

Desarrollo de una prepizza con pescado, precocida y congelada. Diseño de la planta elaboradora

Trabajo Final de Ingeniería en Alimentos

AÑO 2019

AUTORES:

- Argañarás, Daniela
- Erviti, Iván
- Hernández, Candelaria

DOCENTES:

- Tomac, Alejandra
- Fardín, José
- Perez, Silvina
- Marchetti, Marión
- Giacomini, María Paula



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
ACTIVIDAD PANADERA EN ARGENTINA	10
ACTIVIDAD PESQUERA EN ARGENTINA	11
OBJETIVO DEL TRABAJO	15
LA IMPORTANCIA DEL PESCADO EN LA DIETA DE LOS NIÑOS	15
ESTUDIO DE MERCADO	18
SEGMENTACIÓN DEL MERCADO	18
Primer segmento	18
Segundo segmento	19
ANÁLISIS DE LA OFERTA	20
Análisis de competidores y productos sustitutos	21
ANÁLISIS DE LA DEMANDA	22
Consumo de pizza	22
Estimación del consumo de pizza	23
Estimación del consumo de pizza en comedores escolares	25
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	25
MATERIAS PRIMAS	27
HARINA	27
LEVADURA	31
SAL	31
AGUA	32
MATERIA GRASA	33
ADITIVOS DE PANIFICACIÓN	33
PESCADO	34
Características nutricionales	34
Anatomía del músculo	36
Deterioro	36
Cambios autolíticos	37
DESARROLLO DE PRODUCTO	39
DEFINICIÓN Y CONCEPTO DEL PRODUCTO	39
FORMULACIÓN	39
Efecto del agregado de pescado	39
Análisis de las características fisicoquímicas y sensoriales y del comportamiento el panificado frente al agregado de distintos contenidos de pescado	40

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA	46
Masa cruda	46
Producto cocido	48
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL EN CONSUMIDORES DE 6 A 12 AÑOS	55
CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA	59
ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA DEL PRODUCTO REFRIGERADO	62
ROTULADO NUTRICIONAL	65
ENVASES	66
Material de envase	67
Envase primario	67
Envase secundario	70
PROCESO DE ELABORACIÓN DE PREPIZZA CON PESCADO, PRECOCIDA Y CONGELADA	73
ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO	73
Recepción y almacenamiento de filete crudo	73
Lavado del filete	74
Emprolijado del filete	74
Cocción al vapor del filete	74
Oreado del filete cocido	74
Refrigeración y almacenamiento del filete cocido	75
Desmenuzado del filete cocido refrigerado	75
Recepción y almacenamiento de insumos para salsa	75
Fraccionamiento y mezclado de ingredientes para salsa	75
Recepción y almacenamiento de ingredientes para la masa	75
Fraccionamiento de ingredientes para la masa	75
Mezclado y amasado	76
División y bollado de la masa	76
Leudado de los bollos	77
Estirado en molde de la masa	79
Descanso	79
Cocción del panificado	80
Enfriado del panificado	80
Congelado del panificado	81
Envasado del producto	81
Inspección por rayos X	81
Almacenamiento del producto congelado	81
BALANCES	82
BALANCES DE MATERIA	82
Emprolijado, precocción y oreado del filete de merluza	82
Mezclado y amasado	83

Agregado de salsa al panificado	84
Cocción del panificado	84
BALANCES DE ENERGÍA	85
Almacenamiento del filete refrigerado	86
Precocción al vapor del filete	86
Oreado del filete precocido	87
Almacenamiento del filete refrigerado	87
Leudado de los bollos	88
Descanso de la masa estirada	88
Cocción del panificado	89
Enfriamiento del panificado	89
Congelado del producto	90
DIAGRAMAS DE GANTT	93
ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN	93
Análisis de la elaboración del filete de merluza precocido	93
Análisis de la elaboración del panificado congelado	94
Análisis de la elaboración en conjunto	95
TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA	96
ESTIMACIÓN DE HORAS-HOMBRE NECESARIAS	96
DIAGRAMA TECNOLÓGICO: DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS	99
DIAGRAMA TECNOLÓGICO	99
SELECCIÓN DE EQUIPOS	101
Cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado	101
Horno a vapor	101
Cámara de almacenamiento para filete cocido refrigerado	103
Desmenuzadora	104
Heladera para almacenamiento de la levadura	105
Amasadora	106
Divisora volumétrica	107
Bolladora cónica	108
Cámara de fermentación para el leudado de la masa	110
Laminadora	112
Cámara de fermentación para el descanso	113
Tanque mezclador de salsa	116
Dosificadora	117
Horno de túnel continuo	118
Túnel de enfriamiento	121
Giro-freezer	122
Envasadora	124
Cámara de almacenamiento para producto congelado	125
DISEÑO DE CÁMARAS FRIGORÍFICAS	126

Cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado.	128
Cámara de almacenamiento para filete cocido refrigerado.	133
Cámara de almacenamiento para producto congelado	136
SISTEMAS DE CONTROL DE LA INOCUIDAD DEL PROCESO	141
BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)	141
PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANEAMIENTO (POES)	144
ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP)	149
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y LOCALIZACIÓN	159
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	159
Modelos de layout existentes	159
Análisis de los ocho factores de layout	160
LOCALIZACIÓN	168
IMPACTO AMBIENTAL	173
EFLUENTES GENERADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO	173
Efluentes sólidos	174
Efluentes líquidos	174
Caracterización de los efluentes líquidos	174
Tratamiento primario de efluentes líquidos: diseño de un sedimentador	175
ANÁLISIS ECONÓMICO	179
INVERSIÓN	180
Inversión fija	180
Inversión en equipos	180
Inversión fija directa e indirecta	182
Terreno	184
Capital de trabajo	185
INGRESOS POR VENTAS	185
COSTOS DE PRODUCCIÓN	186
Costos variables	187
Costos fijos	193
PUNTO DE EQUILIBRIO	198
ESTUDIO DE RENTABILIDAD	199
Tiempo de repago (nR)	200
Tasa interna de retorno (TIR)	201
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	202
CONCLUSIÓN	205
ANEXO I: Planillas de análisis sensoriales	206
ANEXO II: Experiencias prácticas durante el desarrollo del producto	209
ANEXO III: Estabilidad microbiológica del producto refrigerado	213

ANEXO IV: Balances de materia y energía	216
ANEXO V: Instructivo POES	221
REFERENCIAS	224

AGRADECIMIENTOS

Daniela Argañarás

Agradezco a mi familia que siempre me apoyó a lo largo de la carrera, y en especial a mi hermana Camila, quien estuvo en todo momento con palabras de aliento. También agradecerles a mis amigas y amigos quienes desde su lugar me acompañaron en todo momento. Finalmente, agradecer a los profesores de la cátedra y al proyecto de extensión por el apoyo brindado.

Ivan Erviti

Agradezco a Dios, a mi familia y en especial a mi mamá por haber sido el pilar fundamental durante el transcurso de la carrera, a mis compañeras en este trabajo, a los profesores de la cátedra por habernos apoyado durante la cursada, y a todas aquellas personas que tuvieron un efecto positivo y desinteresado en el desarrollo de este proyecto.

Candelaria Hernandez

Agradezco a mis padres, cuyo apoyo a lo largo de la carrera fue fundamental, a mis amigos, a los profesores de la cátedra y a la Facultad de Ingeniería.

RESUMEN

En el presente trabajo final de Ingeniería en Alimentos se lleva a cabo el desarrollo de una prepizza con pescado, precocida y congelada y el diseño de la planta elaboradora correspondiente. Argentina tiene un importante recurso pesquero, con volúmenes de capturas elevados que rondan las 750.000 ton/año (Secretaría Agroindustria, 2018). La explotación del mismo se utiliza mayormente para abastecer el mercado externo. Además, el consumo de pescado per cápita anual en el país es bajo, sólo alcanza los 5 kg, mientras que el promedio mundial sobrepasa los 20 kg.

La idea del producto surge en el marco de un proyecto de extensión denominado *“Alimentación consciente y saludable: la incorporación de pescado en el menú escolar”*, desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata y que establece como objetivo general promover el consumo de pescado en la comunidad educativa de la escuela EGB N° 21 “Esteban Echeverría” de la localidad de Mar de Cobo (Partido de Mar Chiquita). A partir de ello, se plantea el desarrollo de un producto que permita una mayor incorporación de pescado a la dieta tanto de los niños entre 6 y 12 años. Asimismo, se plantea abarcar también la población de la provincia de Buenos Aires.

Una vez definido el producto a desarrollar, se lleva a cabo el estudio de mercado, que involucra su segmentación, la caracterización de productos sustitutos y la estimación de la potencial demanda del mismo. Esto permite establecer el volumen de producción requerido.

Mediante experiencias realizadas en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, se definen las materias primas y etapas involucradas en el proceso de elaboración, obteniendo así la formulación del producto. Además, se efectúan pruebas de análisis sensorial y microbiológico, obteniéndose resultados satisfactorios en cuanto al nivel de aceptabilidad sensorial del producto por parte de los alumnos de la escuela y a la estabilidad microbiológica del mismo en refrigeración. El producto crudo formulado contiene un 30% de pescado, por lo que puede rotularse como fuente de proteínas.

Posteriormente se plantean los balances de materia y energía de las etapas correspondientes, así como también los diagramas de Gantt del proceso. De esta manera se logran diseñar y seleccionar los equipos a utilizar a escala industrial.

Se determina la distribución de la planta y se establece que la misma se edificará en el Parque Industrial Gral. Manuel Savio, ubicado sobre la Ruta Provincial 88 en el sudeste de la provincia, en base al análisis de factores llevado a cabo.

Se realiza, además, el desarrollo del sistema de control de la inocuidad (que incluye BPM, POES y HACCP) con el objetivo de garantizar no solo la inocuidad del producto, sino también la mejora continua de los procesos y la satisfacción del cliente.

Respecto al impacto ambiental generado por la actividad, se realiza la caracterización de los efluentes, a la vez que se diseña un sedimentador que permita el tratamiento primario de los desechos líquidos producidos en la planta.

Por último, se realiza un análisis económico del proyecto, que incluye un estudio de factibilidad y rentabilidad, la determinación del punto de equilibrio y un análisis de sensibilidad a determinadas variables.

ABSTRACT

The aim of this Food Engineering dissertation is to develop a frozen pre-cooked fish-added pizza base and design the factory in which it would be produced. Argentina has an important fishery resource, with high fishing volumes that reach around 750,000 tons a year (Argentinian Secretary of Agroindustry, 2018). Fish exploitation is mainly aimed at supplying foreign markets. In addition, annual per capita fish consumption in the country is low as it only amounts to 5 kg, while the world average exceeds 20 kg.

This study is developed in the context of the project “Healthy and conscious diet: the incorporation of fish in the School Menu”, carried out in the Engineering Department of Universidad Nacional de Mar del Plata. Its main objective is to promote fish consumption in the academic community of the school Esteban Echeverría in Mar de Cobo (Mar Chiquita district). To attain this goal, this project sets out a product development which allows a greater incorporation of fish in the diets of 6 to 12-year-old children and the residents of the province of Buenos Aires in general.

Having defined the product, the market research is conducted, taking into account its segmentation, the characteristics of substitute products and its demand estimation. This allows to set the required production volume of the factory.

Through experimentation carried out in the facilities of the Engineering Department of Universidad Nacional de Mar del Plata, the raw material and stages involved in the elaboration process are defined. In this way, the product formulation is obtained. In addition, sensory analysis and microbiological tests are carried out, obtaining satisfactory results as to the product’s sensory acceptability by the school’s students and its microbiological stability when refrigerated. The developed raw product contains 30% fish, which is why it can be labeled as a protein source.

Afterwards, matter and energy balances are performed in different stages of the process, as well as Gantt diagrams. As a result, the necessary equipment at an industrial scale is selected and designed.

The factory layout is determined and it is established that it is going to be built in the Industrial Park Gral. Manuel Savio, located on Provincial Route No. 88, in the south east of the province of Buenos Aires, based on the factor analysis which was carried out.

Furthermore, the quality management systems are developed (this includes GMP, SSOP and HACCP) with the objective of ensuring not only the product’s safety but also the continuous improvement of the processes and client satisfaction.

Regarding the environmental impact caused by this activity, the effluent characterization and the design of a sedimentator which allows the primary treatment of liquid waste produced in the factory are performed.

Finally, an economic analysis of the project is performed. This includes a feasibility and profitability study, the determination of the equilibrium point, and a sensitivity analysis of different variables.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la materia Trabajo Final de la carrera Ingeniería en Alimentos, se planteó la realización de un análisis técnico-económico sobre un proyecto productivo, que involucrara el desarrollo de un producto alimenticio innovador y el diseño de la planta elaboradora correspondiente. Llevar a cabo este proyecto permitió integrar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, logrando el desarrollo de criterios, fortaleciendo la capacidad de resolución de problemas, promoviendo un aprendizaje profundo y fomentando la creatividad.

En la etapa de elección de la temática del trabajo se presentó la posibilidad de formar parte de un proyecto de extensión que había iniciado en noviembre de 2018 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. El mismo, denominado “*Alimentación consciente y saludable: la incorporación de pescado en el menú escolar*”, tiene como objetivo general promover el consumo de pescado en la comunidad educativa de la escuela EGB N° 21 “Esteban Echeverría” de la localidad de Mar de Cobo (Partido de Mar Chiquita).

Los objetivos específicos de este proyecto de extensión se describen a continuación.

- Sensibilizar a la comunidad escolar sobre la importancia del pescado en la dieta para mejorar el desarrollo infantil.
- Desarrollar, en conjunto con los miembros de la comunidad escolar, productos saludables a base de pescado que sean aceptados sensorialmente por parte de los alumnos.
- Desarrollar competencias culinarias del personal de la cocina de la escuela sobre manipulación y distintas formas de cocinar los productos de la pesca.
- Cooperar en la vinculación de los productores locales como posibles proveedores de pescado.
- Diseñar una metodología de trabajo que pueda ser utilizada como modelo para la inclusión del pescado en distintas instituciones de la región.

Así, de la mano con estos objetivos, es que surge la idea de desarrollar un producto alimenticio que pueda incorporarse fácilmente a la dieta de los más jóvenes. Por ello, teniendo en cuenta el desafío que significa lograr la aceptación de alimentos a base de pescado en la población argentina, es que se optó por modificar un producto ya existente y ampliamente aceptado, como es la pizza.

La intención de fomentar el consumo de pescado surge de la necesidad de aprovechar este recurso, que es ampliamente explotado en nuestro país y que constituye un alimento de excelentes propiedades nutricionales, pero que a su vez, no suele ser consumido en gran medida.

Se desea, por lo tanto, generar un cambio cultural y favorecer la creación de un hábito de consumo más frecuente, que incorpore, especialmente a la dieta de los niños, proteínas de alto valor biológico, vitaminas (A y D), minerales (hierro, calcio, selenio, yodo, entre otros) y ácidos grasos poliinsaturados, entre otros nutrientes que resultan de gran importancia para un correcto desarrollo y crecimiento.

1.1. ACTIVIDAD PANADERA EN ARGENTINA

En el país se producen alrededor de 3,05 millones de toneladas anuales de productos panificados, de los cuales el 94% corresponde a productos de panadería y el 6% a productos industriales. La diferencia principal entre estos dos tipos de panificado se encuentra principalmente en la automatización de sus procesos de elaboración (Lezcano, 2011):

- Panificados de panadería: se obtienen a través de un proceso no automatizado, con bajos niveles de tecnificación y es intensivo en mano de obra.
- Panificados industriales: incluyen variedades de pan de molde y panes de bollería (pan para pancho, hamburguesas y otros), fabricados en plantas industriales a través de líneas de producción automatizadas o semiautomatizadas, donde la tecnología de producción es intensiva en capital.

