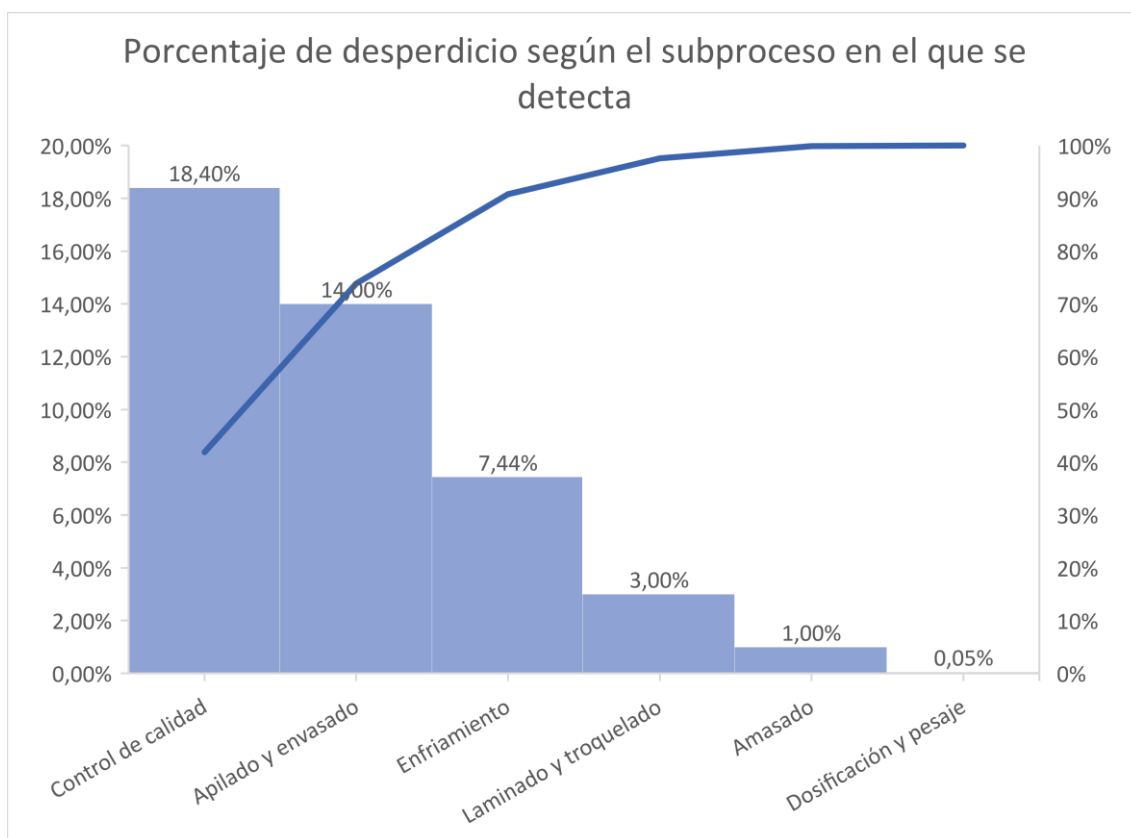


Figura 9.12: Porcentaje de desperdicio según el subproceso en el que se detecta (*Fuente: Elaboración propia*)

En base a los resultados, no se espera obtener indicios de puntos críticos en las etapas de: Recepción y almacenaje, dosificación y pesaje, encajado y paletizado, y almacenamiento del producto final, debido a que dichas etapas poseen un porcentaje de defectos significativamente menor o nulo.

Como se ha mostrado en la figura 9.12, la etapa del proceso en la que más desperdicio se detecta es en el control de calidad.

En dicho control, se realizan exámenes a las piezas de las bandas de enfriamiento y al producto final. Como se ha descrito en apartados anteriores, en las bandas de enfriamiento se controla el peso, color, dimensiones, humedad, y defectos visibles. Por otro lado, en los controles de calidad al producto final, se encuentran defectos como el estrellamiento, descascarillado, restos de galletas, y algunos defectos del envase.

En la siguiente figura 9.13. se muestran los datos en relación a los defectos obtenidos.

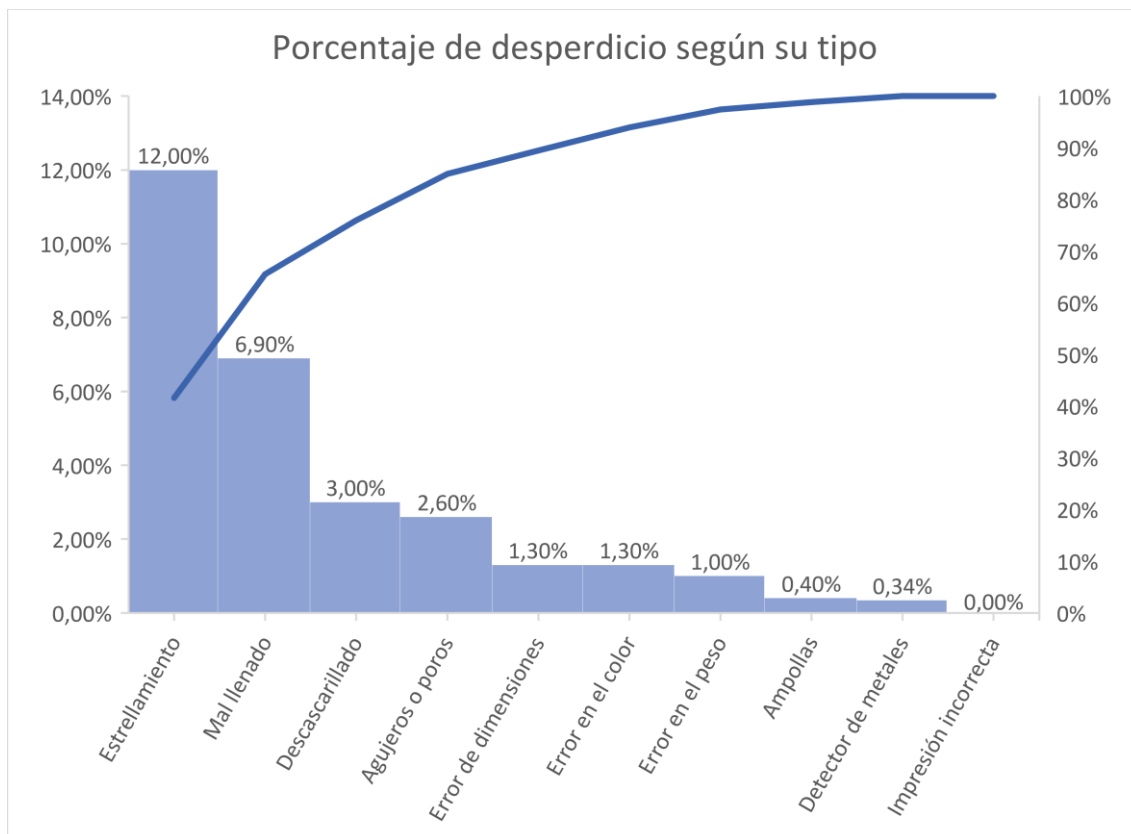


Figura 9.13: Porcentaje de desperdicio según su tipo (Fuente: *Elaboración propia*)

Estos datos hacen referencia a los defectos hallados en las piezas fabricadas, no al porcentaje de desperdicio. Existen defectos que son detectados, pero que no implican el rechazo de la pieza o paquete.

### 9.3. Análisis de las anomalías

#### 9.3.1. Taponamiento del apilador

Gracias a las hojas de registro de los trabajadores, estos han informado sobre una anomalía ocurrida en la línea, en la etapa de apilamiento. Esta etapa se encuentra al finalizar el enfriamiento, y cuenta con un trabajador para ambos subprocesos. Su labor es detectar los fallos, realizar el control de calidad y asegurar que el apilamiento se produce de forma correcta, para que la envasadora pueda llenar los cargadores perfectamente y envasarlos.

Los trabajadores han informado de que, en ciertas ocasiones de su jornada, se produce un cuello de botella en el apilamiento. Según la descripción del trabajador, las galletas comienzan a acumularse, hay un desbordamiento y esto provoca que las galletas no puedan seguir el recorrido y caigan al suelo.

