

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Química

Ingeniería Básica de una Planta de Producción de Mantecados y Polvorones

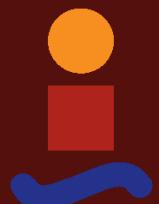
Autora: Lorena González Anillo

Tutoras: Custodia Fernández Baco

Mónica Rodríguez Galán

Dpto. Ingeniería Química y Ambiental
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2025



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Química

Ingeniería Básica de una Planta de Producción de Mantecados y Polvorones

Autora:

Lorena González Anillo

Tutoras:

Custodia Fernández Baco
Mónica Rodríguez Galán

Dpto. de Ingeniería Química y Ambiental
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2025

Trabajo Fin de Grado: Ingeniería Básica de una Planta de Producción de Mantecados y Polvorones

Autora: Lorena González Anillo

Tutoras: Custodia Fernández Baco
Mónica Rodríguez Galán

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2025

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

Agradecimientos

A todas aquellas personas que han creído en mi y me han apoyado en esta difícil singladura, en especial a mi familia, amigos y profesores. La dificultad ha sido grande, también la satisfacción por el objetivo alcanzado. Este arduo camino me ha permitido forjar valores y crecer como persona.

Muchas gracias a todos.

Lorena González Anillo

Sevilla, 2025

Resumen

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es la realización de una ingeniería básica para una planta de producción de Mantecados y Polvorones con una capacidad de 5.640 toneladas por campaña. La producción se compone de diferentes gamas de productos, con nueve variedades dentro de cada una: dulces tradicionales, sin gluten, sin azúcar, ecológicos y halal, cubriendo así diversas necesidades y preferencias del mercado.

La planta está organizada en tres zonas principales según el tipo de actividad: la zona de recepción de materias primas, la zona de acondicionamiento de materias primas y la zona de proceso de elaboración de los productos. Para optimizar la producción, la planta contará con tres líneas diferenciadas: las dos primeras, de gran capacidad, se dedican a la elaboración de las variedades tradicionales, sin gluten, sin azúcar, ecológicas; la tercera línea está específicamente diseñada para la producción de productos halal, debido a sus requisitos especiales.

En el desarrollo del trabajo se explican los cálculos y criterios técnicos empleados para el diseño de los equipos necesarios en cada etapa del proceso productivo, apoyándose en datos de partida y recomendaciones bibliográficas. Además, se realiza un análisis económico preliminar para estimar tanto la inversión de capital inicial como los costes operativos asociados a la planta.

Abstract

The objective of this project is the basic engineering design of a production facility for Mantecados and Polvorones, with a capacity of 5,640 tons per campaign. The production encompasses several product lines, each including nine varieties: traditional sweets, gluten-free, sugar-free, organic, and halal, thereby catering to diverse market demands and preferences.

The plant is structured into three main zones based on activity type: raw material reception, raw material processing, and product manufacturing. To enhance efficiency, the facility will operate three production lines: the first two, high-capacity lines, will manufacture traditional, gluten-free, sugar-free, and organic varieties; the third line will be exclusively dedicated to producing halal products due to their specific requirements.

This project provides detailed calculations and technical criteria applied in designing the necessary equipment for each stage of the production process, drawing on initial data and relevant bibliographic sources. Furthermore, a preliminary economic analysis is conducted to estimate both the initial capital investment and the operating costs associated with the plant.

Índice

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xv
Índice de Tablas	xix
Índice de Figuras	xxi
<i>MEMORIA DESCRIPTIVA</i>	1
<i>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</i>	2
1 Introducción. Objetivos y Alcance	2
2 Antecedentes	3
2.1. <i>La historia del Mantecado y Polvorón</i>	3
2.2. <i>Evolución del proceso de elaboración</i>	5
2.3. <i>Actualidad</i>	6
2.4. <i>Variedades amparadas</i>	7
2.4.1. Mantecado de canela	8
2.4.2. Mantecado de aceite	8
2.4.3. Mantecado casero	8
2.4.4. Mantecado de coco	8
2.4.5. Mantecado de almendra	8
2.4.6. Mantecado de cacao	8
2.4.7. Mantecado de limón	8
2.4.8. Mantecado de avellana	8
2.4.9. Polvorón de almendra	8
2.5. <i>Variedades especializadas en necesidades nutricionales</i>	10
2.5.1. Mantecado y Polvorón sin azúcar	10
2.5.2. Mantecado y Polvorón sin gluten	10
2.5.3. Mantecado y Polvorón Halal y 100% vegetal	11
2.5.4. Mantecado y Polvorón Ecológico	11
2.5.5. Mantecado y Polvorón ricos en Omega-3	12
2.6. <i>Materias primas</i>	12
2.6.1. Materias primas comunes	12
2.6.2. Materias primas complementarias	14
2.7. <i>Marco normativo legal de la actividad</i>	15
2.7.1. Normativa general	15
2.7.2. Normativa específica del producto	16
2.7.3. Normativa de productos con alérgenos	16
2.7.4. Normativa ambiental	17
3 Producción y estudio de mercado	18
<i>CAPÍTULO II PROCESOS</i>	21
4 Proceso de Elaboración	21

<i>4.1. Recepción y almacenamiento de materias primas</i>	22
<i>4.2. Acondicionamiento de materias primas</i>	22
<i>4.3. Amasado</i>	22
<i>4.4. Formación de piezas</i>	23
<i>4.5. Horneado</i>	23
<i>4.6. Atemperado y enfriado</i>	23
<i>4.7. Acondicionamiento de los productos</i>	24
<i>4.8. Liado y envasado de los productos</i>	24
5 Equipos Principales	25
<i>5.1. Secadora de harina</i>	25
<i>5.2. Enfriadora de harina</i>	26
<i>5.3. Cernedor para harina y canela</i>	27
<i>5.4. Molino triturador de azúcar</i>	27
<i>5.5. Tostador de frutos secos</i>	28
<i>5.6. Picadora de frutos secos</i>	29
<i>5.7. Tanque batidor para manteca de cerdo</i>	30
<i>5.8. Amasadora-mezcladora</i>	31
<i>5.9. Formadora-cortadora</i>	31
<i>5.10. Dosificadoras</i>	32
<i>5.11. Horno túnel industrial</i>	34
<i>5.12. Línea de enfriamiento</i>	34
<i>5.13. Envolvedora de doble moño</i>	35
<i>5.14. Envolvedora Flow-Pack</i>	36
6 Descripción del Flujo de Proceso	38
7 Emisiones	43
MEMORIA JUSTIFICATIVA	44
8 Justificación del proyecto	45
9 Balance de Materia y Energía	49
<i>9.1. Balance de Materia</i>	49
<i>9.2. Balance de Energía</i>	54
9.2.1. Horno, Secadora de harina y Tostador de frutos secos	56
9.2.2. Equipos térmicos	58
9.3.2. Equipos auxiliares	59
10 Diseño de los equipos	61
<i>10.1. Silos de almacenamiento</i>	61
<i>10.2. Depósitos y tanques de almacenamiento</i>	61
<i>10.3. Secadora de harina</i>	62
<i>10.4. Cernedor de harina y canela</i>	62
<i>10.5. Triturador de azúcar y frutos secos</i>	63
<i>10.6. Solidificador de manteca</i>	64
<i>10.7. Tostador de frutos secos</i>	64
<i>10.8. Línea de producción de mantecados</i>	64
10.8.1. Horno	65
10.8.1. Formadora-cortadora	65
10.8.2. Atemperado	65
10.8.3. Línea de enfriamiento	65
<i>10.9. Cintas Transportadoras</i>	66
<i>10.10. Tornillos sin fin</i>	66
<i>10.11. Tolvas</i>	67
<i>10.12. Elevadores de cangilones</i>	67
<i>10.13. Transporte neumático</i>	67

<i>10.14. Bombas y ventiladores</i>	67
11 Análisis Económico del Proyecto	69
<i>11.1. Estimación de costes de equipos, materias primas y servicios auxiliares</i>	69
11.1.1 Costes Equipos Principales de la Planta	69
11.1.2 Costes servicios auxiliares	69
11.1.3 Costes materias primas	70
<i>11.2. Coste total de inversión de la planta</i>	70
<i>11.3. Coste total de producción de la planta</i>	71
<i>11.4. Índices de rentabilidad</i>	72
11.4.1. Estimación de Flujos de Caja	72
11.4.2. Valor Actual Neto (VAN)	73
11.4.3. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)	74
11.4.4. PayBack (PB)	74
ANEXO	75
ANEXO I. PFD	75
ANEXO II. BALANCE MATERIA Y ENERGÍA	76
ANEXO III. TABLAS DE DIMENSIONES ESTÁNDAR-CATÁLOGOS	130
ANEXO IV. HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS	141
Referencias	176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Composición porcentual en peso (%p/p) de distintas variedades de Mantecados ^[3] .	9
Tabla 2-2. Composición porcentual en peso (%p/p) del Polvorón Tradicional ^[4] .	9
Tabla 2-3.. Comparativa técnico-nutricional de endulzantes.	13
Tabla 2-4. Comparativa técnico-nutricional de harinas.	13
Tabla 2-5. Comparativa técnico-nutricional de grasas alimentarias.	13
Tabla 2-6.Comparativa técnico-nutricional de ingredientes complementarios.	14
Tabla 3-1. Consumo y gasto en productos navideños de los hogares, 2023.	18
Tabla 5-1. Tabla resumen de los principales equipos del proceso productivo.	37
Tabla 8-1. Capacidad de producción en toneladas por campaña.	46
Tabla 8-2. Capacidad de producción por línea en kilogramos por hora.	48
Tabla 9-1. Composición porcentual en peso (%p/p) de distintas variedades de Mantecados y Polvorones.	50
Tabla 9-2.Valores de capacidad calorífica específica a presión constante para los componentes utilizados.	55
Tabla 9-3. Composición en % en peso de las materias primas utilizadas.	56
Tabla 9-4. Valores de entalpía estándar de formación a 25 °C y 1 atm para las sustancias involucradas.	57
Tabla 11-1. Unidades de equipo de proceso por línea y sus costes unitarios en €.	69
Tabla 11-2. Coste y energía total aportada por cada ítem en la planta.	69
Tabla 11-3. Costes de materias primas por kg consumido.	70
Tabla 11-4. Cálculo del Coste Total de Inversión.	71
Tabla 11-5. Cálculo del Coste Total de Producción.	72
Tabla 11-6. Cálculo de los flujos de caja (FNC).	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Micaela Ruiz Téllez, “La Colchona”.	4
Figura 2-2. Actualización tecnológica de la industria.	4
Figura 2-3. Mano de obra femenina.	5
Figura 2-4. Evolución de la Industria de Mantecados y Polvorones de Estepa.	5
Figura 2-5. Sellos de certificación local y europea de los productos amparados por la IGP.	6
Figura 2-6. Marcas certificadas por el Consejo Regulador de la IGP.	7
Figura 2-7. Símbolo oficial para productos sin gluten.	10
Figura 2-8. Símbolo oficial para productos Halal.	11
Figura 2-9. Símbolo oficial para productos ecológicos.	12
Figura 3-1. Evolución del consumo por tipos de productos navideños (2019=100) [15] .	18
Figura 3-2. Demanda de productos navideños por comunidades autónomas (2023).	19
Figura 3-3. Cuota de mercado en la comercialización por formatos para hogares (%) [15] .	19
Figura 3-4. Comercialización exterior por países de la Unión Europea (%).	20
Figura 3-5. Comercialización exterior por países terceros (%).	20
Figura 4-1. Diagrama de bloques del proceso productivo.	21
Figura 5-1. Secadora de harina industrial [19] .	26
Figura 5-2. Transportador helicoidal enchaquetado.	26
Figura 5-3. Tamizadora centrífuga para harina y canela.	27
Figura 5-4. Molino triturador de martillos.	27
Figura 5-5. Tostador de frutos secos con tambor rotativo en la cámara de tostado [21] .	28
Figura 5-6. Tostador de frutos secos con tambor rotativo extraído [21] .	29
Figura 5-7. Trituradora de avellanas y almendras [21] .	29
Figura 5-8. Tanque batidor para manteca de cerdo.	30
Figura 5-9. Amasadora-mezcladoras.	31
Figura 5-10. Doble brazo helicoidal tipo Z [23] .	31
Figura 5-11. Cortadora-extrusora.	32
Figura 5-12. Dosificadora electromagnética para dosificar azúcar glas y ajonjolí [23] .	33
Figura 5-13. Dosificadora de cobertura de ajonjolí [24] .	33
Figura 5-14. Horno túnel para la cocción de Mantecados y Polvorones [25] .	34
Figura 5-15. Bandas modulares de las torres de enfriamiento [26] .	35
Figura 5-16. Línea de enfriamiento en espiral [26] .	35
Figura 5-17. Envolvedora de doble moño [23] .	36
Figura 5-18. Envolvedora flow-pack [23] .	36
Figura 6-1. Etapa de acondicionamiento de la harina.	38
Figura 6-2. Etapa de acondicionamiento del azúcar.	38

Figura 6-3. Etapa de acondicionamiento de la canela.	39
Figura 6-4. Etapa de almacenamiento de AOVE.	39
Figura 6-5. Etapa de acondicionamiento de la manteca de cerdo ibérico.	39
Figura 6-6. Etapa de acondicionamiento de frutos secos.	40
Figura 6-7. Amasado, formación de piezas y acondicionamiento previo.	41
Figura 6-8. Horneado, atemperado y enfriado.	41
Figura 6-9. Acondicionamiento final y envasado.	42
Figura 9-1. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones tradicionales en la Línea 1.	51
Figura 9-2. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones tradicionales en la Línea 2.	51
Figura 9-3. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones sin gluten en la Línea 2.	52
Figura 9-4. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones sin azúcar en la Línea 2.	52
Figura 9-5. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones ecológicos en la Línea 2.	53
Figura 9-6. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones halal en la Línea 3.	53
Figura 9-7. Disposición típica del sistema de transporte neumático por soplante.	59
Figura 9-8. Disposición típica del sistema de transporte neumático por vacío.	59
Figura AnxIII-1. Figura para el dimensionado y selección de agitadores.	130
Figura AnxIII-2. Gráficos para el cálculo de la superficie de cribado del tamiz.	134
Figura AnxIII-3. Gráficas para el dimensionado y cálculo de potencia de los transportadores de tornillo sin fin.	137
Figura AnxIII-4. Nomograma para el cálculo de potencia de los transportadores neumáticos.	139

MEMORIA DESCRIPTIVA

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS Y ALCANCE

Hoy en día, preservar tradiciones centenarias lleva consigo la importancia de evolucionar e innovar en la industria para poder hacer frente a las expectativas de los consumidores y las exigencias del mercado. La industria del Mantecado y el Polvorón continúa endulzando la gastronomía navideña desde hace más de un siglo, se trata de un sector que está en constante crecimiento y desarrollo, manteniendo su calidad, autenticidad y el legado artesanal que le caracteriza.

A raíz de este hecho surgen los obradores industriales, liderados por las actuales generaciones que, disponen de sistemas continuos de producción y envasado automatizado que garantizan una distribución eficiente a nivel nacional e internacional. Además, para satisfacer las necesidades de los consumidores, se han incorporado nuevas variedades con ingredientes alternativos dirigidas a aquellos con requerimientos dietéticos especiales.

La importancia del estudio de la producción de Mantecados y Polvorones con materias primas innovadoras radica en el incremento de la demanda en los últimos años. No obstante, las especialidades tradicionales de estos dulces navideños continúan posicionándose como la opción predominante en el mercado.

Por ello, el objetivo del presente proyecto es abordar una Ingeniería Básica de una Planta de Elaboración de diversas variedades tradicionales e innovadoras de Mantecados y Polvorones, que cumplan con la normativa vigente para poder ser comercializadas tanto en el ámbito nacional como internacional. La finalidad es obtener una capacidad de producción de 5640 t/campaña.

En cuanto al alcance, en términos generales, se llevará a cabo un análisis minucioso del proceso de obtención de dichos dulces, desde la recepción de las materias primas hasta el liado, envasado y etiquetado del producto final. El contenido se presenta en capítulos que, en su conjunto, conforman la memoria descriptiva, justificativa y las conclusiones del proyecto.

Por un lado, en la memoria descriptiva se expone una breve contextualización histórica tanto del propio producto como de su proceso de elaboración, el marco normativo específico de la actividad y, además, se ha realizado un estudio de mercado sobre la demanda actual, a nivel de producción mundial, para adecuar el diseño de la planta. Seguidamente, se detalla el proceso productivo y la tecnología que resulta más adecuada para obtener un producto de calidad sin alterar su esencia tradicional, de forma que la estructura final del proceso queda representada en los diagramas de bloques y de flujo de procesos (PFD).

Por otro lado, la memoria justificativa comprende la resolución de los balances de materia y energía y también, el diseño, cálculo y dimensionamiento de los equipos. Finalmente, para estimar la viabilidad del proyecto se realiza un análisis económico, determinando previamente los costes totales de inversión y de operación característicos de la planta.

2 ANTECEDENTES

Existen localidades en la provincia de Sevilla cuyos nombres son reconocidos más allá de nuestras fronteras, y Estepa, sin duda, es uno de ellos. En fechas navideñas, Estepa se convierte en la indiscutible protagonista, donde los Mantecados y Polvorones se llevan elaborando con la misma receta desde hace más de cien años.

Estepa es un municipio de unos doce mil habitantes, perteneciente a la provincia de Sevilla, que se sitúa a unos 100 kilómetros de capitales de provincia como Málaga, Córdoba o Granada, en pleno centro de Andalucía. En dicho término municipal, se asientan la totalidad de las industrias dedicadas a la elaboración y envasado de los dulces navideños, amparados por la Indicación Geográfica Protegida “Mantecados y Polvorones de Estepa” (IGP), junto con las industrias especializadas en la producción de Aceite de Oliva Virgen Extra, avaladas por la Denominación de Origen Protegida (DOP) “Estepa”. De este modo, queda acreditada la calidad y la distinción de estos productos en el mercado.

Durante los meses previos a la Navidad, la ciudad ya se ve impregnada del dulce olor a canela, ajonjolí y almendra tostada. Esto se debe a que, durante su campaña productiva, que se extiende desde mediados del mes de agosto a principios del mes de diciembre, la actividad industrial de Estepa se enfoca exclusivamente en la producción de Mantecados y Polvorones. Se trata de un periodo en el que la población estepeña vive por y para esta tradición, manteniendo un fuerte carácter familiar en el que destaca el papel desempeñado por la mujer.

Por último, cabe señalar que el Mantecado y el Polvorón ha modelado físicamente la imagen de la ciudad, reflejándose en la toponimia de sus calles y plazas. Nombres como la Plaza Micaela Ruiz Téllez “La Colchona”, fundadora del primer pequeño obrador artesano dedicado a comercializar Mantecados en 1870, o calles como Ajonjolí, Almendra, Azúcar, Avenida de la Canela, Avenida del Mantecado evocan directamente la industria local.

2.1. La historia del Mantecado y Polvorón

El origen de los Mantecados y Polvorones de Estepa se remonta al siglo XVI. Las referencias históricas de los archivos documentales del Convento de Santa Clara de Estepa constatan con recetas antiguas las primeras evidencias sobre la elaboración de estos tradicionales dulces, una mezcla de cereales con los excedentes de manteca de cerdo procedente de las matanzas que se realizaba en diciembre. Este hecho explica por qué, desde sus orígenes, el consumo de los Mantecados y Polvorones está asociado a la Navidad. También, en esos mismos archivos se refleja la contratación de confiteros para atender a la demanda de la época. Del mismo modo, en el siglo XVIII, se demuestra la existencia de utensilios especializados para la elaboración de las “tortas de manteca”, un ancestro del mantecado actual.

Sin embargo, es en el año 1870 cuando se produce el nacimiento y comercialización del Mantecado y el Polvorón tal y como los conocemos hoy en día. Micaela Ruiz Téllez, conocida como “La Colchona”, fue la artífice de la evolución y comercialización de los mismos. Con la finalidad de mejorar sus características organolépticas, durabilidad y evitar el endurecimiento temprano, introdujo modificaciones en el proceso de elaboración, entre ellas, el secado exterior, para que el propio dulce se mantuviera tierno en su interior. Con ello, surgieron los Mantecados y Polvorones finos, blandos y crujientes ya que se refinaba la harina y se tostaba, lo que resultó en un producto final notablemente mejorado con respecto a la primitiva elaboración. Aprovechando que su marido era cosario, es decir, transportista y comerciante ambulante, se inició la comercialización del Mantecado y el Polvorón tras ser vendidos en mercados y ferias de las diferentes rutas comerciales que este recorría.



Figura 2-1. Micaela Ruiz Téllez, “La Colchona”.

Otro de los nombres destacados en la trayectoria de esta industria es el de Antonio González Fuentes, conocido como el “Maestro Coches”. Se dedicó a la construcción de maquinaria para la fabricación de mantecados, contribuyendo significativamente a la mecanización del proceso. En el año 1928, tuvo lugar la incorporación de las primeras amasadoras al proceso productivo, lo que permitió una mayor eficiencia al reducir la dependencia de la mano de obra y aumentar la capacidad de producción. Este hecho junto con la creciente popularidad de los Mantecados y Polvorones impulsó aún más la consolidación de la industria de dichos dulces [\[1\]](#).



Figura 2-2. Actualización tecnológica de la industria.

En 1934, en Estepa existían alrededor de 15 pequeños obradores que seguían la receta innovada por Micaela, lo que ayudó a incrementar la producción local. Tras la Guerra Civil, el dulce estepeño comenzó a venderse a gran escala por toda España, debido fundamentalmente a sus bajos precios en comparación con otros productos navideños. Es también en torno a estas fechas, cuando se formó la primera asociación de fabricantes de Mantecados y Polvorones, como una entidad informal, con la finalidad de tomar iniciativa y poner en común aspectos clave de la comercialización, como los precios y las comisiones de ventas. Este tipo de acuerdos eran necesarios debido al creciente volumen de producción y la necesidad de unificar criterios en el mercado. El éxito fue tan significativo que, en 1967, época de mayor auge, se contaban hasta 137 empresas familiares dedicadas a su elaboración, convirtiendo a Estepa en un referente en la producción de esta especialidad de dulces.

Con la industria de los dulces navideños surge la figura de “La Mantecadera”, de gran importancia para la economía local. Las mujeres desempeñaban principalmente las tareas de moldeado y posterior empaquetado de los mantecados. Con la progresiva mecanización de las fábricas, la mayor parte de la mano de obra femenina se concentró en el empaquetado. De media, cada trabajadora lograba envolver entre 14 y 15 Mantecados o Polvorones por minuto, alcanzando un ritmo de empaquetado de 20 a 25 kilos por hora [\[2\]](#).



Figura 2-3. Mano de obra femenina.

2.2. Evolución del proceso de elaboración

La evolución de la producción de Mantecados y Polvorones de Estepa ha atravesado diversas etapas clave (Figura 2-4), desde la fabricación artesanal hasta la industrialización moderna, destacando cómo la industria de procesos ha optimizado la calidad y la eficiencia a lo largo del tiempo.



Figura 2-4. Evolución de la Industria de Mantecados y Polvorones de Estepa.

En sus inicios, siglos XIX mediados del XX, la producción era completamente manual, con materias primas locales. Los procesos de amasado, formado, horneado y envoltura se realizaban a mano, con hornos de leña, lo que limitaba la capacidad de producción y generaba variabilidad en el producto final obtenido.

En la época de 1950-1970, se introdujeron maquinaria básica como amasadoras y moldes metálicos, y se sustituyeron los hornos de leña por hornos eléctricos o de gas, mejorando el control térmico y la uniformidad del producto. Se empezó a estandarizar la receta y a implementar controles básicos de calidad, aunque los procesos aún eran mayormente manuales.

Durante los años 80 y 90, la producción se industrializó significativamente. Se implementaron líneas de producción automatizadas que abarcaron desde el amasado hasta el envasado. Como consecuencia la capacidad

de producción aumentó considerablemente, permitiendo satisfacer la demanda nacional e internacional. Además, se comenzaron a aplicar sistemas de control de calidad más rigurosos, y se establecieron normativas para garantizar la seguridad alimentaria.

Hoy en día, la industria de los Mantecados y Polvorones de Estepa cuenta con tecnologías avanzadas que optimizan sus procesos. Se utilizan sistemas de automatización completos, como SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos) y PLCs (Controladores Lógicos Programables), para monitorear y controlar en tiempo real los parámetros de producción. De esta forma la trazabilidad digital mejora la transparencia y la seguridad, mientras que las tecnologías sostenibles implementadas aumentan la eficiencia energética y reducen el impacto ambiental.

2.3. Actualidad

En la actualidad, hay 21 empresas totalmente automatizadas dedicadas a la fabricación de Mantecados y Polvorones de Estepa. El catálogo clásico de estos dulces se compone de una selección de productos que mantienen intacta la receta tradicional, sin embargo, estas industrias continúan adaptándose a la creciente diversidad de condiciones dietéticas de los consumidores. Por tanto, la oferta actual incluye, además de los tradicionales, una amplia variedad de productos diseñados para atender distintas necesidades nutricionales: Mantecados y Polvorones sin azúcar, pensados para personas con diabetes o que buscan reducir su ingesta calórica; sin gluten, certificados bajo el sistema ELS (Sistema de Licencia Europeo), dirigidos a personas con celiaquía; veganos o 100% vegetales, elaborados sin ingredientes de origen animal, que también cuentan con certificación Halal para garantizar su adecuación al público musulmán; dulces ecológicos, elaborados con ingredientes certificados por entidades como el CAAE (Comité Andaluz de Agricultura Ecológica) y orientados a un consumidor más consciente del impacto ambiental; y con ácidos grasos Omega-3 dirigidos a un mercado cada vez más interesado en mantener hábitos de alimentación saludables.

Por otro lado, hoy el sector está respaldado por el Consejo Regulador de las Indicaciones Geográficas Protegidas (IGP en adelante) “Mantecados de Estepa” y “Polvorones de Estepa”, un organismo encargado de certificar y proteger la calidad, autenticidad y tradición de estos dulces navideños. Su función principal es garantizar que los productos que llevan estas denominaciones cumplan con los estrictos requisitos establecidos en el pliego de condiciones, asegurando así su excelencia y origen geográfico. Este define el área geográfica de su producción, indica las materias primas a utilizar, así como sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas, específica cuáles son las variedades amparadas y, regula el proceso de producción. Solo aquellas que cumplen todas estas condiciones tras su verificación mediante auditorías, pueden usar el sello del propio Consejo Regulador y, además, el sello oficial de la IGP que certifica que el Mantecado o Polvorón ha sido elaborado según los estándares reconocidos por la Unión Europea (Figura 2-5).



**CONSEJO MANTECADOS
y POLVORONES
REGULADOR de ESTEPA**

Figura 2-5. Sellos de certificación local y europea de los productos amparados por la IGP.

En la siguiente Figura se muestran las 17 empresas que actualmente forman parte de esta entidad, comprometidas con la elaboración de Mantecados y Polvorones de calidad, bajo los estándares de la IGP [1].



Figura 2-6. Marcas certificadas por el Consejo Regulador de la IGP.

Por último, es crucial resaltar el papel que desempeña la Asociación de Fabricantes de Mantecados y Polvorones de Estepa (AFAMES). Se trata de una asociación empresarial que agrupa a los productores de Mantecados y Polvorones de la localidad, con el propósito de promover y consolidar la actividad del sector. Hoy en día, todo su empeño se centra en la internacionalización de estos productos, implementando estrategias orientadas a lograr un crecimiento notable en las exportaciones hacia países africanos, del norte de Europa y Latinoamérica, regiones que han mostrado una creciente aceptación y preferencia de estos dulces según los últimos datos registrados que se detallan en el estudio de mercado desarrollado posteriormente.

2.4. Variedades amparadas

Los productos amparados por esta IGP bajo la denominación “Mantecados y Polvorones de Estepa” son los Mantecados y Polvorones en cualquiera de las variedades descritas a continuación.

Los Mantecados son piezas de masa horneada de color marrón tostado, con forma redondeada y, con un peso máximo de 55 gramos. Se elaboran a partir de una mezcla de harina de trigo, manteca de cerdo (ingrediente que da origen al nombre del producto), y azúcar glas (azúcar molida) como ingredientes comunes, complementados con otros ingredientes que confieren singularidad a cada variedad: casero, canela, aceite de oliva, almendra, cacao, coco, limón y avellana^[3].

El Polvorón o Polvorón de almendra, por su parte surge como una variante del Mantecado, es una pieza de masa horneada de forma oblonga y, con un máximo de 50 gramos. Se elabora a partir de los ingredientes comunes ya comentados, harina de trigo, manteca de cerdo y azúcar glas (azúcar molida) pero, a diferencia de los Mantecados, se le añade además almendra, canela y aromas naturales (limón), pudiendo utilizarse como ingrediente alternativo el clavo. Cabe destacar que los Polvorones se caracterizan por su cobertura de azúcar glas en la parte superior y por el papel de seda blanco que los envuelven. Su rasgo más reseñable es que se deshace en polvo al comerlo, de ahí viene su nombre^[4].

La peculiaridad que comparten ambos dulces es su textura: una consistencia compacta en el exterior y tierna en el interior. Además, presentan una superficie ligeramente cuarteadas y suave en el paladar.

Seguidamente, se presentan las distintas variedades de Mantecados y Polvorones, cada una con sus particularidades en sabor, aroma y textura^[1].

2.4.1. Mantecado de canela

Es la variedad de Mantecado más tradicional, con su olor a canela tostada y ajonjolí. Se elabora con harina de trigo, azúcar, manteca de cerdo ibérico (antioxidantes: extracto natural de romero (E-392) y ácido cítrico (E-330)), canela, ajonjolí (sésamo) y, aroma de canela para intensificar el olor y sabor.

2.4.2. Mantecado de aceite

Como caso excepcional, en la variedad de mantecado de aceite de oliva la manteca será sustituida por aceite de oliva virgen extra (AOVE en adelante). Por tanto, se elabora con harina de trigo, aceite de oliva virgen extra, azúcar, almendras, ajonjolí y canela molida.

2.4.3. Mantecado casero

Mantecado caracterizado por ser amasado con canela y coronado con semillas de ajonjolí (sésamo). Se elabora con harina de trigo, azúcar, manteca de cerdo ibérico (antioxidantes: extracto natural de romero (E-392) y ácido cítrico (E-330)), ajonjolí, canela molida y, almendra en polvo (opcional).

2.4.4. Mantecado de coco

La elaboración de este mantecado se enriquece con la ralladura de coco, de forma que se obtiene a partir de la mezcla de harina de trigo, azúcar, manteca de cerdo ibérico (antioxidantes: extracto natural de romero (E-392) y ácido cítrico (E-330)), coco rallado y aroma de coco para intensificar el olor y sabor.

2.4.5. Mantecado de almendra

Es la variedad más habitual y contiene trozos de almendra tostada. Se elabora con harina de trigo, parte de esta es sustituida por almendra en polvo, manteca de cerdo ibérico (antioxidantes: extracto natural de romero (E-392) y ácido cítrico (E-330)), azúcar, almendra triturada, aromas y especias opcionales como clavo o nuez moscada, anís etc.

2.4.6. Mantecado de cacao

Su principal ingrediente es el cacao, el cual se obtiene de las semillas de cacao mediante un proceso de fermentación y secado. Se elabora con harina de trigo, azúcar, manteca de cerdo ibérico (antioxidantes: extracto natural de romero (E-392) y ácido cítrico (E-330)), cacao en polvo y aroma de cacao para intensificar su olor y sabor.

2.4.7. Mantecado de limón

La elaboración de este mantecado se enriquece con la ralladura de limón, de forma que se obtiene a partir de la mezcla de harina de trigo, azúcar, manteca de cerdo ibérico (antioxidantes: extracto natural de romero (E-392) y ácido cítrico (E-330)), ralladura de limón y aroma natural de limón para intensificar el olor y sabor.

2.4.8. Mantecado de avellana

Esta variedad contiene trozos de avellana tostada. Se elabora con azúcar, harina de trigo, parte de esta es sustituida por avellana molida, manteca de cerdo ibérico (antioxidantes: extracto natural de romero (E-392) y ácido cítrico (E-330)) y, avellana triturada.

2.4.9. Polvorón de almendra

El auténtico polvorón se elabora con harina de trigo, azúcar, manteca de cerdo ibérico (antioxidantes: extracto natural de romero (E-392) y ácido cítrico (E-330)), almendras, aroma de limón, canela molida y clavo molido.

Los productos podrán ser comercializados si cumplen los siguientes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos:

- Humedad: <5%.
- Actividad de agua: <0,650.
- pH: <6,5.
- Mohos y levaduras: <500 u.f.c./g.
- Escherichia coli: ausencia/g.
- Staphylococcus aureus: ausencia/0,1 g.
- Salmonella: ausencia/25 g.
- Clostridium sulfito-reductores: <1.000 u.f.c./g.

La presencia de las materias primas expresadas en porcentaje (%) sobre el total de la masa elaborada ha de ser:

Tabla 2-1. Composición porcentual en peso (%p/p) de distintas variedades de Mantecados[3].

Variedades de Mantecados								
	Canela	Casero	AOVE	Almendra	Coco	Cacao	Limón	Avellana
Ingredientes comunes								
Harina de trigo	45-55	45-55	45-55	40-50	45-50	45-55	45-55	45-55
Manteca de cerdo	20-27	20-27	0	20-25	20-26	20-26	20-27	20-25
Azúcar	22-26	22-26	22-26	22-25	22-25	22-26	22-26	22-25
Ingredientes complementarios								
Canela	0,7-1	0,7-1	0,7-1	0,7-1	0-0,5	0-0,5	0-0,05	0-0,5
Ajonjolí	0,77-1	0,7-1	0,7-1	0-0,5	0	0	0	0
Almendra	0	0-9	0-9	≥ 8	0	0	0	0
Avellana	0	0	0	0	0	0	0	8-9
Coco	0	0	0	0	5-10	0	0	0
Cacao	0	0	0	0	0	2-6	0	0
AOVE	0	0	20-26	0	0	0	0	0
Aceites esenciales	0-0,03	0-0,03	0-0,03	0-0,03	0-0,03	0-0,03	0,05-1	0-0,03

Tabla 2-2. Composición porcentual en peso (%p/p) del Polvorón Tradicional[4].

Polvorón Tradicional	
Ingredientes comunes	
Harina de Trigo	40-50
Manteca de cerdo	20-25
Azúcar	22-27
Ingredientes complementarios	
Canela	0,1-1
Almendra	≥ 15
Especias	0-1
Aromas naturales	0,01-1

2.5. Variedades especializadas en necesidades nutricionales

A partir de las formulaciones clásicas que contemplan las anteriores variedades tradicionales amparadas por la IGP, se han desarrollado nuevas versiones que se adaptan a una repostería más inclusiva y consciente, dando respuesta a las necesidades de consumidores con requerimientos específicos. En este apartado, se describen detalladamente dichas adaptaciones, incluyendo sus particularidades compositivas y las certificaciones correspondientes que garantizan su idoneidad para distintos perfiles alimentarios.

2.5.1. Mantecado y Polvorón sin azúcar

El consumo elevado de azúcares se asocia con diversas patologías como la obesidad, que afecta cada vez más a niños y adultos y es considerada una epidemia mundial; enfermedades cardiovasculares, que son actualmente una de las principales causas de muerte en el mundo; trastornos metabólicos como la diabetes, que se caracteriza por la presencia de una elevada cantidad de glucosa en sangre a consecuencia de la falta de insulina o el mal funcionamiento de dicha hormona; alteraciones hepáticas como el hígado graso; caries dental; alteraciones psicológicas y; algunos tipos de cáncer^[5].

Para reducir estos riesgos, se utilizan edulcorantes bajos en calorías o sin índice glucémico como sustitutivo del azúcar. Estos son una clase de aditivos alimentarios, utilizados con el objetivo de aumentar el sabor dulce de los productos, pero sin aportar o reduciendo el contenido de energía o el efecto sobre la glucemia de los alimentos.

Por tanto, las variedades de Mantecados y Polvorones sin azúcar constan de los mismos ingredientes que las variedades tradicionales, pero en este caso se sustituye el azúcar por edulcorantes polialcoholes como el maltitol y jarabe de maltitol^[6].

2.5.2. Mantecado y Polvorón sin gluten

La celiaquía es una enfermedad autoinmune causada por la ingesta de gluten y otras proteínas afines que afecta a individuos genéticamente susceptibles. El gluten es una malla proteica presente en algunos cereales como el trigo, la cebada, el centeno, la espelta, el kamut, el triticale y, determinadas variedades de avena, así como cualquier derivado de éstos (harinas, almidones).

Por tanto, para elaborar Mantecados y Polvorones aptos para personas con enfermedad celíaca, es primordial excluir por completo todas las materias primas en cuya composición tengan como ingredientes los cereales con gluten ya comentados. El objetivo es conservar el sabor y la textura original de los tradicionales, por tanto, se elaboran a partir de una mezcla de harinas (arroz, garbanzo y avena sin gluten), azúcar, manteca de cerdo ibérica (antioxidantes: extracto natural de romero (E-392) y ácido cítrico (E-330)), ingredientes alternativos que distinguen cada variedad y gasificante (E-500ii) para aportar la textura típica ya que las harinas sin gluten tienden a compactar más la masa.

Estos productos podrán estar certificados con la Marca Registrada de la “Espiga Barrada” (ELS) si el contenido de gluten no sobrepasa los 20 ppm en el producto final. Este umbral ha sido establecido como seguro por organismos internacionales como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Cuando estos hayan sido verificados conforme a los requisitos podrán llevar en su etiquetado el siguiente símbolo de la “Espiga Barrada” (Figura 2-6), el cual lo acredita oficialmente como apto para personas con celiaquía^[7].



Figura 2-7. Símbolo oficial para productos sin gluten.

2.5.3. Mantecado y Polvorón Halal y 100% vegetal

Los productos que se ajustan a la normativa islámica recogida en el Corán, en las tradiciones del Profeta Muhammad, y en las enseñanzas de los juristas islámicos son considerados alimentos Halal. Este término, palabra árabe que significa “lícito o permitido”, junto con el término haram, que significa “prohibido o perjudicial”, nos indican qué prácticas dietéticas están permitidas o no para los musulmanes.

En relación con la elaboración de Mantecados y Polvorones, algunas de las condiciones más relevantes que se han de tener en cuenta según el Reglamento de Uso de la Marca de Garantía Halal de Junta Islámica son:

- En su composición no puede estar presente ninguna materia prima o ingredientes (conservantes, aromas) procedentes de animales haram (cerdo, jabalí, conejo etc).
- Debe ser un producto elaborado, almacenado y transportado usando maquinaria o utensilios adecuados.
- No puede haber estado en contacto con sustancias o productos haram en las diferentes fases del proceso de elaboración, procesado, almacenamiento y transporte.

En las versiones tradicionales de estos dulces navideños se utiliza manteca de cerdo como ingrediente principal, debido a que el cerdo es considerado animal haram se reemplaza la manteca por grasas procedentes de aceites vegetales (palma, coco, girasol, soja, colza). El resto de los ingredientes, conservantes y aromas añadidos a cada una de las variedades son considerados productos halal.

Cuando estos hayan sido verificados por el Instituto Halal conforme a los requisitos, tanto la elección de las materias primas como el proceso de producción, higiene, manipulación, embalaje, almacenamiento y distribución, contarán con la certificación Halal y quedará indicado bajo su logo (Figura 2-7)[8].



Figura 2-8. Símbolo oficial para productos Halal.

Además, estas variedades se adaptan a todas aquellas personas que siguen una dieta vegana o vegetariana puesto que el producto es completamente de origen vegetal. Es por ello por lo que también es reconocido como un producto 100% vegetal.

2.5.4. Mantecado y Polvorón Ecológico

Los alimentos ecológicos, también conocidos como bio o orgánicos, son aquellos que se elaboran conforme a normas específicas de agricultura ecológica, cuyo objetivo es ofrecer productos más naturales, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, la salud del consumidor y el bienestar animal.

En el contexto de la Unión Europea, estos productos están regulados por el Reglamento (UE) 2018/848, que establece los requisitos obligatorios para que un alimento pueda considerarse ecológico[9]. Esta normativa, en relación con la elaboración de Mantecados y Polvorones, expone que: todos los ingredientes agrícolas utilizados deben proceder de agricultura ecológica certificada, es decir, cultivados sin pesticidas ni fertilizantes químicos y respetando los ciclos naturales del suelo; los ingredientes de origen animal deben proceder de animales criados conforme a las normas ecológicas, que incluyen bienestar animal, alimentación orgánica y ausencia de tratamientos hormonales; durante la elaboración, envasado y almacenamiento se deben seguir prácticas que eviten la contaminación con productos no ecológicos y que garanticen la trazabilidad; y, el uso de aditivos, conservantes y aromas deben estar autorizados por la propia normativa ecológica.

Los alimentos ecológicos deben contener, al menos, un 95% de ingredientes de origen agrícola certificados como ecológicos. Además, el proceso completo, desde la producción hasta el envasado debe estar sujeto a sistemas de control y certificación oficiales realizados por organismos autorizados. En España, uno de los organismos más destacados en la certificación ecológica es CAAE (Comité Andaluz de Agricultura Ecológica) [\[10\]](#).

En estas condiciones, se emplea el logotipo de tipo ecológico de la UE, además de permitir el uso del sello propio de CAAE, como garantía adicional tal y como se muestra en la siguiente Figura.



Figura 2-9. Símbolo oficial para productos ecológicos.

2.5.5. Mantecado y Polvorón ricos en Omega-3

Los ácidos grasos Omega-3 son nutrientes esenciales que el cuerpo humano no puede sintetizar por sí mismo, y, por tanto, deben obtenerse a través de la dieta. Estos lípidos poliinsaturados desempeñan un papel fundamental en diversas funciones fisiológicas, como el mantenimiento de la salud cardiovascular, la función cerebral y el equilibrio inflamatorio del organismo. Entre los más conocidos se encuentra el ácido alfa-linolénico (ALA), de origen vegetal, abundante en semillas de lino, chía y nueces.