Se calcula que en Argentina se cuenta con una panadería tradicional cada 1.100 - 1.200 habitantes. Con lo cual, en 2010 se habrían contabilizado 33.000 establecimientos. La panificación tradicional se caracteriza por su amplia distribución a lo largo del país y también por su asimetría en cuanto a la capacidad financiera, tecnología, formalización de sus empleados, etc.

Una investigación de mercado llevada a cabo por Euromonitor International indica que la velocidad de crecimiento de la demanda de productos panificados industriales es mayor que la de panificados tradicionales de panadería. Se cree que esto es debido a que en la actualidad, el consumidor dispone de una menor cantidad de tiempo, por lo que opta por adquirir la mayoría de sus productos alimenticios en supermercados. Sin embargo, los formatos industriales representan solamente el 14% del total de las ventas minoristas de pan en el país. Todavía hay una fuerte afinidad por parte del consumidor a los panificados tradicionales de panadería, ya sea por gusto o por los precios relativamente menores. Es por esto que continúan representando la vasta mayoría de las ventas (Euromonitor internacional, 2010).

El pan blanco es el tipo más popular de panificado industrial en el país. Sus ventas minoristas representan aproximadamente el 40% del total. Se cree que el alto consumo de este tipo de pan es debido a la herencia europea de la población del país. En segundo lugar se encuentra el pan integral, con una participación del 33%. No obstante, la demanda de los consumidores asociada al pan integral industrial ha venido creciendo en forma sostenida desde 2005, impulsada por la mayor conciencia de los consumidores sobre la importancia de las fibras en la dieta. En tercer lugar se encuentra la bollería (Figura 1.1). Los alimentos de pastelería y bollería industrial están compuestos por harinas, grasas de distinta procedencia (mantequillas, margarinas, aceites vegetales, grasas hidrogenadas, etc.) y azúcar. Según el producto, pueden contener además: cacao, fruta, frutos secos, yema de huevo, etc.

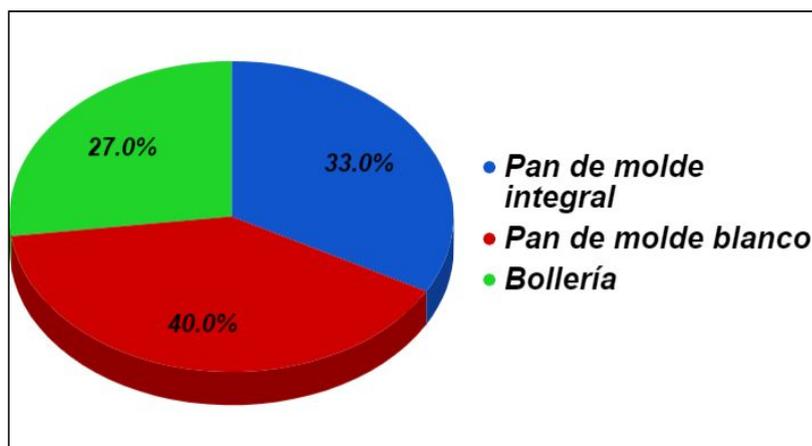


Figura 1.1. Distribución de ventas minoristas de panificados industriales (Euromonitor international, 2010).

Respondiendo a las exigencias del consumidor, las grandes industrias de panificados están comenzando a incorporar al mercado productos con propiedades funcionales y nutritivas. Así, por ejemplo, se han comenzado a adicionar en los panes compuestos como los ácidos grasos omega 3, 6 y 9, además de destacar en el rótulo que los productos contienen 0% grasas trans y 0% de colesterol. Mediante el producto que se quiere desarrollar se intentará satisfacer estas nuevas tendencias que apuntan hacia el consumo de alimentos que no sólo posean atributos sensoriales deseables sino que, además, sean beneficiosos para la salud.

Actualmente, el consumo anual per cápita en Argentina se estimó en 72 kg, siendo el segundo país mayor consumidor de panificados en latinoamérica y el quinto a nivel mundial (Bianin, 2018).

1.2. ACTIVIDAD PESQUERA EN ARGENTINA

Desde hace siglos, los recursos pesqueros representan una importante fuente de alimentos para la humanidad, cuya demanda se incrementa con el aumento de la población mundial.

En Argentina, la pesca como actividad comercial inició en la década del 20 y alcanzó un desarrollo importante, principalmente en Mar del Plata, entre los años 50 y 60. En principio, la captura se centraba especialmente en especies costeras.

La actividad pesquera en Argentina es una de las actividades económicas más importantes. Dentro del ranking de exportación de productos de origen animal, el pescado tiene el primer lugar: del total en toneladas, 42% corresponde a la pesca, 39% carne, 17% de leche y 2% otros productos. La misma se concentra en la pesca oceánica (la que se practica en el Océano Atlántico), y su producción consiste en la explotación de recursos naturales renovables, que siendo correctamente administrados pueden ser preservados para futuras generaciones (Hernández, 2018).

El litoral marítimo argentino cuenta con 4.700 km de costa, 1.000.000 km² de plataforma continental hacia el Océano Atlántico Sur, y más de 1.000 especies ictícolas. A su vez, se caracteriza por su biodiversidad, siendo en uno de los bancos de pesca más ricos del planeta. Suman, entre peces, moluscos y mamíferos, alrededor de un millar de especies distintas. Entre las especies más explotadas se encuentran:

- Merluza (principalmente *Merluccius hubbsi* S 41 y N 41 CTMFM)
- Anchoita (*Engraulis anchoita*)
- Corvina (*Micropogonias furnieri*).

Se muestran los desembarques anuales totales de los últimos diez años obtenidos a partir de informes de coyuntura proporcionados por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Figura 1.2) y las capturas por puerto de los últimos tres años (Tabla 1.1). Además, en el año 2018 se puede observar la proporción de especies magras, grasas, crustáceos y moluscos (Figura 1.3) y proporción de exportación de las distintas especies (Figura 1.4) (Secretaría de Agroindustria, 2018).

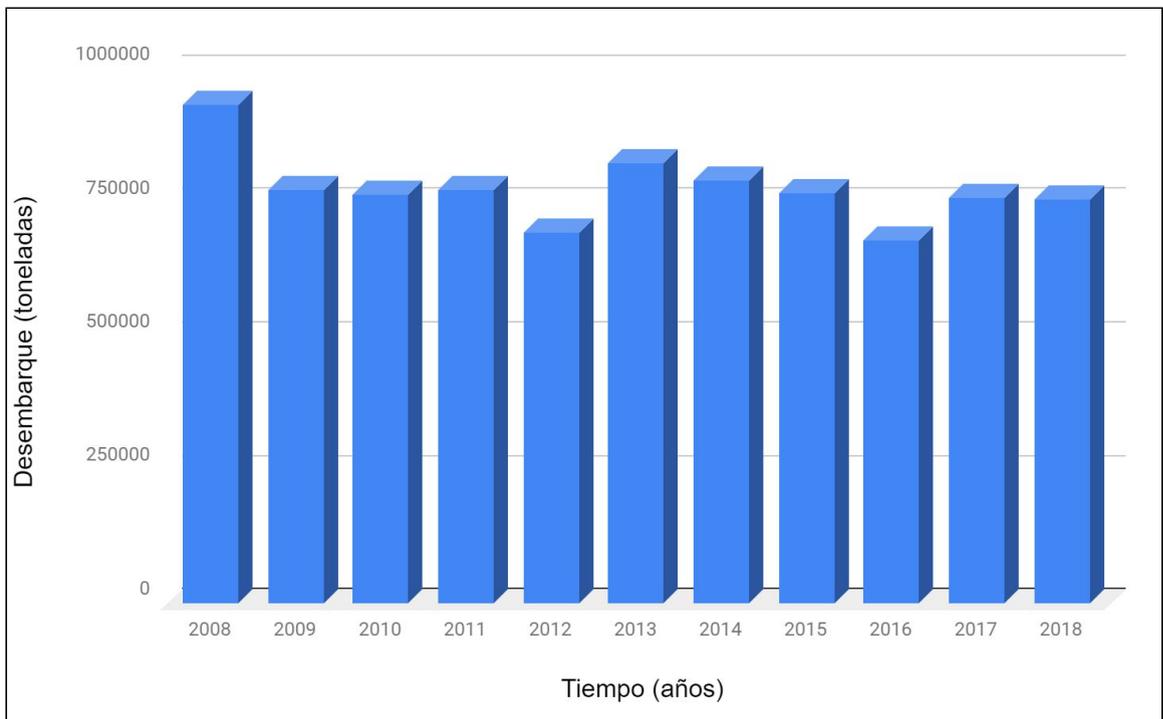


Figura 1.2. Desembarques anuales en los últimos diez años (Secretaría de Agroindustria, 2018).

Con respecto a los desembarques anuales (Figura 1.2) se puede observar que no hay una tendencia marcada. En la última década, el año de mayor volumen capturado fue el 2008 con 933.348 toneladas. En 2012 y 2016 se obtuvieron los menores volúmenes de captura, rondando las 680.000 toneladas.

De las especies presentadas en dichos informes, se diferenciaron entre especies magras, grasas, moluscos y crustáceos, como se puede ver en la Figura 1.3.

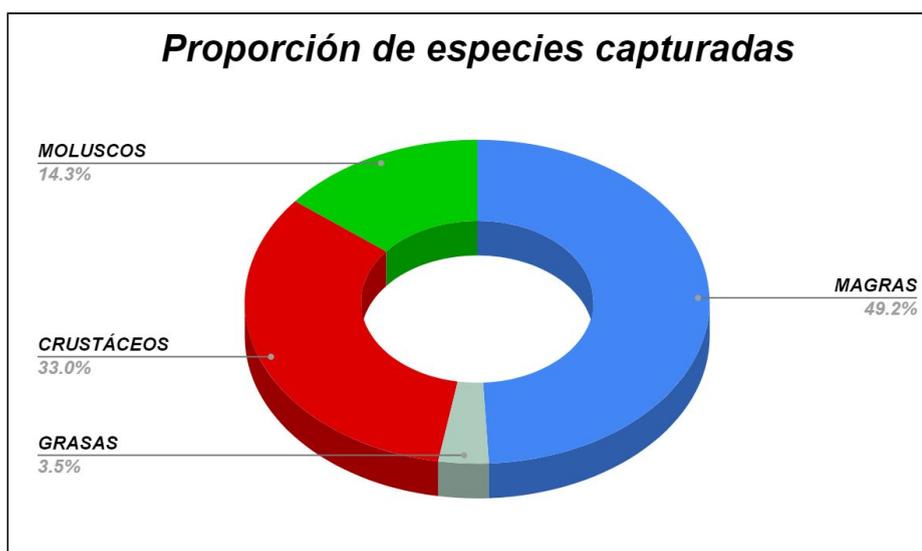


Figura 1.3. Proporción de especies marinas capturadas en 2018.

En la Tabla 1.1 se pueden observar los volúmenes de captura en cada puerto del país para los últimos tres años.

Tabla 1.1. Capturas por puerto en toneladas (Secretaría de Agroindustria, 2018).

PUERTO	ACUMULADO 2016	ACUMULADO 2017	ACUMULADO 2018
Mar del Plata	366.076,1	368.410,3	332.116,3
Rawson	47.367,3	74.854,1	61.713,5
Pto. Deseado	56.590,1	74.830,4	80.003,5
Puerto Madryn	92.193,9	117.369,1	137.519,2
Ushuaia	42.094,5	38.009,1	48.547,8
Comodoro Rivadavia	17.678,3	24.641,1	25.931,1
Caleta Olivia/Paula	18.027,1	12.780,0	20.113,2
San Antonio Oeste	7.284,3	9.706,2	5.045,7
San Antonio Este	8.436,6	6.765,0	12.445,2
La Plata	6.403,0	6.650,9	7.996,2
Los demás	303,8	371,9	66,0
Total	705.722,7	779.022,6	774.779,9

Mar del Plata es el principal puerto del país, y en él se concentra, en promedio de los últimos tres años el 46,9% de la pesca acumulada.

De las especies capturadas, las que tienen mayor nivel de exportación se muestran en la Figura 1.4 a continuación. Entre los productos que se exportan se encuentran los pescados congelados enteros, los filetes y demás carnes de pescado, pescado seco/salado/en salmuera, crustáceos, moluscos, preparaciones y conservas de pescado y mariscos, harina, polvo y pellets de pescado, estos tres últimos no aptos para el consumo humano.

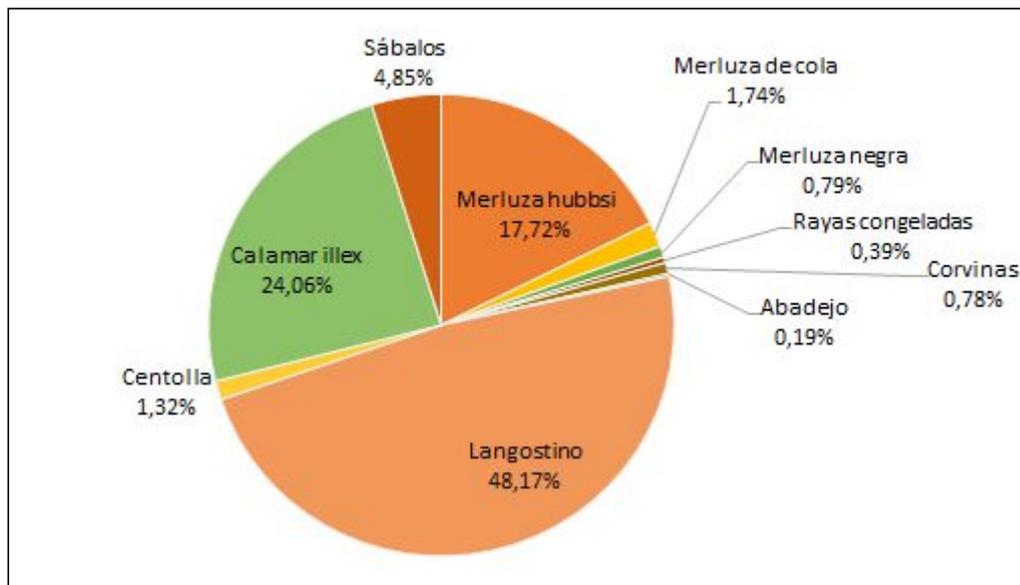


Figura 1.4. Proporción de las exportaciones de especies capturadas.

Los principales destinos de las exportaciones son China, España, Italia y Estados Unidos, aunque se distribuyen en más de 39 países. Las exportaciones de productos de la pesca en 2018 alcanzaron las 456.181 toneladas y generaron un ingreso de 2.000.772 miles de USD (Secretaría de Agroindustria, 2018).

Las importaciones de productos pesqueros en ese mismo año fueron de 43.348 toneladas, sumando las mismas un importe de 210.590 miles de USD. Entre los países proveedores se encuentran Ecuador, Chile, Tailandia, Brasil, España y Perú entre otros.

Si bien Argentina es considerada internacionalmente como un país pesquero, su consumo de pescado per cápita anual es bajo, sólo alcanza los 5 kg (Figura 1.5). Otra forma de analizar este dato es que el 90% de lo que se produce a partir de la actividad pesquera se exporta (Bosch, 2018). En comparación con el resto de los países, Argentina se encuentra muy por debajo del consumo de pescado per cápita anual. A nivel mundial, en la actualidad se ha alcanzado un promedio de 20,2 kg/hab/año según datos de FAO 2015 (Subsecretaría de Pesca, 2018).