En dicha situación, el trabajador debe pedir ayuda al supervisor de línea y un operario de envasado para poder subsanar el problema de la manera más rápida posible para evitar que se agrave. Los empleados retiran las galletas que obstaculizan el paso y las introducen en bolsas de desperdicio, ya que no tienen tiempo de colocarlas correctamente, rápidamente y sin dañarlas.

El comité de calidad estudió dicha anomalía y llegó a la conclusión de que la causa procede de etapas anteriores, en las cuales, las galletas no se encuentran en la posición correcta y, al llegar al apilador, no encajan en las guías, provocando el taponamiento.

Una posible solución será la de ampliar el recorrido del embudo del apilador, para que las piezas puedan colocarse con menor supervisión.

Actualmente se desconoce la causa por la que ocurre esta anomalía, pero se cree que puede ser provocada porque las galletas se desalinean durante el recorrido. Esto puede deberse a saltos entre cintas transportadoras o movimientos. Los saltos entre líneas también pueden provocar roturas.

### 9.3.2. Deterioro en el interior de los envases

Posteriormente al envasado, un operario debe revisar que los envases se encuentren en perfectas condiciones para el consumidor. Actualmente, en esta etapa se detectan gran cantidad de desperfectos en los envases, siendo estos: Mal sellado, mal llenado, perfil irregular, restos de galletas en el envase, paquetes dobles, posición incorrecta de la cintilla, mal marcado e impresión incorrecta.

Siendo el perfil irregular el más significativo, debido a que no debe ocurrir siguiendo los controles ya establecidos por el departamento de calidad.

Este defecto de producto se produce cuando el espesor de las galletas es muy disperso o su colocación es irregular, habitualmente debido a las ampollas.

Estos defectos de las galletas deben ser examinados en etapas anteriores y eliminados por el control de calidad situado en la línea de enfriamiento. Sin embargo, traspasan el control y provocan desperdicios mayores en cuanto a cantidad de producto y materias primas auxiliares.

En primer lugar, se deben eliminar o minimizar los defectos previos mencionados como las ampollas. Y, en segundo lugar, se deberán realizar más exhaustivamente los controles de calidad ya establecidos. Por último, se revisarán los controles de calidad para comprobar su eficacia y determinar si estos provocan de cierta manera que se acepten galletas con gran dispersión en las dimensiones.

Durante los arranques, es más habitual que las primeras galletas salgan quemadas porque el horno no está totalmente ajustado a la temperatura deseada. Esto ocurre también durante los parones, algunas piezas se queman y además la masa del laminado se endurece.

Al reiniciar la producción después de un parón, se debe prestar especial atención a este defecto y retirarlo de la forma más rápida y eficaz.

### 9.3.3. Restos de galletas en el envase

Durante el control de calidad a los productos terminados, se ha encontrado un porcentaje significativo de paquetes con galletas picoteadas, rotas y pizcos en su interior.

El control de calidad al producto final se realiza accediendo a los palets ya preparados de producto terminado para enviar al cliente. Se cogen algunos paquetes del palet y se intercambian por otros reservados para esta práctica, de modo que los paquetes que se analizan han recorrido todo el proceso y su muestra es más real.

La causa debe encontrarse entre el envasado primario y el almacenaje, por lo que se han seleccionado muestras de las diferentes etapas, se han realizado entrevistas a los trabajadores y mediciones adicionales de variables como la temperatura ambiente, la temperatura de las galletas, humedad, tipo de galleta, estructura, etc.

Con los datos obtenidos de las variables medidas no se ha llegado a una correlación entre las variables y el defecto. Sin embargo, de las muestras obtenidas se ha observado que solo se ha detectado el desperfecto en el control de calidad.

El comité de calidad, al no hallar una fuente para la anomalía, ha decidido investigar y analizar el diagrama de Ishikawa: Mano de obra, maquinaria, materiales, medio ambiente y métodos.

El diagrama de Ishikawa o diagrama de causa-efecto es una herramienta que sirve para analizar las posibles causas de un problema y los factores que influyen en él.

#### 1) Mano de obra

Este factor es el más complejo, debido a la dificultad de hallar una causa basada en factores personales.

Se ha realizado una lluvia de ideas para obtener posibles factores que afecten a los trabajadores, siendo estos: Capacidades, experiencia, actitud y formación.

Finalmente, y junto a la observación de los empleados durante su jornada laboral, se ha detectado un ambiente laboral enrarecido debido a la observación. Esto puede ser causado por la resistencia al cambio, la cual se ha explicado anteriormente en el apartado 8.1.

Los trabajadores perciben la observación y la búsqueda de una mejora como una crítica a su desempeño. Por ello, se debe orientar los objetivos del trabajador hacia el desarrollo de la empresa.

En la observación también se detectó que, en algunas ocasiones, los paquetes de galletas no entran cómodamente en las cajas y los operarios los introducen mediante una fuerza excesiva, provocando que el paquete roce con la caja de cartón y se dañe, dando lugar a picoteo, galletas rotas y restos de galletas en el paquete.

## 2) Maquinaria

En este apartado se han analizado todas las máquinas que intervienen en los subprocesos. Estas son: Envasadoras, detector de metales, báscula, cinta transportadora y transpaletas.

Se observó si dicha maquinaria podía o no provocar, por ejemplo, algún tipo de movimiento brusco, choque o presión excesiva de la envasadora en el producto final.

Como resultado, en ningún caso se ha detectado que se dé lugar a estas circunstancias y, por tanto, no se consideran causas posibles al defecto.

## 3) Materiales

En la sección de materiales, se han tenido en cuenta las instalaciones y las materias primas empleadas en los subprocesos mencionados anteriormente. Las materias primas consideradas son: los films, las cajas y las galletas.

Este desperdicio ocurre con frecuencia similar en ambos tipos de galletas, por lo que no se considera que la estructura y las propiedades de las mismas provoquen el defecto. Sin embargo, en ciertas ocasiones se han detectado paquetes con dimensiones más grandes de lo establecido por el departamento de calidad.

Además, si las galletas son más grandes de lo esperado, las mordazas de la envasadora pueden romper las galletas al sellar el film.

En cuanto a las materias auxiliares para el envase, se ha comprobado que cumplen las especificaciones demandadas de resistencia y tamaño. Del mismo modo, al encontrar el defecto en ambas referencias, se descarta la posibilidad de que la causa se encuentre en diferentes materias auxiliares. Sin embargo, se debe tener en cuenta si las cajas demandadas son las adecuadas para los paquetes fabricados. Es decir, si los paquetes no encajan perfectamente en la caja, se ha de conocer si se trata de un error en la caja, en el paquete o en el diseño.

## 4) Medioambiente

Para este factor, se han estudiado tanto condiciones físicas como políticas empresariales.

En las condiciones físicas se comprobó la influencia de las variables que intervienen en las galletas: Temperatura ambiente, temperatura de la galleta, temperaturas de las envasadoras, humedad ambiente, humedad del almacén, humedad de la galleta, limpieza de la maquinaria y las instalaciones, etc.

Para la política empresarial, se tuvo en cuenta la cultura organizacional, la misión, la visión y los valores de la empresa.

Finalmente, no se obtuvo una correlación entre estos factores y el desperfecto, por lo que no se obtiene una causa.

## 5) Métodos

Los métodos que se utilizan en estas etapas son:

- Encajado manual: En la planta de fabricación se estableció que el encajado se realiza de forma manual, en el cual, un operario está a cargo de introducir los paquetes de galletas en las cajas y, situar dichas cajas en los palets.
- Control de calidad de envases y de producto final: Realización de un control a los envases provenientes de la envasadora primaria y a los productos terminados.
- Paletización: Se estudia la forma en la que se realiza el paletizado, para corroborar que el sistema empleado (distribución de paquetes y cajas) es el idóneo.
- Transporte mediante transpaleta: Las cajas se sitúan en los palets y, estos se transportan en transpaleta para envolverlos en film retráctil y almacenarlos.
- Estandarización de los procesos: Es el conjunto de acciones que la empresa ha decidido que deben realizarse y cómo.

Ante esta situación, se plantea sustituir el encajado manual por el encajado automático mediante un brazo robot. Sin embargo, esta medida supondría mayor inversión teniendo en cuenta que dicha tarea podría realizarse adecuadamente mediante el sistema actual.

A continuación, en la figura 9.14. se muestra el diagrama de Ishikawa como resumen.