La creciente preocupación por mantener hábitos de vida saludables ha impulsado el desarrollo de alimentos enriquecidos con Omega-3. La linaza (semillas de lino) es una excelente fuente de ácidos grasos Omega-3 ya que se caracteriza por contener las concentraciones más altas de ALA de todas las fuentes vegetales. Es por ello, que se plantea utilizar semillas de linaza enteras, molidas o en forma de aceite como un agregado a las versiones de Mantecados y Polvorones consideradas aptas para veganos. Esta estrategia ofrece los dulces típicos navideños más saludables y ricos en Omega-3 [\[11\]](#).

2.6. Materias primas

El estudio y la selección de las materias primas juega un papel determinante tanto en la calidad final del producto como en su perfil nutricional. Estas presentan propiedades fisicoquímicas y composicionales, que influyen directamente en la funcionalidad de la masa, comportamiento térmico durante el horneado, y su conservación posterior.

Las tablas que se presentan a continuación pretenden clasificar las materias primas que conforman todas las variedades de los dulces navideños según su función tecnológica y, recogen información detallada sobre sus beneficios nutricionales, las principales vitaminas y minerales que aportan, así como su disponibilidad en versiones sin gluten, ecológicas y aptas para consumidores que siguen una alimentación Halal [\[12\]](#). Por otro lado, se exponen los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que están deben cumplir con el fin de asegurar la seguridad alimentaria y la estabilidad del producto final [\[3\]](#).

2.6.1. Materias primas comunes

Las materias primas comunes utilizadas en la producción de cada una de las variedades de Mantecados y Polvorones son la base estructural y sensorial de este dulce. Las harinas aportan estructura y consistencia a la masa, actuando como base de integración del resto de ingredientes. Las grasas, como la manteca o aceites, son esenciales para conseguir la suavidad y la textura adecuada. Y, por último, los endulzantes, como el azúcar, contribuyen a la conservación, mejora la textura, realza el sabor y color del dulce. Las cualidades y propiedades nutritivas que aportan son las siguientes.

Tabla 2-3.. Comparativa técnico-nutricional de endulzantes.

Endulzante						
	Vitaminas	Minerales	Beneficios nutricionales	Apto Sin gluten	Apto Halal	Disponible Ecológico
Azúcar	-	-	Alto índice glucémico	Si	Si	Si
Matitol y Jarabe de Maltitol	-	-	Bajo índice glucémico, laxante en exceso	Si	Si	Si

Con respecto a las propiedades organolépticas del azúcar, son de color blanco, con un aspecto homogéneo sin grumos ni terrones. Es inodoro y su sabor es dulce. En cuanto a los parámetros microbiológicos, deben cumplir con los estándares de inocuidad requeridos:

- *Escherichia coli*: ausencia/g.
- *Salmonella/Shigella*: ausencia/25 g.
- *Staphylococcus aureus*: ausencia/0,1 g.

Tabla 2-4. Comparativa técnico-nutricional de harinas.

Harina						
	Vitaminas	Minerales	Beneficios nutricionales	Apto Sin gluten	Apto Halal	Disponible Ecológico
Harina de Trigo	B1, B2, B3, E	Zinc, fósforo	Proteína vegetal y, energía al tener carbohidratos en forma de almidón y alto contenido de fibra.	No	Si	Si
Harina de Arroz	B1, B3	Magnesio, fósforo	Fácil digestión, ligera.	Si	Si	Si
Harina de Garbanzo	B9, E	Hierro, fósforo, magnesio	Alta en proteínas y fibra.	Si	Si	Si
Harina de Avena	B1, B5, B6	Magnesio, hierro	Regula el colesterol y presenta efecto saciante.	Si	Si	Si

Con respecto a las propiedades organolépticas de la harina, son de color blanco, con un aspecto libre de impurezas e infestación. Se caracteriza por tener olor ausente y sabor neutro. En cuanto a los parámetros microbiológicos, deben cumplir con los estándares de inocuidad requeridos:

- Aerobios mesófilos: < 1 000 000 ufc/g.
- Mohos y levaduras: < 10 000 ufc/g.
- *Escherichia coli*: < 100 ufc/g.
- *Salmonella*: ausencia/25 g.

Tabla 2-5. Comparativa técnico-nutricional de grasas alimentarias.

Grasas alimentarias						
	Vitaminas	Minerales	Beneficios nutricionales	Apto Sin gluten	Apto Halal	Disponible Ecológico
Manteca de cerdo ibérico	D	-	Fuente de ácidos grasos monoinsaturados	Si	No	Si
Grasa vegetal de palma	E	-	Fuente de energía	Si	Si	Si

Con respecto a las propiedades organolépticas de la manteca de cerdo refinada, son de color blanco, con un aspecto sólido y sin presencia de impurezas. Se caracteriza por tener olor y sabor neutro. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, deben cumplir con los estándares de calidad requeridos:

- Acidez: < 0,15% ácido oleico.
- Índice de peróxidos: < 2 meq O₂/kg de grasa.
- Punto de fusión: 32-36°C a capilar abierto.
- Estabilidad: > 30 horas.

2.6.2. Materias primas complementarias

Las materias primas complementarias utilizadas en la elaboración de Mantecados y Polvorones aportan matices sensoriales y funcionales que enriquecen la textura, el sabor y la identidad de cada variedad.

Tabla 2-6.Comparativa técnico-nutricional de ingredientes complementarios.

Aceite vegetal						
	Vitaminas	Minerales	Beneficios nutricionales	Apto Sin gluten	Apto Halal	Disponible Ecológico
AOVE	B1, B2, B3, E	Zinc, fósforo	Proteína vegetal y, energía al tener carbohidratos en forma de almidón y alto contenido de fibra.	Si	Si	Si
Frutos secos						
Almendra	E, B2	Magnesio, fósforo, calcio	Fuente de ácidos grasos poliinsaturados (omega-6).	Si	Si	Si
Avellana	E, B6, B9	Magnesio, calcio	Alto contenido en ácido fólico, antioxidantes y ácidos grasos monoinsaturados.	Si	Si	Si
Ajonjolí (sésamo)	E, B1, B6	Calcio, hierro, zinc, magnesio	Alto contenido en calcio y fibra	Si	Si	Si
Semillas						
Lino	B1, B6, E	Magnesio, fósforo y calcio	Rica en omega-3 (ALA), fibra saludable	Si	Si	Si
Especias						
Cacao en polvo	B2, B5	Magnesio, zinc, fósforo	Rico en polifenoles que protegen la salud cardiovascular	Si	Si	Si
Clavo	C, A	Calcio, hierro	Antioxidante, propiedades digestivas	Si	Si	Si
Frutas naturales						
Ralladura de coco	C, E	Hierro, potasio, fósforo	Alta cantidad de fibra	Si	Si	Si
Ralladura de limón	C	Potasio, calcio	Rica en antioxidantes	Si	Si	Si
Aromas naturales						
Aroma de cacao	-	-	Mejoran el sabor sin aporte nutricional	Si	Si	Si
Aroma de coco	-	-				
Aroma de limón						

Cabe destacar las propiedades organolépticas de las almendras, son granos de color marfil de forma ovalada sin presencia de impurezas ni infestación. Por su parte, las avellanas son granos de color marfil de forma redondeada sin presencia de impurezas ni infestación. Se caracterizan por tener un olor fresco y sabor dulce. Con respecto a los parámetros fisicoquímicos de ambos frutos secos, deben contener un porcentaje de humedad menor al 6,5%. En cuanto a los parámetros microbiológicos, deben cumplir con los estándares de inocuidad requeridos:

- Aerobios mesófilos: < 30 000 ufc/g.
- Mohos y levaduras: < 10 000 ufc/g.
- Coliformes: < 100 ufc/g.
- Escherichia coli: ausencia/g.
- Salmonella: ausencia/25 g.
- Aflatoxinas totales: < 4 ppb.
- Aflatoxinas B1: < 2 ppb.

El resto de los ingredientes añadidos cumplirán con los criterios fisicoquímicos y microbiológicos que estén regulados por la normativa vigente.

En general, la industria del Mantecado y Polvorón de Estepa prioriza el uso de materias primas locales, aunque no todos los ingredientes proceden de nuestro país. En particular, cabe destacar el origen de la canela, la almendra, el azúcar, el cacao, el AOVE y la manteca.

La canela, una especia aromática muy valorada, se cultiva en varios países del mundo, siendo los principales productores y exportadores a España Sri Lanka, Indonesia, China, Vietnam y Madagascar. Por su parte, casi el 80% de las almendras del mundo provienen de California, que es el actual líder mundial en producción de este fruto seco. Del mismo modo el azúcar, un ingrediente básico en repostería, procede de plantaciones de caña de azúcar en países como Brasil e India.

Por otro lado, el cacao se considera un cultivo crucial para la economía de muchos países tropicales, entre ellos, los mayores productores son Costa de marfil y Ghana. Asimismo, el AOVE es un ingrediente fundamental en la gastronomía de todo el mundo y destaca el aceite de oliva de Jaén en España y el aceite de oliva toscano en Italia, ambas amparadas por las denominaciones de origen protegidas (DOP) y las indicaciones geográficas protegidas (IGP). Finalmente, en cuanto a la manteca, se utiliza tanto la manteca vegetal originaria de regiones tropicales del Sudeste Asiático, África y Sudamérica, como la manteca de cerdo, que proviene de los cerdos criados en las dehesas de Extremadura y Salamanca, zonas mundialmente conocidas por la calidad excepcional de su ganado, lo que asegura una materia prima de alta calidad[\[13\]](#).

2.7. Marco normativo legal de la actividad

El marco normativo por el que se rige la actividad de producción de Mantecados y Polvorones a escala industrial se detalla a continuación[\[14\]](#):

2.7.1. Normativa general

- Real Decreto 485/2001, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 2001/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos colorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. (BOE núm. 122, de 22 de mayo de 2001)
- Real Decreto 2197/2004, de 25 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 2002/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos edulcorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. (BOE núm. 291, de 3 de diciembre de 2004).
- Real Decreto 1118/2007, de 24 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. (BOE núm. 221, de 14 de septiembre de 2007 y corrección de errores de BOE núm. 85, de 8 de abril de 2008).

- Real Decreto 1801/2008, de 3 de noviembre, por el que se establecen normas relativas a las cantidades nominales para productos envasados y al control de su contenido efectivo. (BOE núm. 266, de 4 de noviembre de 2008).
- Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. (DOUE núm. 139, de 30 de abril de 2004).
- Reglamento (CE) nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. (DOUE núm. 31, de 1 de febrero de 2002 y corrección en DOUE núm. 183, de 20 de julio de 2023)

2.7.2. Normativa específica del producto

- Real Decreto 496/2010, de 30 de abril, por el que se aprueba la norma de calidad para los productos de confitería, pastelería, bollería y repostería. (BOE núm. 118, de 14 de mayo de 2010).
- Real Decreto 823/1990, de 22 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de productos derivados de cacao, derivados de chocolate y sucedáneos de chocolate. (BOE nº 154 de 28 de julio y corrección de errores en BOE núm. 224 de 18 de septiembre).
- Real Decreto 474/2014, de 13 de junio, por el que se aprueba la norma de calidad de derivados cárnicos. (BOE núm. 147, de 18 de junio de 2014).
- Reglamento de Ejecución (UE) nº 1246/2011 de la Comisión, de 29 de noviembre de 2011, por el que se inscribe una denominación en el Registro de Denominaciones de Origen Protegidas y de Indicaciones Geográficas Protegidas [Mantecados de Estepa (IGP)]. (DOUE núm. 319, de 2 de diciembre de 2011).
- Reglamento de Ejecución (UE) 2016/327 de la Comisión, de 25 de febrero de 2016, por el que se inscribe una denominación en el Registro de Denominaciones de Origen Protegidas y de Indicaciones Geográficas Protegidas [Polvorones de Estepa (IGP)]. (DOUE núm. 62, de 9 de marzo de 2016).
- Orden de Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, de 26 de octubre de 2011, por la que se modifica el Pliego de Condiciones anexo a la Orden de 4 de septiembre de 2009, por la que se aprueba el Reglamento de la Indicación Geográfica Protegida “Mantecados de Estepa” y de su Consejo Regulador. (BOJA núm. 216, de 4 de noviembre de 2011).
- Orden de Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, de 29 de octubre de 2015, por el que se aprueba el Reglamento de funcionamiento del Consejo Regulador de las Indicaciones Geográficas Protegidas “Mantecados de Estepa” y “Polvorones de Estepa”.
- Orden de Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, de 9 de abril de 2024, por el que se aprueba la modificación normal del pliego de condiciones de la Indicación Geográfica Protegida “Mantecados de Estepa”.

2.7.3. Normativa de productos con alérgenos

- Reglamento de Ejecución (UE) nº 828/2014 de la Comisión, de 30 de julio de 2014, relativo a los requisitos para la transmisión de información a los consumidores sobre la ausencia o la presencia reducida de gluten en los alimentos. (DOUE núm. 228, de 31 de julio de 2014).
- Reglamento (UE) nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. (DOUE núm. 304, de 22 de noviembre de 2011).

2.7.4. Normativa ambiental

- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. (BOE núm. 251, de 19 de octubre de 2013, modificado en BOE núm. 21, de 25 de enero de 2023 y corrección de errores en BOE núm. 29, de 3 de febrero de 2023).
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. (BOE núm. 25, de 29 de enero de 2011).
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. (BOE núm. 85, de 9 de abril de 2022).
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. (BOE núm. 308, de 23 de diciembre de 2008, modificado en BOE núm. 73, de 26 de marzo de 2009 y BOE núm. 83, de 7 de abril de 2015).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. (BOE núm. 296, de 11 de diciembre de 2013).
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases. (BOE núm. 311, de 28 de diciembre de 2022).

3 PRODUCCIÓN Y ESTUDIO DE MERCADO

La categoría de productos navideños representa el 0,12% sobre el total de la cesta de productos de alimentación y bebidas para el consumo doméstico.

Durante el año 2023, los hogares españoles consumieron 32,8 millones de kilos de productos navideños, lo que representa un incremento del 5,2% en comparación con el año 2022 y, además, gastaron 369,5 millones de euros en estos productos. Este valor de mercado supone ser un 11,6% más que 2022, debido principalmente al aumento del precio medio de dichos dulces. En promedio, cada individuo residente en España consume en torno a 0,70 kilogramos al año, una ingesta un 4% superior que el año anterior [15].

El consumo más notable se asocia a los Mantecados y Polvorones, que llevan aumentando su presencia en los hogares españoles desde 2008 a diferencia del resto de productos navideños.

Tabla 3-1. Consumo y gasto en productos navideños de los hogares, 2023.

	CONSUMO		GASTO	
	TOTAL (millones kilos)	PER CAPITA (kilos)	TOTAL (millones euros)	PER CAPITA (euros)
Total Productos Navideños	32,8	0,7	369,5	7,9
MANTECADOS Y POLVORONES	9,4	0,2	65,9	1,4
Mazapanes	1,0	0,0	11,9	0,3
Turrones	9,1	0,2	128,3	2,7
Otros Productos Navideños	13,4	0,3	163,4	3,5

Según estos últimos datos recogidos, los Mantecados y Polvorones representan el 28,7 % de todas las ventas de productos navideños. Consumieron en total 9,4 millones de kilos y gastaron 65,9 millones de euros, de forma que se registra como el dulce navideño más consumido y el segundo producto que más ingresos genera sin considerar la categoría denominada como otros productos navideños.

Sin embargo, la evolución del consumo per cápita durante los últimos cinco años registrados (periodo 2019-2023) ha sido diferente para cada tipo de producto, se produce un descenso con respecto a la demanda de 2019 pero con indicios de recuperación reciente.

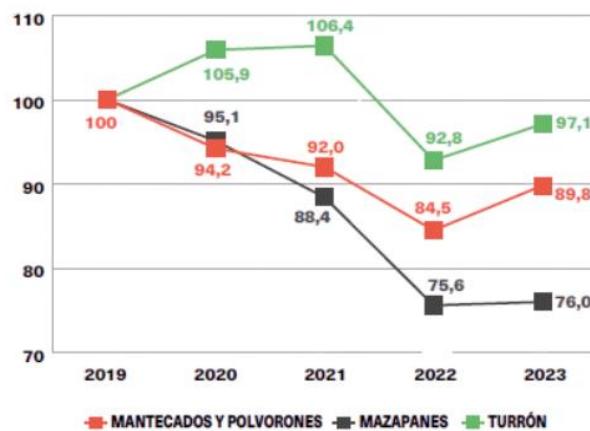


Figura 3-1. Evolución del consumo por tipos de productos navideños (2019=100)[15].

Aunque el consumo de los Mantecados y Polvorones ha experimentado un descenso, existe una ligera reciente recuperación en 2023. Este hecho indica que, con un enfoque adecuado considerando el interés actual de los consumidores, es posible lograr una recuperación favorable para la industria.

Por tipología de hogares, se conoce que los individuos retirados, adultos independientes y parejas adultas sin hijos consumen por encima de los 0,70 kilos establecidos a nivel nacional, mientras que los consumos más bajos tienen lugar entre parejas con hijos pequeños, parejas jóvenes sin hijos, parejas con hijos de edad media y en hogares monoparentales. Y, por comunidades autónomas, Andalucía, Asturias y Cataluña cuentan con los mayores consumos, mientras que, por el contrario, la demanda más reducida se asocia a La Rioja, Extremadura y Comunidad Valenciana (Figura 3-2) [16].

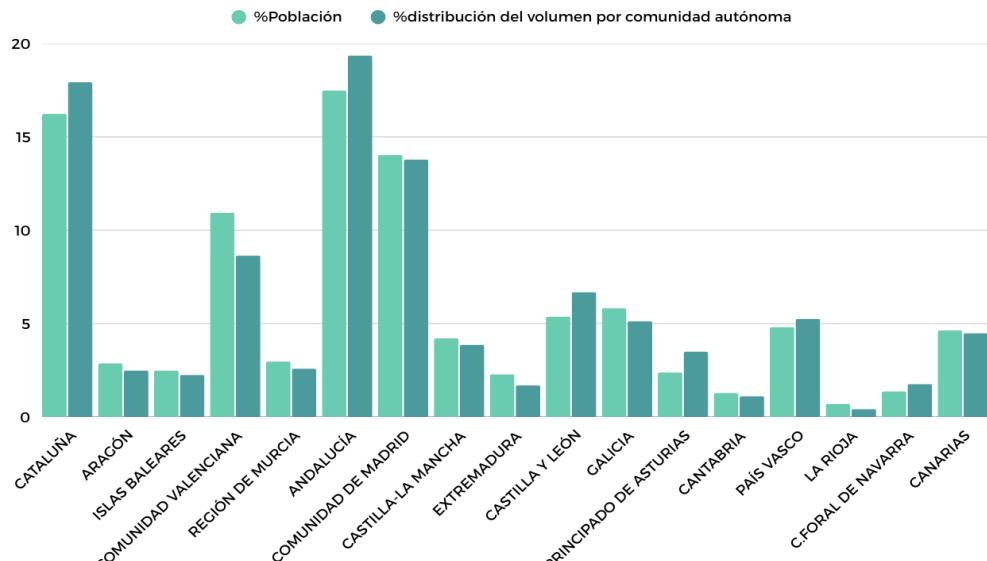


Figura 3-2. Demanda de productos navideños por comunidades autónomas (2023).

Con respecto a la cuota nacional de mercado registrada en 2023 (Figura 3-3), la distribución de las compras de productos navideños entre los distintos puntos de venta refleja un claro liderazgo de los supermercados, seguidos por los hipermercados, mientras que los establecimientos especializados registran una participación más reducida.

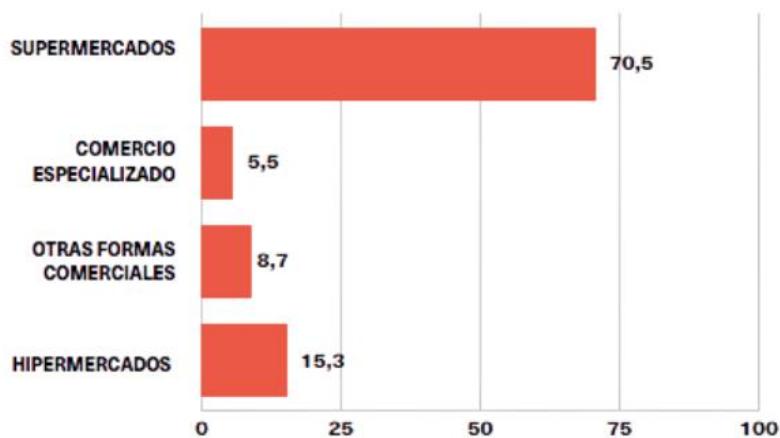


Figura 3-3. Cuota de mercado en la comercialización por formatos para hogares (%)[15].

Hay que destacar que a pesar de la incertidumbre generada por las tensiones internacionales que han disparado los precios de la energía y las materias primas, el sector ha logrado mantener una evolución positiva. Además, el incremento de las exportaciones ha compensado en parte el ligero descenso del consumo en los hogares españoles. Este hecho queda justificado con los datos registrados sobre la producción y comercialización de los denominados Mantecados y Polvorones de Estepa amparados por la IGP.

En 2023, la localidad de Estepa produjo alrededor de 15.000 toneladas de Mantecados y Polvorones [17], de las cuales el 72,37% correspondieron a productos aptos para ser amparados [18]. El resto de la producción se compone principalmente de variedades que, aunque mantienen altos estándares de calidad, no cumplen con todos los criterios de esta denominación. En concreto, se tratan de los productos especializados en satisfacer necesidades nutricionales específicas, como versiones sin azúcar, sin gluten, 100% vegetales o productos halal.

Considerando solo la producción finalmente protegida (45,3%), se exponen los siguientes datos acerca de la comercialización exterior (Figuras 3-3 y 3-4). De esta producción, el 0,8 % se distribuye en países de la Unión Europea y el 0,2% se exporta a países terceros. El resto de la producción se destina al mercado nacional que refleja la fuerte demanda de estos dulces que marcan la tradición navideña.

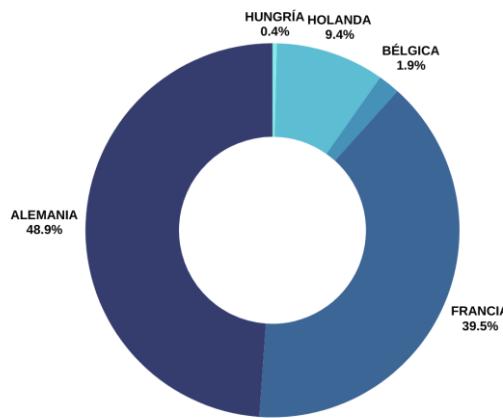


Figura 3-4. Comercialización exterior por países de la Unión Europea (%).

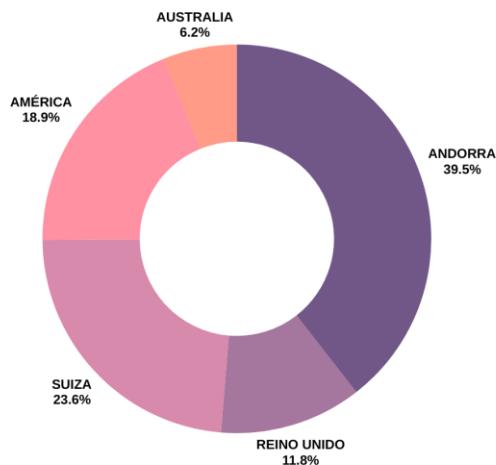


Figura 3-5. Comercialización exterior por países terceros (%).

Por tanto, el mayor consumo internacional de Mantecados y Polvorones de Estepa amparados se registra en Alemania, seguida de Francia. En cuanto a los precios medios de venta en esta industria, los Mantecados alcanzan los 5,10 €/kg, mientras que los Polvorones se sitúan ligeramente por encima, con un precio medio de 5,50 €/kg.

Por último, cabe mencionar que la producción de Mantecados y Polvorones Halal continúa estando presente en mercados internacionales, con una demanda creciente en Ceuta, Melilla, países del Norte de África y entre las comunidades musulmanas de España y Centroeuropa.

CAPÍTULO II PROCESOS

4 PROCESO DE ELABORACIÓN

El proceso de elaboración de los Mantecados y Polvorones integra un conjunto de operaciones de proceso destinadas a transformar las materias primas en productos terminados de alta calidad.

En la siguiente figura se presenta de forma gráfica y estructurada cada fase del proceso de elaboración de los Mantecados y Polvorones. Este enfoque visual facilita la comprensión del flujo de producción y las operaciones críticas que se deben de llevar a cabo para asegurar la calidad final de estos tradicionales dulces.

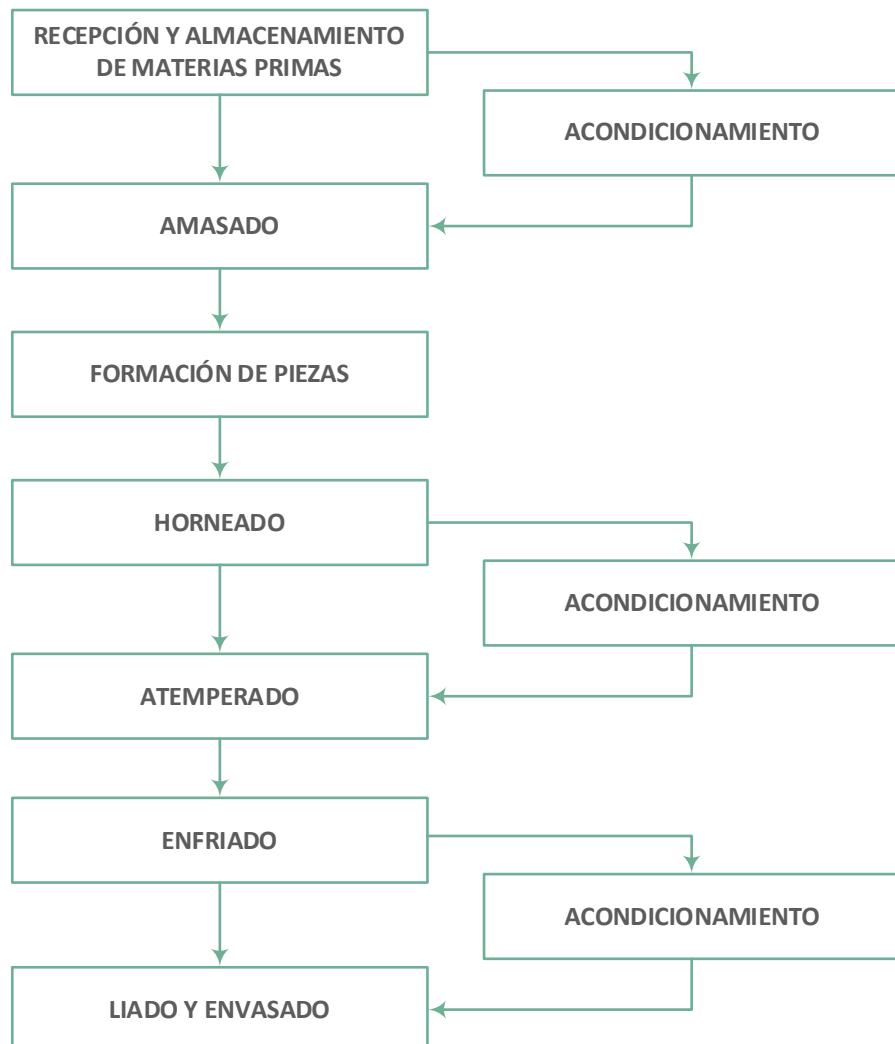


Figura 4-1. Diagrama de bloques del proceso productivo.

A continuación, se detallan las distintas etapas que conforman su producción, desde la recepción de las materias primas hasta el liado, envasado y etiquetado final[3].

4.1. Recepción y almacenamiento de materias primas

El proceso comienza con la recepción de las materias primas, que serán sometidas a los correspondientes análisis fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos. Una vez comprobada la idoneidad de las características de las materias primas, se autoriza su descarga y almacenamiento en el lugar acondicionado al respecto.

En concreto, la harina se entrega a granel en camiones cisterna, conectados mediante sistemas neumáticos a los silos de almacenamiento; el azúcar suele llegar en big bags sobre pallets, almacenándose en áreas secas para evitar la humedad; los frutos secos como las almendras y avellanas se transportan en sacos de yute y serán almacenadas en cámaras refrigeradas para preservar su calidad; la canela y el cacao se envían en sacos o cajas selladas para mantener su frescura y aroma; y las grasas, como la manteca de cerdo líquida o el aceite de oliva, se entregan a granel en camiones cisterna, conectados directamente a los sistemas de bombeo para su manejo eficiente.

4.2. Acondicionamiento de materias primas

Los frutos secos, el azúcar, la canela, la harina y la manteca de cerdo son sometidas a un acondicionamiento previo a su entrada en el proceso de elaboración.

- Las almendras y avellanas enteras y peladas son inicialmente inspeccionadas para así evitar la presencia de algún cuerpo extraño. Tras ello, se tuestan a una temperatura controlada de 150°C y se muelen hasta conseguir un tamaño de molienda adecuado al uso que se va a destinar.
- El azúcar se somete a un proceso de molienda para convertirla en azúcar glas, de esta forma se facilita la integración con el resto de los ingredientes y a su vez mejora la consistencia de la masa, al evitar la formación de agregados en la propia mezcla.
- La harina, por su parte, se somete a un proceso de resecado para reducir su humedad hasta alcanzar el nivel adecuado (entre el 2 y el 10%), se enfriá y posteriormente, se expone a un proceso de cernido con la finalidad de eliminar los agregados formados, airear la harina y mejorar la posterior mezcla con el resto de los ingredientes.
- La canela en polvo, también, es sometida a un proceso de cernido para obtener una textura más fina y homogénea.
- La manteca de cerdo pasa de ser grasa líquida, recepcionada a granel, a grasa semisólida a punto para ser dosificada automáticamente en las amasadoras. Este proceso implica enfriar la manteca hasta aproximadamente 30°C y es vital que esté en constante agitación para evitar que esta se asiente, cristalice o se solidifique en puntos fríos.

4.3. Amasado

Mediante un sistema de pesaje automatizado, las materias primas se transportan hasta las amasadoras en las cantidades y proporciones exactas necesarias para cada tipo de producto, asegurando una dosificación precisa y adecuada a las especificaciones que se consideren.

El proceso de amasado comienza en el momento en que los ingredientes son introducidos en las amasadoras, siguiendo un orden preciso: primero la manteca, luego el azúcar glas, seguidos de los ingredientes alternativos como canela o aromas, y finalmente la harina. Esta secuencia permite que la grasa se mezcle adecuadamente con los azúcares y sabores antes de incorporar la harina, evitando el desarrollo excesivo del gluten para obtener una textura tierna y desmenuzable. El amasado se prolonga hasta que la masa adquiere una consistencia homogénea y un color uniforme, cumpliendo así con los estándares de calidad requeridos para cada tipo de producto.

4.4. Formación de piezas

Tras el amasado, se procede a la formación de las piezas. La masa se hace pasar por la cortadora formadora equipada con un molde que define la forma específica del producto, ya sea elíptica para los polvorones o circular para los mantecados. Durante esta fase, la masa se prensa para aumentar su compactación, eliminando burbujas de aire y asegurando una densidad uniforme y se corta en porciones exactas con un grosor y tamaño adecuados, manteniendo las características distintivas de cada variedad.

Determinados productos se someten a un acondicionamiento previo a la siguiente etapa del proceso: el horneado de las piezas. En particular, a las variedades de Mantecado Casero y Mantecado de Aceite se les añade una cobertura de ajonjolí en la parte superior. Por otro lado, el Mantecado de Canela que también incluye ajonjolí entre sus ingredientes, no se le aplica esta cobertura abundante, sino que se dosifica ajonjolí en menor cantidad, espolvoreando las semillas sobre las piezas de manera más ligera.

4.5. Horneado

El horneado es la etapa crítica del proceso de elaboración de Mantecados y Polvorones. El control de tiempo y temperatura es fundamental para asegurar que los productos adquieran la tonalidad y textura adecuada en su interior. En esta etapa se utiliza un horno de gas natural, un combustible gaseoso común en la industria alimentaria. Las piezas formadas avanzan a través de una cinta continua dentro del horno cuya cocción se realiza a temperaturas que oscilan entre 170 y 280°C, durante un tiempo que puede variar entre 11 y 25 minutos, dependiendo del tipo de producto. Aquellos productos que requieren de un dorado superficial, se aplican temperaturas más elevadas, de hasta 400°C.

En estos hornos es necesario que las masas en cocción no estén en contacto directo con los humos o gases producidos para asegurar que no exista contaminación por olores, sabores o sustancias nocivas derivadas de la combustión, manteniendo la inocuidad y calidad del producto.

4.6. Atemperado y enfriado

Una vez terminado el horneado, los productos deben enfriarse, de manera que se consiga una mejor manipulación y se eviten posibles condensaciones de vapor de agua en los envases, lo que podría comprometer su calidad y conservación. Este enfriamiento se realiza en dos etapas: atemperado y línea de enfriado, cada una con objetivos específicos para preservar las propiedades del producto.

El atemperado es una fase rápida y controlada en la que se reduce la temperatura superficial del producto y se estabiliza la estructura interna del Mantecado y el Polvorón. Este proceso se realiza en un túnel que cuenta con cámaras extractoras para eliminar el aire caliente y vapor generado a la salida inmediata del horno y así evitar la sobrecocción y quemaduras superficiales. Tras este, los productos atraviesan una mesa fría cuya función principal es estabilizar las grasas, azúcares y otros componentes sensibles, evitando grietas, deformaciones o alteraciones en la textura. El atemperado implica un rápido descenso de temperatura hasta aproximadamente 100-150 °C, con una duración estimada de 5 minutos.

En cuanto a la línea de enfriado, que dura entre 60 y 120 minutos, los productos alcanzan una temperatura final entre 10 y 20°C, adecuada para el empaquetado y almacenamiento. Este proceso es más lento y busca equilibrar la temperatura interna del producto para evitar la formación de humedad en el envase, lo que podría comprometer su conservación a largo plazo. El enfriado puede realizarse de forma natural o mediante sistemas de conducción forzada de aire frío, dependiendo de las capacidades de la línea de producción y las características del producto. Además, es fundamental que esta etapa mantenga un flujo constante de aire frío para asegurar un descenso de temperatura uniforme y controlado, preservando las propiedades organolépticas del producto.

4.7. Acondicionamiento de los productos

Antes de su envasado, los productos pueden sufrir un último acondicionamiento que busca una presentación más refinada y, un sabor dulce adicional en su superficie. La variedad de Mantecado que suele llevar azúcar glas como cobertura es el Mantecado de avellana. Sin embargo, es en las variedades tradicionales de Polvorones donde el uso de esta cobertura se convierte en una característica distintiva.

4.8. Liado y envasado de los productos

Terminadas las etapas del proceso de elaboración de estos dulces, se procede al liado en su envase directo, siendo estos de distintos diseños dependiendo de la especialidad fabricada. Los formatos de envoltura para mantecados y polvorones se clasifican principalmente en tres tipos: la envoltura tradicional con moño o fleco, la envoltura de doble moño y la envoltura flow pack en formato almohada.

La envoltura tradicional consiste en envolver el producto en papel encerado o papel de seda, torciendo los extremos para formar un moño o fleco. La envoltura de doble moño es una variante más segura donde se realizan dos giros en los extremos del papel para mejorar el sellado. Estos métodos clásicos de liado están presentes en los Mantecados de Almendra y en los Polvorones tradicionales. Este mismo tipo de envoltura es empleado con papel de plástico por su función protectora superior para el liado de los Mantecados de aceite y casero, ya que son los Mantecados con mayor contenido graso.

Por otro lado, la envoltura flow pack en formato almohada es una técnica de envasado que se utiliza para envolver productos individuales en una lámina fina de plástico que se sella herméticamente. Este formato es característico para los Mantecados y Polvorones de sabores puesto que garantiza una mayor vida útil.

Por último, los productos ya envueltos se envasarán en estuches de cartón o bolsas de polipropileno en diferentes proporciones y formatos. El contenido será seleccionado en función del producto, el mercado destino y los requisitos de conservación. Además, en esta fase se realiza el etiquetado, codificación y control de calidad final para asegurar que cada unidad cumpla con los estándares establecidos antes de su distribución.

5 EQUIPOS PRINCIPALES

En la industria alimentaria, los procesos de producción requieren de una integración de equipos especializados para cada etapa del proceso. Estos están diseñados para preservar las propiedades organolépticas y físicas de los ingredientes, cumpliendo con estrictos estándares de calidad y seguridad alimentaria que aseguran la satisfacción del consumidor y el cumplimiento de las normativas vigentes.

En este apartado se pretende detallar las características técnicas y funcionales de los equipos principales empleados en este tipo de industria. Una descripción con la que se busca proporcionar una visión integral de las tecnologías utilizadas, destacando su importancia en la obtención de productos de alta calidad y su contribución al desarrollo sostenible.

Cabe destacar que toda maquinaria debe usar materiales no reactivos, aditivos o absorbentes para no alterar los productos con los que está en contacto directo, en este caso utilizaremos el acero inoxidable. Se caracterizan por su gran resistencia a la corrosión y propiedades higiénicas, este material es el más idóneo para evitar el riesgo de contaminación. La gama de aceros inoxidables es amplia y la selección de la calidad más apropiada dependerá de varios factores, como las tensiones y temperaturas a las que está sometido, limpieza etc.

Seguidamente, se presentan los equipos específicos del proceso, describiendo sus funciones y características más relevantes.

5.1. Secadora de harina

La secadora de harina es una máquina industrial de acero inoxidable diseñada especialmente para el secado, deshidratado o tueste de harina, es decir, se utiliza para reducir el contenido de humedad de la harina. El equipo está compuesto por dos áreas funcionales principales: una cámara de combustión, donde se genera el calor necesario, y una cámara de secado, donde se procesa la harina.

La cámara de combustión contiene un quemador alimentado con gas natural, instalado en una cámara cerrada y aislada térmicamente. El quemador tiene un diseño circular, en el que el gas fluye por el interior de un tubo metálico con orificios distribuidos radialmente. Al salir por estos orificios, el gas se mezcla con el aire ambiente y se quema generando una llama abierta y distribuida uniformemente. Los gases de combustión, como el dióxido de carbono y el vapor de agua, son evacuados mediante conductos hacia el exterior, evitando que entren en contacto directo con la harina.

Separada de la cámara de combustión, se encuentra la cámara de secado. En el interior, palas móviles y fijas giran lentamente para remover constantemente la harina, garantizando un secado uniforme. Este movimiento evita que la harina se queme o pierda sus propiedades y, asegura que alcance el nivel de humedad deseado. La velocidad de rotación y la intensidad del calor se ajustan según el tipo de harina y las especificaciones del proceso. Estos parámetros se regulan en el panel de control, gracias a los termopares instalados. Además, los vapores generados por la harina durante el secado son extraídos continuamente mediante un sistema extractor, que evita la acumulación de humedad manteniendo la calidad del producto.

Hay que destacar que se emplea gas natural como combustible debido a su alta eficiencia energética y capacidad para proporcionar una combustión limpia y estable. Su composición mayoritariamente metano permite una combustión completa con bajas emisiones de contaminantes, optimizando la transferencia térmica y garantizando un control preciso de la temperatura en la cámara de combustión. En comparación con otros combustibles fósiles, el gas natural presenta menores emisiones de dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, lo que lo convierte en una opción más eficiente, segura y sostenible.



Figura 5-1. Secadora de harina industrial [19].

5.2. Enfriadora de harina

La máquina enfriadora de harina está diseñada para reducir la temperatura del producto después del proceso de secado. Para este pronóstico, una de las tecnologías más eficientes es el uso de tornillo sin fin con sistema de refrigeración integrado, tanto en la camisa envolvente como en el propio eje del tornillo. Este método es preferido frente al enfriamiento por aire en harinas sensibles, ya que reduce la formación de polvo, mejora la eficiencia térmica y mantiene la higiene del producto.

El principio de funcionamiento de este sistema se basa en un transportador de eje helicoidal que garantiza que la harina se desplace uniformemente, evitando acumulaciones. A su vez, la incorporación de la camisa de agua fría o líquido refrigerante permite un enfriamiento continuo y homogéneo. La transferencia térmica se produce a través de las paredes metálicas del tornillo y la camisa, logrando extraer el material sin contacto directo con el refrigerante.



Figura 5-2. Transportador helicoidal enchaquetado.

5.3. Cernedor para harina y canela

El cernedor industrial es un equipo esencial en la industria alimentaria, utilizado principalmente para separar, airear y purificar la harina o la canela antes de su uso en el proceso de producción. Su funcionamiento se basa en la vibración o rotación de tamices o mallas que filtran las partículas de harina o el polvo de la canela según su tamaño, eliminando impurezas y mejorando la calidad del producto final.

Para ambas materias primas, se emplea el cernedor centrífugo que está compuesto por un cilindro giratorio cubierto por una malla o tamiz de pletinas calibradas y tejido de nylon de 32 micras para la harina y de 100 micras para la canela. Al ingresarlas, las fuerzas centrífugas generadas por la alta velocidad del rotor impulsan las partículas hacia las paredes del tamiz, permitiendo que las más finas pasen a través de los orificios, mientras que las partículas más gruesas se retienen para ser reprocesadas o eliminadas. Además, algunos modelos incluyen cepillos o sistemas de autolimpieza que mantienen las mallas despejadas, evitando obstrucciones y garantizando un flujo continuo y eficiente del producto [20].



Figura 5-3. Tamizadora centrífuga para harina y canela.