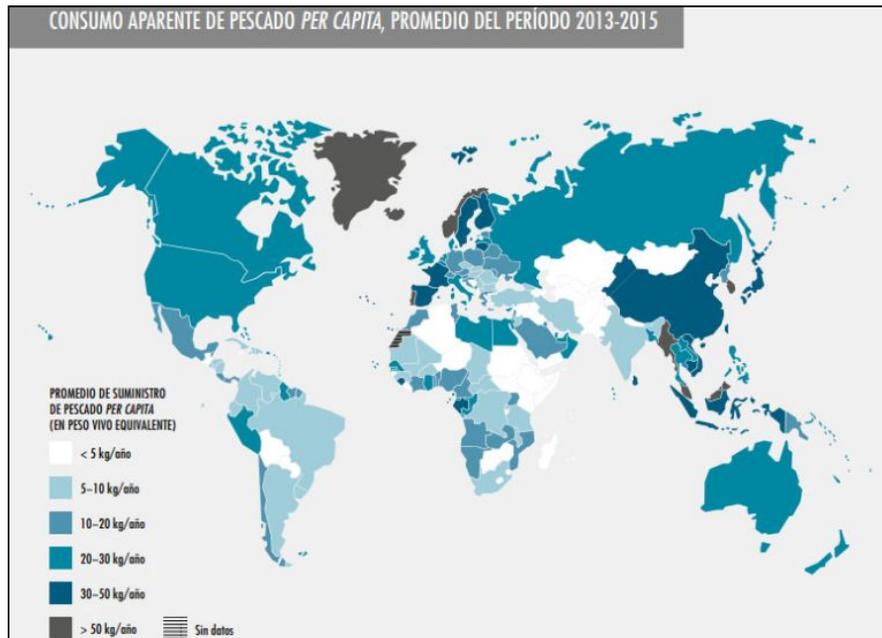


Figura 1.5. Promedio de consumo de pescado per cápita (Pescare.com.ar, 2018).

Debido al bajo consumo de pescado en Argentina, el Ministerio de Agroindustrias de la Nación presentó la Campaña de Promoción del consumo de pescado y mariscos, con la finalidad de fomentar y desarrollar un cambio cultural que incluya la incorporación de mayor cantidad de pescado. Esta campaña promueve el hábito de consumir pescado todos los 19 de cada mes. Esto puede verse como una adaptación que se basa en la costumbre de consumir ñoquis los días 29 de cada mes. Se destaca además que es posible el desarrollo del mercado interno en función de la disponibilidad de los recursos y su explotación de manera sostenible. También enfatiza el deseo de lograr el aumento de consumo de pescado, debido a que éste es un producto noble, sano y vasto.

1.3. OBJETIVO DEL TRABAJO

En el marco de la problemática que plantea el bajo consumo de pescado en nuestro país, se propone desarrollar un producto panificado que incluya esta materia prima en su formulación, a fin de mejorar sus propiedades nutricionales. Mediante este proyecto se busca, además, generar un aumento en el consumo de pescado en los habitantes, principalmente en aquellos que se encuentran en edades tempranas, así como también informar a la sociedad con respecto a los beneficios de este alimento.

Se buscará que el producto sea aceptable sensorialmente, especialmente para la población infantil, de modo que pueda ser destinado a comedores escolares de la provincia de Buenos Aires.

El producto alimenticio a desarrollar es una prepizza con pescado, precocida y congelada. El congelado se realizará con el fin de conservar las propiedades nutricionales y organolépticas del producto desde el momento de su elaboración hasta su llegada al consumidor.

1.4. LA IMPORTANCIA DEL PESCADO EN LA DIETA DE LOS NIÑOS

Los hábitos alimentarios influyen en las preferencias y aversiones hacia los alimentos, por lo que el entorno familiar y escolar tienen una importancia crucial a la hora de determinar la

actitud de los niños y niñas hacia la elección y el consumo de determinados alimentos, como es el caso del pescado.

Según la información del Panorama de Seguridad Alimentaria y Nutricional, elaborado por la OPS/OMS y la FAO, en el 2017 la Argentina se ubicaba primera en el ranking regional de obesidad, donde el 9,9 % de los niños menores de 5 años padecen el problema.

Existe en la región un entorno obesogénico y una tendencia de consumo de alimentos de bajo valor nutritivo, que se ve potenciado por campañas publicitarias. Para revertir esta situación es fundamental realizar acciones desde estamentos gubernamentales que promuevan el consumo de alimentos como pescados y mariscos y que estén dirigidas a niños en edades tempranas, dado que en estos años desarrollan sus hábitos alimenticios (Secretaría de Agroindustria, 2017).

El Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría que promueve el Ministerio de Sanidad, afirma que lo correcto es comer de tres a cuatro raciones semanales de pescado magro o dos en el caso del graso. Estas porciones deben ser de entre 50 y 85 g (del producto ya limpio y sin espinas) (Hace Familia, 2019).

El pescado, como ya se explicó, es una gran fuente de nutrientes y favorecerá al desarrollo normal de los niños. A continuación se detalla una serie de propiedades nutricionales presentes en este alimento.

- Es rico en el ácido graso poliinsaturado omega-3. Este lípido forma parte de la membrana celular en neuronas. Esto influye en la capacidad de atención y memoria. Además contribuye al desarrollo visual normal de los niños hasta los 12 meses de edad.
- El fósforo contribuye al crecimiento y desarrollo normal de los huesos y dientes.
- Las vitaminas del complejo B son vitales, tanto para ayudar al organismo a utilizar grasas y proteínas de manera eficiente como para mantener la digestión, el corazón, la piel, las articulaciones y el sistema nervioso sanos y completamente operativos.
- La vitamina A ayuda al desarrollo de los huesos, los dientes, los tejidos blandos, las mucosas y la piel.
- La vitamina D promueve la retención y absorción de calcio y fósforo, principalmente en los huesos.
- Tiene un elevado contenido de proteínas de alto valor biológico. Es decir que gran parte de los aminoácidos que la componen son esenciales. Las proteínas son muy importantes para la formación y reparación de músculos, huesos y otros tejidos. Además las enzimas y lipoproteínas se encargan del correcto funcionamiento del organismo.

En 2012 se realizó un estudio en Holanda sobre una población de 700 adolescentes de 12 a 18 años. Se evaluó sobre la población el resultado obtenido en el “Examen de Vocabulario de Amsterdam” y notas obtenidas en el período de clases.

Se realizaron encuestas sobre la población estudiada en cuanto a su consumo semanal de pescado. Los resultados obtenidos mostraron una relación directa entre el consumo del pescado y un mejor vocabulario en el examen. Además se observó la misma tendencia en las notas finales del período de clases. Sin embargo, no se observó una mejora cognitiva en cuanto a un consumo de pescado por encima de las cantidades recomendadas (de Groot, Ouwehand & Jolles, 2012).

En 2016 la revista *Clinical Nutrition* realizó un estudio en distintos colegios de Europa sobre una población de 584 niños de entre 7 y 9 años para determinar si el comportamiento y el desempeño educativo de los mismos se encontraba relacionado con el consumo de pescado. El fundamento para la realización de este estudio fue la importancia del pescado como principal fuente del ácido graso omega-3, nutriente directamente relacionado con el desarrollo neuronal y el crecimiento del cerebro humano.

Para esto, se llevó a cabo un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. El resultado de este estudio fue que el consumo de pescado dos veces por semana (uno de ellos pescado azul) no tuvo relación con diferencias cognitivas entre alumnos. Sin embargo, la carencia en el consumo de este alimento se encontró fuertemente relacionado con problemas de interacción social, comportamiento, falta de atención y agresividad (Gispert Llauro et al., 2016).

Por lo anteriormente expuesto, se destaca la importancia de fomentar el consumo de pescado en la dieta, con especial énfasis en embarazadas y niños.

CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE MERCADO Y DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

2. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado es un proceso sistemático de recolección y análisis de datos e información acerca de los consumidores, competidores y sus interacciones en el mercado. La información obtenida puede conformar una base para el lanzamiento de un nuevo producto o servicio, mejorar productos o servicios existentes y expandirse a nuevos mercados (Shugel, 2008).

Por lo tanto, este estudio se enfocará en relacionar la oferta y la demanda de productos panificados y buscará determinar, con cierto grado de aproximación, el sector de consumidores que estarían dispuestos adquirir el producto a desarrollar, denominado como “prepizza con pescado, precocida y congelada”.

2.1. SEGMENTACIÓN DEL MERCADO

La segmentación es una herramienta utilizada para dividir el mercado en grupos con características y necesidades semejantes. De esta forma se puede poder ofrecer un producto diferenciado y adaptado a cada uno de los grupos objetivo.

Las variables de segmentación de mercado se encuentran agrupadas en enfoques geográficos, demográficos, psicográficos y de conducta (Espinosa, 2013). Los mismos se mencionan algunos ejemplos de cada una de ellas.

- Geográficas: país, región, ciudad o código postal.
- Demográficas: género, edad, ingresos, educación, clase social, religión o nacionalidad.
- Psicográficas: estilo de vida y personalidad.
- Conductual: frecuencia de uso del producto, nivel de fidelidad, actitud hacia el producto.

A continuación se determinarán los segmentos del mercado a los que se desea dirigir el producto.

2.1.1. Primer segmento

Partiendo del objetivo que propone el proyecto de extensión que enmarca el presente trabajo, se determina el primer segmento como aquel que incluye a los niños en edad escolar que asisten a establecimientos educativos que cuenten con comedores propios en la provincia de Buenos Aires (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Descripción del segmento.

Segmento	Enfoque
Edad	6 a 12 años
Sexo	Ambos
Localización geográfica	Provincia de Buenos Aires
Nivel educativo	Primario - Asiste al comedor escolar
Salud	No posee alergias al pescado No padece de celiaquía

Utilizando los datos brindados por Dirección General de Cultura y Educación en el año 2018 y, considerando esos valores aproximadamente constantes para el año 2019, se puede conocer la población que compone este segmento.

Datos poblacionales:

- Niños que asisten a escuelas estatales primarias en la provincia de Buenos Aires: 1.111.105.
- Niños que asisten a establecimientos estatales de nivel preescolar en la provincia de Buenos Aires: 459.461.

En Argentina, la provisión de servicios alimentarios se concentra en el nivel primario e inicial. Los almuerzos otorgados en los comedores cubren el 21% de la matrícula (CIPPEC, 2014). Se puede estimar, entonces, con los datos poblacionales la cantidad de niños a quienes se les brinda el servicio de almuerzo en el comedor del colegio en la provincia de Buenos Aires:

$$\text{Niños que almuerzan en escuela} = 1.111.105 \cdot 0,21 = 233.332$$

Así, queda determinado que el primer segmento se encuentra constituido por 233.332 niños.

2.1.2. Segundo segmento

El segundo segmento al cual está destinado el producto se compone por habitantes de la provincia de Buenos Aires que deseen incrementar el consumo de pescado. Se encuentra acotado por la localización geográfica, preferencias personales y la ausencia de enfermedades asociadas al consumo de este alimento (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Descripción del segmento.

Segmento	Enfoque
Localización geográfica	Provincia de Buenos Aires
Gustos personales	Deseo de incorporar pescado en la dieta
Salud	No posee alergias al pescado No padece de celiaquía

2.2. ANÁLISIS DE LA OFERTA

Argentina es el país con mayor producción de trigo en latinoamérica y cuenta con el 13° puesto en el ranking mundial (CPMBB, 2019). En el año 2019, la producción de trigo alcanzada fue de 19 millones de toneladas. Esto constituye un récord en comparación con los últimos años, como puede observarse en la Figura 2.1.

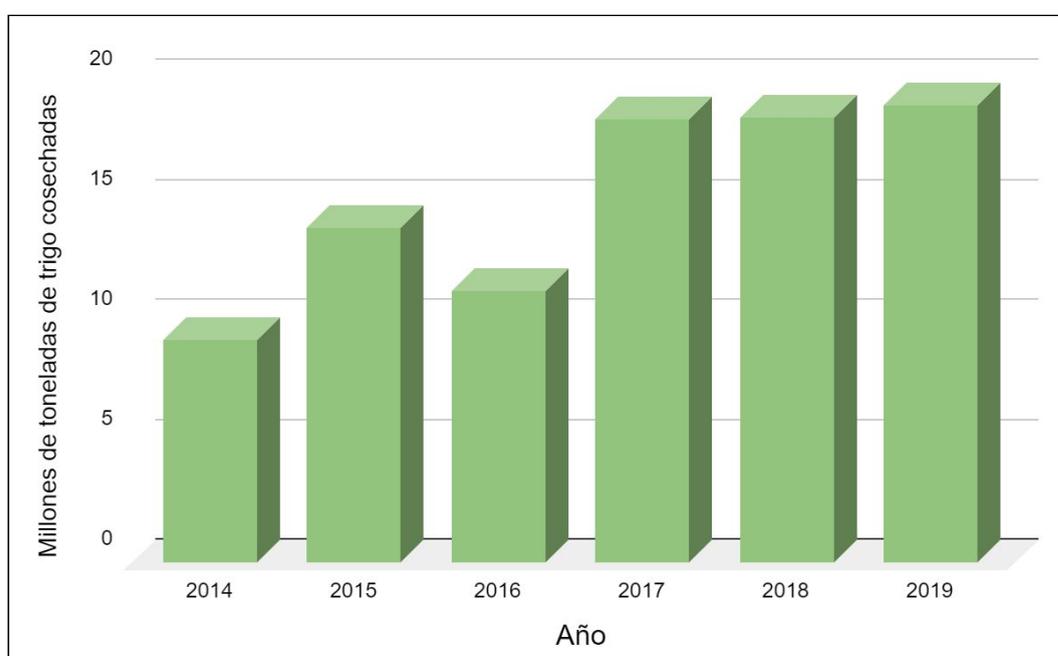


Figura 2.1. Producción de trigo en los últimos seis años.

Del total producido, se destinaron 6 millones de toneladas (31,6%) al mercado interno, el resto fue producto de exportación. Por medio de la producción en molinos locales, se obtuvieron 4,5 millones de toneladas de harina de trigo, de las cuales 3,5 millones se destinaron al mercado local (77,7%). El 75% de la harina utilizada destinada al mercado local se utilizó como materia prima para la producción de panificados industriales y artesanales (Fuentes, 2019).

Con estos datos, es posible calcular entonces la cantidad en toneladas de harina utilizada para panificados anualmente.

$$\text{Toneladas de harina para panificado} = 3.500.000 \frac{\text{tn harina}}{\text{año}} \cdot 0,75 = 2.625.000 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}}$$

Es decir, que la oferta de panificados en Argentina tiene un valor de 2.625.000 toneladas al año. Históricamente, la producción de panificados artesanales en este país representa poco menos de la totalidad de la producción. El último dato que se conoce es del año 2011, donde se observó que la elaboración de panificados artesanales fue del 94% respecto del total (Lezcano, 2011), ocupando los panificados industriales un 6% de la producción. Asumiendo que esta proporción actualmente se mantiene, se puede estimar un volumen de panificados artesanales e industriales para el año 2019.

$$\text{Toneladas de harina para panificados artesanales} = 2.625.000 \frac{\text{tn harina}}{\text{año}} \cdot 0,94 = 2.467.500 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}}$$

$$\text{Toneladas de harina para panificados industriales} = 2.625.000 \frac{\text{tn harina}}{\text{año}} \cdot 0,06 = 157.500 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}}$$

Considerando los grandes volúmenes de harina destinados a la elaboración de productos panificados en Argentina, se puede decir que en nuestro país hay una gran tendencia al consumo de este tipo de alimentos. Se debe considerar como desventaja la gran cantidad de competidores en el mercado, lo que puede dificultar la penetración en el mismo. Sin embargo, también resulta positivo el alto consumo de productos panificados.

2.2.1. Análisis de competidores y productos sustitutos

Puede decirse que el producto a desarrollar no posee competencia directa, dado que no hay evidencia de empresas que elaboren panificados con contenido de pescado.