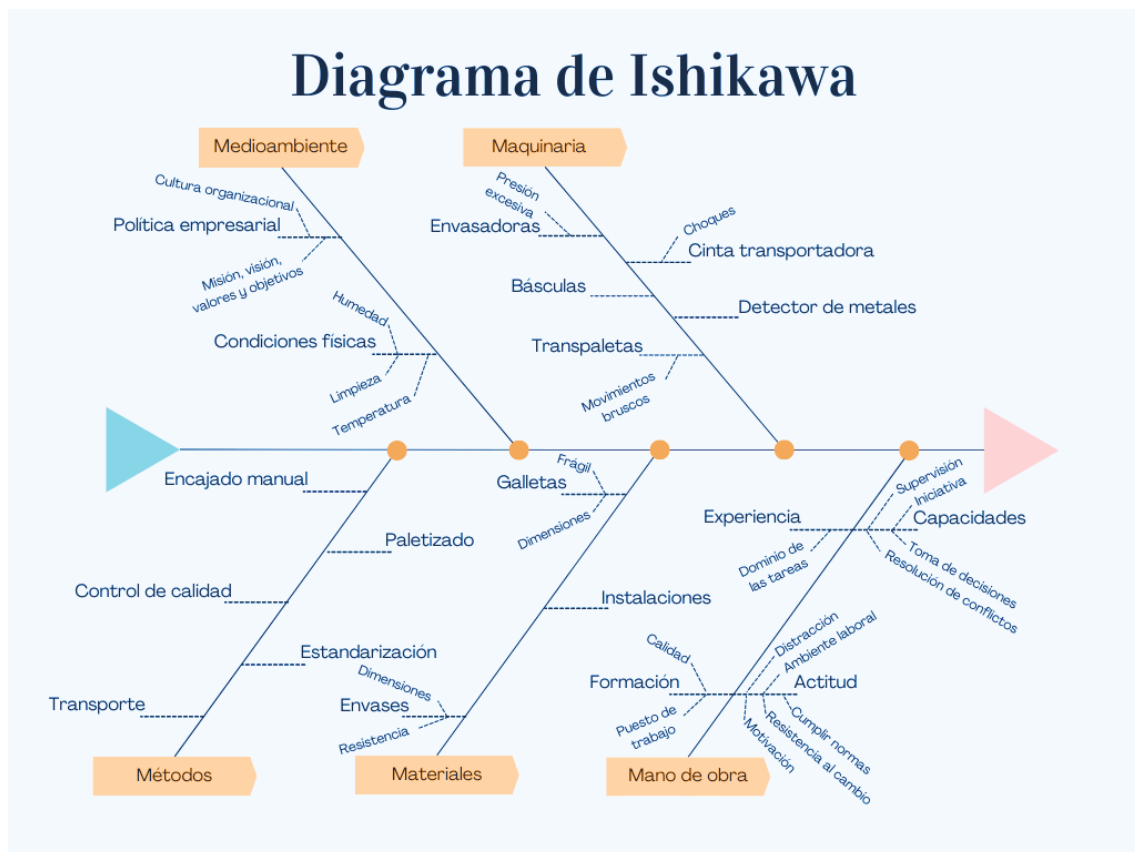


Figura 9.14: Diagrama de Ishikawa. (Fuente: Elaboración propia)

### Conclusión:

En base a la información obtenida, se ha llegado a la conclusión de que existen 2 agentes clave que fomenta la aparición del defecto estudiado.

En primer lugar, en los últimos meses se ha observado mayor variabilidad en el tamaño de las piezas. Esta anomalía será estudiada en profundidad en los siguientes apartados.

Y, en segundo lugar, se ha observado que algunos de los trabajadores del puesto de encajado, no realizan su actividad de la mejor forma posible. Esto puede deberse a algunos factores como el ambiente de trabajo o la motivación.

#### 9.3.4. Variabilidad en las características del producto

Los controles de calidad informan que el porcentaje de humedad no entra dentro de los parámetros establecidos. Se emplea para saber si la galleta está cocida y ha eliminado el agua, dejando la estructura y textura deseada, o no.

Del mismo modo, existe un alto porcentaje de defectos detectados en el control de calidad debidos al horno: variabilidad en los colores, peso y dimensiones y aparición de ampollas.

Estos defectos se deben a que la cocción no es uniforme en las diferentes líneas del horno. Los extremos presentan colores más oscuros, galletas más finas, y con menor humedad. Esto también afecta a la aparición de ampollas debido a la excesiva cocción de algunas piezas.

Por el contrario, en el centro del horno, las galletas son más claras, con mayor esponje y humedad.

La principal causa se espera que sea una deficiente disposición de los mecheros. Por ello, se examinarán los hornos y se realizarán pruebas modificando la velocidad de la línea, la disposición de los mecheros internos y la longitud de la llama.

Otras posibles causas para la variabilidad de las características de las galletas son los paros de las líneas, un mal ajuste del horno o una dosificación errónea de los ingredientes.

Las paradas de la línea se deben a otras complicaciones como averías u otro tipo de problemas como el ocurrido en el apilamiento, mencionado anteriormente. Por consiguiente, cuando se eliminen o limiten otras anomalías, esta se reducirá.

Otra posible causa es que, al encender el horno, se debe esperar un tiempo aproximado de una hora hasta alcanzar la temperatura deseada. Por eso al inicio de semana, se obtienen mayores defectos.

Por último, también se realizarán pruebas al sistema informático y la maquinaria empleados en la dosificación y pesaje, para comprobar que los porcentajes de materias primas son los correctos y la variabilidad no se debe a una receta incorrecta.

### 9.3.5. Variabilidad en el peso

El peso es una variable que debe controlarse en todas las etapas del proceso ya que, a medida que avanza por la línea, este defecto irá incrementando la cantidad de desperdicio.

En relación al apartado anterior, también se ha analizado si este defecto puede provenir de etapas anteriores, por lo que se examinará el proceso de laminado y troquelado.

Se han realizado mediciones de peso, viscosidad y dimensiones a diferentes piezas producidas por el troquelado y se ha podido observar que existe un desgaste significativo en uno de los moldes del rodillo, produciendo así piezas de masa más grandes.

Para subsanar este punto crítico, se ha decidido reemplazar el rodillo. Esta acción elimina el desperfecto, sin embargo, no evita que ocurra de nuevo, por lo que se ha establecido que se realicen revisiones a la maquinaria con mayor frecuencia. Aumentando el mantenimiento preventivo se podía haber conocido la causa con anterioridad.

También se ha de tener en cuenta que, si la banda transportadora no posee la adherencia y la rugosidad adecuadas, la masa se adhiere al rodillo durante el troquelado proporcionando galletas parciales y galletas con excesiva cantidad de masa.

### 9.3.6. Estrellamiento

Esta es la mayor fuente de desperdicio a la que se enfrentan las industrias dedicadas a la producción de galletas. Por ello, es el defecto que más se estudia y, por tanto, del que más datos se han recopilado.

Se realiza un control de calidad diario a los productos finales producidos 2 días antes, de los cuales se calcula el porcentaje de galletas rotas o con grietas. En base a este control, se ha detectado una correlación entre el desperdicio y la época del año. Durante los meses de invierno, los porcentajes de estrellamiento son mayores que en los meses más calurosos del año.