5.4. Molino triturador de azúcar

El molino triturador de martillos es un equipo utilizado para reducir el tamaño de partículas sólidas, como el azúcar, mediante impactos repetidos de martillos que giran a alta velocidad dentro de una cámara de trituración. Los martillos fragmentan el material al golpearlo, y las partículas trituradas pasan a través de una rejilla que controla su tamaño final.

Se usa este equipo principalmente por su capacidad para manejar materiales frágiles y quebradizos sin generar un calor excesivo que pueda afectar la calidad de la materia prima. A diferencia de molinos como el de bolas o de rodillos, que pueden generar más fricción y calor, el molino de martillos utiliza impactos rápidos y repetidos para fragmentar el azúcar de forma eficiente, minimizando el riesgo de que se derrita o se apelmace durante el proceso.

El funcionamiento se basa en la energía cinética generada por la rotación del rotor con martillos, que impactan y fragmentan el material, mientras las partículas son expulsadas por la salida controlada con rejilla. Esto asegura una distribución uniforme del tamaño de las partículas y un proceso eficiente de trituración.

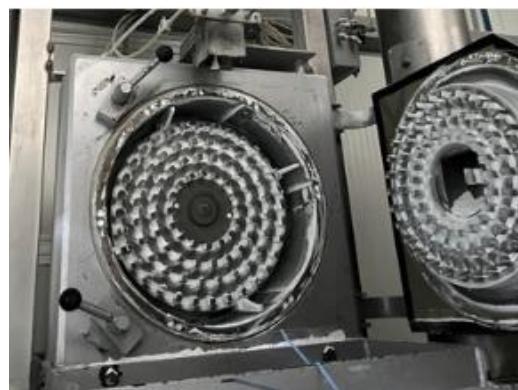


Figura 5-4. Molino triturador de martillos.

5.5. Tostador de frutos secos

El tostador rotativo de frutos secos con quemador de gas natural es un equipo industrial diseñado para el tratamiento térmico controlado de frutos secos, mediante la transferencia de calor por convección y conducción en un tambor giratorio, optimizando la uniformidad y eficiencia del proceso de tostado.

El tambor rotativo, fabricado generalmente en acero inoxidable para asegurar resistencia y durabilidad, se mantiene en constante movimiento durante el proceso, facilitando la circulación y mezcla continua de los frutos secos. Este movimiento evita la acumulación y el sobrecaleamiento en puntos específicos, mejora la textura y el sabor sin permitir que se formen áreas quemadas o tostadas de manera irregular.

El quemador de gas natural se encuentra ubicado justo debajo del tambor, y su función es producir una llama controlada que calienta la cámara de tostado. Esta última normalmente es fabricada en acero inoxidable, está diseñada para resistir altas temperaturas y evitar la corrosión. El gas natural es un combustible eficiente y limpio que permite regular la temperatura con precisión, adaptándose a diferentes tipos de frutos secos y grados de tostado. Los gases de combustión generados se canalizan hacia una chimenea o conducto de evacuación.

El sistema de control de temperatura es otro elemento clave en estas tostadoras. Gracias a sensores y termostatos, es posible ajustar y mantener la temperatura óptima para cada tipo de fruto seco.

Finalmente, una vez completado el ciclo de tostado, el tambor detiene su rotación y los frutos secos son descargados para su enfriamiento inmediato.



Figura 5-5. Tostador de frutos secos con tambor rotativo en la cámara de tostado[\[21\]](#).



Figura 5-6. Tostador de frutos secos con tambor rotativo extraído[21].

5.6. Picadora de frutos secos

La picadora es una maquina diseñada para triturar y reducir el tamaño de los frutos secos. Está compuesta principalmente por una tolva para verter la cantidad a trocear, vibradores para las cribas o tamices y por un conjunto de rodillos giratorios cuya rotación sincronizada atrapan y muelen los frutos a medida que pasan entre ellos. La distancia entre los rodillos es ajustable, lo que permite controlar el tamaño final de los fragmentos, desde trozos más grandes hasta picados finos.

Los rodillos están fabricados en acero, sometidos a procesos de torneado y fresado para obtener una superficie de alta precisión y resistencia. Además, estos rodillos cuentan con almenas de punta, que son ranuras o muescas diseñadas para mejorar el agarre y la trituración del fruto seco, facilitando la ruptura eficiente del material.



Figura 5-7. Trituradora de avellanas y almendras[21].

5.7. Tanque batidor para manteca de cerdo

El tanque batidor de manteca es un equipo específicamente diseñado para recibir, almacenar, acondicionar y dosificar manteca líquida en procesos industriales de repostería. En este caso, el tanque recibe la manteca líquida a granel, generalmente a temperaturas elevadas y, la acondiciona térmicamente hasta alcanzar una textura semisólida adecuada y dosificarla de forma precisa hacia las amasadoras^[22].

Este equipo cuenta con una doble camisa por la que circula agua fría entre 5 °C y 10 °C, lo que permite reducir la temperatura de la manteca desde los 60 o 70 °C hasta una temperatura de trabajo entre 20 °C y 30 °C, en la que adquiere una consistencia densa. El tanque también está equipado con un agitador interno que asegura la homogeneidad del producto y un aislamiento exterior que mantiene estables las condiciones térmicas, evitando pérdidas de frío y asegurando la calidad del proceso.

Una vez que la manteca alcanza la textura adecuada, el tanque batidor la envía a través de un circuito cerrado de tuberías hacia las amasadoras. Este circuito puede estar igualmente aislado térmicamente y puede incluir secciones calefactadas para evitar la solidificación del producto durante el trayecto. La manteca se mantiene en movimiento continuo en todo el circuito cerrado para evitar la solidificación del producto en reposo, ya que, al detenerse, la manteca puede endurecerse y obstruir las tuberías, especialmente en condiciones ambientales frías. La transferencia se realiza mediante bombas de desplazamiento positivo o bombas helicoidales, seleccionadas por su capacidad para manejar productos viscosos sin alterar sus propiedades. El sistema puede incluir válvulas automáticas, sensores de temperatura y caudalímetros, que permiten una dosificación precisa y controlada, asegurando que cada amasadora reciba la cantidad exacta de manteca en cada ciclo.

El conjunto del sistema está diseñado para automatizar completamente el proceso, eliminando la manipulación manual de bloques de manteca sólidos. Esto no solo mejora la higiene y la seguridad, sino que también reduce pérdidas por merma y mejora la eficiencia del proceso. Además, todo el circuito puede integrarse con un sistema CIP (Clean In Place) que garantiza la limpieza interior del tanque, las tuberías y los accesorios sin desmontarlos, utilizando ciclos de enjuague, productos detergentes y desinfectantes. Esta automatización integral permite un flujo continuo y controlado de manteca desde su recepción hasta su incorporación en la mezcla, con altos estándares de calidad y sanidad.



Figura 5-8. Tanque batidor para manteca de cerdo.

5.8. Amasadora-mezcladora

La amasadora-mezcladora es un equipo industrial esencial para la preparación de masas en la industria alimentaria, diseñado para garantizar una mezcla homogénea, uniforme y eficiente. Este tipo de maquinaria es fundamental en la elaboración de productos que requieren un amasado delicado y controlado donde la textura y consistencia de la masa son claves para el resultado final.

Este equipo se caracteriza por contar con la taza o cuba que contiene en su interior un sistema de doble brazo helicoidal tipo doble Z, que imita el movimiento manual tradicional de amasado, pero con mayor fuerza y constancia. Los dos brazos giran en sentido opuesto, una configuración que permite trabajar masas densas y delicadas, logrando una integración completa de los ingredientes sin afectar la calidad de la masa.



Figura 5-9. Amasadora-mezcladoras.



Figura 5-10. Doble brazo helicoidal tipo Z[\[23\]](#).

5.9. Formadora-cortadora

La cortadora-extrusora es una máquina fundamental en el proceso industrial de elaboración de mantecados y polvorones. Su función principal es conformar y cortar porciones uniformes de masa, garantizando la homogeneidad del producto final tanto en forma como en peso.

El proceso comienza con la carga de la masa en una tolva superior. Desde allí, la masa es conducida hacia el

sistema de alimentación por gravedad. Un conjunto de rodillos y sifines independientes se encarga de empujar la masa de manera uniforme hacia la zona de moldeado.

Inmediatamente, la masa pasa por un molde intercambiable que le da la forma deseada. El molde puede ser fácilmente cambiado para producir distintas variantes: redonda para los tradicionales mantecados o alargada y ovalada para los polvorones.

A la salida del molde, una cuchilla ultrarrápida sincronizada corta la masa a la longitud programada. Este corte puede ser ajustado según el grosor requerido para el producto final, con precisión milimétrica. La cuchilla puede funcionar mediante sistema neumático o electrónico, dependiendo del modelo, y está diseñada para soportar el trabajo continuo en entornos de alta producción. Las piezas ya formadas se depositan sobre una cinta transportadora de nylon para su horneado o previo acondicionamiento si lo hubiera.



Figura 5-11.Cortadora-extrusora.

5.10. Dosificadoras

Los dosificadores y granilladores son sistemas diseñados para la aplicación precisa, uniforme y regulable de ingredientes sólidos finos o granulados como azúcar glas y ajonjolí, ya sea sobre productos dispuestos en paralelo en cinta transportadora, o de manera dirigida sobre producto unitario, en serie.

Por un lado, se utiliza el dosificador electromagnético para incorporar el azúcar glas tras el horneado y enfriado de los tradicionales Polvorones y de los Mantecados de avellana. Este es un equipo diseñado para aplicar de forma precisa y controlada este tipo de azúcar sobre productos en movimiento en el mismo transportador de entrada de la envolvedora Flow pack.

El funcionamiento se basa en un mecanismo vibratorio impulsado por un electroimán, el cual genera vibraciones controladas que hacen que el azúcar almacenado en una tolva avance de forma dosificada a través de un canal o bandeja de dosificación. La intensidad y frecuencia de estas vibraciones se pueden ajustar para controlar con precisión la cantidad que se le desea aplicar. Puede trabajar en modo continuo o intermitente, según la señal que reciba de los sensores fotoeléctricos que detectan la presencia de producto en el transportador. El sistema completo es adaptable al ritmo de producción en las líneas automáticas de envasado Flow Pack.

Este mismo tipo de dosificador se utiliza para dosificar una cantidad controlada de ajonjolí en exclusiva al Mantecado de canela antes de ser horneado. En este caso, se instalan varios divisores en la bandeja de dosificación y sus correspondientes boquillas por cada producto a dosificar de forma simultánea.



Figura 5-12. Dosificadora electromagnética para dosificar azúcar glas y ajonjolí[23].

Por otro lado, para añadir la tradicional corona de ajonjolí a las piezas de mantecado antes del horneado, se emplea un sistema de dosificación en continuo, compuesto por un conjunto de cintas transportadoras dispuestas en cascada. Este sistema está diseñado para aplicar el ajonjolí únicamente en una de las caras de cada pieza, de manera precisa, higiénica y automática, sin necesidad de manipulación manual.

El proceso comienza con una primera cinta transportadora de nylon, sobre la cual se depositan las piezas ya formadas y cortadas. Estas piezas avanzan hacia una segunda cinta, que es una cinta de varilla metálica. Esta tiene una particularidad: su estructura está formada por varillas separadas entre sí, lo que permite el paso del aire y del ajonjolí a través de los espacios entre varillas. Encima de esta segunda cinta, se encuentra un sistema de dosificación en cortina, que deja caer el ajonjolí de forma uniforme sobre la banda.

Debajo de esta cinta de varilla, y alineada con ella, se encuentra una tercera cinta de teflón, totalmente lisa, que recoge las semillas de ajonjolí que caen a través de las varillas. Esta cinta inferior forma una especie de "manta" continua de semillas, pero solo en una mitad del largo de la segunda cinta ya comentada.

Cuando las piezas caen desde la primera cinta de nylon hacia la cinta de varilla, lo hacen por gravedad y se depositan exactamente sobre la mitad cubierta por el ajonjolí. Al hacer contacto con las semillas, estas se adhieren a la base de cada pieza gracias a la humedad o grasa superficial. El ajonjolí que no queda adherido cae por los huecos entre varillas en la mitad desprovista de semillas, por lo que se evita la acumulación o desperdicio innecesario.

Finalmente, cuando la pieza llega al extremo de la cinta de varilla, el rodillo de retorno provoca que la pieza gire al caer, haciendo que su cara con ajonjolí quede ahora hacia arriba al depositarse en la tercera cinta transportadora de nylon, que la llevará hacia el horno. Este ingenioso sistema asegura que todas las piezas presenten el ajonjolí de forma homogénea en su parte superior, manteniendo la estética tradicional del producto y optimizando el uso del ingrediente. La dosificadora en cortina de ajonjolí de la segunda cinta transportadora incluye un mecanismo de recirculación de esta semilla. El ajonjolí es recogido en una tolva colocada en la parte inferior del conjunto y mediante transporte neumático las semillas son devueltas al dosificador inicial.



Figura 5-13. Dosificadora de cobertura de ajonjolí[24].

5.11. Horno túnel industrial

El horno industrial de gas natural es un equipo de cocción continua de alta capacidad que constituye para nuestro proceso el núcleo térmico, garantizando una cocción uniforme, controlada y eficiente a gran escala. Está compuesto por un conjunto modular de cámaras térmicas, dispuestas en serie, a través de las cuales circula una cinta transportadora de teflón sobre la que se deposita el producto. Se utiliza el teflón ya que es resistente al calor y evita que los productos se peguen, su superficie es antiadherente y facilita el movimiento continuo durante el proceso.

Cada módulo del horno cuenta con zonas térmicas independientes, controladas de forma individual mediante sistemas de sensores, válvulas modulantes y controladores digitales de temperatura. Esto permite configurar perfiles térmicos adaptados a las características de los mantecados y polvorones, logrando una textura y color uniformes en el producto final.

El horno funciona con gas natural como fuente de energía térmica principal, el gas natural es quemado en las cámaras de combustión selladas, donde la energía térmica se transfiere a través de tubos radiantes. Estos tubos calientan el aire que luego se introduce en la cámara de cocción por medio de un sistema de ventiladores de recirculación de alto rendimiento. Este aire caliente circula a gran velocidad de forma homogénea por todo el volumen útil del horno, asegurando que el calor llegue de forma uniforme a cada producto, sin puntos fríos ni sobrecalentamientos localizados, clave para obtener una textura friable y una cocción interna equilibrada.

Para facilitar las operaciones de mantenimiento y monitoreo, el horno incorpora puertas laterales distribuidas a lo largo de su cuerpo, permitiendo el acceso rápido a los componentes internos. También incluye un sistema de extracción de vapores y gases de combustión que mantiene condiciones seguras de trabajo y cumple con los estándares ambientales e industriales requeridos.

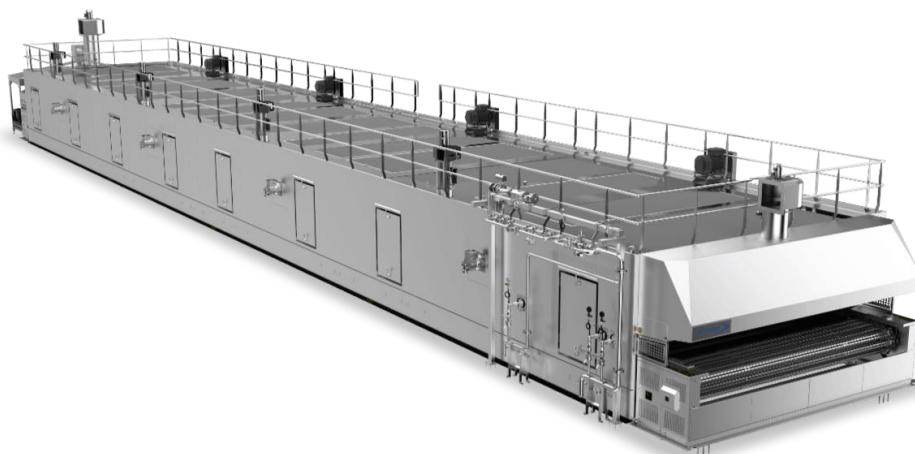


Figura 5-14. Horno túnel para la cocción de Mantecados y Polvorones[\[25\]](#).

5.12. Línea de enfriamiento

La línea de enfriamiento en espiral con banda modular es un equipo industrial diseñado para el enfriamiento continuo y controlado de productos, optimizando espacio y eficiencia térmica en líneas de producción. El producto es transportado sobre la banda modular dentro de las cámaras de enfriamiento donde tiene lugar la circulación de aire refrigerado generado por los sistemas de refrigeración de la propia planta.

La banda modular es un elemento clave en este tipo de equipo debido a sus características técnicas y funcionales. Están construidas con módulos de plástico moldeados por inyección cuyo ensamblaje permite una alta flexibilidad en el diseño y la libre circulación del aire refrigerante, facilita la limpieza y mantenimiento y, además, el material es resistente a la corrosión y humedad, aspectos especialmente importantes en procesos de enfriamientos.

El diseño en espiral de la banda modular dentro de la cámara de enfriamiento permite maximizar el tiempo de residencia de los productos dentro del túnel, lo que se traduce en un enfriamiento homogéneo y eficiente. Esta disposición compacta optimiza el uso del espacio en la planta, un recurso crítico en ambientes industriales donde el espacio disponible suele ser limitado y costoso.

Además, estas líneas suelen contar con sistemas de control automático que regulan la temperatura, la velocidad de la banda y el flujo de aire, garantizando condiciones óptimas y uniformes para distintos tipos de productos. Esto permite adaptar el proceso de enfriamiento según las necesidades específicas, mejorando la calidad final del producto.



Figura 5-15. Bandas modulares de las torres de enfriamiento[\[26\]](#).



Figura 5-16. Línea de enfriamiento en espiral[\[26\]](#).

5.13. Envolvedora de doble moño

La envolvedora de doble moño es un equipo mecánico diseñado para realizar el embalaje tradicional del Mantecado casero y de aceite, y del polvorón de almendra.

El sistema de envoltura del moño en las envolvedoras de doble lazo se basa en una secuencia mecánica precisa y sincronizada. El proceso comienza con la alimentación automática del producto sobre una banda transportadora, mientras que el papel de envoltura es desenrollado desde una bobina, que puede estar dispuesta

en la parte superior o inferior de la máquina. El papel es guiado hasta la zona de formado, donde es cortado a la longitud necesaria mediante cuchillas sincronizadas. A continuación, el producto es posicionado en el centro del papel cortado.

Una vez centrado, el sistema de formado pliega el papel alrededor del producto, dejando sobresalientes los extremos laterales. En esta etapa, entran en acción los sistemas de pinzas o brazos giratorios del equipo, los cuales sujetan simultáneamente ambos extremos del papel y los giran en sentidos opuestos. Esta torsión controlada genera los característicos “moños” o lazos en cada lado del envoltorio. El sellado del paquete se realiza únicamente mediante esta torsión mecánica, sin necesidad de aplicar calor o adhesivos, lo que permite un proceso continuo, limpio y eficiente dentro del sistema automatizado de la máquina.



Figura 5-17. Envolvedora de doble moño[23].

5.14. Envolvedora Flow-Pack

La envolvedora flow-pack es un equipo mecánico diseñado para realizar el embalaje del resto de variedades de sabores de Mantecado. Las envolvedoras Flow-Pack realizan un proceso de empaquetado horizontal completamente automatizado para productos que requiere una envoltura hermética. El equipo inicia con la alimentación continua del producto sobre una banda transportadora. El papel de plástico es desenrollado desde un portabobinas equipado con freno mediante ferodos, lo que garantiza una tensión constante del material durante el proceso. Una unidad de centrado automático posiciona con precisión el logo o diseño gráfico del papel desde el primer producto, mediante sensores que corrigen el registro en tiempo real.

El papel es guiado alrededor del producto y cerrado longitudinalmente mediante un sistema de roldanas, con posibilidad de incorporar doble o triple par, según el modelo. Luego, las mordazas transversales sincronizadas sellan y cortan el envase individual. El sistema incluye la función "no producto - no bolsa", que evita el desperdicio de material si no se detecta un producto en la línea. Además, cuenta con memoria para recetas configurables, permitiendo ajustes rápidos según el tipo de producto. El equipo está preparado para la conexión con periféricos como fechadores, aromatizadores o líneas automáticas de encajado o envasado final, integrándose fácilmente en procesos industriales complejos.



Figura 5-18. Envolvedora flow-pack[23].

A continuación, se presenta una tabla resumen que detalla los principales equipos utilizados en el proceso productivo especificando su función principal, características técnicas destacadas y el tipo de combustible o energía que utilizan.

Tabla 5-1. Tabla resumen de los principales equipos del proceso productivo.

Equipos	Función principal	Características técnicas destacadas	Combustible/ Energía
Secadora de harina	Secado, deshidratado o tueste de harina	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cámara de combustión con quemador de gas natural ▪ Cámara de secado con palas móviles y fijas ▪ Sistema de extracción de vapores 	Gas natural
Enfriadora de harina	Enfriamiento del producto tras secado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tornillo sin fin con camisa de refrigeración. ▪ Transporte continuo y homogéneo. 	Agua de refrigeración
Cernedor para harina y canela	Separación, aireación y purificación de harina y canela	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cernedor centrífugo ▪ Malla de 32 micras para harina ▪ Malla de 100 micras para canela 	Eléctrico
Molino triturador	Reducción del tamaño de partícula del azúcar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Martillos giratorios 	Eléctrico
Tostador de frutos secos	Tostado y deshidratado de frutos secos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tambor rotativo de acero inoxidable ▪ Quemador de gas natural ▪ Sistema de extracción de vapores 	Gas natural
Picadora de frutos secos	Triturado y reducción del tamaño de frutos secos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rodillos giratorios ajustables 	Eléctrico
Tanque batidor	Acondicionamiento, y dosificación de manteca semisólida	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tanque con doble camisa refrigerada ▪ Agitador para homogenización 	Agua de refrigeración
Amasadora-mezcladora	Mezclado y amasado homogéneo de masa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuba o taza con doble brazo helicoidal tipo Z 	Eléctrico
Formadora-cortadora	Formación y corte de porciones uniformes de masa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tola con sifines y rodillos ▪ Moldes intercambiables ▪ Cuchilla sincronizada de alta velocidad 	Eléctrico
Dosificador electromagnético	Dosificación precisa y controlada de azúcar glas y ajonjolí	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mecanismo vibratorio con electroimán ▪ Modo continuo o intermitente según sensores fotoeléctricos 	Eléctrico
Dosificadora en cortina	Aplicación continua y uniforme de la corona de ajonjolí	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de cintas transportadoras en cascada (nylon, varilla metálica, teflón) ▪ Recogida y recirculación neumática de semillas ▪ Aplicación solo en una cara del producto ▪ Adhesión natural por grasa superficial 	Mecánico
Horno túnel industrial	Cocción continua y uniforme de productos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estructura modular con cámaras térmicas en serie ▪ Sistemas de quemadores de gas natural ▪ Ventiladores de recirculación de aire caliente ▪ Sistema de extracción de vapores 	Gas natural
Línea de enfriamiento	Enfriamiento controlado del producto previo a su envasado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Banda modular plástica en espiral ▪ Cámara de refrigeración con sistema de enfriamiento 	Sistema de refrigeración

6 DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE PROCESO

En el presente apartado se procederá a describir de manera detallada las distintas etapas del proceso objeto de estudio, apoyándose en el PFD (Diagrama de Flujo de Proceso) del Anexo I.

La primera etapa del proceso consiste en el almacenamiento de las distintas materias primas, ya sea en sacos apilados o a granel en silos y tanques. A continuación, tiene lugar la etapa de acondicionamiento, que representa la segunda fase en la línea de producción de mantecados y polvorones. Las siguientes figuras ilustran las diferentes etapas del proceso de acondicionamiento de las materias primas, las cuales se describen seguidamente.

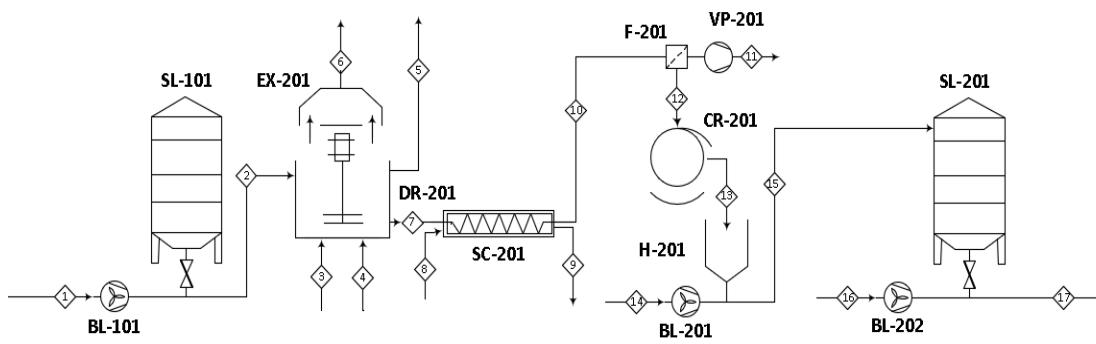


Figura 6-1. Etapa de acondicionamiento de la harina.

La harina cruda se recibe y almacena inicialmente en el silo (SL-101), desde donde es transportada mediante la soplante (BL-101) hacia la secadora (DR-201). En esta unidad, la harina se somete a un tratamiento térmico a una temperatura de 105 °C durante una hora, con el objetivo de reducir su humedad desde un 14% hasta aproximadamente un 2%. Una vez secada, la harina pasa a la enfriadora (SC-201), donde se reduce su temperatura hasta 40 °C. Este enfriamiento es necesario para evitar condensaciones y facilitar un manejo seguro y eficiente del producto.

Posteriormente, la harina es conducida mediante vacío (VP-201) al cernedor (CR-201), cuya función principal es homogeneizar la granulometría del producto y eliminar grumos o partículas aglomeradas que pudieran haber resultado del secado. La harina seca y tamizada se almacena finalmente en el silo SL-102, desde donde será dosificada según las necesidades del proceso de amasado.

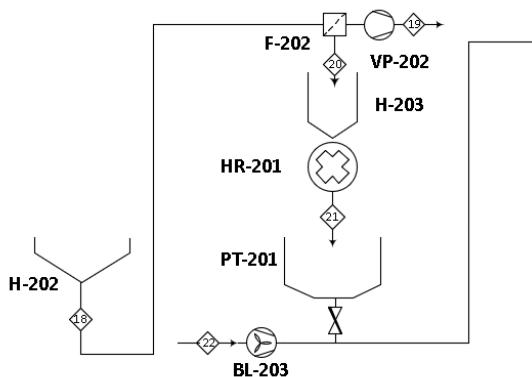


Figura 6-2. Etapa de acondicionamiento del azúcar.

El azúcar llega a la planta en sacos y es descargado en la tolva de recepción (H-202). Desde esta unidad, es transportado mediante una bomba de vacío (VP-202) hacia la tolva intermedia (H-203), la cual actúa como alimentador controlado hacia el siguiente equipo de transformación. El azúcar es posteriormente sometido a un proceso de trituración en el molino triturador de martillos (HR-201), el cual reduce su tamaño de partícula para adecuarlo a las especificaciones requeridas por el producto final. La harina de azúcar obtenida se transfiere hacia

el depósito pulmón (PT-201), que actúa como sistema de compensación y regulación del flujo del producto. La función principal de este depósito pulmón es asegurar un suministro continuo y estable de azúcar molido al resto del proceso, independientemente de las posibles variaciones en la alimentación al molino o interrupciones aguas abajo. Por último, el azúcar molido es impulsado mediante una soplante de aire (BL-203) para su posterior dosificación en la amasadora.

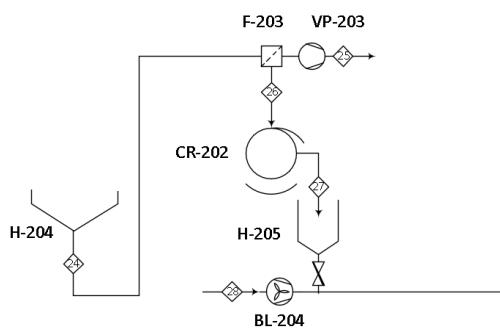


Figura 6-3. Etapa de acondicionamiento de la canela.

La canela, la cual también se recibe en sacos, es descargada en la tolva de recepción (H-204), desde donde se transfiere hacia el cernedor (CR-202). Este último tiene como función principal eliminar grumos, cuerpos extraños o partículas de tamaño no deseado que puedan haberse introducido durante el transporte o almacenamiento del producto. Una vez tamizada, la canela es almacenada en la tolva (H-205), desde donde será dosificada en las proporciones necesarias para el proceso productivo. El transporte del producto entre unidades se realiza mediante una bomba de vacío (VP-203) y una soplante de aire (BL-204), garantizando un flujo controlado y minimizando pérdidas por dispersión.

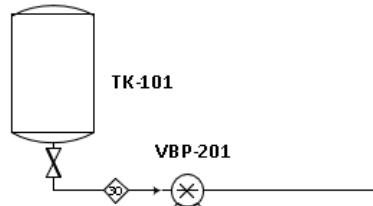


Figura 6-4. Etapa de almacenamiento de AOVE.

El aceite de oliva virgen extra (AOVE), ingrediente que se incorpora al proceso sin necesidad de acondicionamiento previo. Este se almacena en el depósito (TK-101), diseñado para conservar el producto en condiciones óptimas y, es transferido a la amasadora mediante una bomba de paletas (VBP-201), que permite un trasiego suave y controlado, minimizando la emulsificación o introducción de aire en el producto.

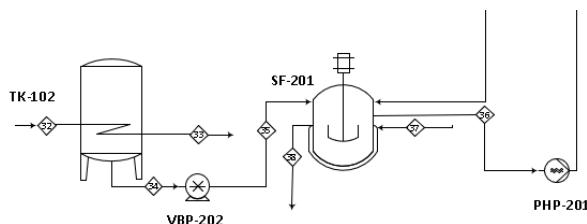


Figura 6-5. Etapa de acondicionamiento de la manteca de cerdo ibérico.

Inicialmente, la manteca se almacena en estado líquido en el tanque (TK-202). Este está equipado con un

serpentín interno con agua caliente, que mantiene la grasa a una temperatura constante de 41 °C. Mantener esta temperatura, que se sitúa ligeramente por encima del punto de fusión de la manteca ibérica (32 - 38 °C) asegura su completa liquidez, sin riesgo de cristalización parcial.

Una vez estabilizada, la manteca líquida se trasiega mediante una bomba de paletas (VBP-202) hacia la unidad solidificadora (SF-201), donde se lleva a cabo una semisolidificación controlada del producto. En este equipo, tiene lugar un enfriamiento progresivo de la manteca hasta alcanzar una temperatura de 21 °C, punto en el cual adopta una textura semisólida.

Finalmente, la manteca es transferida mediante una bomba de tornillo sin fin (PHP-202) hacia el punto de consumo del proceso. Cabe destacar que el sistema cerrado por el que circula la manteca a la salida de la solidificadora debe tener un caudal de recirculación entre dos y tres veces el caudal de dosificación en la amasadora para mantener la temperatura y consistencia adecuadas, evitar sedimentaciones y asegurar un flujo homogéneo que facilite un dosificado preciso y continuo.

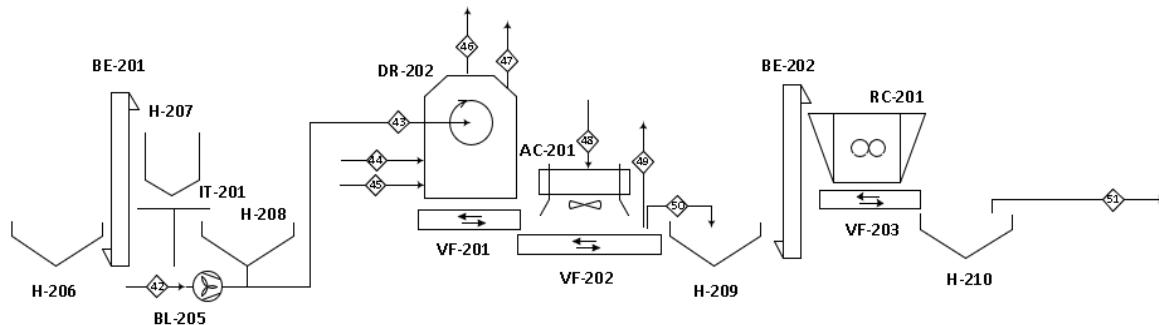


Figura 6-6. Etapa de acondicionamiento de frutos secos.

La etapa de acondicionamiento de frutos secos, tanto para almendras como para avellanas, comienza con la recepción del producto en sacos. Estos frutos secos son descargados en la tolva de recepción (H-206) y, a continuación, son transportados mediante un elevador de cangilones (BE-201) hacia la mesa de inspección (IT-201), donde se realiza una revisión visual para eliminar cualquier impureza, material extraño o frutos que no cumplan con los estándares de calidad. Comentar la presencia de tolvas intermedias (H-207 y H-208), que sirven como puntos de dosificación.

Una vez inspeccionados, pasan al tostador (DR-202), donde se someten a una temperatura controlada de aproximadamente 125°C durante una hora. Este proceso permite resaltar el sabor y aroma característicos de los frutos secos, además de reducir su contenido de humedad y asegurar condiciones higiénicas adecuadas. Al salir del tostador, los frutos secos aún calientes son transportados hasta el enfriador por aire forzado (AC-201), donde se les somete a un flujo constante de aire frío hasta alcanzar una temperatura ambiente cercana a los 25 °C. Ya enfriados, los frutos son dirigidos mediante un segundo elevador de cangilones (BE-202) a la picadora de rodillos (RC-201), donde se trituran en tamaños específicos dependiendo del producto final.

Durante todo el proceso, los frutos secos son transportados entre equipos mediante cintas vibratorias (VF-201, VF-202 y VF-203). Estos transportadores permiten un desplazamiento fluido del producto, reduciendo el riesgo de apelmazamiento y favoreciendo la separación natural de partículas. Finalmente, los frutos secos ya tostados y triturados se almacenan en la tolva (H-210) y posteriormente en sacos, quedando listos para su posterior dosificación en el mezclado de la masa.

Ahora, se expone la línea principal del proceso en tres partes claramente diferenciadas: por un lado, el amasado, la formación de piezas y el acondicionamiento previo. Luego, el horneado y la línea completa de enfriado y, por último, el acondicionamiento final y envasado.

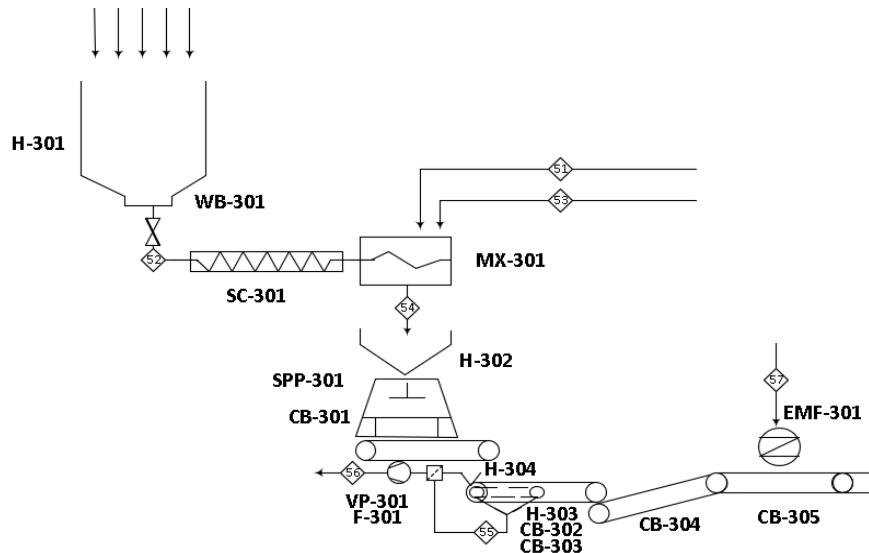


Figura 6-7. Amasado, formación de piezas y acondicionamiento previo.

Todos los ingredientes necesarios son introducidos y pesados previamente en la tolva con báscula de pesaje (H-301, WB-301), que garantiza la dosificación precisa de las materias primas según la receta establecida. Algunos de estos ingredientes se añaden directamente a la amasadora (MX-301) de forma manual, especialmente aquellos que requieren un control más cuidadoso o que se incorporan en cantidades reducidas.

Una vez completada la carga, se inicia el proceso de mezclado en la amasadora, donde los ingredientes se combinan durante aproximadamente media hora hasta formar una masa homogénea y con la textura adecuada. Esta masa se descarga luego en la tolva de recepción (H-302), desde donde se alimenta a la formadora-cortadora (SPP-302). Este equipo se encarga de moldear la masa en porciones individuales con la forma y el tamaño deseados, dando lugar a las piezas que luego serán horneadas. Antes de ello, tiene lugar la dosificación de ajonjoli a través de una secuencia de cintas transportadoras (CB-301, CB-302, CB-304 y CB-305) o mediante el dosificador electromagnético (EMF-301).

Una vez acondicionadas, las piezas continúan su recorrido en la línea de producción, quedando listas para entrar al horno.

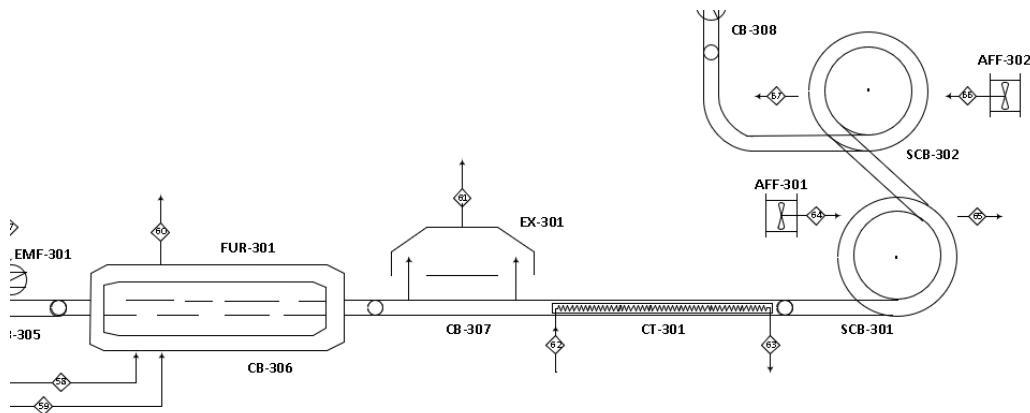


Figura 6-8. Horneado, atemperado y enfriado.

La última etapa del proceso antes del envasado corresponde al horneado y enfriamiento de las piezas. Las piezas entran en el horno (FUR-301), donde se someten a una cocción a alta temperatura, alcanzando aproximadamente los 270 °C durante 13 minutos.

Tras el horneado, las piezas atraviesan una campana extractora (EX-201), cuya función es reducir gradualmente la temperatura del producto a unos 190 °C mediante la extracción controlada de vapor caliente. Posteriormente, los productos pasan a una mesa refrigerada (CT-301), donde continúan enfriándose de manera progresiva hasta alcanzar unos 150 °C. El atemperado implica un rápido descenso de temperatura hasta aproximadamente 100-150 °C, con una duración estimada de 5 minutos.

El enfriamiento se completa en una línea de espiral con banda modular compuesta por dos cámaras de refrigeración (SCB-301 y SCB-302). En total, el proceso de enfriamiento dura aproximadamente 120 minutos, divididos equitativamente en dos fases: durante los primeros 60 minutos, las piezas ascienden por la espiral de la primera cámara, mientras la temperatura desciende progresivamente hasta alcanzar los 40 °C, gracias al sistema de refrigeración (AFF-301). A continuación, en la segunda cámara, las piezas descienden por la espiral durante otros 60 minutos, completando el enfriamiento hasta llegar a los 12 °C, mediante una segunda unidad de refrigeración (AFF-302). Este enfriamiento gradual y en fases evita condensaciones y garantiza que las piezas lleguen a la siguiente etapa en condiciones óptimas de conservación.

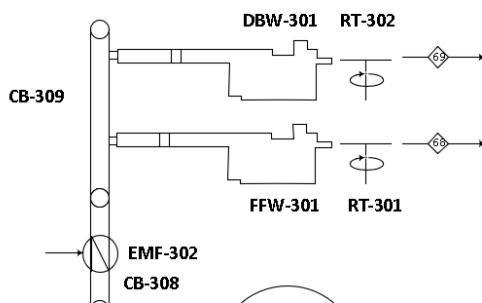


Figura 6-9. Acondicionamiento final y envasado.

Una vez que los productos han sido enfriados completamente se procede al acondicionamiento final y envasado. En esta fase, las piezas son transportadas mediante cintas (CB-308 y CB-309) hacia la zona de dosificación de azúcar glas. La aplicación de azúcar glas se realiza de forma automática mediante un dosificador electromagnético (EMF-302), que garantiza una cobertura uniforme y controlada sobre la superficie de cada pieza.

Una vez acondicionadas, las piezas se dirigen a la zona de envasado, donde se emplean dos tipos de envolvedoras: la envolvedora flow-pack (FFW-301) para un empaquetado hermético y moderno, y la envolvedora de doble moño (DBW-301), ideal para presentaciones más tradicionales o artesanales.

Por último, los productos ya envasados se depositan en mesas giratorias (RT-301 y RT-302), desde donde se recogen para su almacenamiento en cajas y distribución preservando así su frescura, textura y calidad hasta el momento de su consumo.

7 EMISIONES

Conforme a lo establecido por la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), aplicado a las plantas de producción de Mantecados y Polvorones ubicadas:

Las instalaciones industriales dedicadas a la producción de Mantecados y Polvorones generan principalmente residuos sólidos no peligrosos, derivados tanto del proceso productivo como de las actividades auxiliares. Entre los residuos más habituales se encuentran restos de harina, productos defectuosos o fuera de especificación, material de limpieza, residuos de papeleras provenientes de oficinas y aseos, así como cartones y plásticos del envasado de materias primas.