En cuanto a la competencia indirecta, en cambio, pueden mencionarse las principales empresas argentinas elaboradoras de panificados:

- Cremachel Panificados congelados: desarrolló la panificación congelada. Sus productos están dirigidos a los profesionales de la panadería y la gastronomía. Tiene su planta industrial en San Justo, provincia de Buenos Aires.
- Ultracongelados Rosario S.A: produce panificados desde 1936. Incorporó la tecnología de la ultracongelación en 1995 y comercializa toda la línea de productos con la marca Hornet. Exporta a países de América y Europa (Lezcano, 2011).
- Buenos Aires Food S.A.: comenzó sus actividades en 1997. La empresa comenzó elaborando empanadas y tartas destinadas a supermercados. Actualmente, mediante su marca Fausto, se centra en la elaboración de productos congelados, destacándose la pizza de mozzarella.
- McCain: es una empresa de origen canadiense fundada en el año 1914 dedicada al desarrollo de productos congelados. Inició sus actividades en Argentina en el año 1995 y desde entonces ha alcanzado una sólida posición en toda la región. En agosto de 2007, la pizza congelada Sibarita se incorporó al mercado, llegando a ser la principal elección por parte de los consumidores.
- Don Carmelo Alimentos Congelados S.R.L.: es una empresa nacional dedicada a la elaboración de alimentos congelados al por mayor. No solo abastece al mercado interno, sino que también destina parte de la producción a la exportación. Cuenta con dos plantas productoras ubicadas en la ciudad de San Antonio de Areco.
- Molino Cañuelas: es una empresa regional de alimentos. Se especializa en la elaboración de harinas, aceites, galletitas, panificados, pastas secas, y alimentos

congelados. Mediante las marcas “Prieto” y “Horno casero” ofrece al mercado distintas variedades de pizza congelada.

A su vez, se realizará un análisis sobre los productos que puedan ser considerados como sustitutos del producto a desarrollar. Se entiende como un bien sustituto o sustitutivo a aquel que puede satisfacer la misma necesidad que otro. Estos productos compiten entre sí tratando de captar las preferencias del consumidor, ya sea a través de menores precios, calidad, entre otras características (Roldán, n.d).

Dado que el producto a desarrollar puede caracterizarse como una prepizza con pescado, precocida y congelada, se tienen en cuenta como posibles sustitutos tanto a las prepizzas y pizzas (refrigeradas y congeladas), como a los productos a base de pescado tales como el filete de merluza o los formados de pescado rebozados congelados (Figura 2.2).



Figura 2.2. Ejemplos de productos sustitutos.

2.3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

En el apartado 2.1 se realizó la segmentación del mercado, pero no sólo se debe saber a qué segmento está destinado el producto, sino que también se debe conocer cuál es la potencial demanda del mismo.

Partiendo de considerar que el producto a desarrollar es un sustituto de la pizza tradicional, en primer lugar se analizará el consumo de este alimento en el país. Posteriormente, se estimará de dos maneras distintas el consumo de pizza en la provincia de Buenos Aires, de manera de poder determinar el volumen de producción requerido para abastecer una parte de esta demanda.

2.3.1. Consumo de pizza

La pizza es uno de los productos más consumidos. Las pizzerías representan aproximadamente el 17% de los restaurantes en todo el mundo y se estima que su consumo anual es cercano a 3.000 millones de unidades (Russo, 2011; El espectador, 2018). El principal país consumidor de este producto es Estados Unidos, donde al menos 94% de la población afirma haberla probado al menos una vez y se consumen en promedio 650 millones de unidades al año (El espectador, 2018). En segundo lugar se posiciona México, donde se consumen alrededor de 120 millones de pizzas al año (Peña Hernández, 2017).

En América del Sur, Colombia es el país con mayor consumo, seguido por Perú y Argentina. Esto se debe a que el 49% de los colombianos comen pizza más de cinco veces al mes, mientras que en Perú y Argentina representa un 20 y 11% respectivamente (El espectador, 2018).

En el año 2018, se encontraban registradas más de 5700 pizzerías en el país y alrededor de 1900 en la ciudad de Buenos Aires (Casas, 2018). Según un relevamiento realizado por la empresa PedidosYa, los argentinos piden, en promedio, 157 pizzas por hora y 3776 por día a través de esta plataforma.

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires existe una pizzería cada 2430 habitantes, además el 66% de los argentinos consume este alimento al menos una vez por semana (Ares, 2018). En Buenos Aires, las pizzas representan el 10% de los pedidos totales recibidos en la plataforma PedidosYa; sin embargo, las ciudades con más consumo de pizzas resultaron Mendoza y Santa Fe (16% del total) (El Cronista, 2017).

2.3.2. Estimación del consumo de pizza

En un primer lugar se realizará la estimación del consumo de pizza en la provincia de Buenos Aires a partir del dato de consumo de muzzarella. Según un estudio llevado a cabo por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en 2015, el consumo anual per cápita de queso es de 12 kg, del cual el 25% corresponde a la muzzarella, ingrediente mayormente utilizado en la pizza.

$$\frac{\text{Consumo de muzzarella}}{\text{habitante} \cdot \text{año}} = 0,25 \cdot 12 \frac{\text{kg}}{\text{habitante} \cdot \text{año}} = 3 \frac{\text{kg}}{\text{habitante} \cdot \text{año}}$$

Si bien la pizza no es el único alimento que incluye muzzarella en su preparación, debido a su alta popularidad en la cultura argentina y a los fines de la estimación del consumo de la misma, se asume que aproximadamente el 80% del uso de muzzarella en el país es debido a la elaboración de pizza.

Entonces:

$$\frac{\text{Consumo de muzzarella en pizza}}{\text{habitante} \cdot \text{año}} = 0,8 \cdot 3 \frac{\text{kg}}{\text{habitante} \cdot \text{año}} = 2,4 \frac{\text{kg}}{\text{habitante} \cdot \text{año}}$$

Considerando que para la preparación de una pizza se utilizan, aproximadamente, 200 gramos de muzzarella, se puede calcular su consumo promedio per cápita anual.

$$\frac{\text{Consumo de pizza}}{\text{habitante} \cdot \text{año}} = \frac{2,4}{0,2 \text{ kg}} \frac{\text{pizza.kg}}{\text{habitante} \cdot \text{año}} = 12 \frac{\text{pizzas}}{\text{habitante} \cdot \text{año}}$$

Utilizando el dato de proyección número de habitantes en la provincia de Buenos Aires en el año 2019 (INDEC, 2013) se puede estimar el consumo total de pizza por año:

$$\frac{\text{Consumo de pizza}}{\text{año}} = 12 \frac{\text{pizzas}}{\text{habitante} \cdot \text{año}} \cdot 17.370.144 \text{ habitantes} = 208.441.728 \frac{\text{pizzas}}{\text{año}}$$

Por lo tanto, en esta primer estimación se obtiene que el consumo anual de pizza en la provincia de Buenos Aires es de 208.441.728 unidades.

A continuación, se realizará una segunda estimación del consumo de este alimento en la provincia de Buenos Aires, basada en la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS) realizada en el año 2005 por el Ministerio de Salud.

En la ENNyS se presentaron datos del consumo de distintos alimentos en mujeres de entre 10 y 49 años. En esta encuesta se obtuvo que el consumo semanal de pizza es de 150 gramos para este grupo poblacional (Ministerio de Salud, 2005). Con este dato puede realizarse una estimación para el resto de los grupos, considerando una relación lineal entre el consumo de pizza y la medida estándar utilizada por INDEC para la estimación de la canasta básica, es decir, el “Adulto Equivalente”. El Adulto Equivalente se calcula a partir de los requerimientos kilo-calóricos dependiendo de la edad y sexo.

Teniendo en cuenta las proyecciones de población total y la distribución por edad y sexo en la provincia realizadas para el año 2019 (Subsecretaría de Coordinación Económica, 2014), se puede estimar el consumo semanal de pizza en la provincia de Buenos Aires (Tabla 2.3).

Tabla 2.3. Estimación de consumo semanal de masa de pizza para cada grupo poblacional.

Grupo poblacional	Unidades Consumidoras por Adulto Equivalente	Consumo semanal de pizza por persona	Población total de este grupo	Consumo semanal de pizza
Ambos sexos entre 4 a 9 años	0,675	107,1 g	1.430.241	153.179 kg
Mujeres entre 10 y 59 años	0,77	150 g	6.014.858	902.229 kg
Varones entre 10 a 15 años	0,9	175,3 g	889.346	155.902 kg
Varones entre 16 a 59 años	1	194,8 g	3.513.219	684.375 kg
Mujeres mayores a 60 años	0,67	130,5 g	1.482.478	193.463 kg
Varones mayores a 60 años	0,83	161,7 g	984.638	159.216 kg
Total	-	-	14.314.780	2.248.364 kg

Se considera al peso de la pizza promedio igual a 600 gramos utilizando como estándar a la pizza congelada de marca “Molino cañuelas”. Entonces, puede estimarse la cantidad de pizzas consumidas semanalmente en la provincia de Buenos Aires:

$$\text{Cantidad consumida} = 2.248.364 \frac{\text{kg}}{\text{semana}} \cdot \frac{1 \text{ unidad}}{0,6 \text{ kg}} = 3.747.274 \frac{\text{unidades}}{\text{semana}} = 194.858.248 \frac{\text{unidades}}{\text{año}}$$

$$\text{Consumo de pizza per cápita anual} = 194.858.248 \frac{\text{unidades}}{\text{año}} \cdot \frac{1}{14.314.780} \approx 14 \frac{\text{unidades}}{\text{hab.año}}$$

Se puede observar que tanto la estimación del consumo de pizza anual para la provincia de Buenos Aires realizada a través del estudio llevado a cabo por el INTI como la estimación realizada a partir de los datos obtenidos de la ENNyS presentan valores similares. Es por esto que se utilizará el valor promedio entre estas estimaciones.

$$\frac{\text{Consumo de pizza}}{\text{año}} = \frac{\text{Consumo anual (INTI)} + \text{Consumo anual (ENNyS)}}{2} = \frac{208.441.728 \frac{\text{pizzas}}{\text{año}} + 194.858.248 \frac{\text{pizzas}}{\text{año}}}{2}$$

$$\frac{\text{Consumo de pizza}}{\text{año}} = 201.649.988 \frac{\text{pizzas}}{\text{año}}$$

El valor promedio obtenido para el consumo de pizza per cápita anual en la provincia de Buenos Aires es de 13 unidades. Si bien hay un error asociado a las aproximaciones llevadas a cabo en cada estimación, es esperable que el valor sea de este orden debido a la frecuencia de consumo de la población y al hecho de que Argentina es uno de los países con mayor cantidad de pizzerías por persona, como se mencionó anteriormente.

2.3.3. Estimación del consumo de pizza en comedores escolares

Para el cálculo del consumo de pizza en los comedores escolares, se tendrá en cuenta que se ofrece este alimento en el menú escolar una vez por semana. Por lo que, el consumo del mismo está determinado por la cantidad de porciones que los niños consumen en promedio. A partir de la Tabla 2.3 se puede estimar que cada niño en edad escolar come en promedio dos porciones de pizza en el almuerzo.

En la sección 2.1.1 se determinó, además, que la población entre 6 y 12 años a abastecer es de 233.332 niños. Entonces:

$$\text{Consumo semanal en comedores} = 233.332 \text{ niños} \cdot \frac{2 \text{ porciones}}{\text{niño.semana}} = 466.664 \frac{\text{porciones}}{\text{semana}} = 58.333 \frac{\text{pizzas}}{\text{semana}}$$

$$\text{Consumo anual en comedores} = 3.033.316 \frac{\text{pizzas}}{\text{año}}$$

Por lo tanto, se estima que el consumo anual de pizza en comedores escolares es de 3.033.316 unidades.

2.4. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

Para estimar un volumen de producción se propone, en primer lugar, abarcar el 1% del mercado total del consumo de pizza en la provincia de Buenos Aires. Además, siguiendo el objetivo del proyecto de extensión “Alimentación consciente y saludable: la incorporación del pescado en el menú escolar” (Checmarev, 2019), se considera que el 80% de la pizza consumida en comedores escolares será reemplazada por el producto desarrollado en el presente trabajo.

Así, con los datos de consumo estimados en los apartados previos, se puede determinar un volumen de producción anual que permita abastecer a los segmentos del mercado a los que se apunta, en los porcentajes que se propone.

$$\text{Producción del panificado} = \text{Producción a comedores} + \text{Producción a consumidores}$$

$$\text{Producción total anual estimada} = 3.033.316 \frac{\text{pizzas}}{\text{año}} \cdot 0,8 + 0,01 \cdot 201.649.988 \frac{\text{pizzas}}{\text{año}} = 4.443.152 \frac{\text{unidades}}{\text{año}}$$

Queda determinado, de esta manera, que el volumen de producción anual para abastecer el mercado propuesto, es de 4.443.152 unidades.

CAPÍTULO 3. MATERIAS PRIMAS Y ADITIVOS

3. MATERIAS PRIMAS

En esta sección se llevará a cabo una descripción detallada de las materias primas involucradas en la elaboración del producto. Se mencionarán aspectos como su importancia en la formulación del mismo, las transformaciones que sufren y la forma en que interactúan entre ellas en las distintas etapas del proceso productivo. En cuanto al pescado como materia prima, se realizará sobre el mismo un análisis más detallado, presentando, además, información nutricional y fisicoquímica, relacionada con su anatomía y los tipos de deterioro que es propenso a sufrir.

3.1. HARINA

La harina es el elemento mayoritario en la elaboración de los productos panificados, y los elementos que la componen son los que determinan en gran medida las características finales de los mismos. Los elementos a los cuales se hace referencia son, entre otros, el almidón, las proteínas y las enzimas. A su vez, la proporción de cada uno de estos elementos determinará la aptitud de la harina para ser utilizada en la elaboración de diversos productos.

La composición química de la harina depende de distintos factores. Por un lado, del grado de extracción que tenga (Figura 3.1), es decir, la cantidad de harina obtenida a partir de 100 kg de cereal. Al aumentar el grado de extracción, disminuye la proporción de almidón y aumenta el contenido en componentes de las envolturas del cereal entre los que se encuentra a vitaminas, minerales y fibra alimentaria (Figura 3.2). El grado de extracción es una forma de expresar el rendimiento de la molienda: un grado de extracción del 100% corresponde a la harina integral, en la cual se encuentra presente el grano de cereal íntegro (es decir, las capas externas del cereal, el endospermo y el germen).

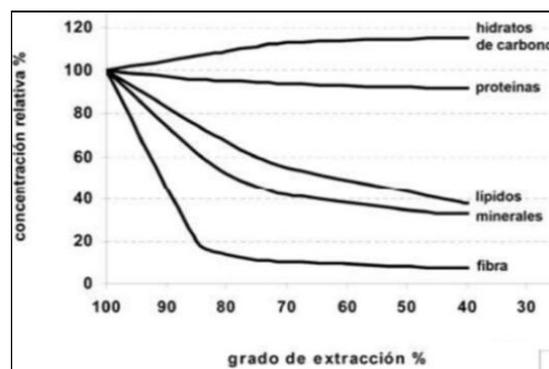


Figura 3.1. Concentración relativa de componentes en función del grado de extracción (Kent, 1983).

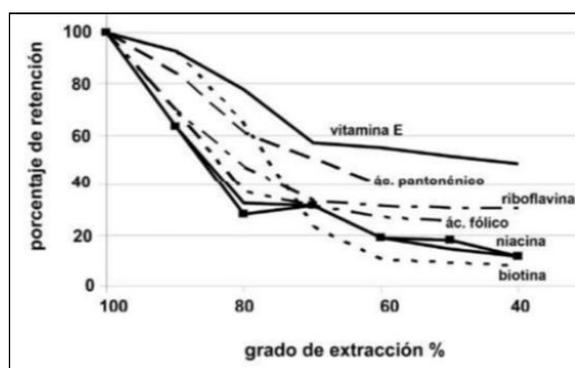


Figura 3.2. Porcentaje de retención de distintas vitaminas en función del grado de extracción (Aykroyd y Doughty, 1970).