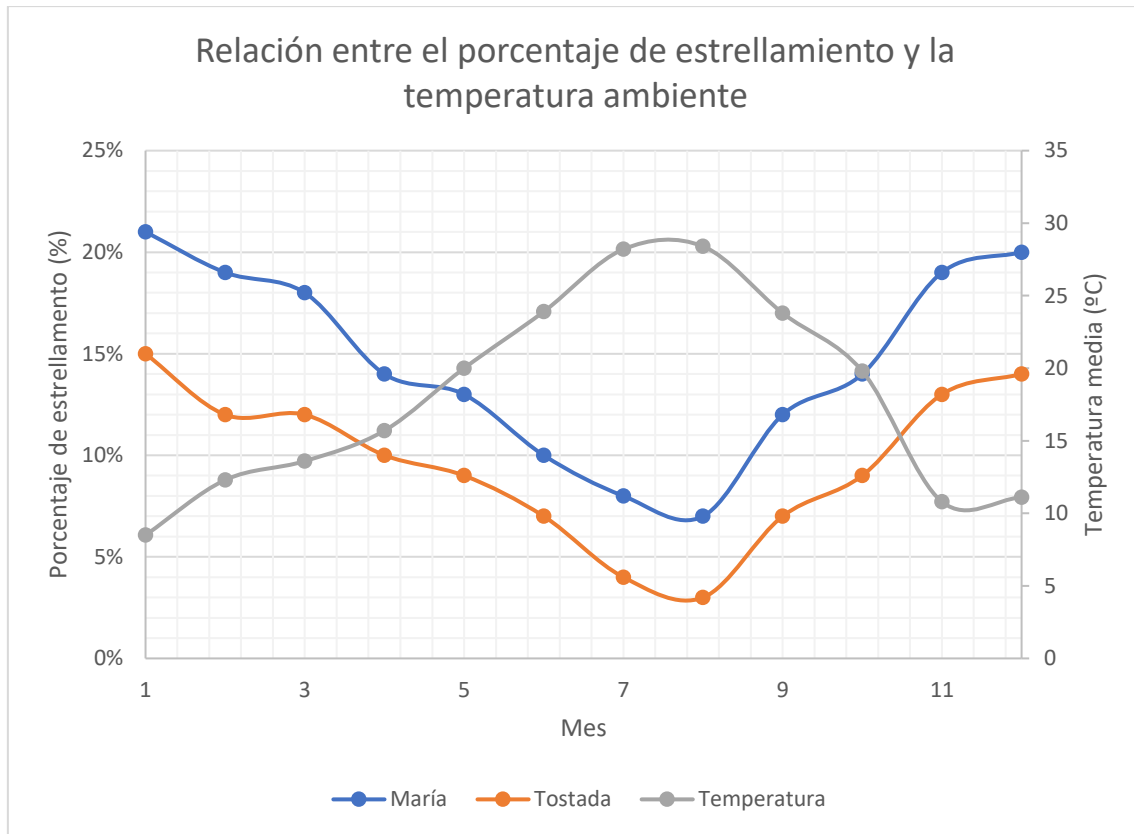


Figura 9.15: Relación entre el porcentaje de estrellamiento y la temperatura ambiente (*Fuente: Elaboración propia*)

En la figura 9.15 se muestra el porcentaje de estrellamiento obtenido cada mes del último año con referencia al eje principal, tanto de galletas maría como de galletas tostada, en las líneas azul y naranja, respectivamente. Por otro lado, la línea gris hace referencia a la media de temperatura ambiente tomada en los mismos meses.

Como se puede ver, existe relación entre la temperatura ambiente y el porcentaje de piezas con estrellamiento obtenidas durante el control de calidad. Esta relación también se puede observar en los datos obtenidos de diferentes turnos, siendo mayor el porcentaje en los turnos 1 y 3 que en el 2.

Este defecto no puede ser detectado durante el proceso de producción de las galletas, por lo que traspasa los controles y llega al cliente. Además de ser el defecto más recurrente, es muy importante tratarlo para evitar la pérdida de futuras compras del producto.

Finalmente, se ha llegado a la conclusión de que el defecto se produce en mayor medida debido a los cambios bruscos de temperatura producidos en los meses fríos. La galleta sale a la misma temperatura del horno y circula a la misma velocidad por la línea de enfriamiento, pero su temperatura final será menor.

Para tratar de reducir este punto crítico, se han considerado varias opciones:

- Modificar la receta del producto, para obtener una galleta más resistente. Esta opción conlleva tiempo, realización de pruebas y reducir la producción sin poder asegurar una mejora, ya que como se ha comentado anteriormente, en diferente medida, este defecto afecta a toda la industria.
- Reducir la velocidad de la línea, de modo que el enfriamiento se produce más lentamente. Como inconveniente, la realización de esta práctica supondría una disminución de la productividad, por lo que de igual manera no supondría una mejora de la producción.
- Instalar un túnel de enfriamiento en la línea para reducir gradualmente la temperatura de forma controlada.
- Mantener el producto ya envasado cerca de los hornos para que el enfriamiento se realice más lentamente debido al calor desprendido por los hornos. El inconveniente de esta medida es el riesgo de envasar las galletas con mayor humedad a la deseada, produciendo un deterioro de las propiedades organolépticas del producto.

Esta última medida es la considerada como la más favorable a menor coste. Mediante su implantación no se eliminará el estrellamiento, sin embargo, es la mejor opción para reducirlo en los meses de mayor aparición. Como complemento, se deberá reducir por completo la humedad excesiva, asegurando que las galletas se envasen en condiciones adecuadas de humedad, para evitar que esta se desprenda en su interior y deteriore las piezas.

#### 9.3.7. Control de calidad

El control de calidad es el subproceso en el cual se obtiene mayor porcentaje de desperdicio. Esto es debido a que su función es la de retirar productos con defectos y realizar ensayos de calidad destructivos para comprobar el estado en el que el consumidor recibe el producto.

A mayor porcentaje de defectos se encuentre en la planta, mayor cantidad de análisis deben realizarse a los productos.

Para la reducción del desperdicio obtenido por el departamento de calidad, se centrarán los esfuerzos en reducir los defectos encontrados en la línea, de modo que el control de calidad sea menos necesario.

#### 9.3.8. Paquetes dobles o rotos

La selladora no divide los paquetes correctamente, dando lugar a paquetes dobles o a envases abiertos. Se ha comprobado el estado de funcionamiento de las envasadoras de las 4 líneas y se ha entrevistado a los operadores a cargo del proceso.

Las posibles causas que se han detectado han sido la falta de un estándar que indique a los trabajadores cuál es la temperatura exacta a la que deben realizar el proceso, por lo que cada operario lo realiza a una temperatura.

Algunos de los procedimientos podrían estar desactualizados, ya que, durante los últimos años se han modificado algunos parámetros y variables del proceso, pero no se ha establecido una temperatura exacta a la que todos los trabajadores deban realizar esta operación. De esta manera, los trabajadores han estado realizando esta etapa del proceso en base a su experiencia previa.

También se debe tener en cuenta y asegurar la limpieza y el mantenimiento de la maquinaria.

Se propone realizar mediciones y pruebas a la maquinaria, examinar y finalmente establecer una estandarización del proceso para realizarlo de forma repetitiva en el tiempo sin modificaciones. A estos valores de temperatura se llega mediante el análisis de las medidas y pruebas realizadas y a la entrevista de los trabajadores encargados de dicha etapa del proceso.

También se realizará un análisis de mantenimiento a la maquinaria, para asegurar que funciona correctamente, que las cuchillas no están desgastadas y la limpieza es adecuada.

Se ha detectado que una de las líneas tiene las mordazas desgastadas, por lo que se cambiarán, y posteriormente se realizarán revisiones programadas con mayor frecuencia para evitar que la maquinaria alcance este estado de deterioro.

Su implementación supondrá la necesidad de pruebas, de mantenimiento y un posible retraso en la producción para las medidas y pruebas. Esto es un inconveniente, pero a largo plazo supondrá mejoras en la producción.

#### 9.3.9. Manchas

Se han realizado análisis a las piezas que contenían manchas y se ha averiguado que estas son restos grasos. A continuación, se deberá comprobar si la amasadora proporciona una masa homogénea, sin imperfecciones y que la línea esté limpia en su totalidad, sin restos de masas, galletas ni ingredientes en ella.

Este defecto tiene una baja frecuencia de aparición y una baja magnitud de impacto. Esto significa que ocurre en pocas ocasiones y no es grave. Por lo tanto, se tratará de examinar con más detalle las masas, permaneciendo éstas más tiempo en la amasadora si fuera preciso.

Se debe tener en cuenta que ciertos fenómenos son puntuales o afectan relativamente poco al proceso.

### 9.3.10. Descascarillado

Este defecto solo se puede detectar en el control de calidad del producto final, ya que se da lugar en el suelo de la galleta.

La causa más habitual es la receta. Según la información disponible de los controles diarios, este defecto se da mayormente en las galletas cuyo porcentaje de agua es mayor, ya que proporciona una masa más pegajosa y esta se adhiere a la cinta, provocando también un peso menor al deseado.

Por tanto, otra posible causa es el estado de las bandas transportadoras de las etapas de laminado y troquelado, por lo que se deberán comprobar.

### 9.3.11. Agujeros y poros

Los agujeros son defectos fácilmente detectables visualmente en el control de calidad de la línea de enfriamiento, por lo que habitualmente se retiran antes de ser envasados. Este defecto se debe a la falta de agua durante el amasado.