Para garantizar una gestión ambientalmente adecuada de estos residuos, es fundamental establecer procedimientos de separación en origen, que permitan clasificar correctamente los distintos flujos de residuos. Esta segregación facilita su posterior tratamiento, ya sea a través del reciclaje, la valorización o, en última instancia, la eliminación controlada mediante gestores autorizados. La correcta identificación de los residuos, su almacenamiento temporal en contenedores diferenciados y etiquetados, y la trazabilidad en su entrega a operadores externos, forman parte de las buenas prácticas de gestión conforme a la normativa andaluza y estatal.

En cuanto a las emisiones atmosféricas, las plantas de este tipo no son grandes emisoras de contaminantes gaseosos, pero sí pueden generar emisiones olorosas y partículas, principalmente durante la etapa de horneado. Aunque estas emisiones no son persistentes ni se consideran altamente contaminantes, la normativa exige el uso de sistemas de ventilación forzada, filtros de mangas o sistemas de extracción localizada con filtros de partículas, que permitan capturar los contaminantes generados y reducir su emisión a la atmósfera exterior. La implementación de barreras físicas y sistemas de aspiración con filtración HEPA o de carbón activo puede ser recomendable en áreas sensibles o en instalaciones con mayor carga de producción.

Desde el punto de vista del entorno, estas plantas suelen estar ubicadas en zonas calificadas como suelo industrial, por lo que el impacto directo sobre elementos naturales como la fauna, la flora o el patrimonio cultural se considera limitado. No obstante, el principio de precaución establecido en la GICA exige la realización de evaluaciones ambientales periódicas, que incluyan el análisis de riesgos, la revisión de las emisiones, y la supervisión de las condiciones de almacenamiento y vertido de residuos. Estas evaluaciones son fundamentales para verificar el cumplimiento de los límites legales, prevenir impactos no previstos y facilitar la mejora continua del desempeño ambiental.

Finalmente, se recomienda que estas instalaciones cuenten con un plan de gestión ambiental que integre no solo la gestión de residuos y emisiones, sino también el consumo eficiente de recursos (energía, agua, materias primas) y medidas de formación y concienciación del personal. Esto, además de asegurar el cumplimiento normativo, refuerza el compromiso de la empresa con la sostenibilidad y la responsabilidad social corporativa.

MEMORIA JUSTIFICATIVA

8 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Con el objetivo de atender una demanda sostenida y significativa dentro del mercado nacional de dulces navideños, la planta contará con una capacidad de producción de 5.640 toneladas por campaña. Esta cifra se determina tomando como base la parte más representativa del consumo nacional, centrada en aquellas comunidades autónomas que presentan mayor peso en la demanda. De este modo, se busca responder eficazmente a las necesidades reales del mercado, enfocando la producción en las regiones con mayor impacto comercial.

Según el estudio de mercado (ver Figura 3-2), el consumo de dulces navideños se concentra principalmente en cuatro comunidades autónomas: Andalucía (19%), Cataluña (18%), Comunidad de Madrid (14%) y Comunidad Valenciana (9%). Estas regiones, en conjunto, representan alrededor del 60% del consumo nacional, lo que las convierte en áreas prioritarias para la comercialización del producto.

A partir de los datos recogidos en el estudio de mercado, el consumo total de Mantecados y Polvorones en los hogares españoles es de 9.400 toneladas por campaña y, asumiendo una distribución proporcional entre los distintos tipos de dulces navideños, se define una capacidad de producción de 5.640 toneladas permite cubrir esta parte significativa del mercado.

Adicionalmente, y en línea con las tendencias de mercado que demandan productos adaptados a necesidades dietéticas específicas, se ha estimado la producción correspondiente de los Mantecados y Polvorones sin gluten. Para ello, se ha considerado el porcentaje de población celíaca o con sensibilidad al gluten en las comunidades mencionadas, con valores de 0,46%[\[27\]](#) en Andalucía, 0,92% en Cataluña, 0,89% en Comunidad de Madrid y 0,86% en Comunidad Valenciana[\[28\]](#). Aplicando estos porcentajes a la población de cada comunidad y conocido el valor del consumo per cápita de 0,2 kg por campaña, se prevé una demanda de 44,5 toneladas de productos sin gluten por campaña en estas regiones.

Por otro lado, se ha estimado la producción de Mantecados y Polvorones sin azúcar, orientados principalmente a la población diabética de las comunidades objetivo ya que es uno de los grupos con mayor restricción y necesidad dietética específica respecto al consumo de azúcares. Para esta estimación, se ha considerado el porcentaje de personas que padecen diabetes en cada comunidad autónoma: 0,29% en Andalucía, 0,34% en Cataluña, 0,38% en Comunidad de Madrid y 0,31% en Comunidad Valenciana[\[29\]](#). Aplicando estos porcentajes a la población regional y conocido el valor de consumo per cápita de 0,2 kg por campaña, se determina una demanda de aproximadamente 19,2 toneladas de productos sin azúcar por campaña.

También se ha estimado la producción de Mantecados y Polvorones con certificación Halal, dirigida a consumidores musulmanes en Andalucía, Cataluña, Madrid y Comunidad Valenciana. En España se estima que aproximadamente el 4% de la población apuesta por el consumo de productos Halal[\[8\]](#) y, además, teniendo en cuenta la distribución de residentes musulmanes registrada en el Estudio demográfico de la población musulmana por la Unión de Comunidades Islámicas de España (UCIDE) se llega a la conclusión que el 81,5% de los musulmanes que residen en España consumen productos con garantía Halal. Aplicando estos porcentajes a la población regional considerando una distribución uniforme de consumidores de productos halal y conocido el valor de consumo per cápita similar al del resto de productos de 0,2 kg por campaña, se establece una demanda de aproximadamente 266,2 toneladas de productos sin azúcar por campaña.

Por último, aproximadamente el 0,7% de la población adulta en España se identifica como vegana[\[30\]](#). Asumiendo que el veganismo está distribuido proporcionalmente en las distintas comunidades, se obtiene una producción total de 28.42 toneladas de productos ecológicos por campaña.

En general, estas estimaciones reflejan un enfoque conservador en el dimensionamiento de la capacidad productiva ya que se basan únicamente en los grupos de población con necesidades dietéticas y culturales específicas, quienes tienen una probabilidad más alta de consumir estos productos adaptados. Sin embargo, existe cierta incertidumbre respecto al consumo real por parte de la población considerada, ya que no todas las personas dentro de estos grupos consumen efectivamente estos productos en cada campaña. Además, no se incluye a la población general que, aunque no pertenezca a estos colectivos, puede incorporar estos productos en sus dietas por preferencias personales o tendencias de consumo. Por tanto, la capacidad considerada queda equilibrada por estas situaciones lo cual se considera adecuada para cubrir la demanda prevista.

En la siguiente tabla se recoge, finalmente, la producción en toneladas por campaña para cada variedad de Mantecados y Polvorones para la que se va a diseñar la planta en cuestión.

Tabla 8-1. Capacidad de producción en toneladas por campaña.

Producción estimada (t/campaña)	
Capacidad de la planta	
5640	
Variedades de Mantecados y Polvorones	
Tradicionales	5282
Sin gluten	45
Sin azúcar	19
Halal o 100% vegetal	266
Ecológico	28

Con el objetivo de garantizar el cumplimiento del volumen total previsto para la campaña, la planificación operativa contempla una organización rigurosamente estructurada en torno al calendario de producción. La campaña se extenderá desde mediados de agosto hasta la primera quincena de diciembre, alineándose estratégicamente con el periodo previo a la temporada navideña, cuando se concentra el pico de consumo de este tipo de productos. Esta planificación implica una duración total de 119 días naturales, distribuidos entre los meses de agosto (14 días), septiembre (30), octubre (31), noviembre (30) y diciembre (14).

Sin embargo, teniendo en cuenta las necesidades técnicas de higiene y mantenimiento preventivo, se establece un día semanal, preferentemente los domingos, para labores de limpieza general, lo que reduce el total a 103 días efectivos de producción. Durante estos días, la planta operará bajo un modelo de producción continua en tres turnos diarios de 8 horas, garantizando una actividad industrial las 24 horas del día.

Con una capacidad anual fijada en 5.640 toneladas, esta configuración operativa exige una producción media de 2.281,6 kilogramos por hora para alcanzar los objetivos definidos tal y como se muestra en la siguiente relación:

$$5.640 \frac{t \text{ total}}{\text{campaña}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tonelada}} \cdot \frac{1 \text{ campaña}}{103 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 2.281,6 \text{ kg/h} \quad \text{Ecuación 1}$$

Considerando las exigencias normativas y operativas asociadas a la producción de alimentos destinados a mercados especiales, como los productos halal, sin gluten, sin azúcar y ecológicos, es imprescindible establecer una configuración de líneas de producción que garantice la integridad y el cumplimiento de estos estándares. En este sentido, se propone la implementación de al menos tres líneas de producción diferenciadas. Una de ellas será de uso exclusivo para productos halal, ya que, conforme a la normativa correspondiente, estos no pueden entrar en contacto con ningún otro tipo de producto, equipo o superficie previamente utilizada, requiriendo así una segregación total. Esta línea halal presenta una capacidad efectiva de producción de 107,8 kg/h, aunque para efectos de planificación operativa y diseño de planta se establece una capacidad nominal de 109 kg/h. Este margen adicional (1,3%) contempla posibles pérdidas derivadas de mermas inherentes al proceso, así como otras contingencias operativas, garantizando que la producción final cumpla con los volúmenes y estándares de calidad requeridos. Este valor se obtiene tras aplicar la siguiente ecuación.

$$266 \frac{t \text{ producto halal}}{\text{campaña}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tonelada}} \cdot \frac{1 \text{ campaña}}{103 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 107,8 \text{ kg/h} \quad \text{Ecuación 2}$$

Las otras dos líneas de producción estarán destinadas a la elaboración tanto del resto de las variedades especiales como de las variedades tradicionales, permitiendo que ambas líneas operen en paralelo durante toda la campaña, optimizando así la capacidad productiva. Es de vital importancia que los productos sin gluten, ecológicos y sin azúcar se elaboren con prioridad, antes que los productos tradicionales, para asegurar la calidad y evitar cualquier

contaminación cruzada.

La primera línea de producción estará dedicada exclusivamente a la elaboración de las variedades tradicionales de Mantecados y Polvorones. Mientras que la segunda se enfocará inicialmente en la producción de los productos sin gluten, ecológicos y sin azúcar. Una vez concluida esta producción, la línea será destinada a cubrir la demanda restante de productos tradicionales ya que tienen una mayor demanda y así poder satisfacer las necesidades del mercado.

Cabe destacar el modo de operación de la segunda línea, diseñado específicamente para evitar la contaminación cruzada y garantizar la máxima calidad del producto. La producción se planifica secuencialmente de la siguiente manera: inicialmente, se elaboran los productos sin gluten durante un período de 48 horas, seguido de una limpieza exhaustiva de 24 horas. A continuación, se produce la variedad ecológica en un ciclo de 24 horas, seguido nuevamente por un proceso de limpieza de 24 horas. Finalmente, se fabrican los productos sin azúcar con una jornada de producción de 24 horas, seguida de 24 horas adicionales de limpieza y desinfección, asegurando así la integridad y seguridad alimentaria en todo el proceso. Debido a la menor demanda de estos productos especiales, se estima que el ciclo completo de producción y limpieza en esta línea tomará aproximadamente siete días. Luego, la línea continuará con la producción de la cantidad restante de los productos tradicionales, completando así el volumen total necesario en un plazo estimado de 97 días.

Para el dimensionamiento de la planta, se ha optado por diseñar dos líneas de producción con capacidades equivalentes, donde cada una estará encargada de elaborar aproximadamente la mitad del volumen total de productos tradicionales, mientras que la segunda línea incorporará adicionalmente la producción de las variedades especiales. Esta configuración facilita una distribución equilibrada de la carga de trabajo, optimizando la eficiencia y garantizando la continuidad operativa durante toda la campaña. Los siguientes cálculos indican la capacidad efectiva para cada tipo de variedad que deben de producirse para cumplir la demanda completamente.

$$5282/2 \frac{t \text{ variedad tradicional}}{\text{campaña}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tonelada}} \cdot \frac{1 \text{ campaña}}{103 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 1068,3 \text{ kg en la línea 1/h} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$5282/2 \frac{t \text{ variedad tradicional}}{\text{campaña}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tonelada}} \cdot \frac{1 \text{ campaña}}{97 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 1134,4 \text{ kg en la línea 2/h} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$45 \frac{t \text{ variedad sin gluten}}{\text{campaña}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tonelada}} \cdot \frac{1 \text{ campaña}}{2 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 927,8 \text{ kg en la línea 2/h} \quad \text{Ecuación 5}$$

$$19 \frac{t \text{ variedad sin azúcar}}{\text{campaña}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tonelada}} \cdot \frac{1 \text{ campaña}}{1 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 799,6 \text{ kg en la línea 2/h} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$28 \frac{t \text{ variedad ecológica}}{\text{campaña}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tonelada}} \cdot \frac{1 \text{ campaña}}{1 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 1184,2 \text{ kg en la línea 2/h} \quad \text{Ecuación 7}$$

Se demuestra que la máxima producción por hora corresponde a la variedad ecológica, por lo que a esta es a la que se le aplica el margen de seguridad operativa del 1,3%.

Por último, cabe mencionar que se producirán nueve tipos de variedades de Mantecados y Polvorones para cada una de las tipologías consideradas. La producción será proporcional a la masa destinada a cada variedad, manteniendo un período de producción ajustado al total de cada línea.

En detalle, para las líneas 1 y 3, cada tipo de mantecado y polvorón se elaborará en menos de 12 días. En la línea 2, las variedades tradicionales tendrán un período de producción cercano a 11 días, mientras que las variedades sin gluten se producirán en aproximadamente 6 horas. Por último, las variedades ecológicas y sin azúcar tendrán un tiempo de producción estimado en 3 horas.

En la siguiente tabla se recoge, finalmente, la producción en kilogramos por hora para cada variedad de

Mantecados y Polvorones para la que se va a diseñar la planta en cuestión.

Tabla 8-2. Capacidad de producción por línea en kilogramos por hora.

Líneas de proceso	Línea 1	Producción estimada (kg/h)				Línea 3
		Tradicional	Tradicional	Sin gluten	Sin azúcar	
Mantecado de canela						
Mantecado de aceite						
Mantecado casero						
Mantecado de coco	1068,3	1134,4	927,9	799,6	1184,2	107,7
Mantecado de almendra						
Mantecado de limón						
Mantecado de avellana						
Polvorón de almendra						

9 BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

En este apartado se procederá al cálculo de los balances de materia y energía de los equipos principales del proceso, como paso previo fundamental para su dimensionamiento y diseño técnico.

9.1. Balance de Materia

El balance de materia se llevará a cabo a partir de la expresión general en términos másicos que, de acuerdo con la Ley de Conservación de la materia propuesta por Lavoisier, la masa total que entra en un sistema se conserva, es decir, el flujo de entrada másico debe ser igual al flujo de salida.

Además, al tener en cuenta que el proceso no involucra reacciones químicas y, asumiendo un régimen estacionario en el que no hay acumulación de materia, se ha planteado el balance en términos másicos por componentes i que tiene la mezcla en todos los equipos que componen la planta.

Como el caudal másico total de una corriente específica se define de acuerdo con las Ecuaciones 8 y 9 para las distintas condiciones de entrada y salida, el balance de materia queda expuesto en función de las fracciones másicas tal y como se indica en la Ecuación 10.

$$\sum_{j=1}^{n_e} F_{ij} = \sum_{j=1}^{n_e} F_j \cdot y_{ij} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$\sum_{j=1}^{n_e} S_{ik} = \sum_{j=1}^{n_e} S_j \cdot y_{ik} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$\sum_{j=1}^{n_e} F_j \cdot y_{ij} = \sum_{k=1}^{n_s} S_k \cdot y_{ik} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

- y_{ij} es la fracción másica del componente i en la corriente j para todos los números de corrientes n de entrada.
- y_{ik} es la fracción másica del componente i en la corriente k para todos los números de corrientes n de salida.
- F_{ij} es el caudal másico del componente i de la mezcla en la corriente j para todos los números de corrientes n de entrada en kg/h.
- S_{ik} es el caudal másico del componente i de la mezcla de la corriente k para todos los números de corrientes n de salida en kg/h.

Cabe mencionar que, se han incorporado al balance de materia diversas consideraciones específicas del proceso productivo. En la etapa de amasado se ha considerado una pérdida por merma del 1,3%. Esta merma se presenta principalmente porque la masa, al tener una alta concentración de grasa y azúcar, tiende a adherirse a las superficies internas de la amasadora y a las palas mezcladoras. Además, durante la transferencia de la masa hacia la siguiente fase del proceso (como la formación o el horneado), siempre quedan restos que no pueden ser recuperados fácilmente. Estas pérdidas son inherentes al manejo de masas densas y pegajosas y son una práctica común en la industria alimentaria, donde se acepta una merma inferior al 2% como indicativo de un proceso controlado y eficiente [31].

En el proceso de cernido de harina y canela, se estima un rendimiento promedio del 90%, considerando las pérdidas mínimas derivadas de residuos retenidos en el tamiz y partículas no conformes para la elaboración del producto final. En la industria, los tamices rotativos y cribas vibratorias presentan eficiencias típicas que oscilan entre el 85% y 95% [32]. Para este caso, se ha tomado un valor promedio dentro de ese rango, lo que permite estimar de forma práctica la eficiencia del proceso y planificar el uso de materia prima y la calidad del producto.

Finalmente, en el proceso de secado de harina y, de tostado de las almendras y avellanas, se realiza un balance de humedad para las condiciones de entrada y salida de estas materias primas. La harina se introduce con un contenido de humedad del 14% [33] y se reduce al 2% tras el tratamiento térmico, mientras que los frutos secos entran con un 6% [34] y también se tuestan hasta alcanzar un 2% de humedad. Estos valores permiten cuantificar la pérdida de agua en cada etapa y son fundamentales para el cálculo del balance de masa y la eficiencia del

proceso. Además, se estima una pérdida adicional de humedad durante el horneado, la cual se ajusta para que la composición final del mantecado contenga aproximadamente entre 0,5 y 1% de humedad. Esta estimación permite cerrar el balance de masa en función del contenido final deseado del producto.

En la tabla siguiente se detallan las fracciones básicas de los ingredientes que componen cada una de las variedades de Mantecados y Polvorones consideradas en el proceso productivo, especificando la proporción relativa de cada componente dentro de la mezcla correspondiente. Para ello, se ha tenido en cuenta el rango de composición básica característico de dichos dulces reflejado en las Tablas 2-1 y 2-2.

Tabla 9-1. Composición porcentual en peso (%p/p) de distintas variedades de Mantecados y Polvorones.

	Variedades de Mantecados								
	Canela	Casero	AOVE	Almendra	Coco	Cacao	Limón	Avellana	Polvorón
Ingredientes comunes									
Harina de trigo seca	55	50	50,3	47	49,47	50,47	55	51,47	40,5
Manteca de cerdo	20	20	0	20	20	20	20	20	20
Azúcar	22	22	22	22	22	22	22,95	22	22
Ingredientes complementarios									
Canela	1	1	1	1	0,5	0,5	0,05	0,5	0,7
Ajonjolí	0,97	1	0,7	0,5	0	0	0	0	0
Almendra	0	5	5	9	0	0	0	0	16
Avellana	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Coco	0	0	0	0	7	0	0	0	0
Cacao	0	0	0	0	0	6	0	0	0
AOVE	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Aceites esenciales	0,03	0	0	0	0,03	0,03	1	0,03	0,3
Humedad	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0,5

Con respecto a las variedades formuladas para atender necesidades nutricionales específicas, se han mantenido dichas proporciones, realizando únicamente la sustitución de aquellos componentes que no resultan aptos para dichas condiciones particulares. A excepción de los Mantecados y Polvorones sin azúcar, el 22% de azúcar que contienen se sustituye por un 15,40% de maltitol y un 6,60% en peso de Jarabe de maltitol. Esta proporción se justifica por el menor poder edulcorante del maltitol respecto a la sacarosa (aproximadamente 75%), lo que permite mantener un dulzor equilibrado sin exceder en cantidad. Además, el jarabe de maltitol contribuye a mejorar la textura y manejabilidad de la masa, garantizando propiedades sensoriales y funcionales similares al producto original[35].

En las figuras que se presentan a continuación se ilustra el balance de materia correspondiente a la producción global de cada una de las líneas analizadas. Para el cálculo de dicho balance global, se ha realizado una integración de datos basada en la suma individual de los obtenidos en los balances de materia de cada una de las variedades de Mantecados y Polvorones, tanto en su versión tradicional como en las formulaciones adaptadas a requerimientos nutricionales especiales. Este sumatorio ha sido normalizado en función del total de horas operativas registradas para cada variedad dentro de su respectiva línea de producción, permitiendo así obtener una tasa de producción ponderada general en kilogramos por hora.

En el Anexo, se detalla el balance de materia individual correspondiente a cada variedad específica de Mantecados y Polvorones, proporcionando un desglose exhaustivo de las entradas, salidas, y posibles mermas de materia prima involucradas en cada caso.

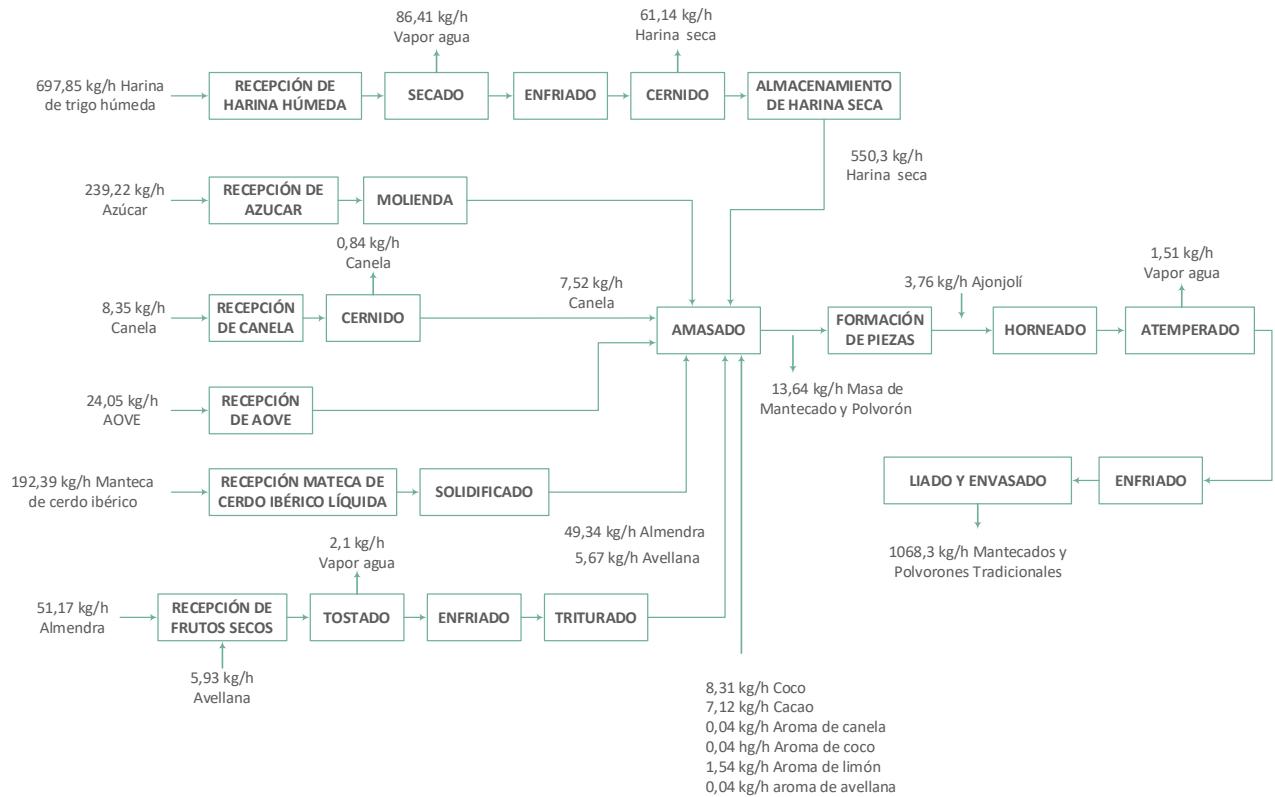


Figura 9-1.Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones tradicionales en la Línea 1.

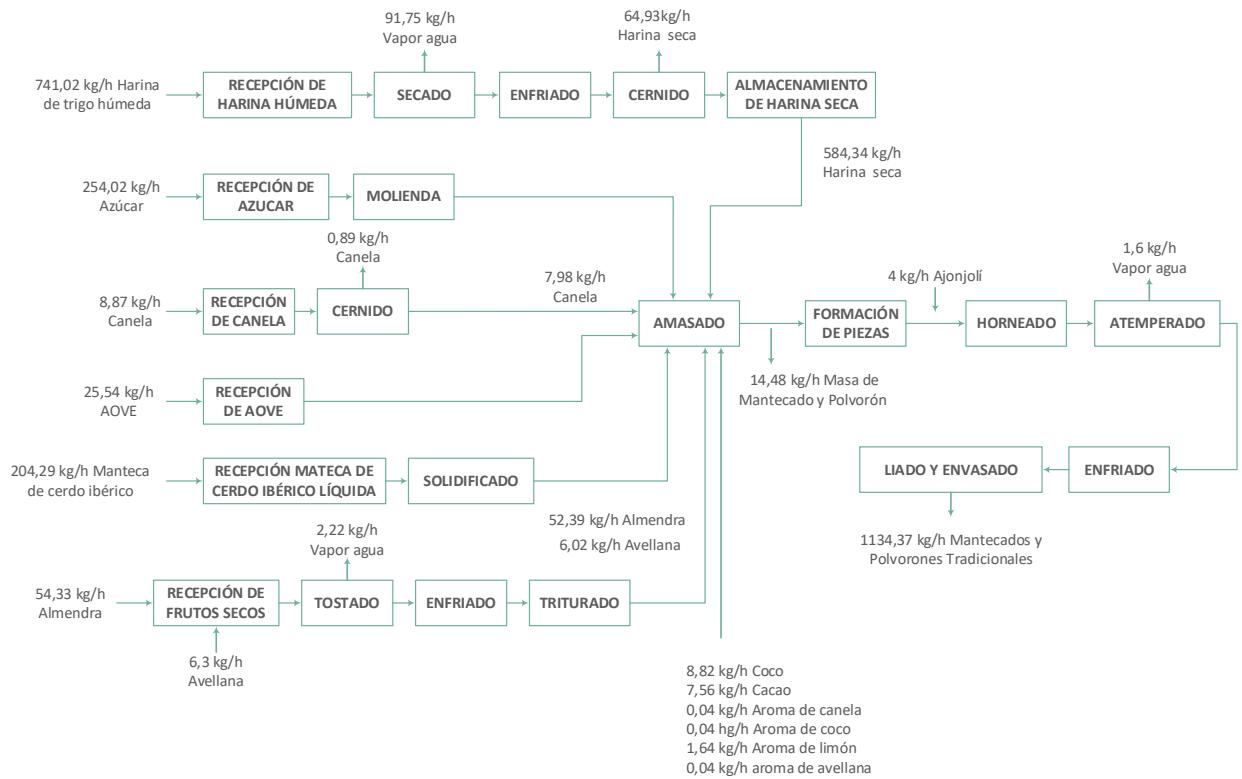


Figura 9-2. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones tradicionales en la Línea 2.

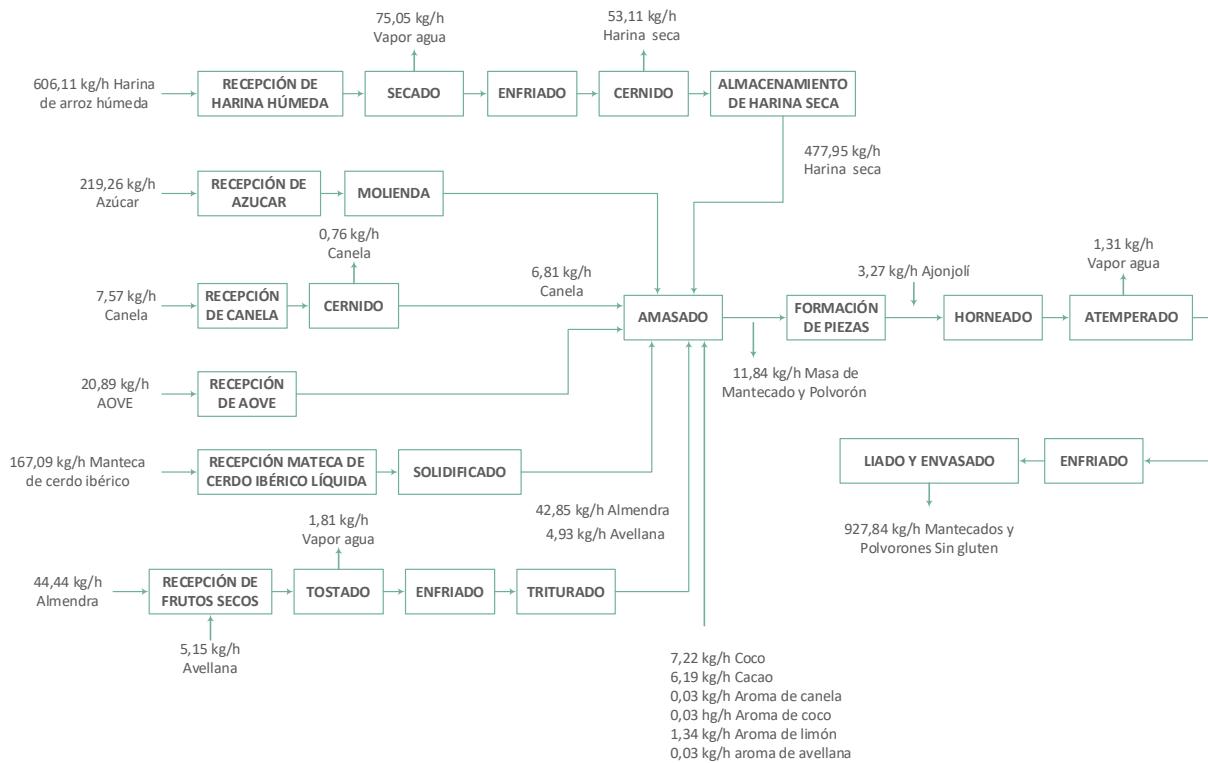


Figura 9-3. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones sin gluten en la Línea 2.

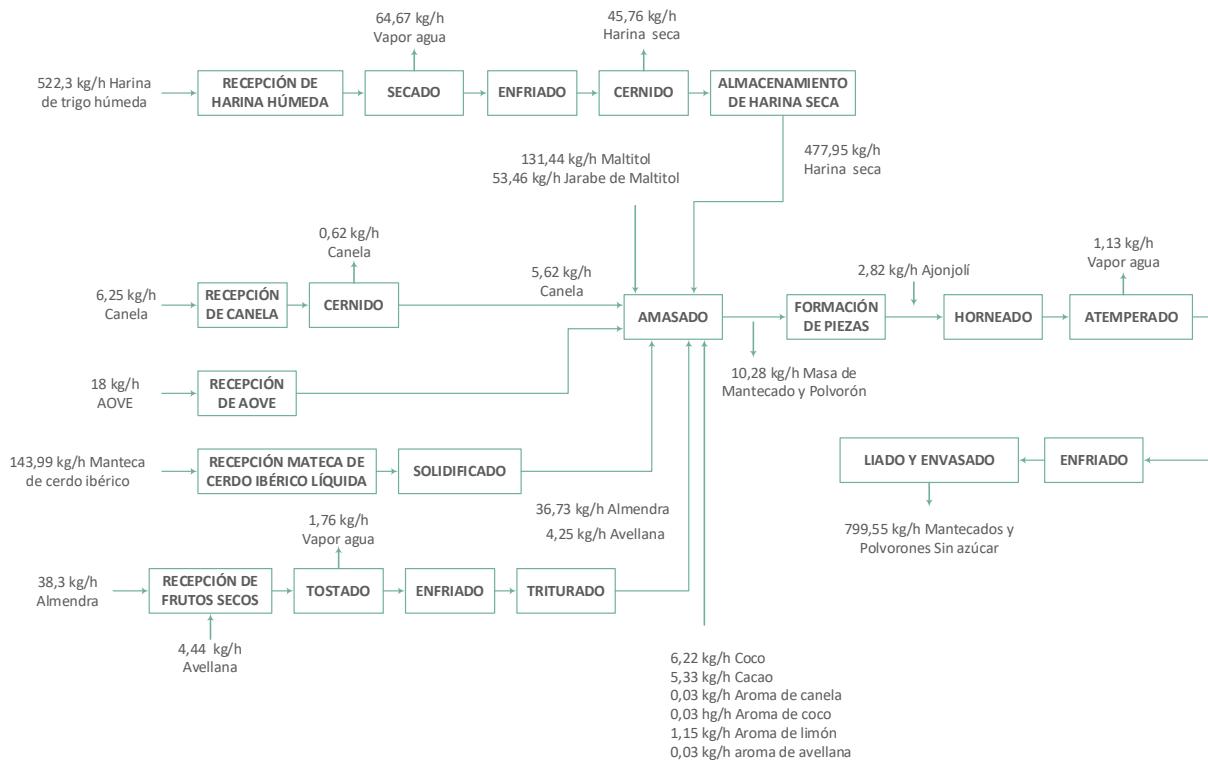


Figura 9-4. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones sin azúcar en la Línea 2.

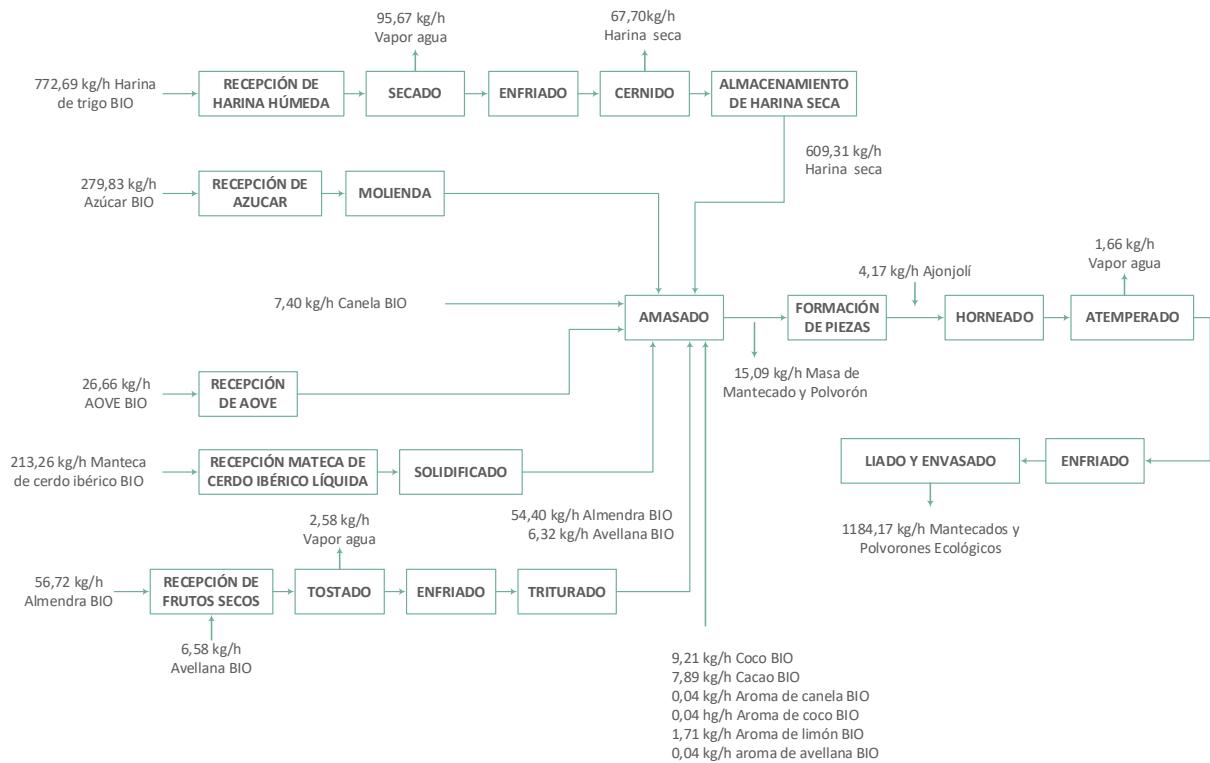


Figura 9-5. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones ecológicos en la Línea 2.

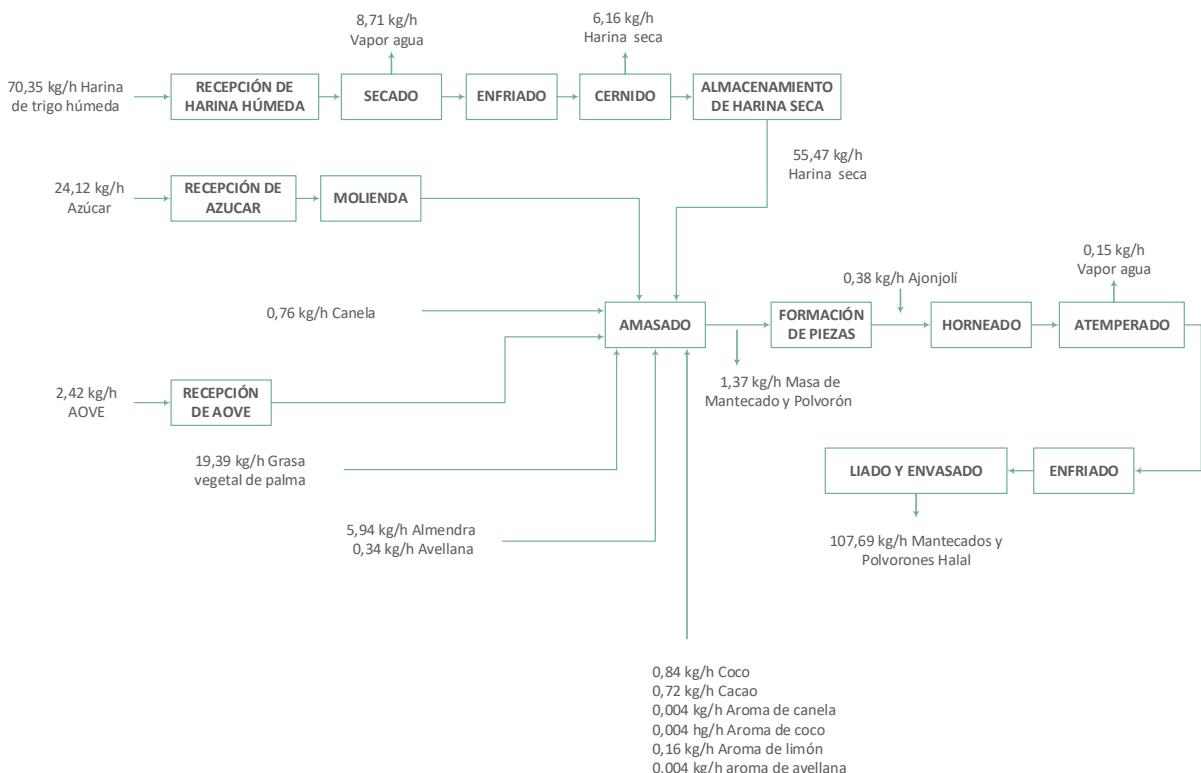


Figura 9-6. Balance de materia para la producción de Mantecados y Polvorones halal en la Línea 3.

9.2. Balance de Energía

En esta sección se presenta el balance de energía correspondiente a los equipos auxiliares de la planta, con el objetivo de determinar la potencia necesaria para satisfacer los requerimientos térmicos y mecánicos del proceso productivo. En particular, se calculará la demanda energética de los sistemas de intercambio de calor, como intercambiadores, hornos o cámaras de enfriamiento, así como de los equipos que suministran energía mecánica, tales como soplantes, bombas...

El análisis se enfoca en estimar la potencia térmica requerida para alcanzar y mantener las condiciones operativas de temperatura y movimiento establecidas en las distintas etapas del proceso, asegurando así la viabilidad técnica y la eficiencia energética del sistema. Asimismo, se procede al cálculo de los caudales máximos de las corrientes auxiliares implicadas en los procesos de intercambio de calor y suministro de energía mecánica, tales como fluidos térmicos, aire o agua de refrigeración.

En general, ley de conservación de la energía, según la primera ley de la termodinámica, indica que la cantidad total de energía es constante. Por tanto, el balance de energía, considerando idealidad de mezclado, despreciando el calor generado por fricción en los sistemas de impulsión y asumiendo un proceso en estado estacionario y sin reacción química, toma la forma:

$$\sum_{j=1}^{n_e} F_j \cdot \left(gz_j + \frac{v_j^2}{2} + u_j + P_j \cdot v_j \right) + Q + W = \sum_{k=1}^{n_s} F_k \cdot \left(gz_k + \frac{v_k^2}{2} + u_k + P_k \cdot v_k \right) \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

- gz_j o gz_k es la energía potencial específica de la corriente j o k para todos los números de corrientes de entrada n_e y salida n_s en kJ/kg, con g la aceleración gravitacional en m/s² y z_j o z_k la altura en metros a la que se encuentra el punto considerado en el sistema.
- $\frac{v_j^2}{2}$ o $\frac{v_k^2}{2}$ es la energía cinética específica de la corriente j o k para todos los números de corrientes de entrada n_e y salida n_s en kJ/kg, con v_j o v_k la velocidad del fluido en la corriente j o k en m/s.
- u_j o u_k es la energía interna específica de la corriente j o k para todos los números de corrientes de entrada n_e y salida n_s en kJ/kg.
- $P_j \cdot v_j$ o $P_k \cdot v_k$ es el trabajo de flujo específico de la corriente j o k para todos los números de corrientes de entrada n_e y salida n_s en kJ/kg, con P_j o P_k la presión de la corriente j o k en Pascales y v_j o v_k el volumen específico del fluido en m³/kg.
- Q es el calor cedido o aportado por el entorno a los diferentes equipos en kW.
- W es el trabajo realizado o aportado al sistema en kW.