A su vez, la composición química de la harina también depende del tipo de cereal del que precede: con un mismo grado de extracción, la harina de centeno tiene mayor proporción de vitaminas y minerales que la harina de trigo, por ejemplo. A continuación se presenta la composición química promedio de la harina según su grado de extracción:

Tabla 3.1. Composición de harinas de trigo para distintos niveles de extracción (Fernandez, 2017).

Trigo	40-56%	64-71 %	76-79 %	82-85 %	100% *
Almidón	84,2	81,8	78,4	78,2	66
Proteína	11,7	12,3	13,0	13,3	14,8
Lípidos	1,0	1,2	1,5	1,9	2,3
Fibra	3,7	3,7	--	4,9	10,9
Sust. Minerales	0,4	0,5	0,8	1,05	1,7

El contenido de humedad de la harina es aproximadamente del 14-15%. Sus condiciones óptimas de almacenamiento son a 70% de humedad relativa y a una temperatura de 15°C.

Como puede verse, la harina es un alimento rico en almidón, principal carbohidrato de reserva presente en el endospermo del grano de cereal. El almidón forma gránulos compuestos por dos polisacáridos: amilosa y amilopectina. Aproximadamente el 70% de la estructura del almidón es amorfa, y es donde se localiza la mayor parte de la amilopectina, mientras que el 30% restante corresponde a una zona cristalina, compuesta principalmente por cadenas de amilosa. La amilosa es un polímero lineal de entre 2000 y 2500 unidades de glucosa unidas principalmente por enlaces α (1-4), con algunos enlaces α (1-6) presentes. No es soluble en agua, pero puede formar micelas hidratadas por su capacidad para enlazar moléculas vecinas por puentes de hidrógeno y generar una estructura helicoidal (Grove, 1994). La amilopectina, por su parte, es un polímero ramificado que puede estar formado por hasta 200000 unidades de glucosa unidas aproximadamente en un 96% por enlaces α (1-4) y en el 4% restante con uniones α (1-6). Dichas ramificaciones se localizan aproximadamente a cada 15-25 unidades

de glucosa. La amilopectina es parcialmente soluble en agua caliente (Guan & Hanna, 2004; Miralbés, 2018).

El almidón es insoluble en agua fría, pero por la capacidad de la amilosa de formar micelas hidratadas, los gránulos son capaces de retener agua e hincharse, llegando a aumentar su diámetro en un 30 a 40%. Si luego de este hinchamiento se los expone a un aumento de temperatura, los gránulos sufren un proceso denominado gelatinización. Durante este proceso, la estructura semi-cristalina y el orden molecular dentro de los gránulos es destruido gradual e irreversiblemente (Miralbés, 2018). Este proceso será detallado más adelante, en el análisis de la etapa de cocción.

Una vez que el almidón se encuentra gelatinizado, cuando la temperatura comienza a disminuir, las moléculas de amilosa, que durante el proceso se han solubilizado, se atraen entre sí, formando una red que mantiene atrapada al agua. Este reordenamiento favorece la recristalización del gránulo, proceso llamado retrogradación (Figura 3.3).

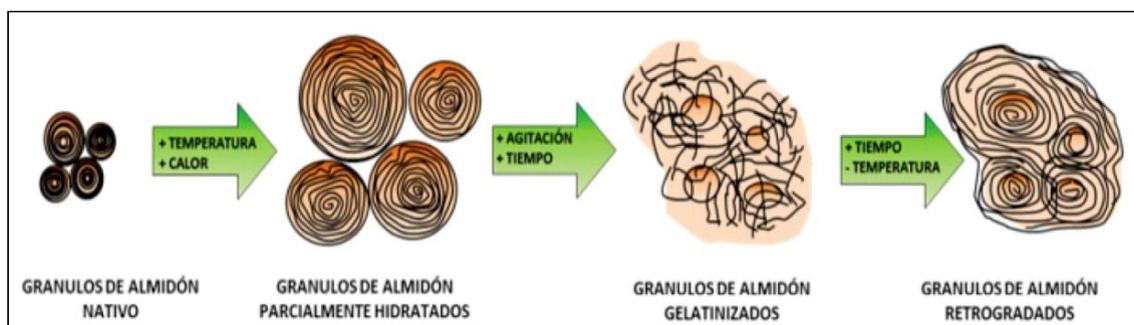


Figura 3.3. Esquema gráfico de los procesos de gelatinización y retrogradación (Villaroel et al., 2018).

En cuanto a las características tecnológicas del almidón, puede decirse que es útil como agente viscosante, ya que mejora y mantiene las características deseables de textura, consistencia, aspecto y cuerpo del alimento. Además, es estable a temperaturas elevadas, por lo que mantiene sus características luego de llegar a su máximo punto de viscosidad. También proporciona un beneficio en el almacenamiento de productos refrigerados, así como en los procesos de congelación y descongelación (Villaroel et al., 2018).

Continuando con el estudio de los componentes de la harina, se procederá a analizar el contenido de proteínas en esta materia prima. Las proteínas son uno de los componentes más importantes desde el punto de vista tecnológico, ya que determinan en gran medida la calidad del producto terminado.

Las proteínas de la harina pueden clasificarse según su solubilidad o su funcionalidad. Si se las clasifica según su solubilidad, pueden encontrarse cuatro fracciones proteicas distintas en la harina, que pueden extraerse con distintas soluciones: albúminas (con agua), globulinas (con disolución salina), prolaminas (con etanol acuoso al 70%) y glutelinas, que quedan en el residuo de la harina (Osborne, 1924). Estas fracciones reciben diversos nombres según el cereal: por ejemplo, en el trigo son llamadas leucosina, edestina, gliadina y glutenina, respectivamente. Además, dependiendo de cada tipo de cereal, varía la cantidad de proteína en cada una de estas fracciones, así como la concentración de las mismas va variando dentro del grano de cereal (alta concentración en capas más externas del endospermo y en el germen).

Si en cambio se las clasifica según su funcionalidad, se obtienen dos grandes grupos: las proteínas pertenecientes y las que no pertenecen al gluten, representando las primeras casi

hasta un 80% del total, y siendo aquellas que tienen un desempeño importante en el proceso de elaboración de los productos panificados. Puede clasificárselas, a su vez, dentro de los grupos de prolaminas y glutelinas definidos por Osborne.

Las proteínas de la harina de trigo, especialmente las llamadas proteínas del gluten (gliadina y glutenina) son las que le confieren a la masa una funcionalidad única. La interacción entre estas proteínas (Figura 3.4), en presencia de agua y una energía mecánica dan como resultado la formación del gluten (Flores, 2014). El gluten es considerado una proteína de bajo valor biológico, compuesto mayoritariamente por una fracción de gliadina monomérica y una fracción de glutenina polimérica (Parada & Araya, 2010).

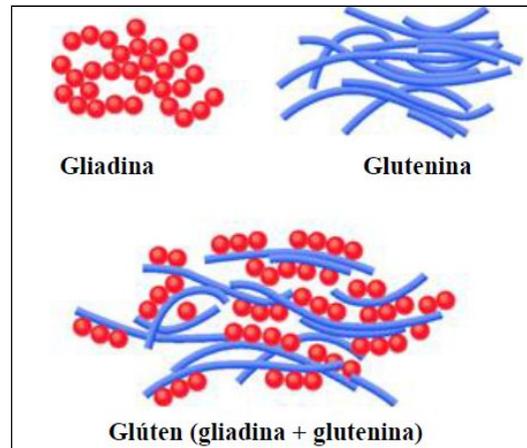


Figura 3.4. Representación de la interacción entre gliadina y glutenina (Silva, 2016).

Entre los componentes del gluten también pueden encontrarse entre un 5 y un 10% de lípidos que participan en la interacción entre las proteínas, así como almidón residual y otras proteínas insolubles que quedan atrapados en la estructura. En el contexto de una masa, se dice que el gluten forma una red continua: una masa formada a partir de harina de trigo se comporta reológicamente como una masa visco-elástico cohesiva, lo que significa que tiene las propiedades de ser tanto elástica como extensible, características que le dan la particularidad de retener en esta estructura el gas producido durante un proceso de fermentación. En la red de gluten, la elasticidad está determinada por enlaces de tipo puente disulfuro intermoleculares entre las gluteninas, mientras que la viscosidad la determina la gliadina, que presenta enlaces disulfuro intramoleculares. A su vez, la cantidad de moléculas de glutenina presente en la red está fuertemente relacionado con la extensibilidad de la masa (De La Vega Ruiz, 2009).

Por último, resulta de interés el estudio de algunas de las proteínas con carácter enzimático presentes en la harina. A grandes rasgos, pueden mencionarse las siguientes:

- **Proteinasas:** participan en el ablandamiento del gluten por hidrólisis de los enlaces peptídicos durante la elaboración del panificado.

- **Alfa-amilasas:** son enzimas que catalizan la hidrólisis de enlaces glicosídicos alfa-1,4 glucosídicos en la parte central de las cadenas de amilosa y amilopectina que componen el almidón para producir maltosa, oligosacáridos de diferentes tamaños y cadenas más o menos ramificadas llamadas dextrinas (Espinel, 2009). Es por esto que resultan de gran importancia en la industria alimentaria, específicamente en los procesos de elaboración de panificados, ya que permiten la transformación del almidón en azúcares simples, permitiendo así que se dé el proceso de fermentación (Rocha, 2009).

- Beta-amilasas: son enzimas que atacan los enlaces alfa-1,4 glucosídicos en la parte externa de las cadenas de amilosa y amilopectina. Ataca la amilosa por los extremos no reductores únicamente, y a su vez se encuentra imposibilitada a actuar sobre los enlaces alfa 1-6 (ramificaciones) por lo que resulta menos efectiva que la alfa-amilasa, y los productos finales que genera son mayoritariamente maltosas y dextrinas (da como resultado pocas unidades de glucosa) (Rocha, 2009).

3.2. LEVADURA

Las levaduras son los microorganismos responsables de la fermentación de los azúcares de la harina. Durante la fermentación, la metabolización de la glucosa produce la liberación de etanol y dióxido de carbono, lo cual permite el aumento del volumen de la masa y la formación de una estructura alveolada. La producción de gas comienza gradualmente y luego se acelera debido a la multiplicación de las levaduras. Esto resulta deseable, ya que una producción de gas muy rápida desde el inicio podría motivar a la ruptura de la masa. Además, el proceso de fermentación da lugar a la formación de sustancias como los éteres, que tienen importancia en cualidades organolépticas como son el sabor y el aroma característico de productos panificados.

En panificación, la levadura más utilizada es *Saccharomyces cerevisiae*. Existen además, tres tipos de levaduras:

- a. Levadura natural o levadura de masa: es aquella preparada a partir de la microbiota propia de la harina, o también llamado masa madre.
- b. Levadura comercial: se prepara a partir de cultivos puros. Se conocen tres presentaciones de este tipo de levadura:
 - i. Levadura prensada, compacta o en pasta: contiene entre 66 y 67% de humedad. Se utiliza para todo tipo de masa, indistintamente de que sea dulce o salado. La vida útil es de 3 a 4 semanas respetando la refrigeración.
 - ii. Levadura seca o deshidratada: este producto tiene menor humedad, siendo esta entre el 6 y 8%. Si bien presenta mayor vida útil (entre 3 y 6 meses respetando refrigeración), presenta el inconveniente de tener que pre-hidratarla a una temperatura de 36°C durante 20 minutos antes de utilizarla.
 - iii. Levadura instantánea: la principal diferencia con respecto a las anteriores es que ésta se encuentra preparada con diferentes cepas de levaduras. En cuanto al contenido de humedad, es similar a la levadura seca. Este tipo de levadura no requiere una prehidratación previa a su incorporación a los demás ingredientes.
- c. Levadura química o impulsores de masa: se entiende como levadura química a aditivos gasificantes que generan anhídrido carbónico como consecuencia del amasado y calor de cocción de la mezcla de un ácido con un compuesto alcalino como puede ser el bicarbonato de amonio (Cordara, 2009).

3.3. SAL

En los comienzos de la historia de la panificación, la sal no era considerada un ingrediente importante, mientras que hoy en día es uno de los componentes básicos, y se considera necesaria para la elaboración de los productos panificados. La sal refuerza las propiedades plásticas de la masa y las mejora notablemente. Si bien funciona principalmente como un potenciador de atributos como el sabor o el aroma, también tiene influencia sobre el color (Bot, 2008).

La sal produce un fortalecimiento del gluten, lo cual se traduce en un aumento de la firmeza y tenacidad de la masa, y una consiguiente mejora en su manejabilidad. Además, aumenta la capacidad de retención de agua de la masa, e influye en la coloración de la corteza del panificado durante la cocción, a la vez que actúa como regulador del proceso de fermentación (Calvel, 1983).

La proporción de este ingrediente debe ser adecuada, ya que la falta de sal da como resultado masas blandas y pegajosas, con una miga que se desarma fácilmente, mientras que un exceso puede llegar a detener el proceso de fermentación (Bot, 2008).

3.4. AGUA

El agua es uno de los ingredientes fundamentales en la elaboración de productos panificados. Es el vehículo de transporte de todos los ingredientes, y la que permite que se dé la formación de una masa a partir de los mismos: disuelve la sal y dispersa las células de levadura, al mismo tiempo que permite que las mismas puedan entrar en contacto con los nutrientes que utilizarán. Su principal función es la de hidratar las proteínas y participar en la formación del gluten, permitiéndole a la masa adquirir su plasticidad y elasticidad características. Debido a esto, el agua es llamado un agente plastificante. Además, su presencia en la mezcla posibilita la hidratación de los gránulos de almidón presentes en la harina, dando lugar así al proceso de gelatinización durante la etapa de cocción. Asimismo, el ambiente húmedo que el agua genera en la masa propicia el proceso de fermentación, creando, en conjunto con la temperatura, las condiciones óptimas para el crecimiento de las levaduras (Bot, 2008).

El agua utilizada para la elaboración de cualquier producto alimenticio debe no sólo ser potable, sino también de buena calidad en cuanto a su contenido de minerales. Una manera de clasificar el agua es en base a su dureza, esto es, su contenido en sales de magnesio y calcio en forma de bicarbonatos o sulfatos. Así, se encuentran dos tipos: blanda (contenido en sales menor a 50 ppm), cuyo uso suele dar como resultado una masa suave y pegajosa, y dura (contenido en sales entre 50 y 200 ppm), que proporciona nutrientes para el crecimiento de las levaduras, pero que a su vez puede llegar a ocasionar el retardo de la fermentación cuando está en exceso. En base a esta clasificación, el agua apropiada para la elaboración de panificados es un agua medianamente dura, que tenga un equilibrio justo de minerales tal que se vea favorecido el desarrollo de las levaduras y paralelamente se obtenga el efecto deseado sobre las proteínas que forman el gluten. Este agua dará masas con un equilibrio entre en tensión y fuerza panaria. En adición, el uso de agua dura tiene un efecto positivo en el sabor del producto, mientras que el agua blanda puede dar al panificado un sabor desagradable (Salgado-Nava & Jimenez-Munguía, 2012).

Dependiendo de qué cereal se obtiene la harina y de la consistencia que se busque en la masa, variará el contenido de agua que deberá adicionarse a la misma. Una masa que esté bien hidratada (uso de un 55 a 65% de agua respecto de la cantidad de harina empleada) tendrá una consistencia suave y permitirá obtener panificados de volumen apropiado y alveolado regular. En cambio, una masa poco hidratada, también llamada “de miga cerrada” (uso de un 45-50% de agua respecto a la cantidad de harina) será más tiesa y tendrá una miga densa de alveolado pequeño (Velázquez, n.d).