Estos dos últimos defectos, descascarillado y agujeros, se deben principalmente a la dosificación errónea de agua, mientras que los poros se deben a un exceso de gasificantes.

En base a esto, se deberá realizar exámenes a la maquinaria a cargo de la dosificación y pesaje, siendo estos el sistema informático, las básculas y los conductos por los que circulan las materias primas desde los silos hasta la amasadora.

### 9.3.12. Faltan galletas en los envases

Durante los controles de calidad de envases y de producto final se ha notificado que los cargadores de la envasadora no se llenan completamente y al envasar, el paquete no se ajusta totalmente a las medidas de las galletas, mostrando claramente en la zona superior la ausencia de una galleta.

Este defecto provoca rechazo por parte del consumidor por lo que evitará adquirir el producto.

El tamaño del cargador se ajusta a las dimensiones del paquete que se desea fabricar, por lo que la medida a aplicar será la de establecer un estándar que indique a los empleados a cargo del apilamiento, las dimensiones exactas que debe cumplir el cargador.

### 9.3.13. Posición incorrecta de la cintilla

La envasadora deberá colocar la cintilla y el film, para posteriormente sellar el paquete y realizar un corte al lado de la cintilla que facilite la apertura del paquete. Sin embargo, en ocasiones este corte está alejado de la cintilla y no permite la apertura.

Para evitar este defecto se deberá observar regularmente el estado de los paquetes para reajustar esta distancia. Con la contratación del personal para la zona de apilado, podrá controlarse este defecto y ser corregido con mayor rapidez.

### 9.3.14. Detector de metales

Aunque este defecto ocurre con poca frecuencia y está altamente controlado, la posibilidad de que llegue a un consumidor final sería muy grave.

En las ocasiones en las que el detector de metales ha rechazado un paquete, este se ha analizado y se ha buscado el origen del metal ya que, si la masa tiene demasiada fuerza, puede adherirse y retirar una pequeña porción de la maquinaria.

La mejor opción para reducir las probabilidades de que se rechace un paquete, es la de realizar mantenimientos preventivos y revisiones a las instalaciones y maquinaria, asegurando el buen estado de las mismas.

## 10. Propuestas de mejora

### 1) Venta de desperdicio a otras empresas

Actualmente el desperdicio se emplea como remolido. Sin embargo, esta práctica no puede emplearse con todo el desperdicio del que se dispone.

Existen dos tipos de desperdicio. En primer lugar, se encuentra el desperdicio procedente de las líneas, el cual se obtiene debido a que los operarios detectan defectos en la galleta que se pueden tratar. En este caso los operarios introducen dichas galletas en una bolsa de plástico para el posterior remolido. Este tipo de desperdicio se encuentra también durante los controles de calidad a los productos terminados, en los cuales se obtienen galletas no aptas para el consumo, ya que el envoltorio ha sido abierto y el análisis es destructivo.

En segundo lugar, se encuentra el desperdicio procedente de galletas con defectos no tratables, de galletas que han caído al suelo o de galletas que han estado en contacto con sustancias ajenas al proceso como por ejemplo alérgenos no declarados.

La empresa no dispone actualmente de ninguna práctica que pueda realizarse para este segundo tipo de desperdicio, por lo que ese producto se desecha.

El objetivo es minimizarlo al máximo posible. Sin embargo, cuando no sea posible, se ha propuesto vender dicho desperdicio como materia prima para la fabricación de otros productos de otras empresas como por ejemplo para la producción de pienso para animales.

En la realidad siempre aparecen algún tipo de pérdidas en forma de materia, tiempo o energía, no obstante, es importante tener un sistema de gestión de recursos y residuos, de modo que se obtenga la mayor cantidad de producto útil con la menor cantidad de recursos y desechos.

### 2) Sistema de incentivos

Para fomentar la participación de los trabajadores en el sistema de sugerencias se ha establecido proporcionar un porcentaje de los beneficios derivados de la información obtenida.

Por otro lado, debido a la alta tasa de desperdicio y defectos, se ha establecido un plan de incentivos de carácter organizacional que motive a los trabajadores a contribuir con la calidad. Este sistema se basa en repartir entre los trabajadores un porcentaje de los beneficios obtenidos por la empresa en el año. Si los productos son de mayor calidad, se espera reducir las pérdidas, aumentar las ventas y, por tanto, el beneficio será mayor.

### 3) Revisión de todas las instalaciones

Se ha detectado que existe maquinaria que no ha sido revisada por el departamento de mantenimiento debido a que no han tenido averías. Por tanto, se ha decidido realizar una revisión a toda la maquinaria, aparatos, utensilios e instalaciones para comprobar su estado y su limpieza.

### 4) Aumentar el mantenimiento preventivo

Durante los exámenes a la maquinaria y las instalaciones se ha detectado deterioro en algunos casos.

Se ha instaurado un plan de mantenimiento preventivo, el cual consistirá en realizar con mayor frecuencia comprobaciones del estado de maquinaria e instalaciones con el objetivo de descubrir prematuramente las posibles averías o deterioros.

Ya que, el mantenimiento preventivo supone menores costes que las averías que limiten la producción.

Con el fin de realizar un control sobre las actividades que se llevan a cabo de mantenimiento preventivo, se deberá realizar un registro de las actividades, la fecha y el operario que la realizó y un documento que informe sobre el tiempo de vida útil de algunos elementos de la planta de producción.

### 5) Reemplazo de equipamiento deteriorado

Se ha encontrado equipamiento deteriorado, por lo que se deberá reemplazar a la mayor brevedad posible para limitar la aparición de defectos. En la tabla 10.1. se realiza una lista con el equipamiento de que deberá ser reemplazado y su ubicación.

Tabla 10.1: Reemplazo de equipamiento (*Fuente: Elaboración propia*)

| <i>Equipamiento</i>  | <i>Cantidad</i> | <i>Etapas</i>       | <i>Línea</i> |
|----------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| Banda transportadora | 1 ud            | Laminado-Troquelado | Línea 2      |
| Rodillo              | 1 ud            | Troquelado          | Línea 2      |
| Mechero              | 2ud             | Horno               | Línea 4      |
| Mordazas             | 1 ud            | Envasadora          | Línea 1      |

### 6) Modificación de la zona de apilamiento

Con la finalidad de eliminar las ocasiones en las que se produce un cuello de botella debido al taponamiento de los apiladores, se han instalado guías que amplíen el embudo que introduce las galletas en el apilador. De esta forma, las galletas, aunque se encuentren en una posición errónea, podrán ser introducidas en las guías con mayor facilidad.

## 7) Reestructuración de los hornos

En base a las pruebas realizadas, se ha modificado la disposición de los mecheros de las líneas 1 y 2, en las cuales se fabrica el modelo de galletas maría.

Según los datos, se obtenía una alta variabilidad entre las piezas de los extremos y el centro. Al modificar la ubicación de los mecheros y la longitud de su llama, se pretende reducir significativamente esta anomalía.

## 8) Actualización de las especificaciones de los productos

Como se ha descrito en el apartado anterior, el proceso y los productos han sufrido cambios en los últimos años, sin embargo, los estándares y las especificaciones no han sido actualizados.

En ciertas ocasiones no es posible cumplir con los requisitos de peso y dimensiones, por lo que los trabajadores realizan el trabajo en base a su experiencia previa.

Por tanto, el departamento de calidad deberá estudiar esta anomalía y plantear las modificaciones necesarias para las especificaciones que se deben cumplir tanto para el producto final como para los subprocesos.

## 9) Estandarización de procesos

Durante las entrevistas a los trabajadores, se observó que dentro del mismo puesto de trabajo y para el mismo modelo de galletas, los trabajadores realizaban las tareas de diferente manera. Para reducir la variabilidad del producto y basándose en la experiencia de los trabajadores y las pruebas realizadas, se han implantado estándares para ajustar los siguientes parámetros del proceso:

- Temperatura de los mecheros de los hornos
- Tiempo de precalentamiento de los hornos
- Temperatura de sellado
- Tiempo de amasado
- Amplitud del cargador de la envasadora

## 10) Estándar de limpieza

Consiste en la elaboración de un plan que determine las prácticas, métodos y la frecuencia con la que se deben llevar a cabo las actividades de limpieza de la maquinaria y las instalaciones con el objetivo de asegurar la correcta limpieza, desinfección y estado de todas las líneas por igual.