En este caso se pueden despreciar las variaciones de energía cinética y energía potencial frente a los valores de energía interna y trabajo del flujo tratado. Además, el sumatorio de estas últimas energías definen la entalpía específica (h_j) en kJ/kg, quedando la ecuación anterior más simplificada.

$$h_j = u_j + P_j \cdot v_j \quad \text{Ecuación 12}$$

$$h_k = u_k + P_k \cdot v_k \quad \text{Ecuación 13}$$

$$\sum_{j=1}^{n_e} F_j \cdot h_j + W + Q = \sum_{k=1}^{n_s} F_k \cdot h_k \quad \text{Ecuación 14}$$

Desde un enfoque termodinámico, la variación de entalpía de una corriente o sistema se puede expresar mediante la relación diferencial general:

$$dh = c_p \cdot dT + \left(v - T \cdot \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \right) \cdot dP \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

- c_p es la capacidad calorífica específica a presión constante en kJ/kgK.

Sin embargo, bajo el supuesto de idealidad, tanto en el comportamiento o de las mezclas como en las condiciones de operación (donde las variaciones de presión son mínimas o despreciables), el segundo término relacionado

con la dependencia de la presión puede omitirse sin pérdida de precisión significativa. Esto es aplicable incluso si el proceso no ocurre estrictamente a presión constante. Por lo tanto, se simplifica la expresión de la variación de entalpía a:

$$dh = c_p \cdot dT \quad \text{Ecuación 16}$$

En nuestro caso, la entalpía específica de la mezcla para cada corriente es calculada de la siguiente forma donde w_{ij} es la fracción molar del componente i en la corriente j , c_{p_i} es la capacidad calorífica específica a presión constante del componente i en kJ/kgK, T_j es la temperatura de la corriente j en °C y, T_{ref} es la temperatura de referencia en °C.

$$h_j = \sum_{i=1}^{n_c} w_{ij} \cdot c_{p_i} \cdot (T_j - T_{ref}) \quad \text{Ecuación 17}$$

Por lo tanto, el balance se puede expresar como:

$$\sum_{j=1}^{n_e} F_j \cdot \sum_{i=1}^{n_c} w_{ij} \cdot c_{p_i} \cdot (T_j - T_{ref}) + W + Q = \sum_{k=1}^{n_s} F_k \cdot \sum_{i=1}^{n_c} w_{ik} \cdot c_{p_i} \cdot (T_k - T_{ref}) \quad \text{Ecuación 18}$$

Para la resolución del propio balance se considera la capacidad calorífica como un valor constante. Esta aproximación es adecuada dado que, dentro del rango de temperaturas operativas, los principales componentes de la mezcla no presentan cambios significativos en su capacidad calorífica, ni ocurren transiciones de fase relevantes. En la tabla siguiente se muestran los valores de capacidad calorífica empleados para cada componente.

Tabla 9-2. Valores de capacidad calorífica específica a presión constante para los componentes utilizados.

c_p (kJ/kg°C)	
Harina de trigo seca	1,3
Harina de arroz seca	1,4
Manteca de cerdo	2,1
Grasa vegetal de palma	2,1
Azúcar	1,6
Maltitol	1,45
Jarabe de Maltitol	3
Canela	1,5
Ajonjolí	1,8
Aroma de canela	3
AOVE	1,97
Almendra	2,1
Coco	2,6
Aroma de coco	3
Cacao	2
Aroma de cacao	3
Aroma de avellana	3
Avellana	2,1
Aroma de limón	3
Agua	4,18
Aire	1,005

La capacidad calorífica específica (c_p) de los ingredientes alimentarios depende directamente de su composición química, en particular del contenido de agua, carbohidratos, grasas, proteínas, fibra y ceniza. Su determinación puede realizarse mediante fórmulas empíricas que consideran la contribución térmica de cada componente. En concreto, Heldman y Singh (1981) [36] propusieron un modelo basado en la composición, donde el calor específico se calcula como la suma ponderada del calor específico de cada constituyente principal, según la siguiente fórmula se han estimado:

$$c_p \left(\frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right) = 1.424 \cdot x_c + 1.549 \cdot x_p + 1.675 \cdot x_g + 837 \cdot x_{cen} + 4184 \cdot x_w \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

- $x_c, x_p, x_g, x_{cen}, x_w$ son las fracciones másicas de carbohidratos, proteínas, grasas, cenizas y agua, respectivamente.

Conocidas las composiciones de cada ingrediente, se determinan sus respectivos valores de capacidad calorífica específica (Tabla 9-2) aplicando esta ecuación de forma directa. Para ingredientes líquidos como los aromas o jarabes, cuya composición detallada es muy variable, se ha considerado un valor aproximado de 3 kJ/(kg·°C). Esta estimación se justifica por la similitud con el calor específico del agua y de otras soluciones líquidas diluidas.

Tabla 9-3. Composición en % en peso de las materias primas utilizadas.

Ingrediente	Agua (%p/p)	Cenizas (%p/p)	Carbohidratos (%p/p)	Proteína (%p/p)	Grasas (%p/p)
Harina	1	2	81	11	2
Ajonjolí	7	2	23	18	52
Grasa	15	2	1	2	80
AOVE	12	0	0	0	88
Azúcar	6	0	94	0	0
Frutos secos	15	2	9	17	60
Maltitol	1	0	99	0	0
Coco	42	2	24	3	28
Canela	3	2	87	5	3
Cacao	13	2	18	15	52

A continuación, se presenta el balance de energía de forma individual para cada uno de los sistemas considerados en la planta. Sin embargo, es en el Anexo II donde se recopilan los resultados de este balance junto con el de materia para cada variedad específica de Mantecados y Polvorones, incluyendo todos los valores obtenidos a partir de los cálculos realizados.

9.2.1. Horno, Secadora de harina y Tostador de frutos secos

Se ha de calcular el caudal de gas natural y aire que se debe alimentar tanto en el horno como en la secadora de harina y tostadora de frutos secos, asumiendo que la combustión es completa, que el gas natural es 100% CH₄ y que existe un exceso de aire del 15%^[37].

A partir del poder calorífico inferior del metano (PCI) y la demanda energética del proceso (Q_{REF}), se calcula cuántos kilogramos por hora de combustible deben suministrarse.

$$\dot{m}_{CH_4} = \frac{Q_{REF} \cdot 3600 \cdot M_{CH_4}}{PCI} \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde:

- \dot{m}_{CH_4} es el caudal másico de metano requerido en kg/h.
- Q_{REF} es la potencia térmica de referencia necesaria para mantener las condiciones operativas del equipo en kW, cuyo valor se calcula a partir de la Ecuación 18. En estos casos, es fundamental considerar el calor latente de vaporización del agua ($\lambda_{(100^\circ C, 1 atm)} = 2257 \text{ kg/kJ}$) para calcular correctamente la energía requerida durante el cambio de fase de líquido a vapor si lo hubiera y, además, se toma $T_{ref} = T_{entrada}$.
- M_{CH_4} es la masa molar del metano cuyo valor es 0,01604 kg/mol.
- PCI es el poder calorífico inferior del metano expresado en kJ/mol, cuyo valor se calcula a partir de la Ecuación 20 conocidas las entalpías estándar de formación de cada compuesto (Tabla 9-4) y los

coeficientes estequiométricos de los reactivos y productos (v_i, v_j) según la reacción de combustión del gas dada:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$PCI = |\Delta H_{comb}^{\circ}| = |\sum_{i=1}^n v_i \cdot \Delta H_f^{\circ}(productos) - \sum_{j=1}^m v_j \cdot \Delta H_f^{\circ}(reactivos)| \quad \text{Ecuación 21}$$

Tabla 9-4. Valores de entalpía estándar de formación a 25 °C y 1 atm para las sustancias involucradas.

	ΔH_f° (kJ/mol)
CH ₄	-74,8
CO ₂	-393,5
H ₂ O (gas)	-241,8
O ₂	0

Por tanto, el valor del PCI del gas natural obtenido es 802,3 kJ/mol.

Para determinar el caudal mísico de aire seco requerido en la combustión completa del metano, se emplea una expresión basada en la estequiometría de la reacción, ajustada con un 15% de exceso de aire respecto al valor teórico.

$$\dot{m}_{aire} = \frac{\dot{m}_{CH_4} \cdot v_{O_2}}{M_{CH_4}} \cdot \frac{\alpha \cdot M_{aire}}{y_{O_2}} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde:

- \dot{m}_{aire} es el caudal mísico de metano requerido en kg/h.
- v_{O_2} representa los moles de oxígeno requeridos por mol de CH₄ en la combustión completa, siendo su valor 2.
- α es el factor de exceso de aire aplicado sobre la cantidad estequiométrica, con un valor de 1,15 (es decir, 15% de exceso).
- M_{aire} es la masa molar promedio del aire seco, cuyo valor es 0,02896 kg/mol.
- y_{O_2} es la fracción molar de oxígeno en el aire seco, con un valor de 0,21.

Por último, se calculan los caudales mísicos de los gases de combustión generados aplicando las siguientes expresiones. Estos incluyen tanto los productos de la reacción química (CO₂ y H₂O) como los componentes del aire que no reaccionan (N₂ y O₂ en exceso), en función del caudal mísico de combustible y de la estequiometría del proceso.

$$\dot{m}_{CO_2} = \frac{\dot{m}_{CH_4} \cdot v_{CO_2}}{M_{CH_4}} \cdot M_{CO_2} \quad \text{Ecuación 23}$$

$$\dot{m}_{H_2O} = \frac{\dot{m}_{CH_4} \cdot v_{H_2O}}{M_{CH_4}} \cdot M_{H_2O} \quad \text{Ecuación 24}$$

$$\dot{m}_{N_2} = \frac{\dot{m}_{aire} \cdot y_{N_2}}{M_{aire}} \cdot M_{N_2} \quad \text{Ecuación 25}$$

$$\dot{m}_{O_2} = \left(\frac{\dot{m}_{aire} \cdot y_{O_2}}{M_{aire}} - \frac{\dot{m}_{CH_4} \cdot v_{O_2}}{M_{CH_4}} \right) \cdot M_{O_2} \quad \text{Ecuación 26}$$

Donde:

- $\dot{m}_{CO_2}, \dot{m}_{H_2O}, \dot{m}_{N_2}$ y \dot{m}_{O_2} es el caudal mísico de los diferentes productos en kg/h.
- v_{CO_2} representa los moles de dióxido de carbono requeridos por mol de CH₄ en la combustión completa, siendo su valor 1.
- v_{H_2O} representa los moles de agua requeridos por mol de CH₄ en la combustión completa, siendo su

valor 2.

- M_{CO_2} es la masa molar promedio del dióxido de carbono, cuyo valor es 0,01604 kg/mol.
- M_{H_2O} es la masa molar promedio del agua, cuyo valor es 0,01802 kg/mol.
- M_{N_2} es la masa molar promedio del nitrógeno, cuyo valor es 0,02801 kg/mol.
- M_{O_2} es la masa molar promedio del oxígeno, cuyo valor es 0,032 kg/mol.
- y_{N_2} es la fracción molar de nitrógeno en el aire seco, con un valor de 0,79.

9.2.2. Equipos térmicos

El balance de energía en equipos térmicos, como la enfriadora de harina, el serpentín del tanque de manteca líquida, la solidificadora de manteca, el enfriador de frutos secos, las campanas extractoras, la mesa refrigerada y, los sistemas de refrigeración de las cámaras frigoríficas, se basa en un enfoque común de transferencia térmica, propio de los intercambiadores de calor.

En primer lugar, se calcula la potencia térmica requerida (Ecuación 18) para satisfacer las condiciones específicas de cada equipo, es decir, la energía necesaria para enfriar, calentar o mantener la temperatura del producto que circula en ellos. Tras ello, se emplea otro balance que relaciona la potencia térmica calculada con el flujo del fluido caloportador (\dot{m}_{fc}), generalmente agua o aire. Este balance se expresa mediante la fórmula general:

$$\dot{m}_{fc} = \frac{Q_{REF} \cdot 3600}{c_{p_{fc}} \cdot (T_{\text{entrada}} - T_{\text{salida}})} \quad \text{Ecuación 27}$$

El incremento de temperatura del fluido térmico (agua de refrigeración o calentamiento) se define en función de las condiciones operativas y los requerimientos térmicos específicos de cada equipo. Valores bajos de ΔT se utilizan cuando el proceso requiere un intercambio térmico controlado y estable, mientras que incrementos mayores se justifican en aplicaciones donde la prioridad es optimizar el caudal del fluido caloportador y reducir el consumo energético global del sistema.

En la camisa de enfriamiento, se adopta un incremento de 20 °C en el agua refrigerante, adecuado para procesos con transferencia de calor moderada y donde no existe riesgo de sobrecalentamiento local. Este valor permite una extracción de calor eficiente sin exigir caudales excesivos. De forma similar, el enfriador de frutos secos y el sistema de refrigeración de la primera cámara también utilizan un incremento de 20 °C en el aire, ya que este aumento es suficiente para enfriar sin dañar el producto ni requerir un flujo de aire excesivo, manteniendo la calidad y optimizando el consumo energético.

En el tanque de manteca de cerdo líquida con serpentín interno de agua caliente, destinado a mantener la temperatura interna del producto a 41 °C, se considera un salto térmico de 30 °C, ya que se trata de una operación estacionaria, sin grandes variaciones térmicas, en la que se busca minimizar el caudal de agua de calentamiento manteniendo la potencia térmica requerida.

En la doble camisa de la solidificadora, se establece un incremento de temperatura de 5 °C, dado que el proceso interno involucra un cambio de fase (de líquido a semisólido), y por tanto requiere una extracción térmica homogénea y progresiva. Esto evita gradientes térmicos que podrían generar defectos en la solidificación.

En la mesa refrigerada y en el sistema de refrigeración por aire de la segunda cámara, se selecciona un salto térmico de 10 °C, ya que es importante mantener temperaturas estables y controlar el enfriamiento del mantecado.

Y, en la campana extractora que se encuentra en la salida del horno se adopta un salto térmico elevado de 55 grados que permite una captación efectiva del calor sensible sin necesidad de caudales excesivos y sin que el aire alcance temperaturas críticas que comprometan los equipos de extracción.

Por último, la temperatura de entrada al sistema (T_{entrada}), tanto del aire como del agua utilizados, se escoge de forma que se genere un gradiente térmico adecuado entre dicho fluido portador de calor y el fluido de proceso. De esta forma se garantiza la transferencia de calor necesaria sin causar sobrecruzamientos de temperatura entre ambos fluidos. Además, se considera que un gradiente térmico elevado incrementa la velocidad de transferencia de calor, característico en los procesos de enfriamiento tras el horneado, mientras que un gradiente reducido facilita un control más preciso y es preferido en etapas donde se requiere evitar daños por cambios bruscos de

temperatura o garantizar la uniformidad del producto como ocurre en el proceso de solidificación de la manteca de cerdo ibérica.

9.3.2. Equipos auxiliares

En cuanto a los equipos auxiliares destaca el sistema de transporte neumático en fase diluida, también conocido como transporte en fase pobre, utilizado para la manipulación de sólidos a granel, en especial polvos y gránulos como harinas, azúcares y otros materiales de características similares.

El principio del transporte neumático en fase diluida se basa en movilizar el material mediante un flujo de aire que lo arrastra por una red de tuberías. En esta modalidad, la cantidad de aire es considerablemente mayor que la del producto a transportar, lo que da lugar a una fase diluida, en la que las partículas sólidas se mantienen suspendidas dentro del flujo de aire. Se han adoptado dos configuraciones complementarias de este sistema: transporte por soplantes (presión positiva) y transporte por bombas de vacío (presión negativa).

En el caso del transporte por soplantes, típicamente se trabajan presiones de hasta aproximadamente 2 atm, estas impulsan el aire a través de la línea, permitiendo el arrastre del producto desde silos o tolvas de almacenamiento hacia el punto de consumo. En concreto, se considera una presión de operación de 1,2 atm porque es una presión suficientemente alta para garantizar el transporte neumático estable de polvos como la harina, superando pérdidas de presión y evitando apelmazamientos, pero sin consumir energía excesiva ni dañar el material ni el equipo.

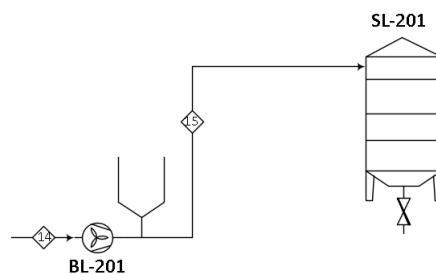


Figura 9-7. Disposición típica del sistema de transporte neumático por soplante.

En los sistemas de transporte neumático por vacío, el rango habitual de operación se sitúa en torno a una presión de 0,65 atm. Las bombas de vacío generan esta depresión que aspira el aire en la tubería, lo que permite arrastrar las partículas sólidas desde el punto de almacenamiento hasta el punto de consumo o procesamiento. Un aspecto crítico para el buen funcionamiento de la bomba es la instalación de un filtro a la entrada de la bomba. Este filtro evita que las partículas sólidas aspiradas con el aire entren al mecanismo interno, lo cual podría causar desgaste, daños mecánicos o fallo del equipo.

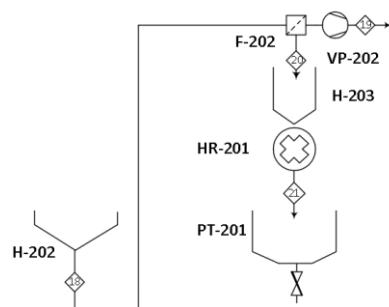


Figura 9-8. Disposición típica del sistema de transporte neumático por vacío.

Uno de los parámetros técnicos fundamentales para el diseño y dimensionamiento tanto de los equipos de impulsión (soplantes) como de los de extracción (bombas de vacío) es la relación sólido-aire, que en los sistemas de transporte neumático en fase diluida se sitúa habitualmente en torno a los 5 kg de producto por cada kg de aire. Este valor se ha escogido como referencia en nuestra planta para el cálculo del caudal de aire requerido en los distintos tramos del sistema, garantizando así un transporte continuo y estable del material [38].

Por otro lado, para el trasiego de AOVE y manteca de cerdo líquida, se emplean bombas de paletas debido a su

capacidad para manejar líquidos de viscosidad media con un flujo continuo y suave. Estas bombas permiten preservar las propiedades sin generar turbulencias. En el caso de la manteca de cerdo ibérica semisólida, que presenta una viscosidad mucho mayor, se utilizan bombas de pistón de flujo. Este tipo de bomba permite impulsar productos semisólidos con precisión y sin degradar su estructura. Son comunes en industrias alimentarias donde se requiere trasiego cuidadoso de grasas densas.

Cabe destacar que, en todos los casos analizados, el trasiego de líquidos, como agua, aceite y manteca líquida, se ha realizado a una presión constante de 3 atm y, el trasiego de la manteca de cerdo ibérica semisólida a 2 atm, suficiente para garantizar un flujo eficiente, seguro y controlado.

10 DISEÑO DE LOS EQUIPOS

En este apartado, se abordará el diseño de los equipos y sistemas de transporte necesarios dentro de la planta. Las hojas de especificaciones técnicas de los equipos seleccionados se encuentran recogidas en el Anexo IV.

10.1. Silos de almacenamiento

Se va a diseñar un conjunto de silos de base cuadrada destinados al almacenamiento de harina de trigo, considerando tanto su presentación seca como húmeda. El diseño toma como referencia la capacidad de almacenamiento por silo, con una densidad aparente promedio estimada en 600 kg/m^3 , valor representativo para harina en condiciones típicas de operación, considerando cierto grado de humedad. Con la masa (m) en kg y la densidad (ρ), se puede calcular el volumen (V) en m^3 que ocupará el material dentro del silo:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad \text{Ecuación 28}$$

Dado que el silo tendrá una base cuadrada, el volumen útil puede expresarse geométricamente como:

$$V = L^2 \cdot H \quad \text{Ecuación 29}$$

donde L es el lado de la base en m y H es la altura del silo. A partir del volumen calculado y una vez fijado el valor del lado de la base, se podrá despejar la altura necesaria para cumplir con el requerimiento de capacidad de almacenamiento.

10.2. Depósitos y tanques de almacenamiento

De igual forma que el caso anterior, se va a diseñar un conjunto de tanques de almacenamiento cilíndricos verticales destinados a contener manteca líquida y aceite de oliva, considerando sus condiciones normales de operación en estado fluido. El diseño se realiza en función de una capacidad de almacenamiento determinada por producto, con la masa total conocida o estimada y su densidad correspondiente. Conocido el volumen tras aplicar la Ecuación 27, se determina la altura de acuerdo con la siguiente relación:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H \quad \text{Ecuación 30}$$

Se podrá determinar la altura necesaria para contener el volumen deseado fijando un valor para el diámetro o el radio de la base del tanque. Este procedimiento aplica tanto para manteca líquida como para aceite de oliva, considerando que cada fluido tendrá una densidad específica. Típicamente se considera una densidad de aproximadamente 920 kg/m^3 para aceite de oliva y 880 kg/m^3 para manteca líquida.

Cabe destacar el diseño del serpentín interno del tanque de manteca líquida, para ello se utiliza el método F-DTLM, este plantea el calor que se transfiere entre los fluidos del sistema y del cuál se obtiene el área del intercambiador en cuestión. Este método se define de acuerdo con la siguiente expresión:

$$A_{ext} = \frac{Q}{U \cdot F \cdot DTLM} \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde:

- Q el calor que se transfiere entre los fluidos del sistema en kW
- U es el coeficiente global de transferencia de calor del intercambiador de calor en $\text{k W/m}^2\text{K}$.
- A_{ext} el área exterior del intercambiador en cuestión (serpentín) en m^2 .
- F es el factor de corrección adimensional con valor 1 debido a que el intercambiador opera en flujo contracorriente ideal.
- $DTLM$ es la diferencia de temperatura media logarítmica en K que se determina con las siguientes expresiones:

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} \quad \text{Ecuación 32}$$

$$\Delta T_1 = T_{\text{flujo caliente, entrada}} - T_{\text{flujo frío, salida}} \quad \text{Ecuación 33}$$

$$\Delta T_2 = T_{\text{flujo caliente, salida}} - T_{\text{flujo frío, entrada}} \quad \text{Ecuación 34}$$

Conociendo el área superficial requerida para la transferencia térmica, se puede determinar la longitud del tubo que conforma el serpentín, dado un diámetro específico (D) en metros. Para un tubo de $\frac{3}{4}''$ (diámetro aproximado de 19 mm), la longitud (L) en metros necesaria se calcula con la siguiente expresión:

$$L = \frac{A_{ext}}{\pi \cdot D} \quad \text{Ecuación 35}$$

La capacidad de almacenamiento de materias primas, tanto en los tanques como en los silos, se ha dimensionado para garantizar la continuidad operativa conforme a los requerimientos del proceso productivo. Para las dos primeras líneas de producción, el almacenamiento está diseñado para cubrir la demanda de 24 horas de operación continua. En el caso de la tercera línea, debido a su capacidad y características específicas, se ha previsto un volumen de almacenamiento que permite una autonomía operativa de hasta 3 días.

10.3. Secadora de harina

La secadora cilíndrica para harina con agitador se dimensiona conocido su volumen (Ecuación 27) y se asume que el tanque tiene una altura aproximada igual a su diámetro para facilitar la agitación y diseño compacto. El agitador ocupa un espacio interno, por lo que debe dejarse un espacio libre mínimo sobre el nivel del producto, generalmente un 10-15% extra de volumen para permitir una mezcla adecuada. Por tanto, se aplican las siguientes relaciones:

$$H = 2 \cdot R \quad \text{Ecuación 36}$$

$$V \cdot 1,15 = \pi \cdot R^2 \cdot H = \pi \cdot R^2 \cdot 2 \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot R^3 \quad \text{Ecuación 37}$$

$$R = \left(\frac{V}{2 \cdot \pi}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{Ecuación 38}$$

En cuanto al agitador, este debe garantizar la homogeneización del material sólido para una transferencia térmica eficiente, se asume que está montado en el eje vertical del depósito. Se utiliza un agitador de paletas con placas deflectoras característico de este sistema. El diseño considera una velocidad de rotación adecuada para evitar la degradación de la harina, mientras que la potencia del motor se calcula con la siguiente ecuación para vencer las resistencias propias del material y la fricción mecánica.

$$P (W) = N_p \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5 \quad \text{Ecuación 39}$$

Donde:

- P es la potencia requerida para el agitador en W
- N_p es el número adimensional de potencia (constante característica del tipo de agitador) cuyo valor es escogido de la Tabla 1 del Anexo III (Nº 10).
- n es la velocidad de rotación del agitador en rev/s.
- D es el diámetro del agitador en m.

10.4. Cernedor de harina y canela

Para dimensionar el cernedor de harina, es necesario calcular el área de tamizado requerida que permita procesar la cantidad deseada de material con el rendimiento esperado. Este cálculo considera factores relacionados con el tamaño del tamiz, las características del material y las condiciones de operación, y a partir del área obtenida se determinan las dimensiones físicas del cernedor, como el diámetro y la longitud del tambor cilíndrico.

Para calcular el área de tamizado necesaria, se utiliza la fórmula empírica cuyos parámetros se determinan mediante diferentes tablas recogidas en el Anexo III:

$$A = \frac{\dot{m}}{C \cdot M \cdot K \cdot H \cdot D \cdot S \cdot P}$$

Ecuación 40

Donde:

- \dot{m} es la corriente de alimentación al tamiz en t/h.
- C es el factor de capacidad base (ver tabla nº 1) en t/hm².
- M es el factor de sobre amanío (ver tabla nº 2; material superior a la luz de malla)
- K es el factor de subtamaño (ver tabla nº 3; material inferior a la mitad de la luz de malla).
- H es factor de humedad (ver tabla nº 4).
- D es el factor de densidad (ver tabla nº 5)
- S es el factor de superficie (ver tabla nº 6) que se determina a través de la siguiente ecuación conocida la abertura en pulgadas (D) y el diámetro del hilo (l) en pulgadas (Tabla AnxIII-3):

$$\% \text{ sup} = \frac{D^2}{(l+D)^2} \cdot 100$$

Ecuación 41

- P es el factor de piso, que según la tabla nº 7 como solo hay un único tamiz P = 1.

Para determinar las dimensiones físicas del cernedor, una vez obtenida el área de tamizado necesaria (A) en m², se considera que el cernedor tiene forma cilíndrica, por lo que el área de tamizado corresponde a la superficie lateral del cilindro perforada con la malla. La superficie lateral (A) de un cilindro se calcula con la fórmula:

$$A = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot H$$

Ecuación 42

Donde R es el radio en metros y H la longitud del tambor en m. Conocida el A y seleccionado el diámetro D característico, la longitud se calcula despejando H. Se debe considerar que el área efectiva de cribado es el 50% del tambor rotativo.

10.5. Triturador de azúcar y frutos secos

En procesos de reducción de tamaño, es necesario estimar la potencia requerida por los equipos de comminución, como molinos de martillos o de rodillos. Este cálculo se basa en el modelo energético propuesto por Bond, el cual se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{0,1 \cdot \dot{m} \cdot w_i \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{D_{80,salida}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{80,entrada}}} \right)}$$

Ecuación 43

Donde:

- P es la potencia necesaria en kW.
- \dot{m} es el caudal másico del material procesado en t/h.
- w_i es el índice de trabajo de Bond en kWh/t.
- $D_{80,salida}$ es el tamaño de partícula correspondiente al 80% pasante de la alimentación en mm.
- $D_{80,entrada}$ es el tamaño de partícula correspondiente al 80% pasante del producto en mm.

Para el cálculo del índice de trabajo de Bond (w_i) y los tamaños (D_{80}) en el proceso de molienda, se seleccionó un valor de 15 kWh/t para el azúcar, considerando su naturaleza relativamente blanda y baja resistencia a la molienda, acorde con materiales orgánicos de fácil fragmentación. Los tamaños de partícula (D_{80}) se establecieron en 1 mm para la alimentación y 0.1 mm para el producto, representando una reducción de tamaño típica de cristalización a polvo fino. Para la almendra, se asignó un $w_i = 25$ kWh/t valor estimado para materiales fibrosos y más duros que requieren mayor energía para la reducción, y se definieron tamaños D_{80} de 5 mm para la alimentación y 0.5 mm para el producto, reflejando una molienda significativa de trozos grandes a partículas finas, consistente con procesos industriales de reducción de tamaño para frutos secos.

10.6. Solidificadora de manteca

La solidificadora de manteca, equipada con camisa de enfriamiento y agitador, se dimensiona de igual forma que la secadora. El diseño parte del volumen total de manteca líquida que se desea procesar, al cual se le adiciona un margen de seguridad del 10 al 15 % para permitir una mezcla eficiente sin riesgos de derrame o desbordamiento. Se adopta una geometría cilíndrica vertical, en la que la altura del tanque es igual al doble del radio, una relación que facilita la fabricación mejora la eficiencia de agitación y permite un diseño compacto.

En cuanto al sistema de agitación, se selecciona un agitador de paletas con placas deflectoras, montado en un eje vertical. Este tipo de agitador es adecuado para productos viscosos como la manteca en proceso de solidificación, ya que asegura una mezcla uniforme sin dañar la estructura del producto. La potencia del motor que acciona el agitador se calcula mediante la Ecuación 38.

Por último, el enfriamiento del sistema se realiza mediante una doble camisa externa por donde circula un fluido refrigerante, en régimen de contracorriente respecto al flujo térmico de la manteca. Para dimensionar el área de esta superficie de intercambio térmico, se aplica el método F-DTLM (Ecuación 30).

Conociendo el área de transferencia que se corresponde con el área lateral externa de la camisa, y la altura del tanque, se puede determinar el diámetro externo del cilindro que conforma la camisa con la siguiente expresión:

$$D_{ext} = \frac{A_{ext}}{\pi \cdot H} \quad \text{Ecuación 44}$$

Una vez que se calcula el diámetro externo, si se conoce el diámetro interno (D) del tanque, el espesor (e) de la camisa se obtiene restando:

$$e = \frac{D_{ext} - D}{2} \quad \text{Ecuación 45}$$

10.7. Tostador de frutos secos

En el diseño de un tostador rotativo para frutos secos, es fundamental determinar el volumen mínimo del tambor esférico que garantice el tiempo de residencia requerido para un tostado homogéneo. Con la masa (m) en kg y la densidad (ρ), se puede calcular el volumen (V) en m^3 que ocupará el material dentro del tambor esférico (Ecuación 27). Para esta forma geométrica el volumen está dado por la siguiente expresión que nos permite calcular un radio aproximado de la cámara de tostado del equipo.

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \quad \text{Ecuación 46}$$

10.8. Línea de producción de mantecados

El diseño y dimensionamiento de la línea de producción de Mantecados y Polvorones deben considerar la sincronización entre el horno, la cortadora-formadora y la capacidad de la amasadora para garantizar una producción eficiente y continua. El horno es el equipo que determina la velocidad lineal de la cinta transportadora para asegurar un tiempo de horneado adecuado.

Para la selección de la amasadora, se considera una capacidad nominal en kilogramos, en función del producto que requiere una mayor producción. Dado que no se dispone del dato exacto de la densidad de la masa, se incluyen las dimensiones típicas de la cuba (ancho y largo) con el objetivo de orientar sobre el tamaño del equipo.

Por otro lado, se parte de la premisa de que la cortadora-formadora debe producir 12 piezas en una fila para optimizar la disposición en bandejas y la velocidad de producción. Cada mantecado tiene un diámetro de 40 mm, y se debe dejar un espacio de separación de 10 mm entre piezas para evitar que se peguen. Por lo tanto, el espacio total ocupado por cada mantecado en la fila es de 50 mm. Si la fila contiene 12 piezas, el ancho mínimo necesario para cada fila es de 600 mm. Por lo tanto, la línea de producción de Mantecados y Polvorones debe estar diseñada para operar con un ancho útil de corte de al menos 600 mm.

10.8.1. Horno

Para determinar la longitud del horno (L_{HORNO}) en m se utiliza una relación que considera la cantidad total de piezas a procesar, el tamaño individual de cada mantecado y el ancho disponible del horno.

$$L_{HORNO} = \frac{\dot{m}/60 \cdot t_{cocción}}{m_{ud.}} \cdot \frac{1}{n_{piezas\ fila}} \cdot L_{ud.} \cdot 10^{-3} \quad \text{Ecuación 47}$$

Donde:

- \dot{m} es el caudal de dulce que se ha de procesar en kg/h.
- $t_{cocción}$ es el tiempo de cocción en min.
- $m_{ud.}$ es la masa de una unidad de pieza en kg.
- $n_{piezas\ fila}$ es el numero de piezas por fila, cuyo valor ya ha sido calculado.
- $L_{ud.}$ es el tamaño de cada unidad de Mantecado y Polvorón en la fila teniendo en cuenta el espacio entre piezas en mm.

Con ello, podemos determinar la velocidad de avance de las piezas en el horno en m/min, que, en consecuencia, definirá la velocidad de corte y enfriamiento de las mismas.

$$v_{avance} = \frac{L_{hornero}}{t_{cocción}} \quad \text{Ecuación 48}$$

10.8.1. Formadora-cortadora

Dado que la cortadora se encuentra acoplada al sistema de avance de la banda transportadora, esta opera a la misma velocidad lineal que el movimiento de las filas de mantecados dentro del horno. Por lo tanto, la velocidad de corte es equivalente a la velocidad de avance del producto.

Conocida esta velocidad y el avance de las piezas (paso), se procede a calcular la cantidad de cortes por minuto que debe realizar la cortadora, mediante la relación entre la velocidad de avance y el paso entre unidades. Este valor representa la frecuencia de corte necesaria para mantener el ritmo de producción continuo en línea con el desplazamiento del horno.

$$v_{corte} \left(\frac{\text{piezas}}{\text{min}} \right) = \frac{v}{L_{ud.}} \quad \text{Ecuación 49}$$

10.8.2. Atemperado

Para el proceso de atemperado, que requiere un tiempo de permanencia de 5 minutos, se mantiene la misma velocidad de avance que la del horno para garantizar un flujo continuo y evitar acumulaciones o interrupciones en la producción. Respetando esta velocidad, se calcula la longitud necesaria de la cinta de enfriamiento utilizando la Ecuación 47, que relaciona la velocidad de la banda con el tiempo de permanencia y la longitud requerida. De esta manera, se asegura que los mantecados permanezcan el tiempo adecuado en la zona de enfriamiento para alcanzar la temperatura deseada sin afectar el ritmo del proceso productivo.

10.8.3. Línea de enfriamiento

Para diseñar la línea de enfriamiento circular se requiere determinar la longitud de cinta necesaria para asegurar un tiempo de permanencia de 120 minutos, así como las dimensiones físicas que ocupará la cinta en forma de espiral.

La longitud total de la cinta se calcula a partir de la velocidad de avance y el tiempo de enfriamiento requerido mediante la Ecuación 47.

En el diseño considerado, se utilizan dos cintas circulares en paralelo para optimizar el espacio y la eficiencia del enfriamiento. Por tanto, la longitud total se divide en partes iguales para cada cinta:

$$L_c = \frac{L}{2} \quad \text{Ecuación 50}$$

Donde:

- L_c es la longitud de cinta por cada una de las dos cintas circulares (m).

Dado que cada cinta es circular y forma un espiral con múltiples vueltas, la longitud de cinta se relaciona con el perímetro de cada vuelta y el número de vueltas (N):

$$L_c = N \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_{int} \quad \text{Ecuación 51}$$

Dado que la torre tiene geometría cilíndrica hueca, el radio externo se calcula sumando al radio interno el ancho de la cinta transportadora. Además, una vez definido el número de vueltas, y conociendo la distancia vertical entre niveles, se obtiene la altura total de la torre.

10.9. Cintas Transportadoras

Para el diseño de las cintas transportadoras, se procederá al cálculo de la potencia requerida a partir de la siguiente relación y de las tablas contenidas en el Anexo III.

$$P = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4) \cdot (1 + \beta) \cdot (1 + K_1) \quad \text{Ecuación 52}$$

Donde:

- W_1 es la potencia neta en CV necesaria para el movimiento de la banca en vacío horizontal para cada 30 metros por minuto de velocidad (Tabla 1.6).
- W_2 es la potencia neta en CV necesaria para el transporte horizontal de la carga (Tabla 1.7).
- W_3 es la potencia neta en CV necesaria para la elevación del material (Tabla 1.9).
- W_4 es la potencia neta en CV a añadir por cada tripper de descarga (Tabla 1.9).
- β es el factor de tensión en las poleas finales y del tensor (Tabla 1.10).
- K_1 es un coeficiente cuyo valor depende del arco de contacto de la cinta (Tabla 1.11).

Dado que las cintas transportadoras son horizontales, se considera un ángulo de contacto de 180° entre la banda y la polea motriz. No se emplean tripper de descarga y se opta por el uso de tensores de contrapeso, poleas recubiertas y cojinetes finales de bolas. Estas decisiones permiten mejorar la adherencia, mantener la tensión adecuada en la banda y reducir las pérdidas por fricción, con el objetivo de minimizar la potencia requerida para el accionamiento del sistema.

Para el diseño de las cintas transportadoras CB-301 a CB-305, la velocidad y la anchura de banda quedan definidas por los requerimientos del proceso productivo; sin embargo, la longitud de cada cinta depende de criterios específicos de implantación y distribución de equipos en planta, por lo que se considera variable y, en esta etapa, queda sin especificar.

10.10. Tornillos sin fin

Para diseñar un tornillo sin fin es fundamental primero consultar dos tablas del Anexo III: una para determinar el diámetro adecuado del tornillo en función de la capacidad y características de transporte (Tabla 16-20), y otra para clasificar el tipo de material que se va a manejar (Tabla 16-6), ya que esto afecta la selección del paso y la geometría del tornillo.

También, se procede a calcular la potencia requerida utilizando la siguiente ecuación que depende fundamentalmente del factor del material transportado.

$$P(CV) = \frac{Q \cdot \rho_B \cdot L \cdot F}{270 \cdot \eta} + \frac{Q \cdot \rho_B \cdot H}{270} \quad \text{Ecuación 53}$$

Donde:

- Q es el caudal volumétrico de sólido en m³/h.
- ρ_B la densidad aparente del sólido en t/m³.
- L es la longitud del tornillo en m.

- H es el desnivel o altura del tornillo en m (Tabla 1.15).
- F es el factor utilizado para el material (Tabla 16-6).
- η es el rendimiento mecánico del tornillo, cuyo valor es 0,9 en este caso.

Para el diseño del tornillo sin fin que alimenta la amasadora, se tomará como referencia la manteca de cerdo, ya que pertenece a una clase de materiales con un factor de material mayor y, por lo tanto, representa la condición más exigente en cuanto a resistencia y capacidad de transporte.

10.11. Tolvas

Todas las tolvas de la planta, a excepción de aquellas destinadas a alimentar las amasadoras (H-301), estarán diseñadas con una geometría superior de tipo prismático (cuadrada o rectangular) y una parte inferior en forma de pirámide invertida, lo que permitirá una descarga eficiente del producto por gravedad.

Para la tolva equipada con sistema de pesaje (H-301), se seleccionará una configuración cilíndrica con fondo cónico, ya que esta geometría asegura una dosificación más precisa y un flujo continuo del material hacia la célula de carga.

La capacidad de almacenamiento de las tolvas variará en un rango estimado de 30 kg a 760 kg, dependiendo de los requerimientos específicos del proceso al que se encuentren integradas.

10.12. Elevadores de cangilones

Para el diseño de los elevadores de cangilones se procederá al cálculo de la potencia requerida a partir de la siguiente relación y de las tablas contenidas en el Anexo III.

$$P(CV) = \frac{Q \cdot H}{125} \quad \text{Ecuación 54}$$

Donde:

- Q es el caudal máscico de sólido en t/h.
- H es la altura del elevador de cangilones en m.

Sin embargo, se pueden especificar los datos relativos a elevadores comerciales consideradas las características del material (Tabla 1.12/1.13/1.14). En este caso, los frutos secos tienen baja granulometría (<50 mm), acusada abrasividad e interesa conservar su granulometría.

10.13. Transporte neumático

Los parámetros de diseño de los transportadores neumáticos para el manejo de sólidos a granel se determinan a raíz de unos nomogramas para el diseño preliminar de los mismos. Estos nos permiten calcular la potencia requerida tanto por las soplantes como por las bombas de vacío conociendo el volumen de aire impulsado y la pérdida de carga en el sistema.

Para las capacidades que se pretenden transportar en los diferentes sistemas, el aire a impulsar variará en un rango estimado de 2 a 56 m³/min. Además, se considera la mínima pérdida de carga en el sistema con la finalidad de obtener la mínima potencia de impulsión de aire de transporte.

10.14. Bombas y ventiladores

Para el diseño de las bombas, se procederá al cálculo de la potencia requerida tal y como indica la siguiente expresión.

$$P = \frac{\dot{m} \cdot g \cdot H_b}{\eta} \quad \text{Ecuación 55}$$

Donde:

- P es la potencia eléctrica real suministrada al motor de la bomba en W.
- \dot{m} es el caudal que impulsa la bomba en kg/s.
- g es la gravedad en m/s².
- H_b es la altura aportada por la bomba en m.
- η es el rendimiento cuyo valor estimado es de un 80%.