3.5. MATERIA GRASA

Cuando están presentes en la mezcla, los lípidos participan de las interacciones que se dan entre las proteínas y el almidón. Actúan como agentes humectantes, facilitando la hidratación, el ordenamiento y lubricación de los componentes que forman la red del gluten, fortaleciéndola para dar como resultado un panificado de mejor calidad. A su vez, la presencia de este ingrediente influye de manera positiva en el color y el sabor del producto (Flechas, 2015).

Ha sido demostrado que la adición complementaria tanto de glicolípidos naturales (mono y digalactosil diglicéridos) como de lípidos de síntesis (ésteres de sacarosa o de lactosa y ácidos grasos) aporta efectos beneficiosos en cuanto al volumen y textura de la masa, al permitir que la misma pueda tener una mayor retención de agua (Cheftel, 1982).

3.6. ADITIVOS DE PANIFICACIÓN

El Codex Alimentarius define a un aditivo alimentario como cualquier sustancia que por sí misma no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo y cuya adición al alimento en sus fases de producción, fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte directa o indirectamente por sí o sus subproductos, un componente del alimento o bien afecte a sus características.

En la industria panadera se busca constantemente mejorar la calidad de los productos, para lo cual se trata de satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores. Para ello, se analiza la incorporación de diferentes compuestos tales como oxidantes, reductores y conservantes para lograr desarrollar productos que resulten más atractivos, que se vea facilitado el desarrollo de su masa en el horno y para que el producto posea la humedad adecuada que le permita permanecer envasado y conservar sus características. Estos compuestos son añadidos intencionalmente al producto, con el fin de modificar tanto sus características como las técnicas de elaboración y conservación del mismo, sin que se modifiquen sus propiedades nutricionales.

Para mejorar las características físicas, así como evitar alteraciones del producto, se utilizan sustancias oxidantes. Las mismas actúan durante el amasado para reforzar las propiedades del gluten, de manera de aumentar la capacidad de retención de gas de la masa para así obtener panes con mayor volumen, mejor alveolado y una miga más uniforme (Bot, 2008). En la industria panadera existen diferentes sustancias oxidantes que pueden ser utilizadas, tales como bromato de potasio (actualmente prohibido por demostrarse su efecto cancerígeno), yodato de calcio o de potasio, azodicarbonamida (ADA), ácido L-ascórbico, entre otros. Dado que el pH condiciona el accionar de estos aditivos, los mismos tienen efecto en diferentes partes del proceso de panificación, actuando algunos durante el mezclado (como el ácido ascórbico), y otros durante la fermentación.

El ácido L-ascórbico es actualmente el oxidante más utilizado, debido a que no es perjudicial para la salud y no influye en el sabor del producto. La dosis utilizada depende de la calidad y el origen de la harina, permitiéndose un máximo de 200 mg/kg de harina. Su adición disminuye el pH. Este aumento de los H⁺ favorece la formación de enlaces puente hidrógeno entre las cadenas protéicas, lo que favorece a su vez la capacidad de absorción de agua (Cheftel, 1985). Como mejorante, el ácido ascórbico aumenta la tenacidad y la elasticidad de la masa, al fortalecer el gluten, así como la capacidad de absorción de agua de la masa. Además,

mejora el volumen del panificado, dando un mejor color a la corteza y una miga más blanca (Tejero, 2000).

Por otro lado, el propionato de calcio (número E-282 en la lista de aditivos del Codex Alimentarius) es un aditivo ampliamente utilizado en la industria alimentaria como conservante, dado que permite alargar el tiempo que un producto puede permanecer en buen estado, al inhibir el crecimiento de microorganismos, principalmente mohos y levaduras. Una vez protonado, el ácido propiónico puede penetrar fácilmente la pared celular de hongos y bacterias. Una vez dentro de la célula, actúa como un potente inhibidor de varias enzimas intracelulares esenciales para el metabolismo de hidratos de carbono. De esta manera, se logra inhibir el crecimiento y duplicación de los mismos (Vargas, 2011).

Este último es el aditivo que fue seleccionado para utilizar en el producto a desarrollar, por ser el mismo un panificado con alto contenido de humedad, en el cual es muy probable el crecimiento de mohos y levaduras. Como límite máximo para el uso de este compuesto, el artículo 723 del Capítulo XVIII del Código Alimentario Argentino establece que la adición facultativa del mismo no debe superar el 0,25% (expresada en ácido propiónico) referida al producto terminado.

3.7. PESCADO

Esta materia prima será añadida al producto junto con el resto de los ingredientes, precocido y desmenuzado previamente. Se utilizará filete de merluza que será emprolijado por operarios en las instalaciones de la planta. La elección de utilizar un pescado magro surge de buscar minimizar los problemas de calidad relacionados con el deterioro por enranciamiento, que afectan en mayor medida a las especies grasas, por su mayor contenido de lípidos.

3.7.1. Características nutricionales

El pescado es un alimento que tiene propiedades nutricionales que lo hacen fundamentales en una buena alimentación. Dentro de estas se destaca el aporte de proteínas de alto valor biológico ya que proporciona aminoácidos esenciales. Su composición y consecuente valor energético dependerá de la especie de la que se trate y de factores como pueden ser la estación del año, la época de captura, la edad de la pieza y las condiciones del medio en el que se desarrollen (Huss, 1995).

En las Tablas 3.2 y 3.2 se presentan la composición proximal del filete de merluza y la correspondiente a los minerales presentes en el mismo.

Tabla 3.2. Composición nutricional de filete de merluza (Tomac et al., 2020).

Análisis proximal	Valores promedio %
Proteínas	16,05
Carbohidratos	0
Grasas totales	1,98
Humedad	81,42
Cenizas (minerales)	1,0
Energía (kcal/100 g)	89

Tabla 3.3. Minerales en filete de merluza (Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011).

Minerales (mg/100 g)	
Sodio	74
Potasio	363
Calcio	28
Magnesio	23
Hierro (ppm)	0,8

Entre los micronutrientes, además de los minerales expuestos en la Tabla 3.3, se encuentran también las vitaminas del grupo B (B1, B2, B3 Y B12), las liposolubles A y D principalmente en pescados grasos, y otros minerales como el fósforo y el yodo.

La capacidad de conservación y la textura dependen principalmente de la cantidad de agua, proteínas y grasas que son los componentes mayoritarios. La cantidad de agua y de grasas se relaciona de manera inversa, es decir que, a mayor cantidad de agua, menor cantidad de grasa.

En cuanto a las proteínas, dependiendo de su tipo, determinan la textura del pescado, su digestibilidad y los cambios en el color y sabor. Además, presenta una menor proporción de colágeno que la carne, responsable de una menor firmeza y de que su carne sea más tierna y más digerible.

Otra de las características del pescado es que su grasa está principalmente conformada por ácidos grasos poliinsaturados, entre los que se encuentran los omega-3 (DHA o EPA) y omega-6 (linoleico). En menor proporción se encuentran los ácidos grasos monoinsaturados y saturados. La cantidad de ácidos grasos dependerá en gran medida de si se trata de un pescado graso (mayor cantidad) o magro.

Se consideran magros o blancos aquellos pescados que contienen menos de un 5% de grasa, localizada principalmente en el hígado. Estos pescados viven generalmente en las

profundidades, desplazándose poco, razón por la cual no necesitan acumular grasa. Por otro lado, se entiende por pescados grasos o azules a los que tienen más de un 8% de grasa, más distribuida en todo el cuerpo.

3.7.2. Anatomía del músculo

El músculo del pescado se compone de células musculares que corren en paralelo (miotomas), separadas perpendicularmente por tabiques de tejido conectivo (miocomata) ancladas al esqueleto y a la piel. La masa muscular ubicada en el cuerpo, a cada lado del pez, se llama filete, esta parte será la utilizada en el producto a desarrollar. En la parte superior se encuentra el músculo dorsal y en la inferior el músculo ventral.

Cada pescado tiene una proporción de músculo oscuro y músculo blanco. Las mayores proporciones de músculo oscuro son encontradas en peces que nadan de forma casi continua como pueden ser la caballa y el arenque. Mientras que los peces que tienen una mayor proporción de músculo blanco son los peces que se mueven periódicamente y se alimentan principalmente del fondo del mar como por ejemplo el mero y la merluza, nombrada anteriormente. La principal diferencia entre estos dos tipos de músculo es debida a su composición química, siendo algunas de las más notables el alto contenido de lípidos y hemoglobina presentes en el músculo oscuro. Desde el punto de vista tecnológico, el alto contenido de lípidos del músculo oscuro resulta importante debido a los problemas asociados a la oxidación de las grasas. Mediante reacciones en cadena por radicales libres se forman hidroperóxidos, que posteriormente son oxidados a aldehídos, cetonas y otros compuestos, que tienen olor y sabor desagradable. Es por esto, que se ha decidido trabajar con un pescado magro, como es el caso de la merluza, que principalmente presenta músculo blanco.

3.7.3. Deterioro

Los productos derivados de la pesca tienen una mayor facilidad de deterioro debido principalmente a su composición química y pH poco ácido. A diferencia de la carne vacuna, donde en el momento de sacrificio del animal el contenido de glucógeno es alto, el pez tiene una menor reserva de glucógeno debido a que se encuentra en movimiento constante. Debido a esto, la cantidad de ácido láctico formada a partir del glucógeno post-mortem es menor, y esto hace que el efecto antiséptico del ácido sea reducido. Como resultado, la velocidad de deterioro del pescado es mayor a la observada en otros alimentos cárnicos. También hay una gran influencia por la presencia de enzimas en las vísceras y músculos del mismo, que van a provocar la autólisis, es decir, un deterioro estructural que, sumado al crecimiento de microorganismos deteriorantes, producen una pérdida de la frescura.

La flora contaminante que se encuentra en la piel, branquias e intestino se expande hasta zonas donde el pH es mayor. La degradación bacteriana de solutos de bajo peso molecular y el óxido de trimetilamina (OTMA) produce la formación de trimetilaminas (TMA) y NH_3 . Además, las enzimas endógenas también degradan el OTMA dando como producto a la dimetilamina (DMA).

Estas aminas volátiles (TMA, DMA y NH_3) son las responsables del olor y sabor desagradables del pescado y como consecuencia, de su rechazo sensorial (Figura 3.5).

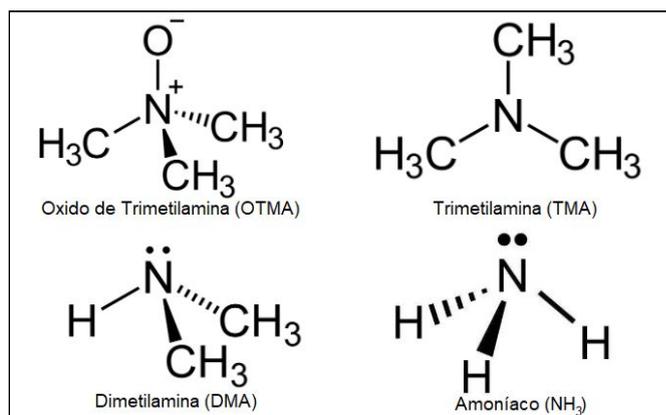


Figura 3.5. Aminas volátiles producidas en la descomposición del pescado.

Se puede detectar, entonces, un patrón en los cambios sensoriales del pescado, que puede resumirse en cuatro etapas:

1. El pescado tiene aspecto fresco y un delicado aroma y sabor a mar y algas.
2. Se evidencia pérdida de las características mencionadas en 1. Los aromas y sabores pasan a ser neutros, pero se conserva la textura.
3. Aparecen los primeros signos del deterioro, acompañados por la formación de las aminas volátiles anteriormente mencionadas, que son las responsables del olor a pescado característico. Al inicio de esta fase pueden aparecer olores y sabores ligeramente ácidos, afrutados y ligeramente amargos, especialmente en peces grasos. Al final aparecen olores y sabores ácidos, dulces y rancios.
4. En la última fase aparecen olores rancios y pútridos. Se puede designar al pescado en esta fase como pescado deteriorado y no debe consumirse.

3.7.4. Cambios autolíticos

El ATP presente en el músculo comienza a degradarse por las enzimas ATPasas (Figura 3.6). En las reacciones de desfosforilación, se transforma en adenosina difosfato (ADP) y posteriormente en adenosina monofosfato (AMP). Este compuesto se desamina a inosina monofosfato (IMP), que posteriormente pasa a inosina (Ino) e hipoxantina (Hx). En esta última reacción participan enzimas autolíticas y microbianas. Las enzimas microbianas forman de forma progresiva el ácido úrico, responsables de la aparición de aromas pútridos en este alimento.

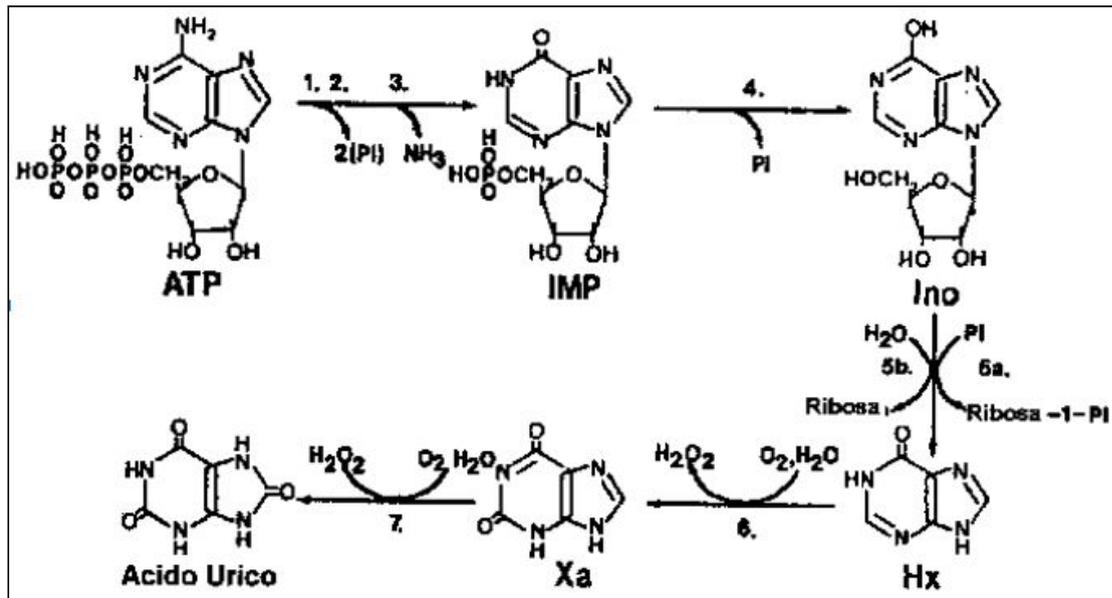


Figura 3.6. Degradación del ATP.

Las enzimas proteolíticas son las principales responsables de la formación de los péptidos de bajo peso molecular y aminoácidos libres. Las principales enzimas proteolíticas presentes en el pescado son las catepsinas, calpaínas y colagenasas. La acción de estas enzimas genera una disminución nutricional del producto y un decaimiento desde el punto de vista sensorial por la producción de aminas biógenas, bases orgánicas de bajo peso molecular y que son el resultado de procesos metabólicos. Además, dado que las proteínas que componen el músculo del pescado contienen todos los aminoácidos esenciales, el mismo resulta ser un medio muy propicio para el desarrollo de bacterias, algunas de las cuales también intervienen en la formación de aminas, como resultado de la descarboxilación directa de los aminoácidos. La descarboxilación de la histidina por enzimas bacterianas resulta en histamina, una amina biógena que resulta tóxica para el humano en ciertos niveles. Normalmente, los pescados involucrados son aquellos con un alto contenido de histidina libre como los pertenecientes a la familia *Scombridae* y otros como los de la familia *Clupeidae* y *Scaridae*, mientras que la mayoría de las bacterias productoras de histamina pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*. Luego de ser capturado, el pescado puede contaminarse por contacto con superficies no higiénicas y exposición a temperaturas inadecuadas por largos períodos (Manterola, 2017).