Siguiendo este estándar de limpieza se pretende que la maquinaria no se deteriore prematuramente o funcione inadecuadamente.

#### 11) Aumentar la formación de los trabajadores

Debido a los cambios realizados por la empresa, la dirección ha decidido proporcionar a los trabajadores formación complementaria que les facilite la realización y la adaptación a su puesto de trabajo. La formación impartida se basará en:

- Las tareas básicas y los cambios realizados en los puestos de trabajo.
- La utilización del sistema informático que recoge las tareas de dosificación, pesaje y amasado.
- Los conceptos básicos de la mejora continua, búsqueda de la calidad y como pueden estos afectar al desarrollo de la empresa.

#### 12) Reasignación de espacio para el enfriamiento progresivo

Durante los meses más fríos del año, con el objetivo de reducir el porcentaje de galletas con grietas o roturas, se situarán los palets de producto terminado en las zonas próximas a los hornos, las cuales se delimitarán para esta función, asegurando que esta práctica no genere ningún riesgo o inconveniente.

Actualmente, el traslado desde la zona de producción al almacén de producto terminado se realiza rápido, generando un cambio brusco en la temperatura. Ninguna de estas temperaturas puede modificarse, por lo que se realizará más lentamente el traslado.

#### 13) Adquisición de túneles de enfriamiento

Esta máquina se emplea para reducir gradual y controladamente la temperatura de las galletas a la salida del horno. Se espera que durante los meses más fríos del año pueda reducir la cantidad de estrellamiento encontrado en la fábrica.

#### 14) Contratación de personal

Debido al exceso de trabajo de los subprocesos de enfriamiento y apilamiento, se ha planteado contratar un trabajador por línea y turno, lo que supondrá un total de 12 trabajadores nuevos. Con esta medida, se realizará un control de calidad más exhaustivo, tanto en galletas como en paquetes, se podrá revisar correctamente el funcionamiento de la envasadora y se reducirá el nivel de desperdicio.

### 15) Calibración de los instrumentos de medida

Del mismo modo que la maquinaria se deteriora y se debe realizar un mantenimiento preventivo, se debe realizar también en los instrumentos de medida habitualmente empleados en el control de calidad.

Un error producido por los instrumentos de medida provocaría una dosificación errónea de los ingredientes y resultados anómalos en el control de calidad.

### 16) Separación del desperdicio por defecto

Durante la jornada habitual de trabajo, los operarios actualmente recogen las piezas que no cumplen con los estándares de calidad y las depositan en bolsas de plástico. Esta propuesta consiste en recoger esas piezas defectuosas y depositarlas separadamente según el defecto.

Al finalizar el turno, el supervisor de línea deberá recoger las bolsas y pesarlas para conocer exactamente cuándo desperdicio se ha obtenido por defecto.

El inconveniente que ocasiona esta medida es la pérdida de tiempo de los trabajadores en realizar esta tarea.

## 11. Evaluación económica

Actualmente se están produciendo 10.595.372,54 kg/año de galletas, lo que suponen 21.979.580 paquetes de galletas maría y tostada. Suponiendo un precio de venta al público de 1€, se obtienen unos ingresos esperados de 21.979.580€/año.

Del apartado 4.5. *Necesidades de materias primas* se recogen los datos sobre los costes de las materias primas. En la tabla 11.1 se encuentra el resumen de los gastos que se obtuvieron el año anterior.

Tabla 11.1: Resumen de gastos anuales (*Fuente: Elaboración propia*)

| <i>Gastos anuales</i>      |                        |
|----------------------------|------------------------|
| Materia prima              | 9.474.415,83 €         |
| Materias primas auxiliares | 4.547.365,70 €         |
| Personal                   | 3.898.285,71 €         |
| Mantenimiento              | 225.836,00 €           |
| Electricidad               | 1.013.649,41 €         |
| Agua                       | 3.285,50 €             |
| Gas natural                | 1.250.000,00 €         |
| Limpieza                   | 48.000,00 €            |
| Teléfono                   | 1.000,00 €             |
| Materiales de laboratorio  | 26.583,00 €            |
| Material de oficina        | 12.000,00 €            |
| Publicidad                 | 75.000,00 €            |
| Seguro                     | 100.000,00 €           |
| Ropa                       | 2.000,00 €             |
| Formación                  | 1.000,00 €             |
| <i>Gasto total</i>         | <i>20.678.421,16 €</i> |

Finalmente, se obtienen unos beneficios de 1.301.158,84 €/año de los cuales se decide invertir el 30% (390.347,65 €) en la optimización de la planta de producción.

De las diferentes medidas propuestas por el comité de calidad, se decidió no implementarlas en su totalidad debido a su coste y su eficacia.

La instalación de los túneles de enfriamiento supondría un coste de alrededor de 14.000€ por línea y las pérdidas por detener la producción, un coste alto que no asegura la reducción del defecto de estrellamiento durante los meses más fríos del año.

La separación del desperdicio según el defecto que contenga se descartó debido a la cantidad de tiempo y espacio físico empleado para dicha acción con el único beneficio de disponer de datos reales sobre la cantidad de desperdicio por defecto.

En cuanto al aumento de trabajadores, en primer lugar, se decidió contratar a 12 trabajadores para el subproceso de apilamiento. Sin embargo, se ha decidido no realizar esta contratación debido a que supone un alto coste anual sin disponer de suficiente carga de trabajo.

Tabla 11.2: Coste medidas de mejora (*Fuente: Elaboración propia*)

|                                           | <i>Material</i> | <i>Tiempo sin producir</i> | <i>Coste medida</i> |
|-------------------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------|
| <i>Sistema de incentivos</i>              | 13.011,59 €     |                            | 13.011,59 €         |
| <i>Revisión instalaciones</i>             |                 | 17.733,48 €                | 17.733,48 €         |
| <i>Reemplazo equipamiento deteriorado</i> | 1.795,00 €      | 1.330,01 €                 | 3.125,01 €          |
|                                           | 507,00 €        | 1.330,01 €                 | 1.837,01 €          |
|                                           | 675,00 €        | 1.330,01 €                 | 2.005,01 €          |
|                                           | 686,00 €        | 1.330,01 €                 | 2.016,01 €          |
| <i>Guía apilamiento</i>                   | 2.400,00 €      | 5.320,04 €                 | 7.720,04 €          |
| <i>Reestructuración horno</i>             |                 | 5.320,04 €                 | 5.320,04 €          |
| <i>Especificaciones galletas</i>          |                 |                            | - €                 |
| <i>Estandarización</i>                    |                 |                            | - €                 |
| <i>Formación</i>                          | 1.200 €         |                            | 1.200,00 €          |
| <i>Reasignación de espacio</i>            |                 |                            | - €                 |
| <i>Calibración</i>                        | 1.000 €         |                            | 1.000,00 €          |
|                                           |                 |                            | 54.968,20 €         |

En la tabla 11.2 se han tenido en cuenta los costes de los materiales necesarios para la implementación de las medidas seleccionadas, además de los beneficios que se estiman no obtenidos durante las 72 horas que se estima que se requerirán las líneas paradas.

A continuación, en la tabla 11.3 se tendrán en cuenta las horas de trabajo de los empleados que han dedicado al desarrollo de las actividades necesarias para la búsqueda de las causas raíces, las propuestas de mejora y su implantación.

Tabla 11.3: Horas empleadas para el análisis y optimización (*Fuente: Elaboración propia*)

|                                   | <i>Comité de calidad</i> | <i>Implementación</i> |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| <i>Jefe de planta</i>             | 150                      |                       |
| <i>Responsable de calidad</i>     | 150                      | 6                     |
| <i>Técnico de calidad</i>         |                          | 30                    |
| <i>Encargado de producción</i>    | 150                      |                       |
| <i>Supervisor de línea</i>        | 150                      |                       |
| <i>Encargado de mantenimiento</i> | 150                      | 3                     |
| <i>Técnico de mantenimiento</i>   |                          | 24                    |
| <i>Encargado de almacén</i>       | 150                      |                       |

Teniendo en cuenta la cantidad de horas empleadas y una aproximación sobre el sueldo del trabajador por hora, se obtiene un coste de 13.994,64€, de los cuales 13.453,57 € se destinan al comité de calidad.