Por último, para el diseño de los ventiladores, se procederá al cálculo de la potencia requerida tal y como indica la siguiente expresión.

$$P = \frac{Q \cdot \Delta P}{\eta} \quad \text{Ecuación 56}$$

Donde:

- P es la potencia eléctrica real suministrada al motor del ventilador en W.
- Q es el caudal de aire que impulsa el ventilador en m³/s.
- η es el rendimiento cuyo valor estimado es de un 60%.
- ΔP es la presión total vencida por el ventilador en Pa.

11 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

En este apartado se presenta la estimación económica global del proyecto. Para ello, se calcula el Coste Total de la Planta, compuesto por el Coste Total de Inversión (CTI) y el Coste Total de Producción (CTP).

La estimación del CTI se realiza aplicando el método de Chilton, ampliamente utilizado en ingeniería de procesos, el cual permite descomponer los costes en componentes directos e indirectos a partir del valor de los equipos principales y una serie de factores multiplicativos que representan tuberías, instrumentación, edificaciones, servicios auxiliares, ingeniería, construcción, contingencias y otros. Por su parte, el CTP incluye los gastos anuales asociados a la operación de la planta, considerando materias primas, energía, mano de obra, mantenimiento, servicios auxiliares y costes generales.

A través de esta metodología, se puede cuantificar los recursos económicos necesarios para llevar a cabo la construcción, puesta en marcha y operación anual de la planta, sirviendo como base para evaluar su viabilidad técnica y económica.

11.1. Estimación de costes de equipos, materias primas y servicios auxiliares

11.1.1 Costes Equipos Principales de la Planta

Tabla 11-1. Unidades de equipo de proceso por línea y sus costes unitarios en €.

EQUIPOS	Ud.				COSTE (€/ud.)
	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	TOTAL	
Silos de Almacenamiento	2	2	2	6	50.000
Tanques de almacenamiento	2	2	2	6	10.000
Secadora	1	1	1	3	100.000
Cernedores	2	2	1	5	20.000
Trituradoras	2	2	1	5	30.000
Solidificadoras	1		0	1	40.000
Tostadora	1	1	0	2	50.000
Amasadora	1	1	1	3	40.000
Horno	1	1	1	3	150.000
Línea de enfriamiento	1	1	1	3	100.000
Tolvas	13	13	7	33	50.00
Cintas Transportadoras	12	12	9	33	20.000
Bombas de trasiego	3	1	1	5	5.000
Soplantes	6	6	4	16	10.000
Bombas de vacío	4	4	3	11	15.000
Tornillos sin fin	2	2	2	6	10.000
Envolvedoras	2	2	2	6	30.000

11.1.2 Costes servicios auxiliares

Tabla 11-2. Coste y energía total aportada por cada ítem en la planta.

Ítems	Coste (€/kWh)	Q (kWh)
Gas Natural	0,035	993.733
Agua de Refrigeración	0,026	190.780

11.1.3 Costes materias primas

Tabla 11-3. Costes de materias primas por kg consumido.

Materias Primas	Cantidad consumida total (Kg/campaña)	Coste (€/kg)
Harina de trigo seca	3.655.182	0,4
Harina de arroz seca	29.093	1,5
Manteca de cerdo	967.759	1,5
Grasa vegetal de palma	47.942	1
Azúcar	1.259.567	0,75
Maltitol	3.154	3,5
Jarabe de Maltitol	1.283	5
Canela	45.492	18
Ajonjolí	19.865	3
Aroma de canela	188	20
AOVE	126.963	3,35
Almendra	271.947	6
Coco	43.867	3
Aroma de coco	408	20
Cacao	37.600	8
Aroma de cacao	188	20
Aroma de avellana	188	20
Avellana	31.333	6
Aroma de limón	8.147	14

11.2. Coste total de inversión de la planta

En la siguiente tabla se presentan los distintos tipos de coste considerados en la estimación del Coste Total de Inversión (CTI) mediante la aplicación del método de Chilton.

Cada categoría de coste se calcula a partir de expresiones que integran factores multiplicativos, cuyo valor es escogido considerando un escenario económico conservador que refleja el coste más desfavorable y, además, se han hecho las siguientes suposiciones: La planta está completamente automatizada; los edificios y preparación del terreno se encuentran en una zona interna; los auxiliares se localizan en una pequeña ampliación de la planta; las líneas exteriores se consideran una unidad integrada; la ingeniería y construcción son de complejidad simple; las contingencias y el beneficio del contratista se corresponden con el diseño de un proceso sujeto a cambios y; el factor de escala es grande.

A continuación, se expone el valor de dichos coeficientes finalmente escogidos de la tabla 8 del Anexo III) y el cálculo detallado del coste total de inversión.

Tabla 11-4. Cálculo del Coste Total de Inversión.

Tipo de coste	Expresión	f_i	$C_i (\text{€})$
Equipos principales	$C_1 = \sum C_{T,equipo}$	1	3.335.000
Equipos instalados	$C_2 = f_2 \cdot C_1$	2,20	7.337.000
Tuberías	$C_3 = f_3 \cdot C_2$	0,10	733.700
Instrumentación	$C_4 = f_4 \cdot C_2$	0,15	1.100.550
Edificios y terreno	$C_5 = f_5 \cdot C_2$	1,00	7.337.000
Auxiliares	$C_6 = f_6 \cdot C_2$	0,05	366.850
Líneas exteriores	$C_7 = f_7 \cdot C_2$	0,05	366.850
Coste Directo Total	$C_8 = \sum_{i=2}^7 C_i$	-	20.576.950
Ingeniería y construcción	$C_9 = f_9 \cdot C_8$	0,35	7.201.933
Contingencia y contratista	$C_{10} = f_{10} \cdot C_8$	0,30	6.173.085
Tamaño	$C_{11} = f_{11} \cdot C_8$	0,05	1.028.848
Coste Indirecto Total	$C_{12} = \sum_{i=9}^{11} C_i$	-	14.403.865
CTI	$CTI = C_8 + C_{12}$	-	34.980.815

11.3. Coste total de producción de la planta

En la siguiente tabla se presentan los distintos tipos de coste considerados en la estimación del Coste Total de Producción (DPC) de la planta química. De igual forma que en el CTI anterior, cada categoría de coste se calcula a partir de expresiones que integran factores multiplicativos, cuyo valor escogido considerara un escenario económico conservador que refleje el coste más desfavorable (Tabla 9 del Anexo III).

Además, el coste de mano de obra directa (MOD) se ha estimado a partir de la siguiente ecuación que tiene en cuenta la cantidad de operarios necesarios en cada equipo ($No_{p,i} \cdot Eq_i$) que están definidos por la Tabla 10 del Anexo III, el factor de capacidad (FC) cuyo valor es 85% y, el salario estimado del operario en €/h cuyo valor actualizado es 8,79 €/h.

Además, dado que la planta opera en régimen continuo únicamente durante 119 días al año, lo que equivale a 2.856 horas anuales (119 días × 24 h/día), esta duración de operación ha sido incorporada en la estimación.

La cobertura de turnos se ha considerado mediante un factor multiplicativo de 4, ya que se requieren al menos cuatro operarios por puesto para garantizar la operación ininterrumpida a lo largo del día.

$$M.O.D. = \Sigma (No_{p,i} \cdot Eq_i) \cdot Sal \cdot FC \cdot 2.856 \cdot 4 \quad \text{Ecuación 57}$$

Tabla 11-5. Cálculo del Coste Total de Producción.

Costes	Expresión	f_i	C_i (€/campaña)
Materias primas	-	-	7.656.772
Electricidad, agua de enfriamiento	-	-	39.741
Mantenimiento	$C_3 = f_3 \cdot CTI$	0,10	3.498.082
Materiales auxiliares	$C_4 = f_4 \cdot C_3$	1	3.498.082
Empaque y envío	Despreciable	-	
Mano de obra directa (MOD)	-	-	3.213.343
Costes de laboratorio	$C_7 = f_7 \cdot C_6$	0,2	642.669
Supervisión	$C_8 = f_8 \cdot C_6$	0,2	642.669
Dirección en planta	$C_9 = f_9 \cdot C_6$	0,5	1.606.671
Cargas de capital	$C_{10} = f_{10} \cdot CTI$	0,15	5.247.122
Seguros	$C_{11} = f_{11} \cdot CTI$	0,01	349.808
Impuestos locales	$C_{12} = f_{12} \cdot CTI$	0,02	699.616
Royalties	$C_{13} = f_{13} \cdot CTI$	0,01	349.808
Coste de producción directo (DPC)	$C_{14} = \sum_{i=1}^{13} C_i$	-	27.444.382
Generales	$C_{15} = f_{15} \cdot C_4$	0,6	2.098.849
Gastos de administración	$C_{16} = f_{16} \cdot CTI$	0,02	699.616
Impuestos	$C_{17} = f_{17} \cdot CTI$	0,01	349.808
Seguros	$C_{18} = f_{18} \cdot CTI$	0,01	349.808
Recuperación capital	$C_{19} = f_{19} \cdot CTI$	0,01098	384.089
Coste de producción indirecto (CPI)	$C_{20} = \sum_{i=15}^{19} C_i$	-	3.882.171
Coste Total de producción (CTP)	$CTP = DPC + CPI$	-	31.326.552

En definitiva, se estima un coste de inversión de 35 millones de euros, junto con un coste de operación de aproximadamente 31,3 millones de euros por campaña.

11.4. Índices de rentabilidad

Para analizar la viabilidad económica del proyecto, se deben determinar tres indicadores clave: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación de la Inversión (PB). Para poder calcularlos, es indispensable conocer los flujos de caja anuales del proyecto.

11.4.1. Estimación de Flujos de Caja

Los costes de inversión y de operación se han estimado previamente aplicando el método de Chilton. En cuanto a los ingresos por ventas, estos se han determinado teniendo en cuenta la producción dada durante la campaña y, además, se establece un precio de venta de 8,5 €/kg. Por otro lado, la amortización de los equipos, que representa la depreciación anual del capital invertido en bienes materiales, se ha calculado considerando un periodo lineal de amortización de 10 años. Esta depreciación se incorpora como un coste contable anual que refleja la pérdida de valor de los activos fijos.

Con estos datos, se procede al cálculo del beneficio antes de impuestos (BAI) mediante la siguiente ecuación:

$$BAI = Ventas - Costes - Depreciación \quad \text{Ecuación 58}$$

A partir del BAI, se calcula el importe de los impuestos aplicando el tipo impositivo vigente (t), que en España es del 25%, según:

$$Imp = BAI \cdot t \quad \text{Ecuación 59}$$

El beneficio neto (BN) se obtiene restando los impuestos al beneficio antes de impuestos:

$$BN = BAI - Imp \quad \text{Ecuación 60}$$

Finalmente, los flujos netos de caja (FNC), que reflejan el efectivo disponible para la empresa, se determinan sumando nuevamente la depreciación al beneficio neto, dado que esta no implica una salida real de efectivo:

$$FCN = BN + Depreciación \quad \text{Ecuación 61}$$

Estos flujos netos de caja constituyen la base sobre la cual se realiza el análisis financiero del proyecto, y sus valores anuales se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 11-6. Cálculo de los flujos de caja (FNC).

Año	Inversión	Ventas	Costes	Depreciación	BAI	Impuestos	Beneficio Neto	FNC
0	(34.980.815)	-	-	-	-	-	-	(34.980.815)
1	-	47.940.000	31.326.552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38
2	-	47.940.000	31326552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38
3	-	47.940.000	31326552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38
4	-	47.940.000	31326552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38
5	-	47.940.000	31326552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38
6	-	47.940.000	31326552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38
7	-	47.940.000	31326552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38
8	-	47.940.000	31326552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38
9	-	47.940.000	31326552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38
10	-	47.940.000	31326552	3.498.081,5	13.115.366,5	3.278.841,63	9.836.524,88	13.334.606,38

11.4.2. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN permite conocer cuánto valor genera un proyecto descontando los flujos futuros a valor presente. Es un criterio de decisión basado en la actualización del dinero en el tiempo, y su resultado indica si el valor generado compensa la inversión inicial. La fórmula empleada es la siguiente:

$$VAN = -A + \sum_{i=0}^n \frac{FNC_i}{(1+k)^i} \quad \text{Ecuación 62}$$

Donde:

- A es la inversión inicial en €.
- FNC_i es el flujo neto de caja en el año i .
- k es la tasa de descuento con un valor estimado del 8%.
- n es la vida útil del proyecto (10 años).

El proyecto generaría un valor actual neto de unos 42,8 millones de euros, lo que indica que el proyecto es económicamente viable, ya que recupera la inversión inicial y además genera valor adicional por encima del coste de capital.

11.4.3. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

La TIR representa la tasa de descuento que hace que el VAN sea nulo. Para obtenerla, se resuelve la ecuación:

$$0 = -A + \sum_{i=0}^n \frac{FNC_i}{(1+TIR)^i} \quad \text{Ecuación 63}$$

La TIR del proyecto es aproximadamente 30.87%, significativamente superior al 8% que representa el coste de capital. Esto confirma que la inversión genera una rentabilidad mayor que el coste de oportunidad del capital, haciendo al proyecto financieramente viable y atractivo para los inversores.

11.4.4. PayBack (PB)

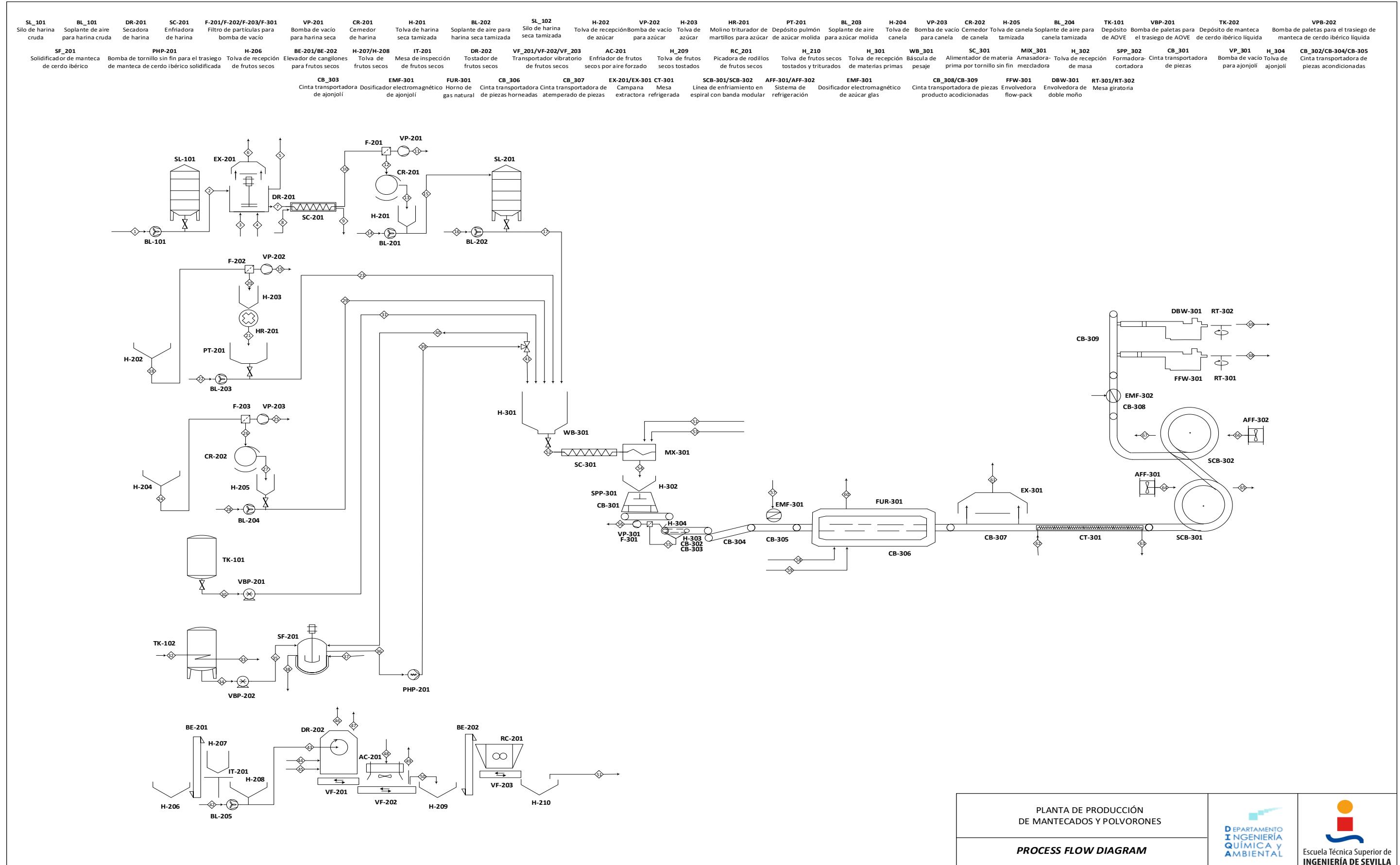
El PayBack indica cuántos años son necesarios para recuperar la inversión inicial mediante los flujos netos generados anualmente. No considera el valor del dinero en el tiempo, pero es útil como indicador de liquidez. Se calcula dividiendo la inversión inicial entre el flujo neto anual:

$$PayBack = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{FNC actual}} \quad \text{Ecuación 64}$$

El proyecto recuperará la inversión inicial en aproximadamente 3 años y 8 días, lo que indica que los flujos netos de caja serán suficientes para cubrir el desembolso inicial en ese periodo. Este corto plazo de recuperación aporta confianza sobre la viabilidad y liquidez del proyecto, ya que después de ese tiempo comenzará a generar beneficios netos.

ANEXO

ANEXO I. PFD



ANEXO II. BALANCE MATERIA Y ENERGÍA

LÍNEA 1: MANTECADOS Y POLVORONES TRADICIONALES																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MANTECADO DE AOVE																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	-			
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	2	2	-	-	-		
Flujo másico (kg/h)	3516	4220	6	114	119	86	617	651	651	3703	3086	617	555	2777	3333	2777	3333	1428	1190	238	238	1190	1428	72	60	12	11	54	65	216	216	0	0	0	
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	605	-	-	-	-	605	-	-	605	-	605	544	-	544	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	-	238	238	-	238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
AOVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	216	-	-			
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	12	11	-	11	-	-	-	-		
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Agua	-	98	-	-	-	86	12	651	651	12	-	12	11	-	11	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aire	3516	3516	-	114	-	-	-	-	-	3086	3086	-	-	2777	2777	2777	2777	1190	1190	-	-	1190	1190	60	60	-	-	54	54	-	-	-	-	-	
CH ₄	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
H ₂ O	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	-	-	-	-	-	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	-	32.76	25.00	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12		
Presión (atm)	-	-	-	-	-	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	-	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-			
Flujo másico (kg/h)	0	0	0	0	0	0	288	345	0,36	7	7	2	565	565	55	55	1021	0	1062	1	4	0	8	159	166	2435	1609	1609	7363	7363	2343	2343	0	1068	
Título vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-	-	0		
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	544	-	537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	537	
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	
AOVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	-	214	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	214	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7				
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	-	-	-	-	-	-	54	54	-	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53		
Agua	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	-	-	1	1	11	-	12	-	-	-	-													

LÍNEA 1: MANTECADOS Y POLVORONES TRADICIONALES																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MANTECADO CASERO																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41		
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2		
Flujo másico (kg/h)	3495	4194	6	114	120	87	612	644	644	3674	3061	612	551	2755	3306	2755	3306	1428	1190	238	238	1190	1428	72	60	12	11	54	65	0	0	435	435	216	216
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-			
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	601	-	-	-	-	601	-	-	601	-	601	541	-	541	-	541	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	-	238	238	-	238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	216	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	12	11	-	11	-	-	-	-	
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	98	-	-	-	87	11	644	644	11	-	11	10	-	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	435	435	-	
Aire	3495	3495	-	114	-	-	-	-	-	3061	3061	-	-	2755	2755	2755	2755	1190	1190	-	-	1190	1190	60	60	-	-	54	54	-	-	-	-	-	
CH ₄	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
CO ₂	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
H ₂ O	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
N ₂	-	-	-	-	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	-	31.92	25.00	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12	
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	1	1.2	0.02	1	1	1	1.2	1	1	1	1	-	1	0.75	1	-	0.02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-		
Flujo másico (kg/h)	649	145	145	649	433	216	288	345	0,36	7	7	2	565	565	55	55	1016	0	1058	1	5	0	8	161	169	2477	1638	1638	7492	7492	2384	2384	0	1068	
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0			
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	541	-	534	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	534	
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	
Manteca de cerdo ibérico	649	-	-	649	433	216	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	-	214	-	-	-	-	-	-	-	-	-	214			
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	54	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53		
Agua	-	145	145	-	-																														

LÍNEA 1: MANTECADOS Y POLVORONES TRADICIONALES																																				
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
MANTECADO DE CACAO																																				
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41			
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2			
Flujo másico (kg/h)	3528	4234	6	114	120	86	619	654	654	3715	3096	619	557	2787	3344	2787	3344	1428	1190	238	238	1190	1428	36	30	6	5	27	32	0	0	435	435	216	216	
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-				
Flujo másico componentes (kg/h)																																				
Harina de Trigo	-	607	-	-	-	-	607	-	-	607	-	607	546	-	546	-	546	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	-	238	238	-	238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	216		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6	5	-	5	-	-	-	-		
Cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aroma de cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	99	-	-	-	86	12	654	654	12	-	12	11	-	11	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	435	435	-	-	
Aire	3528	3528	-	114	-	-	-	-	-	3096	3096	-	-	2787	2787	2787	2787	1190	1190	-	-	1190	1190	30	30	-	-	27	27	-	-	-	-	-	-	-
CH ₄	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
H ₂ O	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69		
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-40	25	31,92	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-				
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-					
Flujo másico (kg/h)	649	145	145	649	433	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1017	64	1069	0	0	0	8	161	169	2472	1634	1634	7475	7475	2379	2379	1068	0			
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	-				
Flujo másico componentes (kg/h)																																				
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	546	-	539	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	539	-		
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	-		
Manteca de cerdo ibérico	649	-	-	649	433	216	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	-	214	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	214	-		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-		
Cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	-		
Aroma de cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32	-			
Agua	-	145	145	-	-	-</td																														

LÍNEA 1: MANTECADOS Y POLVORONES TRADICIONALES																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MANTECADO DE LIMÓN																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41		
Presión (atm)	1	1,2	0.02	1	1	1	1	3	3	0.65	1	1	1	1	1.2	1	1.2	0.65	1	1	1	1.2	1	1	1	1.2	-	-	3	3	2	2			
Flujo mísico (kg/h)	3845	4614	6	125	131	94	675	712	712	4049	3374	675	607	3037	3644	3037	3644	1490	1242	248	248	1242	1490	4	3	1	1	3	3	0	0	435	435	216	216
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-			
Flujo mísico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	661	-	-	-	-	661	-	-	661	-	661	595	-	595	-	595	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	248	-	248	248	-	248	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	216	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aroma de limón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Agua	-	108	-	-	-	94	13	712	712	13	-	13	12	-	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	435	435	-	-	
Aire	3845	3845	-	125	-	-	-	-	-	3374	3374	-	-	3037	3037	3037	3037	1242	1242	-	-	1242	1242	3	3	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-
CH ₄	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CO ₂	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂ O	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N ₂	-	-	-	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
O ₂	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	-	-	-	-	-	-	-	-	21-40	25	32,61	-	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-	-		
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-			
Flujo mísico (kg/h)	649	145	145	649	433	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1073	11	1070	0	0	0	8	159	166	2436	1610	1610	7365	7365	2343	2343	1068	0		
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	-	-		
Flujo mísico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	595	-	588	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	588	-	
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	248	-	245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	245	-	
Manteca de cerdo ibérico	649	-	-	649	433	216	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	-	214	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	214	-	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
Aroma de limón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	
Agua	-	145	145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	
Aire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CH ₄	-	-	-	-																															

LÍNEA 1: MANTECADOS Y POLVORONES TRADICIONALES																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
POLVORÓN DE ALMENDRA																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41		
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2			
Flujo másico (kg/h)	2831	3398	5	95	100	73	493	512	512	2958	2465	493	444	2218	2662	2218	2662	1428	1190	238	238	1190	1428	51	42	8	8	38	45	0	0	435	435	216	216
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-			
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	487	-	-	-	-	487	-	-	487	-	487	438	-	438	-	438	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	-	238	238	-	238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	-		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aroma de limón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Agua	-	79	-	-	-	73	6	512	512	6	-	6	5	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	435	435	-	-	
Aire	2831	2831	-	95	-	-	-	-	-	2465	2465	-	-	2218	2218	2218	2218	1190	1190	-	-	1190	1190	42	42	-	-	38	38	-	-	-	-	-	2831
CH ₄	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
H ₂ O	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	25	30,38	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12		
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	-	1	-	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	-	-		
Flujo másico (kg/h)	649	580	580	649	433	216	921	1105	1	23	24	8	1809	1809	177	177	906	3	1072	0	0	0	0	9	173	181	2593	1712	1712	7834	7834	2493	2493	0	1068
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-	0	-		
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	438	-	433	-	-	-	-	-	-	-	-	433				
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	235				
Manteca de cerdo ibérico	649	-	-	649	433	216	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216	-	214	-	-	-	-	-	-	-	-	214				
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	7				
Aroma de limón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3				
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	173	-	-	-	-	-	-	173	173	-	-	-	171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	171			
Agua	-	580	580	-	-	-	-	11	-	-	8	-	-	4	4	5	-	9	-	-	-	-	-	3,5	17										

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES TRADICIONALES

Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35				
MANTECADO DE AOVE																																							
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	-	-						
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	2	2	-	-	-	-	-					
Flujo másico (kg/h)	3734	4481	6	121	127	91	655	692	692	3932	3277	655	590	2949	3539	2949	3539	1517	1264	253	253	1264	1517	77	64	13	11	57	69	230	230	0	0	0	0				
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Flujo másico componentes (kg/h)																																							
Harina de Trigo	-	642	-	-	-	-	642	-	-	642	-	642	578	-	578	-	578	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	253	-	253	253	-	253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
AOVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	230	-	-	-				
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	13	11	-	11	-	-	-	-	-	-				
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	105	-	-	-	91	13	692	692	13	-	13	12	-	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Aire	3734	3734	-	121	-	-	-	-	-	3277	3277	-	-	2949	2949	2949	2949	1264	1264	-	-	1264	1264	64	64	-	-	57	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CH ₄	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
H ₂ O	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69					
Temperatura (°C)	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	-	32,76	25,00	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12					
Presión (atm)	-	-	-	-	-	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-						
Flujo másico (kg/h)	0	0	0	0	0	0	306	367	0,38	7	8	2	600	600	59	59	1084	0	1128	1	4	0	9	169	177	2586	1709	1709	7819	7819	2488	2488	0	1134					
Título vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0					
Flujo másico componentes (kg/h)																																							
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	578	-	571	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	571				
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	253	-	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250			
AOVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	-	227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	227		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11		
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8		
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	-	-	-	-	-	-	-	57	57	-	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57			
Agua	-	-	-	-	-																																		

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES TRADICIONALES																																					
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
MANTECADO DE ALMENDRA																																					
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41				
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2				
Flujo mísico (kg/h)	3489	4187	6	115	121	88	610	639	639	3660	3050	610	549	2745	3294	2745	3294	1517	1264	253	253	1264	1517	77	64	13	11	57	69	0	0	1039	1039	230	230		
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-					
Flujo mísico componentes (kg/h)																																					
Harina de Trigo	-	600	-	-	-	-	600	-	-	600	-	600	540	-	540	-	540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	253	-	253	253	-	253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	230			
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	98	-	-	-	88	10	639	639	10	-	10	9	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1039	1039	-	-	
Aire	3489	3489	-	115	-	-	-	-	-	3050	3050	-	-	2745	2745	2745	2745	1264	1264	-	-	1264	1264	64	64	-	-	57	57	-	-	-	-	-	-	-	-
CH ₄	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
H ₂ O	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69			
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	-	31,40	25,00	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-			
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	-	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-				
Flujo mísico (kg/h)	689	154	154	689	460	230	550	660	1	13	14	4	1081	1081	106	106	1043	0	1134	1	3	0	9	178	186	2660	1755	1755	8030	8030	2555	2555	1134	0			
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	-	-			
Flujo mísico componentes (kg/h)																																					
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	540	-	533	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	533	-	
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	253	-	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250	-	
Manteca de cerdo ibérico	689	-	-	689	460	230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	-	227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	227	-	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
Almendra	-	-	-	-																																	

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES TRADICIONALES

Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
MANTECADO DE CACAO																																				
Flujo másico componentes (kg/h)																																				
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41			
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2			
Flujo másico (kg/h)	3747	4496	6	121	127	92	658	694	694	3945	3288	658	592	2959	3551	2959	3551	1517	1264	253	253	1264	1517	38	32	6	6	29	34	0	0	1039	1039	230	230	
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-				
Harina de Trigo	-	644	-	-	-	-	644	-	-	644	-	644	580	-	580	-	580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	253	-	253	253	-	253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	230		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6	6	-	6	-	-	-	-		
Cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aroma de cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Agua	-	105	-	-	-	92	13	694	694	13	-	13	12	-	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1039	1039	-	-	
Aire	3747	3747	-	121	-	-	-	-	-	3288	3288	-	-	2959	2959	2959	2959	2959	1264	1264	-	-	1264	1264	32	32	-	-	29	29	-	-	-	-	-	-
CH ₄	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CO ₂	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂ O	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N ₂	-	-	-	-	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
O ₂	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69		
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-40	25	31,92	-	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-			
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-				
Flujo másico (kg/h)	689	154	154	689	460	230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1080	68	1135	0	0	0	9	171	179	2624	1735	1735	7938	7938	2526	2526	1134	0			
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	-	-			
Flujo másico componentes (kg/h)																																				
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	580	-	573	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	573	-		
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	253	-	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250	-		
Manteca de cerdo ibérico	689	-	-	689	460	230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	-	227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	227	-	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
Cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	-
Aroma de cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	-	
Agua	-	154	154	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	12	-	-	-	-	-	-	0,3	1735	1735	-	-	-	-	11	-		
Aire	-	-	-</td																																	

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES SIN GLUTEN																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MANTECADO DE AOVE																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	-			
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1	1,2	2	-	-	-		
Flujo másico (kg/h)	3054	3665	5	101	105	75	536	607	607	3216	2680	536	482	2412	2895	2412	2895	1861	1551	310	310	1034	1241	63	52	10	9	47	56	188	188	0	0	0	
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Arroz	-	525	-	-	-	-	525	-	-	525	-	525	473	-	473	-	473	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	310	-	310	310	-	207	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
AOVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	188	-	-		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10	9	-	9	-	-	-	-		
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	86	-	-	-	75	11	607	607	11	-	11	10	-	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aire	3054	3054	-	101	-	-	-	-	-	2680	2680	-	-	2412	2412	2412	2412	1551	1551	-	-	1034	1034	52	52	-	-	47	47	-	-	-			
CH ₄	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
CO ₂	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
H ₂ O	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
N ₂	-	-	-	-	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	-	32,76	25,00	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12	
Presión (atm)	-	-	-	-	-	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-			
Flujo másico (kg/h)	0	0	0	0	0	0	250	300	0,31	6	6	2	491	491	48	48	887	0	923	1	3	0	7	142	149	2183	1442	1442	6599	6599	2100	2100	0	928	
Título vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-	0			
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Arroz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	473	-	467	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	467		
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	-	204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	204		
AOVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	-	186	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	186		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9		
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-	-	-	47	47	-	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46		
Agua	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	-	-	1	1	10	-	10	-	-	-	-	-	-	1,2	1442	1442	-	-	-	-	-	9		
Aire	-																																		

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES SIN GLUTEN																																					
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
MANTECADO CASERO																																					
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41				
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2				
Flujo másico (kg/h)	3036	3643	5	101	106	75	532	600	600	3191	2659	532	479	2393	2871	2393	2871	1241	1034	207	207	1034	1241	63	52	10	9	47	56	0	0	850	850	188	188		
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-					
Flujo másico componentes (kg/h)																																					
Harina de Arroz	-	522	-	-	-	-	522	-	-	522	-	522	470	-	470	-	470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	-	207	207	-	207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	188			
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	85	-	-	-	75	10	600	600	10	-	10	9	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	850	850	-	-		
Aire	3036	3036	-	101	-	-	-	-	-	2659	2659	-	-	2393	2393	2393	2393	1034	1034	-	-	1034	1034	52	52	-	-	47	47	-	-	-	-	-	-	-	-
CH ₄	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
H ₂ O	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69			
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	-	31,92	25,00	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12			
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	-	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-			
Flujo másico (kg/h)	564	126	126	564	376	188	250	300	0,31	6	6	2	491	491	48	48	883	0	919	1	5	0	7	144	151	2218	1467	1467	6710	6710	2135	2135	0	928			
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-	-	0	-			
Flujo másico componentes (kg/h)																																					
Harina de Arroz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	470	-	464	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	464		
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	-	204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	204		
Manteca de cerdo ibérico	564	-	-	564	376	188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	-	186	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	186		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-</																						

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES SIN GLUTEN																																				
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
MANTECADO DE AVELLANA																																				
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41			
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2			
Flujo másico (kg/h)	3125	3750	5	104	109	78	547	617	617	3285	2737	547	493	2463	2956	2463	2956	1241	1034	207	207	1034	1241	47	39	8	7	35	40	0	0	850	850	188	188	
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-				
Flujo másico componentes (kg/h)																																				
Harina de Arroz	-	538	-	-	-	-	538	-	-	538	-	538	484	-	484	-	484	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	-	207	207	-	207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	188	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aroma de avellana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Avellana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Agua	-	88	-	-	-	78	10	617	617	10	-	10	9	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	850	850	-	-	
Aire	3125	3125	-	104	-	-	-	-	-	2737	2737	-	-	2463	2463	2463	2463	2463	1034	1034	-	-	1034	1034	39	39	-	-	35	35	-	-	-	-	-	
CH ₄	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
H ₂ O	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69		
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	25	32,07	-	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-		
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	-	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-		
Flujo másico (kg/h)	564	126	126	564	376	188	250	300	0,31	6	6	2	491	491	48	48	892	0	928	0	0	0	0	7	144	151	2213	1463	1463	6694	6694	2130	2130	928	0	
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	-	-		
Flujo másico componentes (kg/h)																																				
Harina de Arroz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	484	-	478	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	478	-	
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	-	204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	204	-	
Manteca de cerdo ibérico	564	-	-	564	376	188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	-	186	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	186	-	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Aroma de avellana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	-		
Avellana	-	-	-	-	-	-	-	47	-	-																										

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES SIN GLUTEN																																					
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
POLVORÓN DE ALMENDRA																																					
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41				
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2				
Flujo másico (kg/h)	2459	2951	4	84	88	64	428	477	477	2569	2141	428	385	1927	2312	1927	2312	1241	1034	207	207	1034	1241	44	37	7	7	33	39	0	0	850	850	188	188		
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-					
Flujo másico componentes (kg/h)																																					
Harina de Arroz	-	423	-	-	-	-	423	-	-	423	-	423	381	-	381	-	381	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	-	207	207	-	207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	188			
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aroma de limón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	69	-	-	-	64	5	477	477	5	-	5	5	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	850	850	-	-		
Aire	2459	2459	-	84	-	-	-	-	-	2141	2141	-	-	1927	1927	1927	1927	1034	1034	-	-	1034	1034	37	37	-	-	33	33	-	-	-	-	-	-	-	-
CH ₄	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
H ₂ O	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69			
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	25	30,38	-	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12			
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	-	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	-	-			
Flujo másico (kg/h)	564	126	126	564	376	188	800	960	1	20	21	7	1571	1571	153	153	787	3	931	0	0	0	8	153	161	2307	1523	1523	6968	6968	2217	2217	0	928			
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-	0	-	-		
Flujo másico componentes (kg/h)																																					
Harina de Arroz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	381	-	376	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	376		
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	-	204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	204		
Manteca de cerdo ibérico	564	-	-	564	376	188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	-	186	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	186		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6		
Aroma de limón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3		
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	-	-	-	-	-																						

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES SIN AZÚCAR																																							
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35				
MANTECADO DE CANELA																																							
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	25	40	25	40	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41					
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	-	-	-	-	-	-	1	1,2	1	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2					
Flujo másico (kg/h)	2616	3139	4	86	90	65	458	482	482	2749	2291	458	412	2062	2474	2062	2474	0	0	0	0	0	0	54	45	9	8	40	49	0	0	732	732	162	162				
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-						
Flujo másico componentes (kg/h)																																							
Harina de Trigo	-	450	-	-	-	-	450	-	-	450	-	450	405	-	405	-	405	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	162		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9	8	-	8	-	-	-	-	-	-				
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aroma de canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aqua	-	73	-	-	-	65	8	482	482	8	-	8	7	-	7	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	732	732	-	-		
Aire	2616	2616	-	86	-	-	-	-	-	2291	2291	-	-	2062	2062	2062	2062	-	-	-	-	-	-	45	45	-	-	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CH ₄	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CO ₂	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂ O	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N ₂	-	-	-	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69					
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	25	31,92	25	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12						
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	-	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-					
Flujo másico (kg/h)	486	109	109	486	324	162	215	215	0	5	6	2	423	423	41	41	582	178	792	1	4	0	6	126	132	1934	1279	1279	5850	5850	1861	1861	0	800					
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0					
Flujo másico componentes (kg/h)																																							
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	405	-	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400			
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123		
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53		
Manteca de cerdo ibérico	486	-</td																																					

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES SIN AZÚCAR																																							
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35				
MANTECADO DE AOVE																																							
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41				
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	-	-	-	-	-	-	1	1,2	1	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2				
Flujo másico (kg/h)	2459	2951	4	81	85	62	430	450	450	2580	2150	430	387	1935	2322	1935	2322	0	0	0	0	0	0	54	45	9	8	40	49	0	0	732	732	162	162				
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-					
Flujo másico componentes (kg/h)																																							
Harina de Trigo	-	423	-	-	-	-	423	-	-	423	-	423	381	-	381	-	381	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
AOVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	162		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9	8	-	8	-	-	-	-	-	-				
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	69	-	-	-	62	7	450	450	7	-	7	6	-	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	732	732	-	-		
Aire	2459	2459	-	81	-	-	-	-	-	2150	2150	-	-	1935	1935	1935	1935	-	-	-	-	-	-	45	45	-	-	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CH ₄	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
H ₂ O	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69					
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	25	31,40	25,00	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-					
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	-	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-						
Flujo másico (kg/h)	486	109	109	486	324	162	388	465	0	10	10	3	762	762	74	74	557	178	799	0	2	0	7	130	137	1955	1290	1290	5903	5903	1878	1878	800	0					
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-					
Flujo másico componentes (kg/h)																																							
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	381	-	376	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	376	-		
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	-	
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-
AOVE	486	-	-	486	324	162	-	-	-																														

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES SIN AZÚCAR																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MANTECAZO DE ALMENDRA																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41		
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	-	-	-	-	-	-	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2	
Flujo mísico (kg/h)	2459	2951	4	81	85	62	430	450	450	2580	2150	430	387	1935	2322	1935	2322	0	0	0	0	0	0	54	45	9	8	40	49	0	0	732	732	162	162
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-			
Flujo mísico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	423	-	-	-	-	423	-	-	423	-	423	381	-	381	-	381	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	162	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9	8	-	8	-	-	-	-	-	
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aqua	-	69	-	-	-	62	7	450	450	7	-	7	6	-	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	732	732	-	-	
Aire	2459	2459	-	81	-	-	-	-	-	2150	2150	-	-	1935	1935	1935	1935	-	-	-	-	-	-	45	45	-	-	40	40	-	-	-	-	-	
CH ₄	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CO ₂	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂ O	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N ₂	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
O ₂	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	25	31,40	25,00	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-	
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	-	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-
Flujo mísico (kg/h)	486	109	109	486	324	162	388	465	0,48	10	10	3	762	762	74	74	557	178	799	0	2	0	7	130	137	1955	1290	1290	5903	5903	1878	1878	800	0	
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	-	-		
Flujo mísico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	381	-	376	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	376	-		
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	-		
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-		
Manteca de cerdo ibérico	486	-	-	486	324	162	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	-	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160	-		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
Ajonjolí	-	-	-	-	-																														

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES SIN AZÚCAR																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MANTECADO DE CACAO																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41		
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	-	-	-	-	-	-	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2	
Flujo mísico (kg/h)	2641	3169	4	86	90	65	463	489	489	2781	2317	463	417	2086	2503	2086	2503	0	0	0	0	0	0	27	22	4	4	20	24	0	0	732	732	162	162
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-			
Flujo mísico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	454	-	-	-	-	454	-	-	454	-	454	409	-	409	-	409	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	162	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	
Cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aroma de cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Agua	-	74	-	-	-	65	9	489	489	9	-	9	8	-	8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	732	732	-	-	
Aire	2641	2641	-	86	-	-	-	-	-	2317	2317	-	-	2086	2086	2086	2086	-	-	-	-	-	-	22	22	-	-	20	20	-	-	-	-	-	-
CH ₄	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CO ₂	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂ O	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N ₂	-	-	-	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	-	-	-	-	-	-	-	-	21-40	25	31,92	-	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-	-		
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	-	-	-	-			
Flujo mísico (kg/h)	486	109	109	486	324	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	583	226	800	0	0	0	6	126	132	1930	1276	1276	5838	5838	1857	1857	800	0		
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-		
Flujo mísico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	409	-	404	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	404	-		
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	-	
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-	
Manteca de cerdo ibérico	486	-	-	486	324	162	-	-	-	-	-	-	-	-	162	-	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160	-		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
Cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	48	-	-	-	-	-													