En el pescado, la medición de las aminas es un parámetro de la calidad higiénico-sanitaria del pescado. Algunos de los métodos para el análisis de aminas biógenas incluyen HPLC, cromatografía gaseosa, cromatografía en papel y demás.

Para concluir con esta sección, puede decirse que cada una de las materias primas implicadas en el proceso de elaboración tiene un efecto significativo en las propiedades y calidad del producto final. Así, se destaca la importancia de que las mismas sean de buena calidad y frescas, especialmente en el caso del pescado, para obtener un producto que cumpla con los estándares de calidad que impone el consumidor.

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE PRODUCTO

4. **DESARROLLO DE PRODUCTO**

El desarrollo de un producto incluye las etapas de planeamiento y experimentación que permiten transformar el concepto del mismo en un bien real que pueda ser comercializado (Gonzales, 2018).

El producto a desarrollar es una prepizza con pescado, precocida y congelada. Al tratarse de un producto nuevo, es necesario estudiar la formulación que deberá tener para lograr ser panificable, tener una buena aceptabilidad sensorial y generar un impacto positivo sobre la salud de los consumidores. Además, se analizará la estabilidad del alimento desde el punto de vista microbiológico.

4.1. DEFINICIÓN Y CONCEPTO DEL PRODUCTO

El objetivo de esta sección es desarrollar un producto panificable, con un contenido de pescado tal que influya en sus características nutricionales y sensoriales de manera positiva.

Se buscará que el panificado posea forma plana y circular. En cuanto a sus características sensoriales, se espera que tenga una textura semejante a la de una prepizza, con los bordes y la parte inferior más crocantes que el centro, y que tenga tanto sabor como aroma a pescado suave y agradable.

El producto se comercializará como “listo para preparar”, precocido y congelado. Luego, el consumidor podrá calentarlo y agregarle queso mozzarella y otros ingredientes antes de su consumo.

4.2. FORMULACIÓN

Para iniciar con el desarrollo de esta sección, se analizarán de manera teórica los posibles efectos del agregado de filete de pescado magro sobre un panificado común, de manera de poder tenerlos en cuenta a la hora de plantear la formulación del producto que se quiere desarrollar.

Mediante el análisis de experiencias prácticas se determinará la cantidad de pescado que puede añadirse a la masa. Para esto, se considerará que el producto mantenga su capacidad panificable y, a la vez, que sea aceptable sensorialmente.

Por último, fijando las cantidades del resto de ingredientes involucrados en la elaboración, se definirá la formulación del producto.

4.2.1. Efecto del agregado de pescado

Se debe tener en cuenta que el producto a desarrollar no tendrá el mismo comportamiento que un panificado regular. La presencia de pescado puede afectar la estructura de la masa formada, al alterar la capacidad de interacción entre los ingredientes que la componen.

A continuación, se analizará con mayor detalle cómo y en qué etapas del proceso de panificación puede afectar la presencia de pescado.

- *Formación de gluten*

El agregado de pescado provoca una disminución del contenido porcentual de gluten de la masa. Además, si bien el agregado de compuestos lipídicos puede resultar beneficioso para el desarrollo de la estructura del gluten, no se tiene información sobre el accionar del resto de los componentes del pescado sobre el mismo. La presencia de este ingrediente podría dificultar la interacción entre gliadina y glutenina, perjudicando la formación del gluten en el proceso de amasado y dando lugar a una masa con poca elasticidad y fuerza.

- *Capacidad de fermentación y retención de gas*

Si el agregado de pescado afectara la formación de la red proteica, el gas generado como producto del metabolismo de las levaduras durante el proceso de fermentación no podría ser retenido dentro de la masa. Esto se traduciría en una disminución de la cantidad y tamaño de alvéolos, dando una masa de menor volumen y esponjosidad.

- *Estabilidad del producto*

Además de la influencia sobre la capacidad de panificación, se debe tener en cuenta cómo afecta la presencia de pescado a la estabilidad del producto debido a su susceptibilidad al deterioro.

El proceso de elaboración de un panificado involucra etapas de exposición a temperaturas entre 25-35°C durante períodos de tiempo mayores a 30 minutos. Teniendo en cuenta que el pescado crudo debe mantenerse en condiciones de refrigeración (a menos de 5°C), esto podría constituir una gran dificultad a la hora de mantener los parámetros organolépticos y microbiológicos del producto en general.

Para abordar esta problemática, se analizó la posibilidad de realizar el agregado del pescado en distintas etapas del proceso y comparar sus efectos sobre el producto final. Una posibilidad fue realizar el agregado luego del descanso de la masa, en lugar de realizarlo en la instancia inicial junto al resto de los ingredientes. De esta forma, el pescado no se encontraría tanto tiempo expuesto a temperaturas superiores a la de refrigeración. La masa podría desarrollarse correctamente, pudiendo adquirir una estructura esponjosa y un alveolado apropiado. Sin embargo, realizar el agregado de pescado sobre una masa a la cual ya se le ha añadido la cantidad de agua suficiente y que ya ha adquirido una estructura estable, resultaría contraproducente. Debe tenerse en cuenta que el pescado está constituido por aproximadamente un 80% de agua y, si bien gran parte de la misma se encuentra ligada, su agregado probablemente ocasionaría un exceso de agua para la masa, tornándola pegajosa, de consistencia inapropiada y de difícil manipulación.

En base a este análisis, se decidió incorporar el pescado junto con el resto de los ingredientes en la etapa de amasado, de manera que el volumen de agua añadido sea el adecuado. Para ello, teniendo en cuenta la problemática del deterioro de esta materia prima, se agregó una etapa previa de precocción con el objetivo principal de reducir su carga microbiana y estabilizar el producto, facilitando a su vez su integración en la etapa de amasado. Esto se detalla en la sección 5.1.4.

4.2.2. Análisis de las características fisicoquímicas y sensoriales y del comportamiento del panificado frente al agregado de distintos contenidos de pescado

a) *Objetivo*

El objetivo de esta primera experiencia fue determinar la cantidad adecuada de pescado que puede agregarse a la masa tal que la misma mantenga su capacidad de panificación y sea aceptable sensorialmente. Se buscó maximizar la cantidad agregada, de manera de potenciar las propiedades nutricionales del producto. Para ello, se analizaron parámetros como textura, color, sabor y aroma mediante análisis instrumentales y sensoriales descriptivos y hedónicos.

b) *Metodología y materiales utilizados*

Se elaboraron tres pizzas con distinto contenido de pescado y una cuarta sin agregado de pescado. Esta última fue considerada el blanco contra el cual se compararon las muestras elaboradas.

El pescado utilizado en todos los casos fue filete de merluza precocido al vapor durante 7 minutos conservado en refrigeración hasta el momento de llevar a cabo la experiencia.

A continuación, en la Tabla 4.1, se detalla la composición de cada muestra. Puede observarse que el agregado de agua fue variable en función de la cantidad de pescado incorporada.

Tabla 4.1. Ingredientes y formulación de las muestras.

Muestra	Harina (g)	Levadura (g)	Aceite (mL)	Agua (mL)	Pescado (g)
M1	250	12,5	12,5	120	0
M2	250	12,5	12,5	110	150
M3	250	12,5	12,5	100	200
M4	250	12,5	12,5	70	250

En todas las muestras el amasado se realizó durante 20 minutos. Luego del bollado, las muestras se dejaron en reposo 30 minutos a 25°C. Pasado este tiempo, se estiraron en moldes y se dejaron fermentar a la misma temperatura durante otros 30 minutos. Por último, se realizó la cocción en horno a 200°C durante 15 minutos y se dejó enfriar las muestras a temperatura ambiente antes de sellarlas dentro de bolsas plásticas y llevarlas a refrigeración.

Las muestras se mantuvieron a temperatura de refrigeración durante aproximadamente 15 horas. Posteriormente, 10 panelistas realizaron una evaluación sensorial sobre las mismas. La misma incluyó: un análisis de aceptabilidad general, apariencia, aroma y textura en boca sobre escalas hedónicas verbales de 9 puntos (Figura 4.1), en donde cada expresión se corresponde con un puntaje (Tabla 4.2) y una prueba de ordenamiento por preferencia (Figura 4.2). A su vez, se realizó un ensayo descriptivo en el que se evaluó la intensidad de sabor y aroma a pescado sobre las muestras. En la Figura 4.3 se presenta la escala utilizada para la evaluación de la intensidad de sabor a pescado, y para la evaluación de la intensidad de aroma se utilizó una similar. Para este último ensayo, a cada puntaje en la escala de 9 puntos utilizada se atribuyó una frase en una escala verbal, como se muestra en la Tabla 4.3.

Los resultados de estas pruebas fueron analizados estadísticamente con ANOVA con un α de 0,05.



Figura 4.1. Escala hedónica utilizada para el análisis de distintos atributos sobre las muestras.

Tabla 4.2. Escala verbal de valoración hedónica.

Escala verbal	Puntaje
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta	7
Me gusta poco	6
No me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta poco	4
Me disgusta	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

Prefiero la muestra:

393 964 582 864

Figura 4.2. Evaluación de ordenamiento por preferencia.

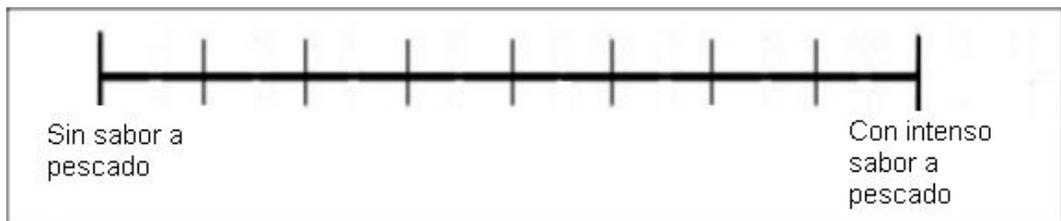


Figura 4.3. Escala utilizada para la evaluación descriptiva de las muestras.

Tabla 4.3. Escala verbal descriptiva.

Intensidad de sabor/aroma a pescado	Puntaje
Sin sabor/aroma a pescado	1
Muy tenue	2
Tenue	3
Ligero	4
Ni ligero ni intenso	5
Sutilmente intenso	6
Levemente intenso	7
Moderadamente intenso	8
Intenso sabor/aroma a pescado	9

Material utilizado

- Probetas de 200 y 100 mL
- Balanza granataria
- Utensilios de cocina (cuchara y cuchillo)
- Recipientes (cuencos)
- Amasadora "Buscaglia" de 1000 Watts
- Horno convectivo
- Papel film
- Máquina para hacer pasta "Marcato" modelo "Ampia 150"
- Agua
- Pescado cocido al vapor (620 g)
- Harina 000 "Favorita" (1 kg)
- Levadura prensada "Paneo" (50 g)
- Aceite vegetal "Cocinero" (50 mL)
- Moldes de pizza
- Colorímetro portátil Lovibond SP60

c) *Resultados y discusiones*

A continuación, en la Figura 4.4, se muestran imágenes de los productos finales obtenidos.



Figura 4.4. Aspecto del producto final para cada agregado de pescado.

De forma global, se pudo observar que los panificados con mayor agregado de pescado tuvieron una consistencia más blanda y un tamaño mayor que el blanco. El agregado de pescado redujo levemente la altura desarrollada en la etapa de leudado y generó una masa que al ser extendida mostró mayor rugosidad y bordes irregulares.

i) *Resultado del análisis de las evaluaciones sensoriales*

- Prueba de aceptabilidad sensorial

Este método, también conocido como escala hedónica de 9 puntos, se utiliza con el fin de poder conocer el grado de aceptabilidad sensorial de un producto (Peryam & Pilgrim, 1957).

Para extraer conclusiones de los datos obtenidos de las encuestas, se comparan dos valores, uno teórico extraído de tablas de bibliografía ($F_{\text{crítico}}$) y uno obtenido con la herramienta ANOVA (F). Cuando el valor de F supera al de $F_{\text{crítico}}$, puede afirmarse que existen diferencias significativas entre las muestras analizadas.

Habiendo analizado la apariencia, el aroma, el sabor y la textura en boca con el análisis de varianza, sólo se encontraron diferencias significativas en la aceptabilidad del primer atributo (Tablas II.1 y II.2, Anexo II). Con respecto a los demás atributos, se puede concluir que fueron igualmente aceptados en todas las muestras.

Luego, para determinar entre qué muestras se encontraron diferencias, se utilizó el test de Tukey ($\alpha=0,05$). Pudo concluirse que estas diferencias fueron entre las muestras con agregado de pescado y el blanco (Tabla II.3, Anexo II). El blanco obtuvo valores más bajos en la puntuación de preferencia con respecto a las muestras con agregado de pescado. Esto, según algunas observaciones realizadas por los panelistas, fue debido a que el blanco tuvo un color pálido, mientras que las muestras con agregado de pescado lograron un color más dorado. Esta diferencia se puede verificar mediante las mediciones obtenidas utilizando un colorímetro (Tabla II.4, Anexo II). A continuación, en la Figura 4.5, se muestran los promedios de puntaje para cada muestra, con sus respectivas desviaciones estándar.

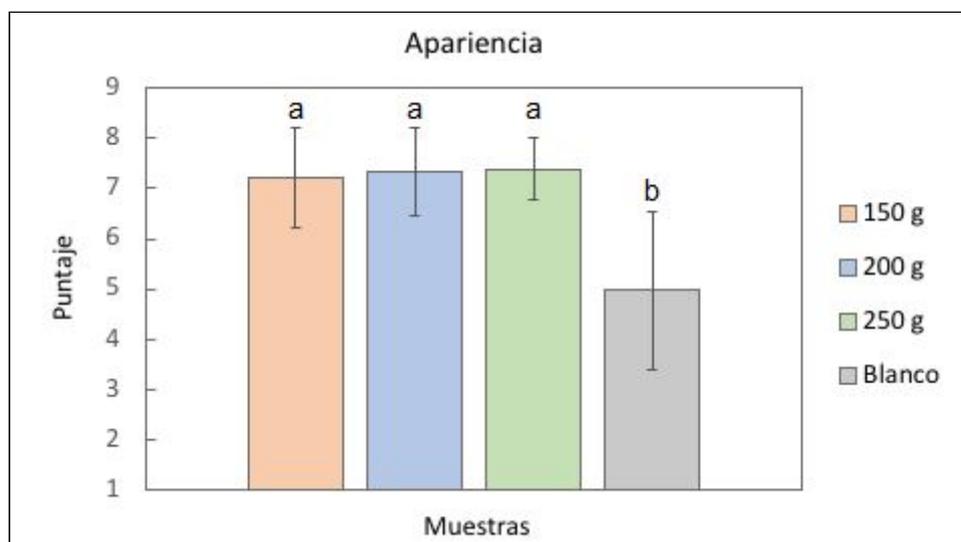


Figura 4.5. Valores promedio del atributo “apariencia” de las distintas muestras.

En cuanto a la aceptabilidad global, en la Figura 4.6 se muestra un gráfico similar al presentado anteriormente. Allí puede observarse que no se presentaron diferencias significativas entre las distintas muestras en la evaluación de este parámetro. A su vez, es importante señalar que todas tuvieron un puntaje promedio cercano a 7, que corresponde a “me gusta” en la escala hedónica verbal.