El coste de las horas empleadas para la realización de estas tareas no supone un incremento en el coste ya que forma parte del salario del trabajador. Sin embargo, se ha realizado el cálculo para tener un valor orientativo sobre el tiempo empleado del trabajador.

Finalmente, del presupuesto planteado de 390.347,65 € solo se emplearán 54.968,20 € en las medidas que se esperan sean las más eficaces para la reducción del desperdicio.

## 12. Control de los resultados

Después de un periodo de 12 meses, en los cuales se han realizado medidas continuamente, el departamento de calidad ha realizado un informe en base a las medidas adoptadas.

En rasgos generales, se han obtenido unos niveles de desperdicio inferiores a los previos. Estos datos pueden mostrarse en la tabla 12.1.

Tabla 12.1: Cuadro resumen de resultados (Fuente: Elaboración propia)

|         | Desperdicio<br>Anterior | Desperdicio<br>Actual | Desperdicio<br>Objetivo |
|---------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| María   | 10,29%                  | 6,58%                 | 7%                      |
| Tostada | 7,44%                   | 5,21%                 | 5%                      |

Para el modelo de galletas maría, se ha obtenido el objetivo de desperdicio marcado por la empresa. Sin embargo, aunque se ha reducido, el porcentaje de desperdicio de galletas tostada no ha alcanzado el objetivo.

No solo se ha reducido el nivel de desperdicio, sino que el porcentaje de piezas defectuosas también es inferior. En las figuras 12.1 y 12.2 se muestran el porcentaje que hace referencia a cada defecto en galletas maría y tostada, respectivamente, antes y después de la implantación de las medidas.

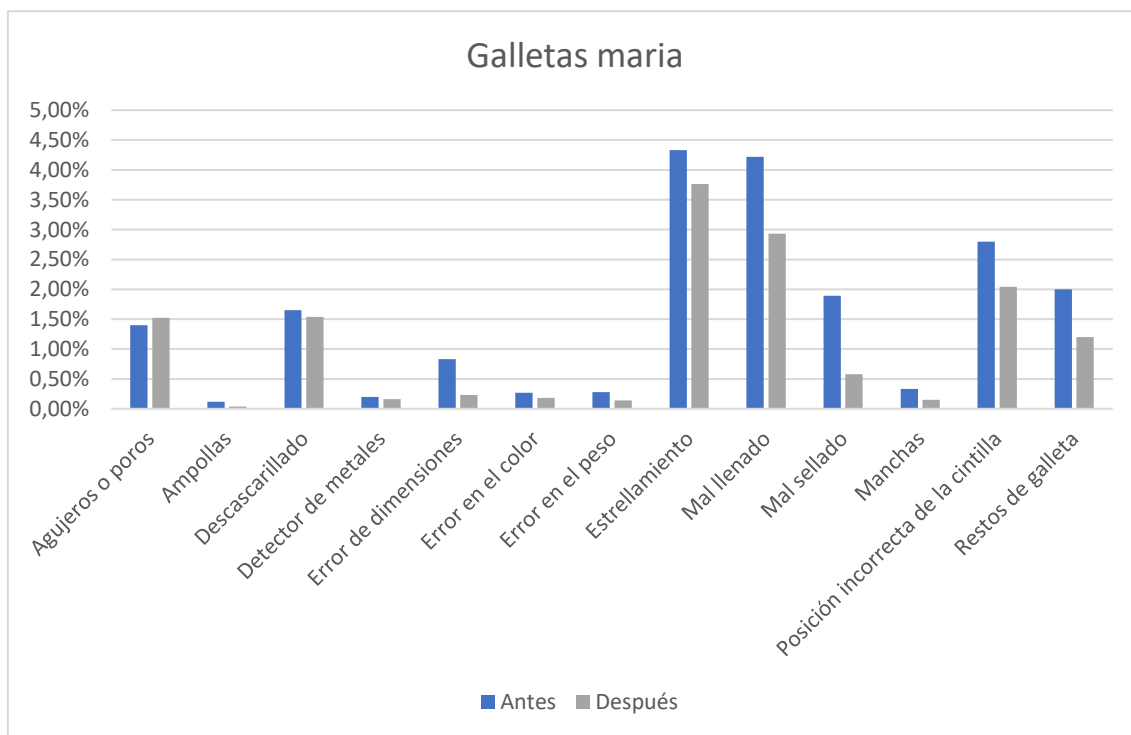


Figura 12.1: Comparación de defectos de galletas maría (Fuente: Elaboración propia)

En las galletas María se ha observado un descenso significativo del defecto de mal llenado (1,29%) y el de mal sellado (1,31%). Esta mejora es significativa, ya que como se ha explicado anteriormente, estos defectos implicaban el desperdicio de mayor cantidad de producto y materias primas auxiliares empleadas en el envasado.

En contraposición, se ha detectado un aumento de agujeros o poros. Sin embargo, este aumento se trata del 0,12% por lo que no se considera significativo.

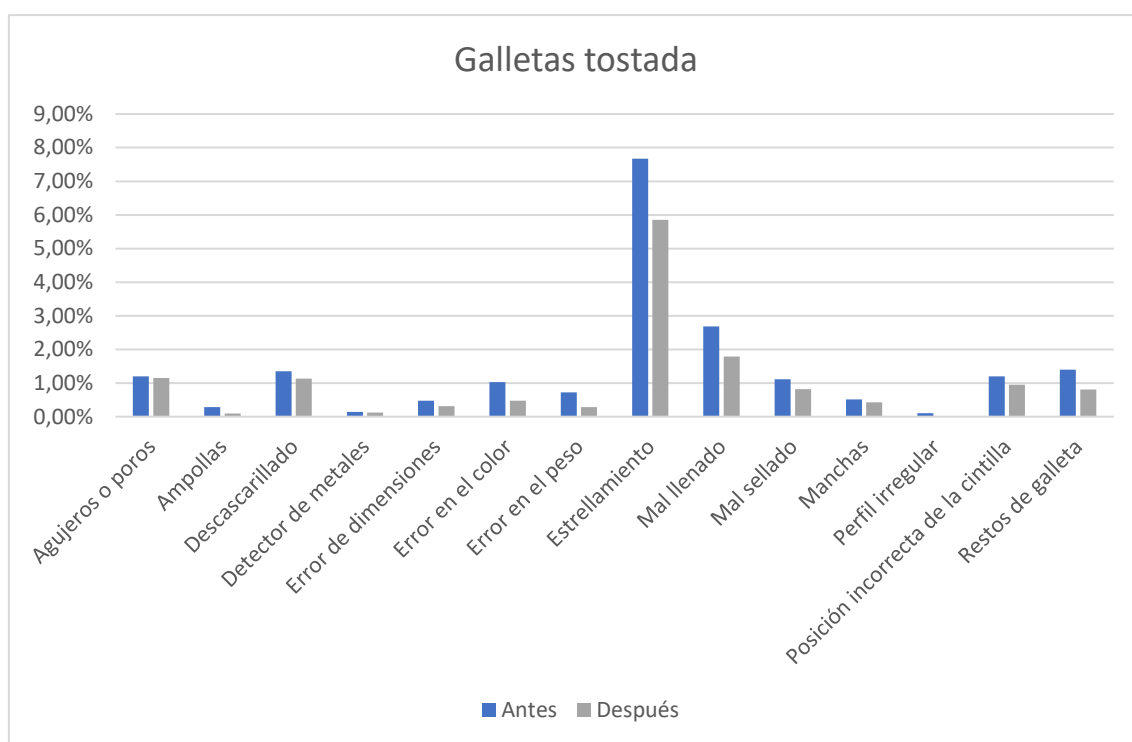


Figura 12.2: Comparación de defectos de galletas tostada (Fuente: *Elaboración propia*)

En la referencia de galletas tostada se obtuvo una reducción significativa en cuanto al estrellamiento. Al minimizar este defecto en un 1,82% se ha conseguido aumentar la satisfacción del cliente evitando así la mala imagen del producto.

Después de este periodo desde la implantación, se han observado los siguientes cambios:

- Los trabajadores empezaron a adaptarse al cambio. En entrevistas posteriores, la mayoría ha notificado mejoras en el producto desde la implementación de las propuestas de mejora.
- Se ha reducido la variabilidad, mediante la utilización de estándares de calidad y de procesos que facilitan el trabajo y la toma de decisiones de los trabajadores.
- Se siguen haciendo controles a las materias primas y asegurando que se almacenen de forma adecuada.
- La dosificación se ha facilitado para los trabajadores y se realiza con menores masas incorrectas. Aun así, se seguirá formando a los trabajadores y controlando que esta etapa se realice correctamente.
- El estrellamiento sigue manteniendo un alto porcentaje de aparición. Sin embargo, este se ha reducido del 12% al 8%.