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES SIN AZÚCAR																																					
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
MANTECADO DE LIMÓN																																					
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	-	-	80	50	41	41				
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	-	-	-	-	-	1	1,2	1	1	1,2	-	-	3	3	2	2				
Flujo másico (kg/h)	2878	3453	5	93	98	70	505	533	533	3030	2525	505	455	2273	2727	2273	2727	0	0	0	0	0	3	2	0	0	2	2	0	0	732	732	162	162			
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-					
Flujo másico componentes (kg/h)																																					
Harina de Trigo	-	495	-	-	-	-	495	-	-	495	-	495	445	-	445	-	445	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Manteca de cerdo ibérico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	162			
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aroma de limón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	81	-	-	-	70	10	533	533	10	-	10	9	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	732	732	-	-		
Aire	2878	2878	-	93	-	-	-	-	-	2525	2525	-	-	2273	2273	2273	2273	-	-	-	-	-	2	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CH ₄	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
H ₂ O	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69			
Temperatura (°C)	21	10	25	21	21	21	-	-	-	-	-	-	-	-	21-40	25	32,61	-	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-	-				
Presión (atm)	2	3	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-	-					
Flujo másico (kg/h)	486	109	109	486	324	162	0	0	0	0	0	0	0	0	617	194	801	0	0	0	6	124	130	1902	1257	1257	5750	5750	1830	1830	800	0					
Título vapor	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-				
Flujo másico componentes (kg/h)																																					
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	445	-	440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	440	-			
Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	132	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131	-		
Jarabe de Maltitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-		
Manteca de cerdo ibérico	486	-	-	486	324	162	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	-	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160	-		
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-		
Aroma de limón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-		
Agua	-	109	109																																		

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONESECOLÓGICOS																																					
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
MANTECADO DE CANELA																																					
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	25	25	25	25	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Flujo másico (kg/h)	4262	5114	7	138	145	104	748	790	790	4488	3740	748	673	3366	4039	3366	4039	1583	1320	264	264	1320	1583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Flujo másico componentes (kg/h)																																					
Harina de Trigo BIO	-	733	-	-	-	-	733	-	-	733	-	733	660	-	660	-	660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Azúcar BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	-	264	264	-	264	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Manteca de cerdo ibérico BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ajonjolí BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aroma de canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	119	-	-	-	104	15	790	790	15	-	15	13	-	13	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aire	4262	4262	-	138	-	-	-	-	-	3740	3740	-	-	3366	3366	3366	3366	1320	1320	-	-	1320	1320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
CH ₄	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
CO ₂	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
H ₂ O	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
N ₂	-	-	-	-	106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
O ₂	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69			
Temperatura (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-40	25	33,49	-	-	25	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-	-			
Presión (atm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-					
Flujo másico (kg/h)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	937	252	1174	0	0	11	9	174	182	2679	1770	1770	8099	8099	2577	2577	1184	0				
Título vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	0	-	-				
Flujo másico componentes (kg/h)																																					
Harina de Trigo BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	651	-			
Azúcar BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	-	261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	261	-	
Manteca de cerdo ibérico BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240	237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237	-
Canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
Ajonjolí BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-		
Aroma de canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35	-	
Aqua	-	-	-</td																																		

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES ECOLÓGICOS																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MANTECADO CASERO																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Flujo másico (kg/h)	3875	4649	6	127	133	96	679	713	713	4072	3393	679	611	3054	3665	3054	3665	1583	1320	264	264	1320	1583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo BIO	-	666	-	-	-	-	666	-	-	666	-	666	600	-	600	-	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azúcar BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	-	264	264	-	264	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manteca de cerdo ibérico BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ajonjoli BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Almendra BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aqua	-	108	-	-	-	96	12	713	713	12	-	12	11	-	11	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aire	3875	3875	-	127	-	-	-	-	-	3393	3393	-	-	3054	3054	3054	3054	1320	1320	-	-	1320	1320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CH ₄	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
H ₂ O	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	25	32,73	25	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12	
Presión (atm)	-	-	-	-	-	-	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	0,75	1	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-			
Flujo másico (kg/h)	0	0	0	0	0	0	319	383	0,4	8	8	3	627	627	61	61	875	252	1173	1	6	0	9	178	186	2745	1815	1815	8304	8304	2642	2642	0	1184	
Título vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-	0		
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600	-	592	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	592		
Azúcar BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	-	261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	261		
Manteca de cerdo ibérico BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240	237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237		
Canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12		
Ajonjoli BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12		
Almendra BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	-	-	-	-	-	60	60	-	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59		
Aqua	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	3	-	-	1	1	11	-	12	-	-	-	-	-	0	1815	181									

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES ECOLÓGICOS																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MANTECADO DE COCO																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Flujo másico (kg/h)	3833	4600	6	124	130	94	673	710	710	4037	3364	673	606	3028	3633	3028	3633	1583	1320	264	264	1320	1583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo BIO	-	659	-	-	-	-	659	-	-	659	-	659	593	-	593	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azúcar BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	-	264	264	-	264	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manteca de cerdo ibérico BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Coco BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aroma de coco BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Agua	-	107	-	-	94	13	710	710	13	-	13	12	-	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aire	3833	3833	-	124	-	-	-	-	3364	3364	-	-	3028	3028	3028	3028	1320	1320	-	-	1320	1320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CH ₄	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CO ₂	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
H ₂ O	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
N ₂	-	-	-	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O ₂	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-40	25	32,57	-	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	12	-	
Presión (atm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	0,02	1	1	1	3	3	1	1	1	1	-	-		
Flujo másico (kg/h)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	869	329	1184	0	0	0	9	183	192	2823	1867	1867	8540	8540	2717	2717	1184	0	
Título vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0	-	-	
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	593	-	586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	586	-	
Azúcar BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	-	261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	261	-	
Manteca de cerdo ibérico BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240	237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237	-	
Canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
Coco BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	-	
Aroma de coco BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	-		
Agua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	12	-	-	-	-	-	0	1867	1867	-	-	-				

LÍNEA 2: MANTECADOS Y POLVORONES ECOLÓGICOS																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
POLVORÓN DE ALMENDRA																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Flujo másico (kg/h)	3100	3720	5	104	109	80	540	560	560	3238	2698	540	486	2428	2914	2428	2914	1583	1320	264	264	1320	1583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo BIO	-	533	-	-	-	-	533	-	-	533	-	533	480	-	480	-	480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Azúcar BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	-	264	264	-	264	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Manteca de cerdo ibérico BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aroma de limón BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Almendra BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Agua	-	87	-	-	-	80	7	560	560	7	-	7	6	-	6	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aire	3100	3100	-	104	-	-	-	-	-	2698	2698	-	-	2428	2428	2428	2428	1320	1320	-	-	1320	1320	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
CH ₄	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
CO ₂	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
H ₂ O	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
N ₂	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
O ₂	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	125	125	25	45	25	25	21-40	25	31,13	-	-	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12	
Presión (atm)	-	-	-	-	-	-	1	1,2	0,02	1	1	1	1,2	1	1	1	1	-	1	-	-	-	0,02	1	1	1	3	1	1	1	-	-			
Flujo másico (kg/h)	0	0	0	0	0	0	1021	1225	1	25	26	8	2005	2005	196	196	750	250	1182	0	0	0	10	190	199	2863	1891	1891	8650	8650	2752	2752	0	1184	
Título vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	0			
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	474			
Azúcar BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	-	261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	261		
Manteca de cerdo ibérico BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240	237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237				
Canela BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8			
Aroma de limón BIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4			
Almendra BIO	-	-	-	-	-	-	-	192	-	-	-	-	-	-	192	192	-	189	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189			
Agua	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	8	-	-	4	4	6	-	10	-	-	-	-	-	4	1891	1891	-	-	-	-	-	6			
Aire	-	-	-	-	-	-	1021	1021	-	25	-	-	2005																						

LÍNEA 3: MANTECADOS Y POLVORONES HALAL																																			
Corrientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
MANTECADO DE AOVE																																			
Temperatura (°C)	25	25	25	25	105	105	105	15	35	40	40	40	40	25	40	25	40	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	-	-	-	-		
Presión (atm)	1	1,2	0,02	1	1	1	1	3	3	0,65	1	1	1	1	1,2	1	1,2	0,65	1	1	1	1	1,2						2	2	-	-	-	-	
Flujo másico (kg/h)	354	425	1	11	12	9	62	66	66	373	311	62	56	280	336	280	336	144	120	24	24	120	144						22	22	0	0	0	0	
Título vapor	-	0	-	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-	-		
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	61	-	-	-	-	61	-	-	61	-	61	55	-	55	-	55	-	-	-	-	-						-	-	-	-	-	-		
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	24	24	-	24				-	-	-	-	-	-		
AOVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				22	22	-	-	-	-				
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-				
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-				
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-				
Agua	-	10	-	-	9	1	66	66	1	-	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-				
Aire	354	354	-	11	-	-	-	-	-	311	311	-	-	280	280	280	280	120	120	-	-	120	120				-	-	-	-	-	-			
CH ₄	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-				
CO ₂	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-				
H ₂ O	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-				
N ₂	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-				
O ₂	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	-				
Corrientes	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Temperatura (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-40	25	33	25	25	-	25	25	270	80	5	15	5	30	5	25	-	12		
Presión (atm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	-	0	1	1	1	3	3	1	1	1	-				
Flujo másico (kg/h)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	7	107	0,1	0	0	1	16	17	246	162	162	742	742	236	236	0	108	
Título vapor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-	0		
Flujo másico componentes (kg/h)																																			
Harina de Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	
AOVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	
Canela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Ajonjolí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Almendra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
Agua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,1	1	-	-	-	-	-	-	-	0,2	162	162	-	-	-	-	1	
Aire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	16	-	245	-	-	742	742	236	236	-	-			
CH ₄	-	-	-	-	-																														

ANEXO III. TABLAS DE DIMENSIONES ESTÁNDAR-CATÁLOGOS

Tabla AnxIII-1. Tabla para el dimensionado y selección de agitadores.

532

AGITACIÓN

Tipo de rodete	$\frac{D_r}{D_i}$	$\frac{Z_l}{D_i}$	$\frac{Z_t}{D_i}$	Hojas cort.		N. ^a	Ref.	Tipo de rodete	$\frac{D_r}{D_i}$	$\frac{Z_l}{D_i}$	$\frac{Z_t}{D_i}$	Hojas cort.		N. ^a	Ref.	
				N. ^a	w/D _i							N. ^a	w/D _i			
Turbina de 6 palas planas 	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,17	1	7	Dos paletas 	4,35	4,3	0,29	3	0,11	8	3	
Igual que en el n. ^a 1	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,10	2	7	Cuatro paletas. Ver n. ^a 8	3	3	0,5	0			16	2
Igual que en el n. ^a 1	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,04	4	7	Dos paletas. Ver n. ^a 8	3	3,2	0,33	0			20	4
Igual que en el n. ^a 1; a = 1, b = 40	3	2,7-3,9	0,75-1,3	0		14	7	Dos paletas. Ver n. ^a 8	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,10	10	7	
Turbina de 6 palas curvadas 	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,10	3	7	Dos paletas. Ver n. ^a 8 Ancho de paleta = 0,13 D _i	1,1	0,5	0,19	0			29	10
Turbina 6 palas forma flecha 	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,10	5	7	Dos paletas. Ver n. ^a 8 Ancho de paleta = 0,17 D _i	1,1	0,4	0,10	0			29	10
Turbina radial con anillo deflecto 				0		7	9	Hélice de 3 palas 	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,10	15	7	
Turbina cerrada, de 6 palas. Anillo deflecto de 20 hojas	2,4	0,74	0,9	0		11	6	Igual que el n. ^a 15; a = 1,7, b = 18	3,3	2,7-3,9	0,75-1,3	0			21	7
Semejante, mas no idéntica a la n. ^a 11	3	2,7-3,9	0,75-1,3	0		12	7	Igual que el n. ^a 15, pero con paso = 1,33 D _i	16			3	0,06	18	5	
Igual que la 12, pero sin anillo deflecto.	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,10	13	7	Igual que el n. ^a 15, pero con paso = 1,09 D _i	9,6			3	0,06	23	5	
Turbina axial de 8 palas con ángulo de 45°. Ver. n. ^a 17	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,10	9	7	Igual que el n. ^a 15, pero con paso = 1,05 D _i ; a = 2,3, b = 18	2,7	2,7-3,9	0,75-1,3	0			27	7
Turbina axial 4 palas 	3	3	0,50	0		17	2	Igual que el n. ^a 15, pero con paso = 1,04 D _i ; a = 0, b = 18	4,5	2,7-3,9	0,75-1,3	0			25	7
Turbina axial de 4 palas con ángulo de 45°. Ver. n. ^a 17.	5,2	5,2	0,87	0		19	2	Igual que el n. ^a 15, pero con paso = D _i	3	2,7-3,9	0,75-1,3	4	0,10	24	7	
Igual que la n. ^a 19	2,4-3,0	2,4-3,0	0,4-0,5	0		22	2	Igual que el n. ^a 15, pero con paso = D _i ; a = 2,1, b = 18	3	2,7-3,9	0,75-1,3	0			26	7
Disco con 16 paletas 	2,5	2,5	0,75	4	0,25	6	1	Igual que el n. ^a 15, pero con paso = D _i	3,8	3,5	1,0	0			28	8

D_i = diámetro del rodete; D_r = diámetro del depósito; n = n.^a de revoluciones por segundo; w = ancho de las hojas de los cortacorrientes; Z_t = altura a que está el rodete sobre el fondo del depósito; Z_l = altura del nivel del líquido en el depósito.

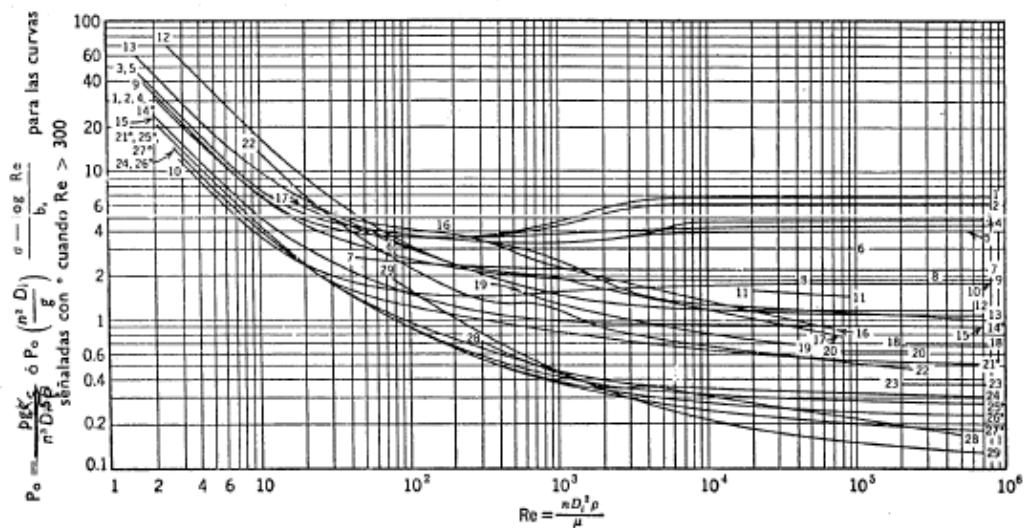


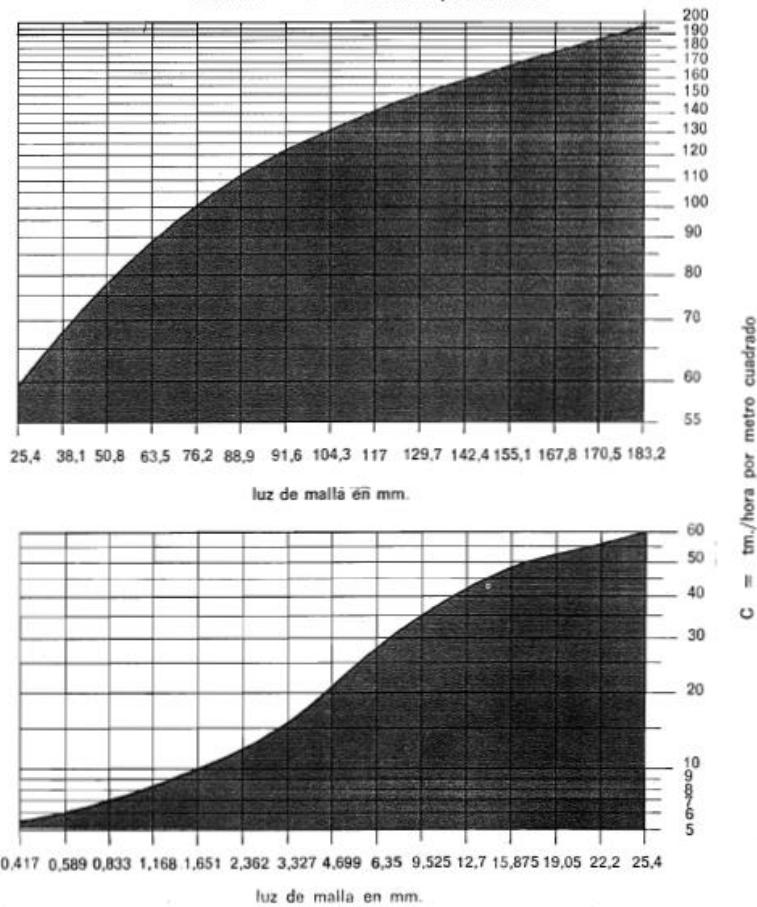
Fig. 477. Consumo de energía de diversos agitadores, expresado por el parámetro de potencia, P_o, y del número de Reynolds, Re. Para las curvas señaladas con *, la influencia de la superficie libre es considerable, por lo que se ha tenido en cuenta el número de Froude, Fr = g/n²D_i, para Re superiores a 300.

Figura AnxIII-1. Figura para el dimensionado y selección de agitadores.

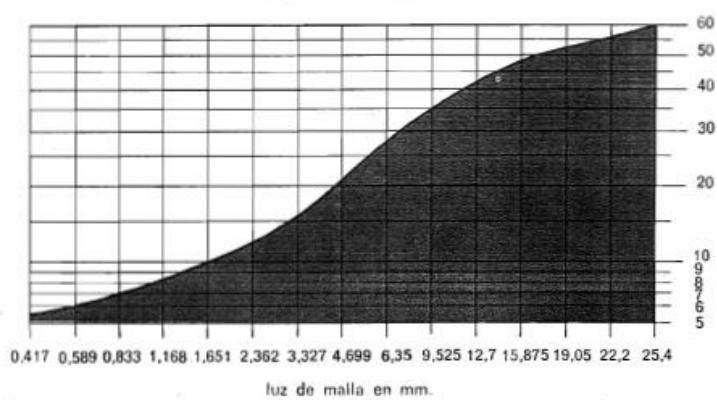
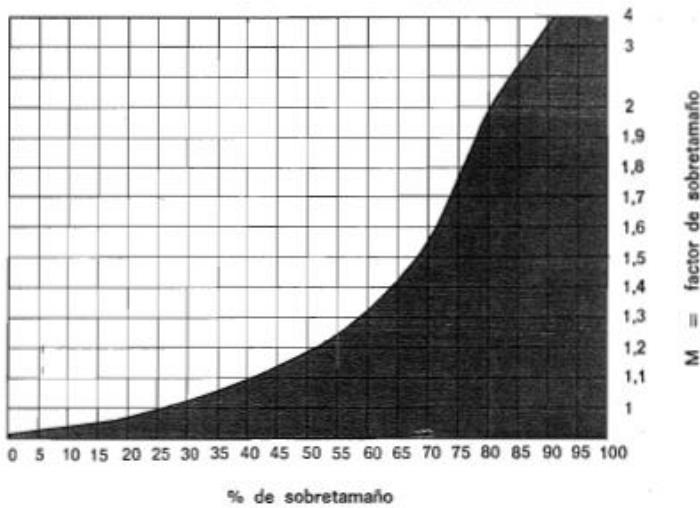
Tabla AnxIII-2. Tabla para el dimensionado y selección de luz de malla de cribas.

Tabla 1. TAMICES TYLER

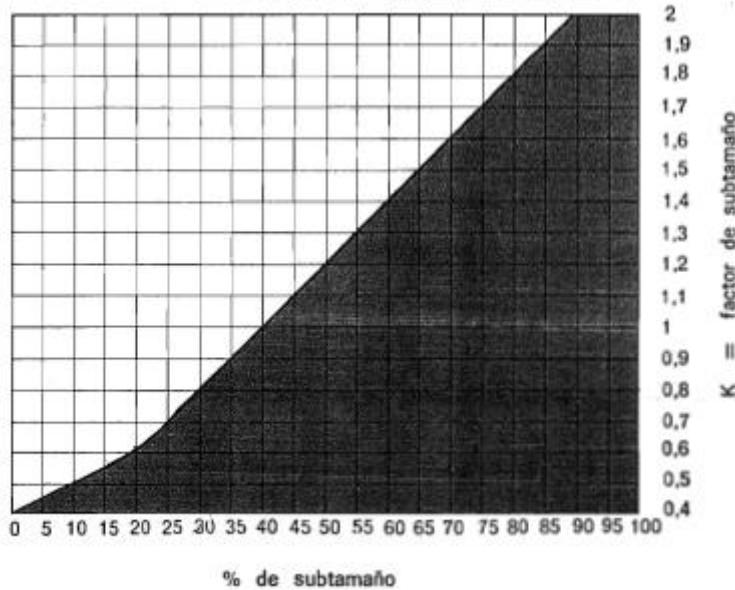
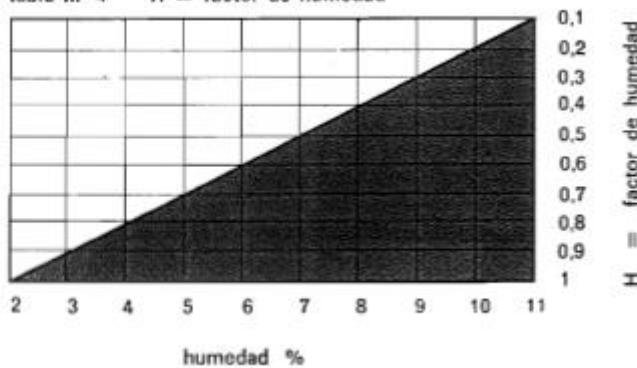
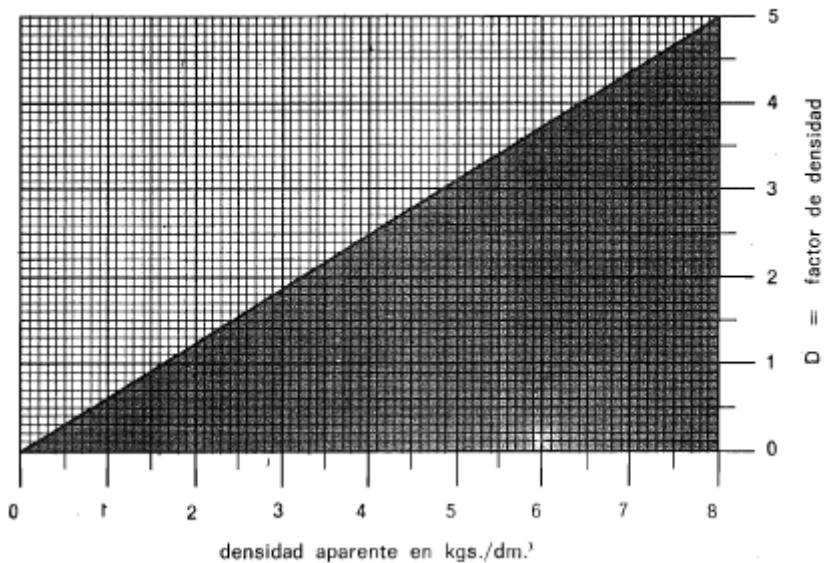
Intervalo = $\sqrt{2}$ Abertura, pulgadas	Intervalo = $\sqrt{2}$, para tamizado selecto			
	Abertura, pulgadas	Abertura, mm	Número de mallas	Diámetro del hilo, pulgadas
1,050	1,050	26,67	.....	0,148
	0,883	22,43	.....	0,135
0,742	0,742	18,85	.....	0,135
	0,624	15,85	.....	0,120
0,525	0,525	13,33	.....	0,105
	0,441	11,20	.....	0,105
0,371	0,371	9,423	.....	0,092
	0,312	7,925	2 1/2	0,088
0,263	0,263	6,680	3	0,070
	0,221	5,613	3 1/2	0,065
0,185	0,185	4,699	4	0,065
	0,156	3,962	5	0,044
0,131	0,131	3,327	6	0,036
	0,110	2,794	7	0,0326
0,093	0,093	2,362	8	0,032
	0,078	1,981	9	0,033
0,065	0,065	1,651	10	0,035
	0,055	1,397	12	0,028
0,046	0,046	1,168	14	0,025
	0,0390	0,991	16	0,0235
0,0328	0,0328	0,833	20	0,0172
	0,0276	0,701	24	0,0141
0,0232	0,0232	0,589	28	0,0125
	0,0195	0,495	32	0,0118
0,0164	0,0164	0,417	35	0,0122
	0,0138	0,351	42	0,0100
0,0116	0,0116	0,295	48	0,0092
	0,0097	0,248	60	0,0070
0,0082	0,0082	0,208	65	0,0072
	0,0069	0,175	80	0,0056
0,0058	0,0058	0,147	100	0,0042
	0,0049	0,124	115	0,0038
0,0041	0,0041	0,104	150	0,0026
	0,0035	0,088	170	0,0024
0,0029	0,0029	0,074	200	0,0021
	0,0024	0,061	230	0,0016
0,0021	0,0021	0,053	270	0,0016
	0,0017	0,043	325	0,0014
0,0015	0,0015	0,038	400	0,0010

tabla n.^o 1 C = factor de capacidad base

C = tm./hora por metro cuadrado

tabla n.^o 2 M = factor de sobretamaño

M = factor de sobretamaño

tabla n.^o 3 K = factor de subtamañotabla n.^o 4 H = factor de humedadtabla n.^o 5 D = factor de densidad

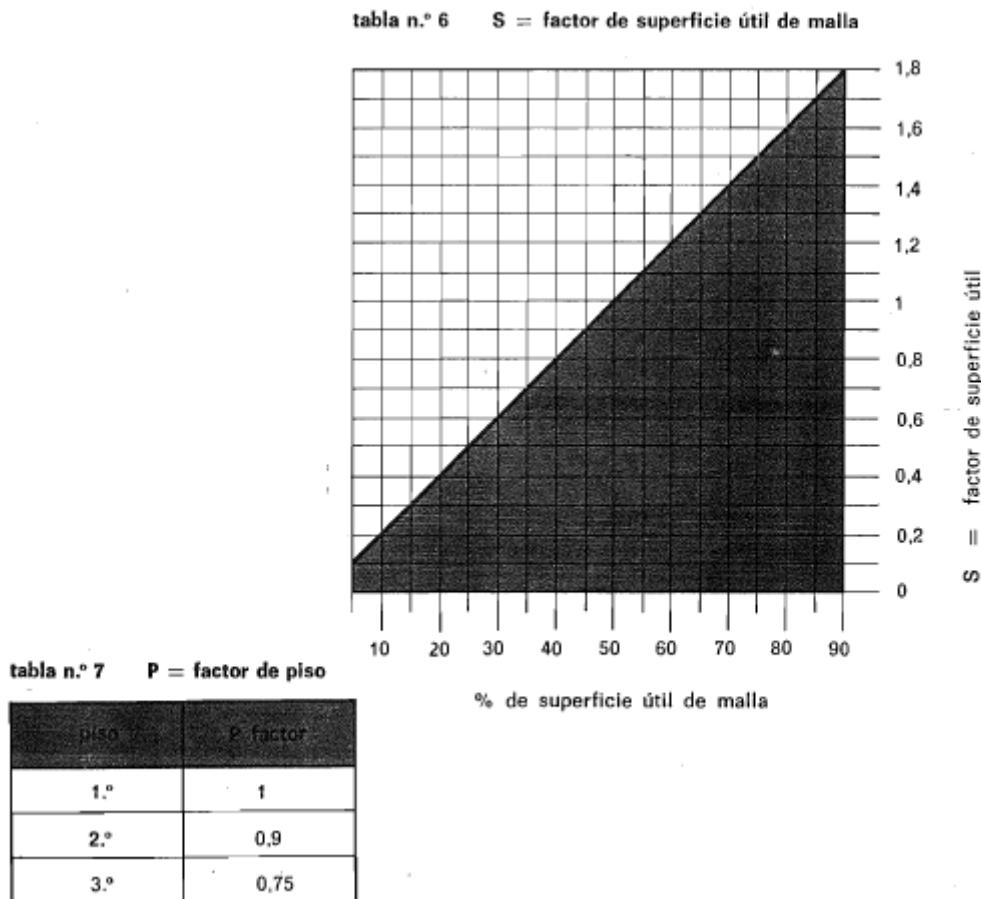


Figura AnxIII-2. Gráficos para el cálculo de la superficie de cribado del tamiz.

Tabla AnxIII-3. Tablas para el cálculo de potencia de las cintas transportadoras.

TABLA 1.6.
Potencia neta en CV necesaria para el movimiento de la banda en vacío horizontal. Para cada 30 metros por minuto de velocidad

Ancho mm	Distancia entre centros de tambores o poleas extremas en metros											
	15	30	60	90	120	150	180	240	305	365	460	550
300	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	—	—	—
350	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	—	—	—
400	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,3	1,5	—	—	—
450	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	—
500	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,8	—
550	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,1	2,5	3,1	—
600	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,9	2,3	2,7	3,3	—
650	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3
700	0,5	0,6	0,9	1,0	1,3	1,5	1,7	2,2	2,7	3,1	3,6	4,6
750	0,6	0,7	1,0	1,1	1,4	1,6	1,8	2,4	2,9	3,3	3,8	4,9
800	0,6	0,7	1,0	1,1	1,5	1,7	1,9	2,5	3,0	3,5	4,0	5,3
850	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	1,9	2,1	2,8	3,3	3,9	4,6	5,7
900	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,3	3,0	3,6	4,2	5,1	6,0
950	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,5	3,2	3,9	4,5	5,5	6,4
1 000	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,7	3,4	4,1	4,7	5,8	6,8
1 050	0,9	1,2	1,5	1,9	2,3	2,6	2,9	3,6	4,3	5,0	6,1	7,1
1 100	0,9	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,1	3,9	4,6	5,3	6,5	7,5
1 150	1,0	1,3	1,7	2,1	2,6	3,0	3,4	4,2	4,9	5,7	6,9	8,0
1 200	1,0	1,4	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,4	5,2	6,0	7,2	8,4
1 250	1,1	1,5	1,9	2,3	2,8	3,4	3,8	4,6	5,5	6,4	7,5	8,8
1 300	1,1	1,6	2,0	2,4	2,9	3,6	4,0	4,8	5,8	6,7	7,8	9,2
1 380	1,3	1,8	2,2	2,6	3,1	3,9	4,3	5,1	6,2	7,2	8,2	9,7

NOTA.—Si los cojinetes de los rodillos son de deslizamiento y no a bolas, aumentense estos valores en un 75 %.

TABLA 1.7.
Potencia neta en CV necesaria para el transporte horizontal de la carga

Tm/h	Distancia entre centros de tambores o poleas en metros											
	15	30	60	90	120	150	180	240	305	365	460	550
10	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
50	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6
100	0,6	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1
150	1,0	1,2	1,7	2,1	2,5	3,0	3,3	4,3	5,2	5,8	7,1	8,4
200	1,3	1,6	2,2	2,7	3,3	3,9	4,3	5,6	6,7	7,6	9,6	11,3
250	1,5	1,9	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	6,6	7,9	9,2	11,2	13,3
300	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	5,9	6,8	8,6	10,3	12,0	14,7	16,9
350	2,4	2,9	3,9	4,8	6,0	7,1	8,1	10,2	12,3	14,4	17,6	20,7
400	2,7	3,3	4,4	5,6	6,8	8,0	9,2	11,5	13,9	16,3	19,8	23,3
450	3,0	3,6	5,0	6,3	7,8	9,2	10,5	13,2	15,8	18,4	22,5	26,6
500	3,3	4,0	5,4	6,9	8,3	9,7	11,2	14,1	17,0	19,9	24,2	28,5
600	3,9	4,8	6,5	8,2	10,0	11,7	13,4	16,8	20,4	23,9	29,0	34,2
700	4,5	5,6	7,6	9,6	11,7	13,6	15,7	19,7	23,7	27,8	33,8	39,9
800	5,2	6,4	8,7	11,0	13,3	15,5	17,8	22,5	27,2	31,6	38,7	45,6
900	5,9	7,2	9,9	12,5	15,1	17,7	20,4	25,6	30,9	36,1	44,0	51,9
1 000	6,5	7,9	10,8	13,7	16,6	19,5	22,4	28,2	33,9	39,6	48,4	57,0
1 200	7,7	9,4	12,8	16,2	19,6	23,0	26,4	33,5	40,1	47,0	57,2	67,4
1 400	8,9	10,8	14,8	18,7	22,7	26,6	30,5	38,4	46,3	54,2	66,0	77,8
1 600	10,6	13,5	17,7	22,5	27,2	31,9	36,6	46,1	55,4	65,0	79,2	93,4
1 800	11,8	14,4	19,7	25,0	30,2	35,5	40,7	51,2	61,7	72,2	88,0	103,7
2 000	13,0	15,9	21,7	27,4	33,2	39,0	44,8	56,3	67,9	79,4	96,8	114,1

NOTA.—Si los cojinetes de los rodillos son de deslizamiento y no a bolas, auméntense estos valores en un 75 %.

TABLA 1.8.
Potencia a añadir por cada tripper de descarga, en CV

Ancho de banda	CV							
	300 mm	400 mm	500 mm	600 mm	800 mm	1 000 mm	1 200 mm	1 400 mm
300 mm	0,40							
400 mm		0,80						
500 mm			1,20					
600 mm				1,70				
800 mm					2,70			
1 000 mm						4,00		
1 200 mm							6,00	
1 400 mm								8,00

TABLA 1.9.
Potencia en CV necesaria para la elevación del material

Tm/h	Elevación en metros													
	1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	15	18	21	25	30	38	46
10	0,05	0,11	0,15	0,22	0,28	0,33	0,44	0,57	0,66	0,78	0,89	1,11	1,39	1,67
50	0,29	0,56	0,84	1,11	1,40	1,67	2,22	2,78	3,33	3,89	4,44	5,55	6,96	8,34
100	0,58	1,12	1,68	2,22	2,80	3,34	4,44	5,56	6,66	7,78	8,91	11,10	13,90	16,68
150	0,84	1,68	2,51	3,33	4,20	5,01	6,66	8,34	9,99	11,67	13,32	16,65	20,85	25,02
200	1,14	2,28	3,41	4,55	5,68	6,81	9,09	11,4	13,6	15,9	18,2	22,7	28,4	34,1
250	1,43	2,84	4,25	5,66	7,08	8,48	11,31	14,2	16,9	19,8	22,6	28,2	35,3	42,4
300	1,68	3,36	5,02	6,66	8,4	10,0	13,3	16,7	19,9	23,3	26,6	33,3	41,7	50,0
350	1,97	3,92	5,86	7,77	9,8	11,7	15,5	19,6	23,2	27,2	31,0	38,8	48,6	58,3
400	2,28	4,56	6,82	9,1	11,3	13,6	19,2	22,8	27,2	31,8	36,4	45,4	56,8	68,2
450	2,53	5,05	7,58	10,1	12,6	15,2	20,2	25,3	30,3	35,4	40,4	50,5	63,1	75,8
500	2,79	5,56	8,34	11,1	13,9	16,7	22,2	27,8	33,3	38,9	44,4	55,6	69,5	83,3
600	3,36	6,72	10,04	13,3	16,8	20,0	26,6	33,4	39,8	46,6	53,2	66,6	83,4	100,0
700	3,94	7,84	11,72	15,5	19,6	23,4	31,0	39,0	46,4	54,4	62,0	77,6	97,2	116,6
800	4,56	9,12	13,64	18,2	22,6	27,2	38,4	45,6	54,4	63,6	72,8	90,8	113,6	136,4
900	5,05	10,1	15,2	20,2	25,3	30,3	40,4	50,5	60,6	70,7	80,8	101	126	152
1 000	5,8	11,2	16,8	22,2	28,0	33,4	44,4	55,6	66,6	77,8	88,8	111	139	167
1 200	6,7	13,4	20,1	26,6	33,6	40,0	53,2	66,8	79,6	93,2	106,4	133	167	200
1 400	7,9	15,7	23,4	31,0	39,2	46,8	62,0	78	93	109	124	155	194	223
1 600	9,1	18,2	27,3	36,8	45,2	54,4	76,8	91	109	127	145	181	227	263
1 800	10,1	20,2	30,3	40,4	50,5	60,6	80,8	101	121	141	162	202	253	303
2 000	11,4	22,8	34,1	45,5	56,8	88,1	90,9	114	136	159	182	227	284	341

NOTA.—Si la transportadora es descendente, se restará esta potencia de la correspondiente para el transporte en horizontal.

TABLA 1.10.
Factor de tensión en las poleas finales y del tensor (β)

		COJINETES FINALES			
		Tipo de tensor		De deslizamiento	De bolas
Simple	Poleas desnudas	Horizontal	Tornillo	0,120	0,115
Simple	Poleas desnudas	Vertical	Automático	0,115	0,110
Simple	Poleas desnudas	Horizontal	Automático	0,108	0,105
Simple	Poleas recubiertas	Vertical	Automático	0,110	0,105
Simple	Poleas recubiertas	Horizontal	Automático	0,105	0,103
Tándem		V. y H.	Automático	0,103	0,102

TABLA 1.11.
Valor del coeficiente K_t

Arco de contacto	TENSOR DE TORNILLO		TENSOR DE CONTRAPESO	
	Polea desnuda	Polea recubierta	Polea desnuda	Polea recubierta
160°	1,15	0,98	0,75	0,60
180°	1,00	0,87	0,64	0,52
200°	0,87	0,73	0,54	0,40
210°	0,83	0,67	0,50	0,40
225°	0,70	0,63	0,43	0,34
250°	0,62	0,52	0,37	0,28
275°	0,55	0,43	0,31	0,23
300°	0,45	0,37	0,26	0,19
360°	0,37	0,27	0,21	0,13
400°	0,27	0,20	0,14	0,11
420°	0,25	0,19	0,13	0,09
450°	0,22	0,16	0,11	0,07
480°	0,19	0,14	0,09	0,06

Tabla AnxIII-4. Tablas para el dimensionado y cálculo de potencia de los transportadores de tornillo sin fin

TABLA 16-6. FACTORES DE CAPACIDAD PARA TRANSPORTADORES HORIZONTALES DE TORNILLO SIN FIN

F = factor del material

Materiales de clase *a*: ligeros, finos, no abrasivos, que fluyen libremente, de 480 a 640 kg/m³.

Materiales de clase *b*: no abrasivos de peso medio, granulares o pequeños terrenos mezclados con finos, hasta 830 kg/m³.

Materiales de clase *c*: no abrasivos o semiabrasivos, granulares o pequeños terrenos mezclados con finos, de 640 a 1.200 kg/m³.

Materiales de clase *d*: abrasivos o semiabrasivos, finos, granulares o pequeños terrenos mezclados con finos, de 830 a 1.600 kg/m³.

Clase <i>a</i> ($F = 1,2$)	Clase <i>b</i> ($F = 1,4$ a 1,8)	Clase <i>c</i> ($F = 2$ a 2,5)	Clase <i>d</i> ($F = 3$ a 4)
Cebada †	Alumbre, fino	Alumbre aterronado †	Bauxita
Malta seca en granos	Sofía †	Bórax	Harina de huesos
Carbón pulverizado	Carbón, finos y sueltos	Malta mojada en granos	Negro de humo
Harina de maíz †	Semillas de Cacao †	Carbón de madera	Cemento
Harina de semilla de algodón	Semillas de café * †	Carbón de hulla clasificado	Creta
Semillas de lino (linaza)	Maíz desgranado †	Carbón de lignito	Arcilla
Harina de trigo †	Sémola de maíz	Cacao †	Espato fluor
Cal pulverizada	Gránulos de gelatina * †	Corcho en trozos	Yeso machacado
Malta †	Grafito en escamas	Cenizas	Oxidos de plomo
Arroz * †	Cal hidratada.	Cal apagada	Guijarros de cal
Trigo †		Leche seca †	Polvo de piedra caliza
		Pulpa de papel	Fosfato ácido, de calcio en terrenos, 7% humedad.
		Papel en bloques	Arena seca
		Sal, gruesa o fina †	Pizarra machacada
		Fangos, aguas fecales	Esquistos machacados
		Jabón pulverizado	Azúcar crudo
		Cenizas de sosa	Azufre
		Almidón †	Oxido de zinc
		Azúcar refinado	

* Para reducir la degradación al mantener el material bajo en la artesa, algunas veces es aconsejable utilizar las líneas *c* o *d* con la reducción correspondiente en la capacidad.

† Debe evitarse que el aceite de engrase esté en contacto con el material, por lo que se utilizarán cojinetes que no lo precisen.

TABLA I.15.

Angulo de inclinación °	10	15	20	25	30	35
Reducción de capacidad %	10	26	45	58	70	78

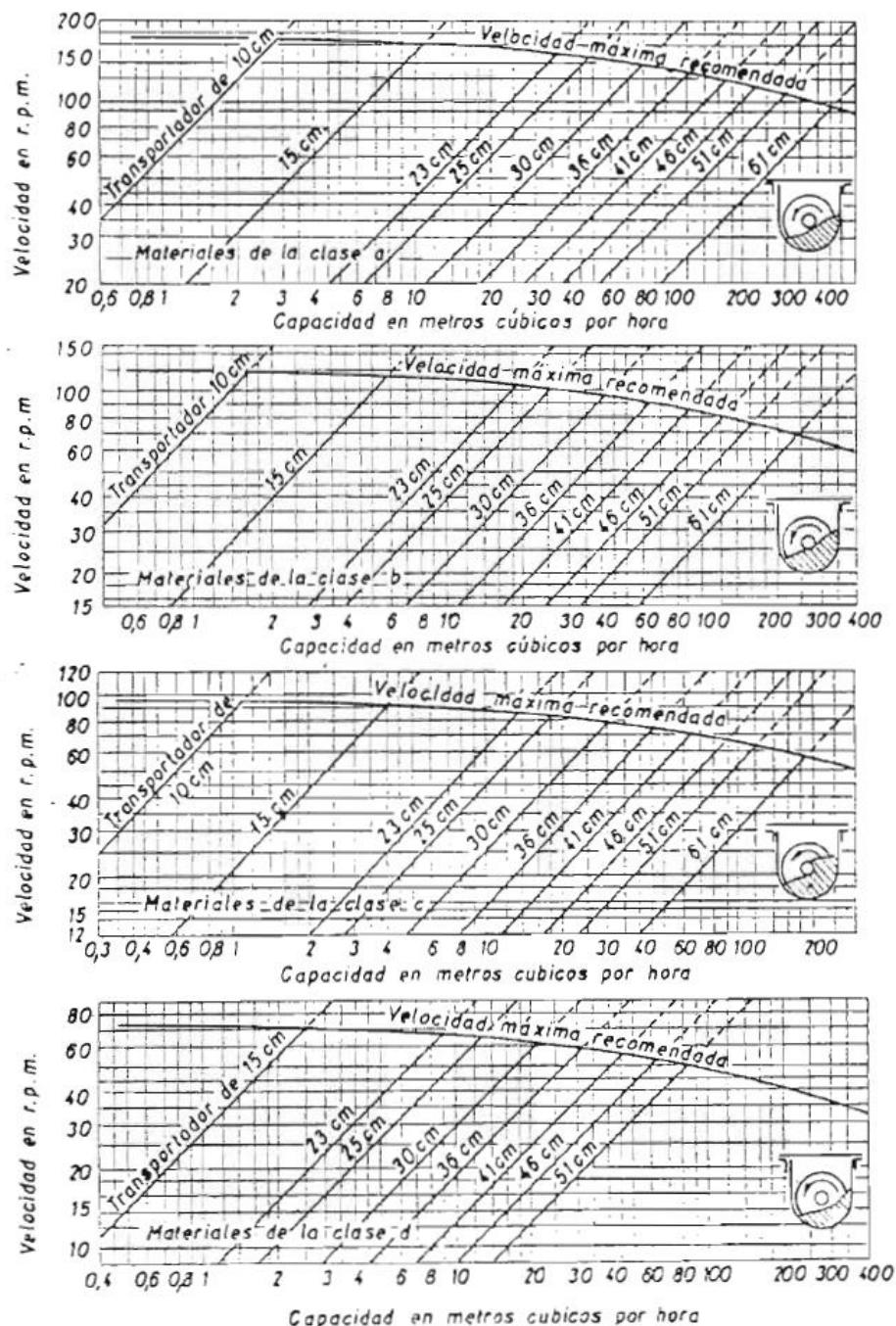


FIG. 16-20. Transportadores de tornillo: curvas de velocidad-capacidad para diversos materiales.

Figura AnxIII-3. Gráficas para el dimensionado y cálculo de potencia de los transportadores de tornillo sin fin.

Tabla AnxIII-5. Tablas para la selección y cálculo de potencia de los elevadores de cangilones.

TABLA 1.12.
Tipos de transportadores a utilizar según productos

<i>Características del material</i>	<i>Tipo de elevador</i>	<i>Coeficiente de llenado</i>	<i>Velocidad (m/seg)</i>
— Baja granulometría (< 50 mm)			
— Baja abrasividad			
— No apelmazables			
— Baja granulometría (< 50 mm)	Descarga centrífuga	0,6-0,8	1 -1,5
— Acusada abrasividad			
— Interesa conservar granulometría			
— Alta abrasividad	Descarga por gravedad	0,6-0,8	0,5-0,8
— Grandes tonelajes			
— Alta abrasividad	Descarga central	0,5-0,7	0,4-0,6
— Alta granulometría (~ 100 mm)	Elevadores de celdas	0,5-0,7	0,3-0,4
— Baja o mediana abrasividad			
— Pulverulentos o granulares, húmedos-apelmazables	Descarga por gravedad	0,4-0,6	0,6-0,8

TABLA 1.14.
Datos relativos a elevadores comerciales de descarga por gravedad

<i>Capacidad al 100 % (m³/h)</i>	<i>Capacidad al 70 % (m³/h)</i>	<i>Capacidad de un cangilón (l)</i>	<i>Distancia entre cangilones (mm)</i>	<i>Velocidad (m/seg)</i>
6	4,2	1	350	0,6
9	6,3	2,4	567	0,6
14	9,8	3,7	567	0,6
26	18,2	6	570	0,7
40	28	9	570	0,7
58	40,6	15	651	0,7
85	59,5	25	742	0,7
108	75,6	36,5	861	0,7

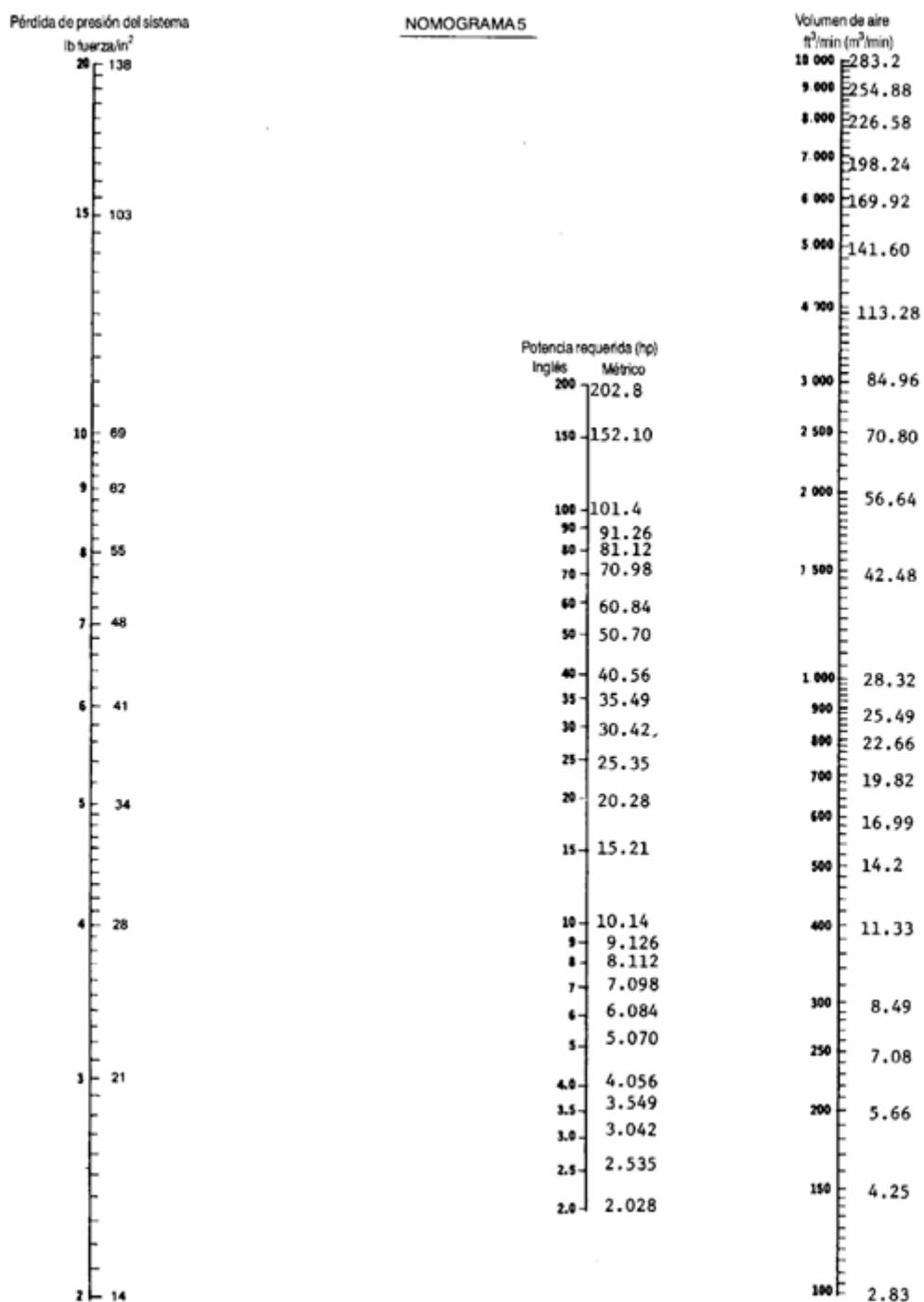


Figura AnxIII-4. Nomograma para el cálculo de potencia de los transportadores neumáticos.

Tabla AnxIII-6. Factores de Chilton para el coste total de inversión de la planta.

Item		Factor (f_i)	Concepto	Item		Factor (f_i)	Concepto
C ₁	Coste equipos principales	1	$C_1 = \sum C_{T,a}$	C ₇	Lineas exteriores <ul style="list-style-type: none"> • Unidad Integrada • Unidad Separada • Unidad Dispersa 	0-0,05 0,05-0,15 0,15-0,25	$C_7 = f_7 \cdot C_2$
C ₂	Coste equipos instalados	1,4 - 2,20	$C_2 = f_2 \cdot C_1$	C ₈	Coste Directo Total		Suma conceptos (2 a 7)
C ₃	Coste de tuberías <ul style="list-style-type: none"> • En plantas con sólidos • En plantas mixtas • En plantas con fluidos 	0,07-0,10 0,10-0,30 0,30-0,60	$C_3 = f_3 \cdot C_2$	C ₉	Ingeniería y construcción <ul style="list-style-type: none"> • Complejidad simple • Complejidad complicada 	0,20-0,35 0,35-0,50	$C_9 = f_9 \cdot C_8$
C ₄	Coste de instrumentación <ul style="list-style-type: none"> • Poca automatización • Algo de automatización • Completa automatización 	0,02-0,05 0,05-0,10 0,10-0,15	$C_4 = f_4 \cdot C_2$	C ₁₀	Contingencia y beneficio del contratista <ul style="list-style-type: none"> • Proceso Completado • Proceso sujeto a cambios • Proceso especulativo 	0,10-0,20 0,20-0,30 0,30-0,50	$C_{10} = f_{10} \cdot C_8$
C ₅	Edificios y preparación del terreno <ul style="list-style-type: none"> • Planta existente • Planta externa • Mixta • Interna 	0 0,05-0,20 0,20-0,60 0,60-1,00	$C_5 = f_5 \cdot C_2$	C ₁₁	Factor del tamaño <ul style="list-style-type: none"> • Grande • Pequeña • Planta piloto 	0-0,05 0,05-0,15 0,15-0,35	$C_{11} = f_{11} \cdot C_8$
C ₆	Auxiliares (potencia, vapor, agua) <ul style="list-style-type: none"> • Ninguna extensión • Pequeña ampliación • Ampliación grande • Nuevas extensión 	0 0-0,05 0,05-0,25 0,25-1	$C_6 = f_6 \cdot C_2$	C ₁₂	Coste indirecto total		Suma conceptos (9 a 11)
				CTF	Suma conceptos (C₈+C₁₂)		

Tabla AnxIII-7. Factores de Chilton para el coste total de operación de la planta.

Item	Costes	Valores típicos	Item	Costes	Valores típicos
C ₁	Materias primas	Datos del diagrama del proceso	C ₈	Supervisión	$C_8 = f_8 \cdot C_6$ $f_8: 20\%$
C ₂	Electricidad, vapor, agua	Según diagrama de proceso (Tabla 10)	C ₉	Dirección en planta	$C_9 = f_9 \cdot C_6$ $f_9: 50\%$
C ₃	Mantenimiento	$C_3 = f_3 \cdot CTF$ $f_3: 5-10\%$	C ₁₀	Cargas de capital	$C_{10} = f_{10} \cdot CTF$ $f_{10}: 15\%$
C ₄	Materiales Auxiliares	$C_4 = f_4 \cdot C_3$ $f_4: 100\%$	C ₁₁	Seguros	$C_{11} = f_{11} \cdot CTF$ $f_{11}: 1\%$
C ₅	Empaquetado y envío	Despreciable	C ₁₂	Impuestos locales	$C_{12} = f_{12} \cdot CTF$ $f_{12}: 2\%$
C ₆	Mano de obra directa (MOD)	Según estimaciones (Tabla 11)	C ₁₃	Royalties	$C_{13} = f_{13} \cdot CTF$ $f_{13}: 1\%$
C ₇	Costes de laboratorio	$C_7 = f_7 \cdot C_6$ $f_7: 20\%$	C ₁₄	Coste de Producción Directo (CPD)	$C_{14} = \sum_1^{13} C_l$

Tabla AnxIII-8. Estimación de números de operarios en función del equipamiento.

Equipo	Operario/unidad	Equipo	Operario/unidad	Equipo	Operario/unidad
Evaporador	0,3	Torres (incluidos auxiliares)	0,2 – 0,5	Filtros	1
Vaporizadores	0,3	Bombas	0,1 – 0,2	Filtros de vacío	0,2
Hornos	0,5	Reactores tipo batch	1	Filtros de marco y plato	1
Ventiladores	0,05	Reactores continuos	0,5	Filtros rotatorios	0,1
Compresores	0,15	Separador Centrífugo	0,25 – 0,5	Vasijas y tanques	0,2 – 0,5
Intercambiadores de calor	0,1	Cristalizador mecánico	0,16	Secador rotativo	0,5
Spray dryer	1	Soplantes	0,15		

ANEXO IV. HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES SILOS		
HOJA 1 DE 1	Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	SL-101	
DESCRIPCIÓN		Silo de harina húmeda
POSICIÓN		Vertical
TIPO		Cuadrado
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2
DATOS DE OPERACIÓN		
CAPACIDAD (kg)	21.000	
DENSIDAD (kg/m³)	600	
TEMPERATURA (°C)	25°C	
DIMENSIONES		
BASE (m)	2,5 x 2,5	
ALTURA ÚTIL (m)	5,6	

HOJA DE ESPECIFICACIONES SILOS			
HOJA 1 DE 1	Ud.	2	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	SL-101		
DESCRIPCIÓN			Silo de harina seca
POSICIÓN			Vertical
TIPO			Cuadrado
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)		8.100	
DENSIDAD (kg/m³)		600	
TEMPERATURA (°C)		25°C	
DIMENSIONES			
BASE (m)		2 x 2	
ALTURA ÚTIL (m)		3,38	

HOJA DE ESPECIFICACIONES SILOS				
HOJA 1 DE 1		Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
TAG EQUIPO	SL-101	1		
DESCRIPCIÓN		Silo de harina húmeda		
POSICIÓN		Vertical		
TIPO		Cuadrado		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		3		
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg)		5.600		
DENSIDAD (kg/m³)		600		
TEMPERATURA (°C)		25°C		
DIMENSIONES				
BASE (m)		2 x 2		
ALTURA ÚTIL (m)		2,33		

HOJA DE ESPECIFICACIONES SILOS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	SL-101	1	
DESCRIPCIÓN			Silo de harina seca
POSICIÓN			Vertical
TIPO			Cuadrado
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			3
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)	2400		
DENSIDAD (kg/m³)	600		
TEMPERATURA (°C)	25°C		
DIMENSIONES			
BASE (m)	2 x 2		
ALTURA ÚTIL (m)	1		

HOJA DE ESPECIFICACIONES TANQUES			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	TK-101	2	
DESCRIPCIÓN			Tanque de AOVE
POSICIÓN			Vertical
TIPO			Cilíndrico
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)			5800
DENSIDAD (kg/m ³)			920
TEMPERATURA (°C)			25°C
DIMENSIONES			
RADIO (m)			1
ALTURA ÚTIL (m)			2,01

HOJA DE ESPECIFICACIONES TANQUES			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	TK-101	1	
DESCRIPCIÓN			Tanque de AOVE
POSICIÓN			Vertical
TIPO			Cilíndrico
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			3
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)			1700
DENSIDAD (kg/m³)			920
TEMPERATURA (°C)			25°C
DIMENSIONES			
RADIO (m)			0,7
ALTURA ÚTIL (m)			1,2

HOJA DE ESPECIFICACIONES TANQUES				
HOJA 1 DE 1		Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
TAG EQUIPO	TK-102	2		
DESCRIPCIÓN		Tanque de manteca de cerdo ibérico líquida con serpentín		
POSICIÓN		Vertical		
TIPO		Cilíndrico		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2		
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg)		5800		
DENSIDAD (kg/m³)		880		
TEMPERATURA (°C)		41°C		
DATOS TÉRMICOS				
FLUIDO		Agua de calefacción		
CAUDAL (kg/h)		462		
PRESIÓN OPERACIÓN (atm)		3		
TEMPERATURA OPERACIÓN (°C)		IN (ff) 36	OUT (ff) 41	
U (kW/m²K)		IN (fc) 80	OUT (fc) 50	
CALOR INTERCAMBIADO (kW)		DTLM (°C) 24,41		
DATOS DE DISEÑO				
RADIO TANQUE (m)		1		
ALTURA ÚTIL TANQUE (m)		2,03		
ÁREA EXT. SERPENTÍN (m²)		2,865		
DIÁMETRO TUBO SERPT. (mm)		19		
LONGITUD TUBO SERPT. (m)		48		

HOJA DE ESPECIFICACIONES SECADORAS		
HOJA 1 DE 1	Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	DR-102	2
DESCRIPCIÓN		Secadora de harina con agitador de paletas
POSICIÓN		Vertical
TIPO		Cilíndrico
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2
DATOS DE OPERACIÓN		
CAPACIDAD (kg)	900	
DENSIDAD (kg/m³)	600	
TEMPERATURA (°C)	105°C	
VELOCIDAD DE GIRO (rpm)	144	
N_p (Nº POTENCIA)	2	
DATOS TÉRMICOS		
FLUIDO	Gas natural	Exceso aire (15%)
CAUDAL (kg/h)	7	140
CALOR INTERCAMBIADO (kW)	97,1	
DATOS DE DISEÑO		
RADIO TANQUE (m)	0,6	
ALTURA ÚTIL TANQUE (m)	1,304	
POTENCIA AGITADOR (W)	170	
DIÁMETRO AGITADOR (m)	0,4	

HOJA DE ESPECIFICACIONES SECADORAS				
HOJA 1 DE 1		Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
TAG EQUIPO	DR-102	1		
DESCRIPCIÓN		Secadora de harina con agitador de paletas		
POSICIÓN		Vertical		
TIPO		Cilíndrico		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		3		
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg)		80		
DENSIDAD (kg/m³)		600		
TEMPERATURA (°C)		105°C		
VELOCIDAD DE GIRO (rvs)		2,4		
DATOS TÉRMICOS				
FLUIDO		Gas natural	Exceso aire (15%)	
CAUDAL (kg/h)		0,64	12,6	
CALOR INTERCAMBIADO (kW)		8,9		
DATOS DE DISEÑO				
RADIO TANQUE (m)		0,29		
ALTURA ÚTIL TANQUE (m)		0,59		
POTENCIA AGITADOR (W)		883		

HOJA DE ESPECIFICACIONES CERNEDORES			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	CR-201	2	
DESCRIPCIÓN			Cernedor de harina
POSICIÓN			Horizontal
TIPO			Cilíndrico
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)	760		
DENSIDAD (kg/m³)	600		
TEMPERATURA (°C)	25°C		
DATOS DE DISEÑO			
RADIO TANQUE (m)	0,3		
LONGITUD (m)	1,534		
SUPERFICIE DE CRIBADO (m²)	2,89		
LUZ DE MALLA (μm)	32		

HOJA DE ESPECIFICACIONES CERNEDORES			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	CR-201	1	
DESCRIPCIÓN			Cernedor de harina
POSICIÓN			Horizontal
TIPO			Cilíndrico
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			3
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)			75
DENSIDAD (kg/m ³)			600
TEMPERATURA (°C)			25°C
DATOS DE DISEÑO			
RADIO TANQUE (m)			0,125
LONGITUD (m)			0,4
SUPERFICIE DE CRIBADO (m ²)			0,29
LUZ DE MALLA (μm)			32

HOJA DE ESPECIFICACIONES CERNEDORES			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	CR-201	1	
DESCRIPCIÓN			Cernedor de canela
POSICIÓN			Horizontal
TIPO			Cilíndrico
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)	30		
DENSIDAD (kg/m³)	500		
TEMPERATURA (°C)	25°C		
DATOS DE DISEÑO			
DIAMETRO (m)	0,18		
LONGITUD (m)	0,27		
SUPERFICIE DE CRIBADO (m²)	0,15		
LUZ DE MALLA (μm)	100		

HOJA DE ESPECIFICACIONES TRITURADORAS				
HOJA 1 DE 1		Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
TAG EQUIPO	HR-201	2		
DESCRIPCIÓN		Trituradora de azúcar		
POSICIÓN		Vertical		
TIPO		Martillos		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2		
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg)		290		
TEMPERATURA (°C)		25°C		
POTENCIA NOMINAL (kW)		1,2		

HOJA DE ESPECIFICACIONES TRITURADORAS				
HOJA 1 DE 1		Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
TAG EQUIPO	HR-201	1		
DESCRIPCIÓN		Trituradora de azúcar		
POSICIÓN		Vertical		
TIPO		Martillos		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		3		
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg)		30		
TEMPERATURA (°C)		25°C		
POTENCIA NOMINAL (W)		400		

HOJA DE ESPECIFICACIONES TRITURADORAS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	RC-201	2	
DESCRIPCIÓN			Trituradora de frutos secos
POSICIÓN			Vertical
TIPO			Rodillos
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)		200	
TEMPERATURA (°C)		25°C	
POTENCIA NOMINAL (kW)		0,85	

HOJA DE ESPECIFICACIONES SOLIDIFICADORA				
HOJA 1 DE 1		Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
TAG EQUIPO	SF-201	1		
DESCRIPCIÓN		Solidificadora de manteca de cerdo ibérico		
POSICIÓN		Vertical		
TIPO		Cilíndrico		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2		
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg)		900		
DENSIDAD (kg/m ³)		920		
TEMPERATURA (°C)		21°C		
VELOCIDAD DE GIRO (rpm)		90		
DATOS TÉRMICOS				
FLUIDO		Agua de refrigeración		
CAUDAL (kg/h)		620		
PRESIÓN OPERACIÓN (atm)		3		
TEMPERATURA OPERACIÓN (°C)		IN (ff) 10	OUT (ff) 25	
U (kW/m ² K)		IN (fc) 41	OUT (fc) 21	
0,223	DTLM (°C)	13,34		
CALOR INTERCAMBIADO (kW)		11		
DATOS DE DISEÑO				
RADIO TANQUE (m)		0,6		
ALTURA ÚTIL TANQUE (m)		0,9		
POTENCIA AGITADOR (W)		64		
DIÁMETRO AGITADOR (m)		0,4		
ÁREA EXT. CAMISA (m ²)		3,7		
ESPESOR CAMISA (m)		0,08		

HOJA DE ESPECIFICACIONES TOSTADORAS FRUTOS SECOS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	DR-202	2	
DESCRIPCIÓN		Tostado de frutos secos	
POSICIÓN		Vertical	
TIPO		Tambor giratorio esférico	
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2	
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)		210	
DENSIDAD (kg/m ³)		650	
TEMPERATURA (°C)		125°C	
DATOS TÉRMICOS			
FLUIDO		Gas natural	Exceso aire (15%)
CAUDAL (kg/h)	1,2	22,6	
CALOR INTERCAMBIADO (kW)		16	
DATOS DE DISEÑO			
RADIO (m)		0,425	
VOLUMEN (m ³)		0,323	

HOJA DE ESPECIFICACIONES AMASADORAS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	MX-301	2	
DESCRIPCIÓN			Amasadora-Mezcladora
TIPO			Doble brazo helicoidal tipo doble Z
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE DISEÑO			
CAPACIDAD (kg)			600
ANCHO (mm)			600
LARGO (mm)			937

HOJA DE ESPECIFICACIONES TRITURADORAS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	MX-301	1	
DESCRIPCIÓN			Amasadora-Mezcladora
TIPO			Doble brazo helicoidal tipo doble Z
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			3
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)			60

HOJA DE ESPECIFICACIONES HORNOS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	FUR-301	2	
DESCRIPCIÓN		Horno de cocción	
POSICIÓN		Horizontal	
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2	
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)		260	
TEMPERATURA (°C)		270°C	
DATOS TÉRMICOS			
FLUIDO		Gas natural	Exceso aire (15%)
CAUDAL (kg/h)		10	190
CALOR INTERCAMBIADO (kW)		134	
DATOS DE DISEÑO			
LONGITUD (m)		22	
ANCHO MIN (mm)		600	

HOJA DE ESPECIFICACIONES CINTAS TRANSPORTADORAS				
TAG EQUIPO	HOJA 1 DE 1	Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
	CB-306	1		
DESCRIPCIÓN		Cinta transportadora Horneado		
TIPO		Teflón		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2		
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg/h)		1200		
VELOCIDAD (m/min)		1,67		
POTENCIA (W)		164,5		
DATOS DE DISEÑO				
ANCHO BANDA (mm)		600		
LONGITUD (m)		22		
INCLINACIÓN (º)		0		

HOJA DE ESPECIFICACIONES HORNOS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	FUR-301	1	
DESCRIPCIÓN		Horno de cocción	
POSICIÓN		Horizontal	
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		3	
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg)		25	
TEMPERATURA (°C)		270°C	
DATOS TÉRMICOS			
FLUIDO		Gas natural	Exceso aire (15%)
CAUDAL (kg/h)		0,8	16,3
CALOR INTERCAMBIADO (kW)		11,14	
DATOS DE DISEÑO			
LONGITUD (m)		2,5	
ANCHO MIN (mm)		600	

HOJA DE ESPECIFICACIONES CINTAS TRANSPORTADORAS			
HOJA 1 DE 1	Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
TAG EQUIPO	CB-307	1	
DESCRIPCIÓN		Cinta transportadora Horneado	
TIPO		Teflón	
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		3	
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg/h)		115,2	
VELOCIDAD (m/min)		0,19	
POTENCIA (W)		127	
DATOS DE DISEÑO			
ANCHO BANDA (mm)		600	
LONGITUD (m)		2,5	
INCLINACIÓN (º)		0	

HOJA DE ESPECIFICACIONES CORTADORAS-FORMADORAS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	SPP-301	1	
DESCRIPCIÓN			Cortadora-Formadora
TIPO			Cuchilla ultrarrápida
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg/h)	1.200		
PESO ud. (g)	50		
VELOCIDAD CORTE (pieza/min)	33,4		
DATOS DE DISEÑO			
ANCHO (mm)	600		
LONGITUD ud. (mm)	50		
Ud. dulce por corte	12		

HOJA DE ESPECIFICACIONES CORTADORAS-FORMADORAS			
HOJA 1 DE 1		Ud.	
TAG EQUIPO	SPP-301	1	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
DESCRIPCIÓN			Cortadora-Formadora
TIPO			Cuchilla ultrarrápida
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			3
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg/h)		115,2	
PESO ud. (g)		50	
VELOCIDAD CORTE (pieza/min)		3,2	
DATOS DE DISEÑO			
ANCHO (mm)		600	
LONGITUD ud. (mm)		50	
Ud. dulce por corte		12	

HOJA DE ESPECIFICACIONES CINTAS TRANSPORTADORAS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	CB-307	1	
DESCRIPCIÓN			Cinta transportadora Atemperado
TIPO			Teflón
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg/h)	1200		
VELOCIDAD (m/min)	1,67		
POTENCIA (W)	157,5		
DATOS DE DISEÑO			
ANCHO BANDA (mm)	600		
LONGITUD (m)	8		
INCLINACIÓN (º)	0		

HOJA DE ESPECIFICACIONES CINTAS TRANSPORTADORAS				
HOJA 1 DE 1	Ud.	1	Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
TAG EQUIPO	CB-307			
DESCRIPCIÓN		Cinta transportadora Atemperado		
TIPO		Teflón		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		3		
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg/h)		115,2		
VELOCIDAD (m/min)		0,19		
POTENCIA (W)		127		
DATOS DE DISEÑO				
ANCHO BANDA (mm)		600		
LONGITUD (m)		0,95		
INCLINACIÓN (º)		0		

HOJA DE ESPECIFICACIONES TORRES ENFRIAMIENTO		
HOJA 1 DE 1	Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	SCB-301/SCB-302	4
DESCRIPCIÓN		Torre de enfriamiento espiral
POSICIÓN		Vertical
TIPO		Cinta Trasportadora Modular
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2
DATOS DE OPERACIÓN		
CAPACIDAD (kg/h)	1.200	
VELOCIDAD	1,67	
DATOS DE DISEÑO		
LONGITUD (m)	102	
ANCHO CINTA (mm)	600	
RADIO EXT. TORRE (m)	1,76	
ALTURA TORRE (m)	2,86	
Nº NIVELES	14	
ALTURA NIVEL (cm)	22	

HOJA DE ESPECIFICACIONES TORRES ENFRIAMIENTO		
HOJA 1 DE 1	Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	SCB-301/SCB-302	2
DESCRIPCIÓN		Torre de enfriamiento espiral
POSICIÓN		Vertical
TIPO		Cinta transportadora modular
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		3
DATOS DE OPERACIÓN		
CAPACIDAD (kg/h)	115,2	
VELOCIDAD (m/min)	0,19	
DATOS DE DISEÑO		
LONGITUD (m)	11,4	
ANCHO CINTA (mm)	600	
RADIO EXT. TORRE (m)	0,97	
ALTURA TORRE (m)	1,6	
Nº NIVELES	5	
ALTURA NIVEL (cm)	40	

HOJA DE ESPECIFICACIONES TORNILLOS SIN FIN				
HOJA 1 DE 1	Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones		
TAG EQUIPO	SC-201	2		
DESCRIPCIÓN	Transportador de tornillo sin fin para harina con camisa de refrigeración			
POSICIÓN	Horizontal			
TIPO	Helicoidal			
LÍNEA DE PRODUCCIÓN	1/2			
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg/h)	760			
DENSIDAD (kg/m ³)	600			
TEMPERATURA (°C)	40			
VELOCIDAD GIRO TORNILLO (rpm)	20			
POTENCIA (kW/m)	2,76			
DATOS TÉRMICOS				
FLUIDO	Agua de refrigeración			
CAUDAL (kg/h)	790			
PRESIÓN OPERACIÓN (atm)	3			
TEMPERATURA OPERACIÓN (°C)	IN (ff) 15	OUT (ff) 35	IN (fc) 105	OUT (fc) 40
U (kW/m ² K)	0,23	DTLM (°C)	47,7	
CALOR INTERCAMBIADO (kW)	18,4			
DATOS DE DISEÑO				
DIÁMETRO TORNILLO (cm)	15			
ÁREA EXT. SERPENTÍN (m ²)	1,83			

HOJA DE ESPECIFICACIONES TORNILLOS SIN FIN				
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones	
TAG EQUIPO	SC-201	1		
DESCRIPCIÓN	Transportador de tornillo sin fin para harina con camisa de refrigeración			
POSICIÓN	Horizontal			
TIPO	Helicoidal			
LÍNEA DE PRODUCCIÓN	3			
DATOS DE OPERACIÓN				
CAPACIDAD (kg/h)	75			
DENSIDAD (kg/m³)	600			
TEMPERATURA (°C)	40			
VELOCIDAD GIRO TORNILLO (rpm)	35			
POTENCIA (W/m)	262			
DATOS TÉRMICOS				
FLUIDO	Agua de refrigeración			
CAUDAL (kg/h)	72			
PRESIÓN OPERACIÓN (atm)	3			
TEMPERATURA OPERACIÓN (°C)	IN (ff) 15	OUT (ff) 35	IN (fc) 105	OUT (fc) 40
U (kW/m²K)	0,23	DTLM (°C)	47,7	
CALOR INTERCAMBIADO (kW)	1,7			
DATOS DE DISEÑO				
DIÁMETRO TORNILLO (cm)	10			
ÁREA EXT. SERPENTÍN (m²)	0,155			

HOJA DE ESPECIFICACIONES TORNILLOS SIN FIN			
HOJA 1 DE 1		Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	SC-301	2	
DESCRIPCIÓN			Transportador de tornillo sin fin
POSICIÓN			Inclinada
TIPO			Helicoidal
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg/h)		760	
DENSIDAD (kg/m³)		600	
TEMPERATURA (°C)		21-40	
VELOCIDAD GIRO TORNILLO (rpm)		35	
POTENCIA (kW/m)		8,1	
DATOS DE DISEÑO			
DIÁMETRO TORNILLO (cm)		15	
ÁNGULO DE INCLINACIÓN (º)		10	

HOJA DE ESPECIFICACIONES TORNILLOS SIN FIN			
HOJA 1 DE 1		Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	SC-301	1	
DESCRIPCIÓN			Transportador de tornillo sin fin para azúcar
POSICIÓN			Inclinada
TIPO			Helicoidal
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			3
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg/h)		75	
DENSIDAD (kg/m³)		600	
TEMPERATURA (°C)		21-40	
VELOCIDAD GIRO TORNILLO (rpm)		25	
POTENCIA (W/m)		544	
DATOS DE DISEÑO			
DIÁMETRO TORNILLO (cm)		10	
ÁNGULO DE INCLINACIÓN (º)		10	

HOJA DE ESPECIFICACIONES ELEVADORES DE CANGILONES		
HOJA 1 DE 1	Ud.	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	BE-201/BE-202	6
DESCRIPCIÓN		Elevador de cangilones frutos secos
POSICIÓN		Vertical
TIPO		Descarga por gravedad
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2
DATOS DE OPERACIÓN		
CAPACIDAD (kg/h)	30-210	
POTENCIA (W/m)	0,12-1,25	
DATOS DE DISEÑO		
COEFICIENTE DE LLENADO	0,7	
CAPACIDAD 100% (m ³ /h)	6	
CAPACIDAD 70% (m ³ /h)	4,2	
CAPACIDAD DE UN CANGILÓN	1	
DISTANCIA ENTRE CANGILONES (mm)	350	
VELOCIDAD (m/s)	0,6	

HOJA DE ESPECIFICACIONES TRANSPORTADORES NEUMÁTICOS			
	HOJA 1 DE 1	Ud.	
TAG EQUIPO	BL-101/201-205 VP-301/201-203	24	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
DESCRIPCIÓN		Transportadores neumáticos	
TIPO		Soplantes/ Bombas vacío	
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2/3	
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (m³/min)		2-56	
PÉRDIDA CARGA (psi)		2	
POTENCIA (kW)		1,47- 18,64	

HOJA DE ESPECIFICACIONES BOMBAS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	VPB-201	3	
DESCRIPCIÓN		Bombas para trasiego de AOVE	
TIPO			Bomba de paletas
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2/3	
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg/h)		22-240	
POTENCIA (W/m)		0,075-0,817	

HOJA DE ESPECIFICACIONES BOMBAS			
HOJA 1 DE 1	Ud.		Planta Producción de Mantecados y Polvorones
TAG EQUIPO	VPB-202/PHP-202	2	
DESCRIPCIÓN		Bombas para trasiego de manteca	
TIPO		Bomba de paletas/ Bomba de flujo pistón	
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		1/2	
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (kg/h)		230-700	
POTENCIA (W/m)		0,79-2,4	

HOJA DE ESPECIFICACIONES VENTILADORES			
HOJA 1 DE 1		Ud.	
TAG EQUIPO	AC-201/AFF-201/AFF-202	6	Planta Producción de Mantecados y Polvorones
DESCRIPCIÓN			Ventiladores
LÍNEA DE PRODUCCIÓN			1/2
DATOS DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD (m ³ /s)		1,8-0,02	
POTENCIA (W/Pa)		3,08-0,023	

REFERENCIAS

- [1] Consejo Regulador Indicación Geográfica Protegida "Mantecados y Polvorones de Estepa", «Mantecados y Polvorones de Estepa,» PRODETUR S.A., Sevilla, 2015.
- [2] A. C. Gómez Muñoz, M. Santos Murillo y P. Caldentey Albert, «Catalogación y Caracterización de los Productos Típicos Agroalimentarios de Andalucía Tomo I,» Analistas Económicos de Andalucía, Málaga, 2006.
- [3] Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, «Pliego de Condiciones de la Indicación Geográfica Protegida "Mantecados de Estepa",» Junta de andalucía, consolidado de acuerdo con la Orden de 9 de abril de 2024 (BOJA núm.72 de 15/04/2024).
- [4] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, «Indicación Geográfica Protegida "Polvorones de Estepa" Pliego de Condiciones,» Junta de andalucía, 2015.
- [5] VSF Justicia Alimentaria Global, «Planeta Azúcar,» L'Apòstrof, SCCL, Barcelona, 2014
- [6] Dr S, Murillo, «Edulcorantes y diabetes,» Nutrición, agosto 2024
- [7] FACE, «Federación de Asociaciones de Celíacos de España (FACE),» 2018. [En línea]. Available: celiacos.org/.
- [8] Instituto Halal, «INSTITUTO HALAL,» Waricreative, 2025. [En línea]. Available: <https://www.institutohalal.com/>.
- [9] Unión Europea, «Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 834/2007 del Consejo,» 2023. [En línea]. Available: <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/848/oj>.
- [10] CAAE, «certificación CAAE,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.caae.es>
- [11] Office of Dietary Supplements, «Omega-3 Fatty Acids,» Nacional Institutes of Health (NIH), 2024. [En línea]. Available: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids>.
- [12] «Alimentos y Bebidas,» Fundación Española de la Nutrición (FEN), 2025. [En línea]. Available: <https://www.fen.org.es>.
- [13] Mantecados Gamito Hnos S.L., «Gamito Mantecados y Polvorones Artesanos desde 1965,» 2021. [En línea]. Available: <https://dulces-gamito.com>.
- [14] «Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado,» Ministerio de la Presidencia,Justicia y Relaciones con las Cortes, Gobierno de España. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/>.
- [15] «Alimentación en España 2024,» Mercasa-Distribución y Consumo, 2024/2025.

- [16] «Informe del consumo alimentario en España 2023,» Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España, 2024.
- [17] «Navidad en pleno agosto: Estepa se queda sin vacaciones con el arranque de la campaña de mantecados y polvorones,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.abc.es/sevilla/provincia/navidad-pleno-agosto-estepa-queda-vacaciones-arranque-20240806122906-nts.html>
- [18] Secretaría General de Agricultura y Alimentación, «Datos de las Denominaciones de Origen Protegidas (D.O.P.), Indicaciones Geográficas Protegidas (I.G.P.) y Especialidades Tradicionales Garantizadas (E.T.G.) de Productos Agroalimentarios,» Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España, 2023.
- [19] «Maquinaria y líneas automáticas para pastelería industrial,» Talleres HAGLES S.L. [En línea]. Available: <https://www.hagles.com/>
- [20] «Sistemas Industriales de Transporte y Almacenaje,» MAROBERA. [En línea]. Available: <https://marobera.com/productos/>.
- [21] «Mecánica Jijonena, Tradición artesana con la tecnología avanzada,» Mejisa Mectufry. [En línea], Available: <https://mejisa.com/>.
- [22] «Tecnología para líquidos,» GIMON. [En línea]. Available: <https://gimon-sl.es/ambitos-de-trabajo/turrones-polvorones/>.
- [23] «Maquinaria para confitería y pastelería industrial,» Construcciones mecánicas GONVER SL. [En línea]. Available: <https://www.gonversl.com/>.
- [24] «Dulces Olmedo García,» La Muralla. [En línea]. Available: <https://lamuralla.es/>
- [25] «Food Equipment Specialists,» SPOONER. [En línea]. Available: <https://spooner-food.com/industrial-bakery-ovens/>.
- [26] «AOCNO Baking Machinery,» AOCNO. [En línea]. Available: <https://www.aocnobake.com/>.
- [27] Servicio Andaluz de Salud, «Guía para el diagnóstico y seguimiento de la ENFERMEDAD CELÍACA en ANDALUCÍA,» Junta de Andalucía, Consejería de Salud y Consumo, 2023,
- [28] «Actualización: Cantidad de celiacos por provincia en España.» [En línea]. Available: <https://celiacos.top/actualizacion-cantidad-de-celiacos-por-provincia-en-espana/>.
- [29] «Más allá de la insulina, Parte 1, Mapa de la diabetes tipo 1 en España,» Fundación DiabetesCERO, 2024.
- [30] «The Green Revolution 2023,» Latern. [En línea]. Available: <https://www.latern.es/papers/the-green-revolution-2023>.
- [31] S. I. García Flores, «Análisis de las mermas en procesos productivos de la repostería "El hogar",» 2003.
- [32] «Sieving & Separator for powder materials,» Dahan Machine. [En línea]. Available: <https://www.dahanmachine.com/product-center/Rotary-Sifter>.
- [33] «Calidad de harinas, Grupo de Investigación y Blog Sobre Cereales, Legumbres y Otros Granos,» Innograin. [En línea]. Available: <https://innograin.uva.es/2020/09/22/calidad-de-harinas-i/>.

- [34] «Transferencia y Control de Humedad,» California Almonds. [En línea]. Available: <https://www.almendras.mx/herramientas-y-recursos/calidad-y-seguridad-alimentaria/transferencia-y-control-de-humedad>.
- [35] K. Kunik, «Maltitol: What Is It and Is It Safe for You?,» SIGNOS. [En línea]. Available: <https://www.signos.com/blog/what-is-maltitol?>.
- [36] D. R. Heldman, F. Erdogan, y R. P. Singh, *Introduction to Food Engineering*, Academic Press, London, 2023.
- [37] «Excess Air: When is Too Much Really Too Much?,» XRG Technologies, 2021. [En línea]. Available: <https://xrgtechnologies.com/excess-air-when-is-too-much-really-too-much>.
- [38] «Engineering resources for powder processing industries,» Powderprocess, [En línea]. Available: https://powderprocess.net/Pneumatic_Transport/Pneumatic_Transport_Dilute_Phase.html.