## 13. Conclusión

- a) Se analizó la situación actual de la empresa en cuanto a materias primas, proceso, actividades que se llevan a cabo y los métodos empleados en la fabricación.
- b) Se realizaron las medidas necesarias para la obtención del nivel de desperdicio y el porcentaje de defectos.
- c) Se formó un comité de calidad con el objetivo de identificar las posibles causas de desperdicio que se puedan dar lugar en la planta de producción estudiada.
- d) El comité de calidad desarrolló diferentes propuestas que pudieran eliminar o reducir en la medida de lo posible dichas fuentes de desperdicio. Estas 16 medidas propuesta se detallaron y analizaron con la finalidad de seleccionar las más adecuadas para la empresa.
- e) Finalmente, el comité seleccionó las 13 medidas de mejora a implantar en función de su viabilidad y la mejora del proceso esperada.
- f) Dichas medidas de implantaron y después de un horizonte temporal de un año se repitió la recolección de datos para comprobar la eficacia de las medidas implantadas.
- g) Con las medidas implantadas, el nivel de desperdicio de las galletas maría se redujo del 10,29% al 6,58%, alcanzando el objetivo del 7% establecido previamente por la empresa.
- h) Sin embargo, el nivel de desperdicio en las líneas de galletas tostada no alcanzó el objetivo. Este se redujo del 7,44% al 5,21%, siendo el objetivo del 5%.

## 14.Recomendaciones

- a) La implantación de un sistema basado en la mejora continua implica seguir analizando la situación de la empresa y continuar tratando de mejorar los procesos marcando cada vez nuevos objetivos.
- b) Hacer un seguimiento sobre las mejoras implantadas, acciones y métodos de trabajo facilitará la aplicación de medidas correctoras en caso de la nueva aparición de anomalías.
- c) Involucrar y concienciar al personal sobre las necesidades de la empresa como en el caso de la reducción de pérdidas a través del desperdicio fomenta la orientación de todos los trabajadores hacia la consecución de un objetivo común, generando grandes mejoras en la implantación de las medidas y un mejor ambiente laboral.
- d) Un buen análisis de la planta de producción es fundamental para poder averiguar las causas raíz de las diferentes anomalías aparezcan. En ocasiones se puede considerar que un defecto proviene de un subproceso concreto, sin embargo, se deben estudiar todas las posibles causas.
- e) La estandarización de procesos conllevó una gran ayuda a la hora de homogeneizar la producción. Además, al basarla en la experiencia de los trabajadores, se realizó a la mayor brevedad posible y con buenos resultados.

## 15. Referencias bibliográficas

- Aditivos Alimentarios. (s.f.). Caramelos. Recuperado el 23 de 08 de 2022, de <https://www.aditivos-alimentarios.com/2016/01/E150.html>
- Aditivos Alimentarios. (s.f.). Carbonatos Amónicos. Recuperado el 23 de 08 de 2022, de <https://www.aditivos-alimentarios.com/2016/01/E503.html>
- Aditivos Alimentarios. (s.f.). Carbonatos sódicos. Recuperado el 23 de 08 de 2022, de <https://www.aditivos-alimentarios.com/2016/01/E500.html>
- Aliaga Aliaga, D. E. (2015). *Análisis y mejora del proceso productivo de una línea de galletas en una empresa de consumo masivo*. Tesis para optar al título de ingeniero industrial, Pontificia universidad católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería.
- Antares Visión S.p.A. (s.f.). Detector de metales para productos a granel y envasados. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://www.pen-tec.it/es/soluzioni/detector-de-metales/>
- Antares Visión S.p.A. (s.f.). Controladora de peso modelo HL 3200 paraa tamaños medianos y grandes. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://www.pen-tec.it/es/soluzioni/controladora-de-peso/hl-3200/>
- Ariservis, S.A. (s.f.). Báscula puente para camiones modelo BP3403.3 Homologado CE. Totalmente metálica (Ancho 3,3M). Sobresuelo. Sistema modular de 2/4/6 módulos. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://ariservis.com/catalogo/bascula-de-camiones-bp3403-3/>
- Biocon española S.A. (2017). *Guía de panificación con enzimas*.
- BTSA Biotecnologías Aplicadas S.L. (s.f.). Aditivos alimentarios y su clasificación Números E. Recuperado el 23 de 08 de 2022, de <https://www.btsa.com/aditivos-alimentarios-y-su-clasificacion-numeros-e/>
- Directindustry. (s.f.). Amasadora dinámica modelo SD series. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://www.directindustry.es/prod/the-peerless-group/product-97685-1937359.html>
- Esbelt S.A. (2000). *Proceso de producción en una fábrica de galletas*.
- Esbelt S.A. (2020). *Bandas transportadoras en el sector de la panadería y la industria galletera*.
- Evergrowing Machinery Company Limited. (s.f.). Tunel de horneado híbrido a gas. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <http://biscuit-equipment.com/1-1-3-tunnel-oven/191095/>
- Flintec. (s.f.). Báscula de plataforma modelo Gram TX Tiger. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://flintec.es/basculas-industriales/basculas-de-plataforma/tx-tiger.html>

- Galletas Gullón S.A. (14 de 05 de 2021). Galletas apiladas durante la producción. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://gullon.es/la-fabrica-vida-de-galletas-gullon-recibe-el-maximo-reconocimiento-de-seguridad-alimentaria/>
- INEOS Calabrian. (2016). *Metabisulfito de sodio*. Hoja de datos de seguridad.
- Manuleva España. (s.f.). Carretilla manual modelo TDV20. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://www.manuleva.es/80-transpaleta-2000Kg.html>
- Marisa S.A. (s.f.). Silo cilíndrico metálico de base elevada. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de [http://www.marisa.com.ar/base\\_elevada.html](http://www.marisa.com.ar/base_elevada.html)
- Martínez Martínez, D. (2011). *Industria elaboradora de galletas en el municipio de Logroño*. Universidad pública de Navarra. Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos.
- Minebea Intec GmbH. (s.f.). Bácula industrial modelo Puro SmallTall. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://www.minebea-intec.com/es/basculas-industriales/basculas-de-mesa-y-de-suelo/bacula-industrial-puro>
- Muñoz Garachana, M. (2016). *Proyecto de una industria galletera en el polígono San Antolín de Palencia*. Proyecto de fin de carrera del grado en ingeniería de las industrias agrarias y alimentarias, Universidad de Valladolid, Campus de Palencia, Escuela técnica superior de ingenierías agrarias.
- Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas. (4 de junio de 1982). Boletín Oficial del Estado . *BOE-A-1982-13243*. España: Presidencia del Gobierno. Obtenido de <https://www.boe.es/eli/es/rd/1982/04/30/1124>
- Rosales Olvera, E. (2015). *Elaboración de un plan de calidad para la galleta salada*. Trabajo para obtener el título de ingeniera en alimentos, Instituto politécnico nacional de México, Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología.
- Tecno Pack Spa. (s.f.). Representación del funcionamiento del apilado y los cargadores previamente al envasado primario. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://www.tecnopackspa.it/es/lineas-de-ensado/ensado-de-galletas-apiladas/>
- Topregal. (s.f.). Carretilla elevadora eléctrica modelo SolidHub GSE2500/5. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://www.topregal.es/es/carretilla-elevadora-electrica/carretilla-elevadora-electrica-solidhub-gse2500-5-capacidad-de-2500kg.html>
- Ulma Packaging. (s.f.). Envolvedora Flow pack HFFS modelo Atlanta Hi-Tech. [Fotografía]. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de <https://www.ulmapackaging.com/es/maquinas-de-ensado/flow-pack-hffs/atlanta-hi-tech>
- Verdugo Arranz, S. S. (2016). *Proyecto de ejecución de una industria de elaboración de galletas sin gluten en el polígono industrial Contodo de Cuéllar (Segovia)*. Trabajo de fin de grado en ingeniería de las industrias agrarias y alimentarias, Universidad de Valencia, campus de Valladolid, Escuela técnica superior de ingenierías agrarias.