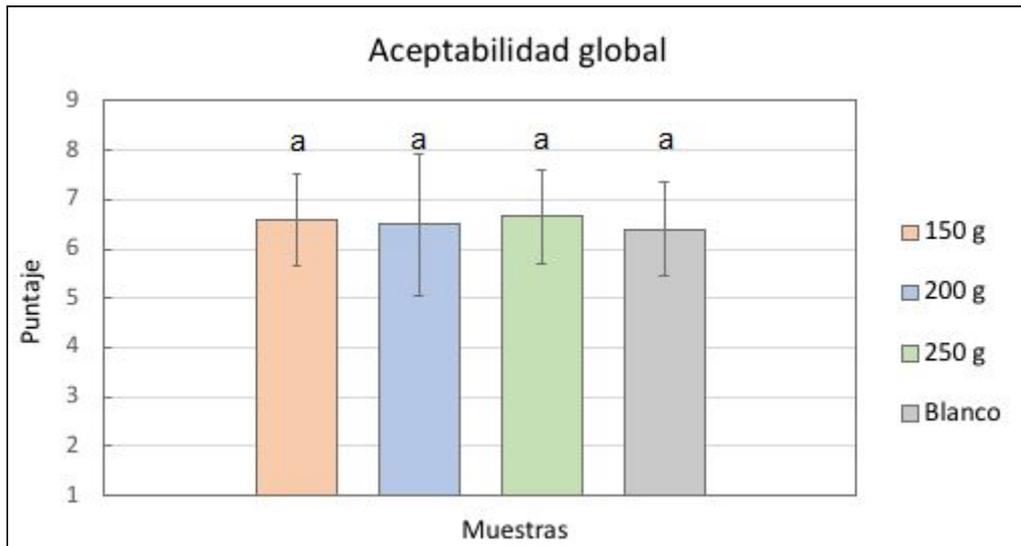


Figura 4.6. Valores promedio de aceptabilidad global de las distintas muestras.

- Prueba de ordenamiento por preferencia

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los ordenamientos de las distintas muestras. Es decir, todas las muestras fueron preferidas de igual manera.

- Prueba descriptiva de aroma y sabor a pescado

En la misma evaluación sensorial se analizó la intensidad de sabor y aroma de pescado en las distintas muestras utilizando como referencia al blanco en el valor de menor intensidad. Los valores promedio obtenidos para ambos atributos se muestran en la Figura 4.7. Para el análisis se consideró un $\alpha = 0,05$.

Al analizar los resultados se encontró, en ambos casos, que había diferencias significativas entre las muestras (Tablas II.5 y II.6, Anexo II). Mediante el test de Tukey se determinó que las muestras M2 y M3 no presentaron entre sí diferencias significativas. Por otro lado, la muestra M4 presentó diferencias con estas dos.

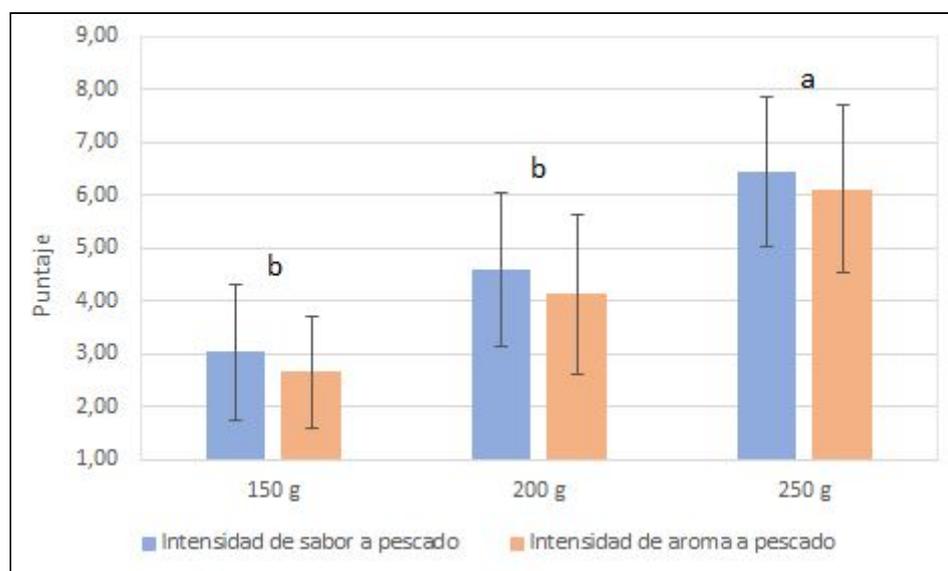


Figura 4.7. Valores promedio de intensidad de sabor y aroma a pescado.

En base a este análisis y teniendo en cuenta que se tomó como criterio que una muestra se considera aceptada si los panelistas le otorgan un puntaje promedio igual o menor a 5 (con un sabor/aroma a pescado ni ligero ni intenso), se concluye, a partir de lo observado en la Figura 4.7, que las muestras M1 (150 g de pescado) y M2 (200 g) fueron aceptadas por los panelistas.

Este análisis permite tomar la decisión de seleccionar el contenido de 200 g de pescado cada 250 g de harina para la formulación del producto a desarrollar, ya que ambas muestras tuvieron el mismo nivel de aceptabilidad, y se elige aquella que permite tener un mayor porcentaje de pescado en el producto final.

d) Conclusión

Se pudo determinar la formulación de la masa del producto (Tabla 4.4). Se debe tener en cuenta que aún no se considera el agregado de salsa de tomate ni de conservantes al mismo.

Tabla 4.4. Formulación inicial de la masa.

Ingrediente	Cantidad	Porcentaje en peso (con respecto a harina)
Harina 000	250 g	-
Pescado cocido	200 g	80%
Agua	100 mL (100 g)	40%
Levadura	12,5 g	5%
Aceite	12,5 mL (11,5 g)	4,6%

4.3. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

Se realizó una caracterización físico-química del producto crudo y cocido. En el caso del producto crudo, se estudiaron parámetros como la capacidad de leudado y extensibilidad. Sobre el producto cocido, en cambio, se analizarán características como alveolado, color, humedad y actividad de agua.

Para realizar las distintas determinaciones se utilizaron las muestras de la primera experiencia. Teniendo en cuenta la conclusión alcanzada en la misma, se realizará el análisis comparando únicamente la muestra con 200 g de pescado agregado con el blanco.

4.3.1. Masa cruda

Los análisis sobre la masa cruda fueron realizados a partir de muestras de aproximadamente 50 g.

- Capacidad de leudado

Se colocó cada muestra dentro de un recipiente de vidrio angosto a 25°C durante 30 minutos, marcando en ellos la altura inicial del volumen que ocupaba cada una. Pasados los 30 minutos se midió la altura final alcanzada (Figura 4.8). De esta manera, se pudo observar en detalle el proceso de leudado.

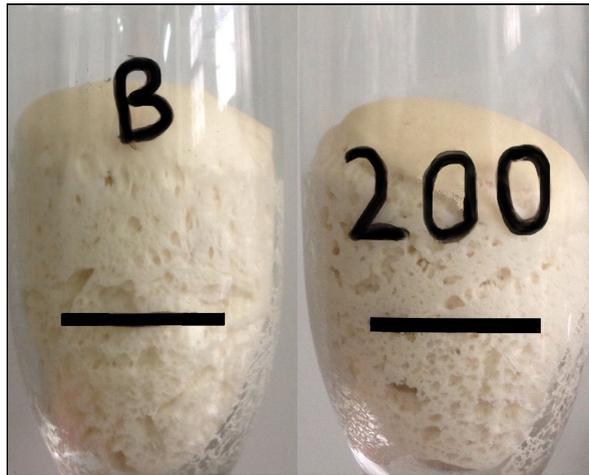


Figura 4.8. Comparación de capacidad de leudado entre la muestra y el blanco.

Si bien no se encontró gran diferencia entre las muestras, puede verse que aquella con agregado de pescado presentó un crecimiento levemente menor que el blanco. Las medidas registradas fueron 7,8 cm para la muestra con agregado de pescado y 8 cm para el blanco. Puede decirse que el agregado de pescado no tendría un impacto negativo en la capacidad de leudado de la masa.

Adicionalmente, pudo observarse el alveolado desarrollado. Si bien esta característica será analizada en mayor detalle sobre el producto cocido, en esta instancia se advirtió que era similar en ambos casos.

- Extensibilidad

Se midió cualitativamente la extensibilidad de las muestras. Para ello se utilizó una máquina para hacer pastas, que contaba con tres aberturas de medidas progresivamente menores. Se hizo pasar las muestras a través de las mismas con el fin de estirarlas (Figura 4.9) y se midieron sobre papel milimetrado las longitudes finales de cada una.

También se registraron datos sobre las características de las mismas (rugosidad, bordes lisos o resquebrajados, si se habían presentado rupturas durante el estiramiento).

Pudo notarse que la muestra con agregado de pescado presentó una apariencia más rugosa y bordes más irregulares que el blanco. Se midieron las longitudes de cada una de las muestras, las cuales se presentan en la Tabla 4.5.

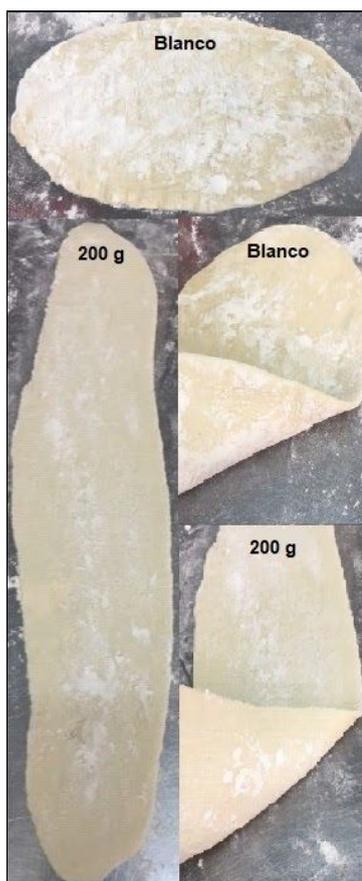


Figura 4.9. Comparación de las masas obtenidas luego del estirado en máquina para hacer pastas.

Tabla 4.5. Longitud de las muestras.

Muestra	Longitud (cm)
Blanco	18,5
200 g	40

En base a los resultados obtenidos, podría decirse que el agregado de pescado no afectó la extensibilidad de la masa de forma negativa.

4.3.2. Producto cocido

- Color

Se comparó el color de la muestra con agregado de pescado frente al blanco utilizando un colorímetro. Para esto se midieron los parámetros L^* , a^* y b^* del espacio CIELAB (Retting, 2014), donde:

- L^* = luminosidad.
- a^* = define la desviación del punto acromático correspondiente a la luminosidad hacia el rojo si es positivo, y hacia el verde si es negativo.
- b^* = define la desviación hacia el amarillo si es positivo, y hacia el azul si es negativo.

Esto se realizó tomando 24 puntos sobre cada muestra luego de la cocción y el posterior enfriado de las mismas. Se obtuvo el valor ΔE respecto al blanco utilizando la siguiente ecuación:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

A partir del valor de ΔE calculado para cada muestra (Tabla 4.6), se puede inferir que hubo un cambio de color sobre el producto final debido al agregado de pescado. Puede observarse que los valores L^* , a^* y b^* fueron mayores en esta muestra que en el blanco. Esto se refleja en una menor luminosidad de la corteza y una mayor intensidad de color amarillo y rojo.

Es importante resaltar que el cambio en el color del producto por el agregado de pescado en la formulación tuvo un efecto positivo sobre la apariencia del mismo, favoreciendo su aceptabilidad sensorial, como pudo concluirse a partir del análisis de las evaluaciones sensoriales realizado previamente.

Tabla 4.6. Resultados a partir del colorímetro.

Muestra	L^*	a^*	b^*	ΔE respecto al blanco
Blanco	7,31	2,38	20,78	-
200 g pescado	65,78	4,99	31,31	59,46

- Formación de alvéolos

Mediante la realización de un corte transversal sobre la muestra y el blanco pudo contemplarse la formación de los alvéolos (Figura 4.10). Al compararlos, se notó que tanto su cantidad como las características de los mismos fueron similares. Esto se corresponde con lo observado en el análisis de la capacidad de leudado de la masa cruda.

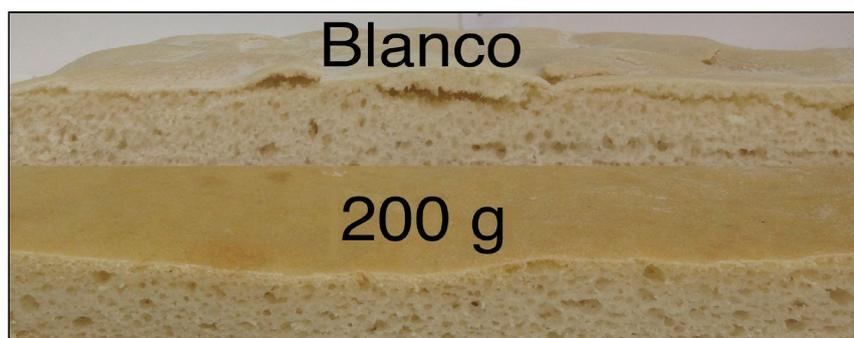


Figura 4.10. Corte transversal de la muestra y el blanco.

- Actividad de agua

El contenido de agua influye en las propiedades organolépticas de un alimento y en la facilidad que este tenga para deteriorarse. A su vez, la misma se divide en dos clases:

- *Agua ligada*: es el agua que se encuentra interactuando con distintos componentes, como pueden ser proteínas, carbohidratos o azúcares simples. Al estar comprometida con estos componentes, no se encuentra disponible para favorecer las reacciones de deterioro.

- *Agua libre*: se define como el agua presente en el alimento que se encuentra disponible para actuar como medio de reacciones de deterioro. El agua libre (o no ligada) cumple una serie de funciones, algunas de las cuales se describen a continuación.
 - Actúa como medio en reacciones de deterioro,
 - favorece la velocidad de reacciones químicas transportando a los sustratos de reacción y los poniéndolos en contacto,
 - promueve el desarrollo microbiológico.

La actividad de agua (a_w) es el parámetro que mide la libertad del agua en el alimento, toma valores entre 0 y 1. Resulta fundamental para conocer la estabilidad del producto. La misma se define de la siguiente manera:

$$a_w = \frac{p}{p_0} = \frac{\%HRE}{100}$$

Donde:

- p = presión de vapor de agua del alimento,
- p_0 = presión de vapor del agua pura,
- % HRE = humedad relativa de equilibrio.

El agua presente en la zona 1, cuyo intervalo se encuentra entre 0 y 0,2 de la isoterma es la más fuertemente adsorbida en la matriz alimentaria y la menos móvil. Este agua se asocia con los grupos polares accesibles mediante interacciones agua ion o agua-dipolo. Además no congela a -40°C , carece de capacidad solvente y no está presente en cantidad suficiente como para ejercer un efecto plastificante sobre el sólido. El extremo más húmedo de la zona I (límite entre las zonas 1 y 2) corresponde al contenido de humedad de la "monocapa BET" del alimento. El valor de la monocapa BET se aproxima a la cantidad de agua necesaria para formar una monocapa sobre los grupos altamente polares y accesibles de la materia seca.

El agua en la zona 2, cuyo intervalo se extiende desde 0,2 y 0,8 ocupa los sitios de la primera capa que aún permanecen libres. Este agua se asocia con las moléculas de agua vecinas y las moléculas de soluto principalmente por enlaces de hidrógeno, es ligeramente menos móvil que el agua de la fase masiva y la mayoría no congela a -40°C . El agua en esta zona ejerce una significativa acción plastificadora sobre los solutos, reduce sus temperaturas de transición vítrea y causa el hinchamiento de la matriz sólida. Esta acción, asociada con el comienzo de los procesos de solución, conduce a una aceleración en la velocidad de la mayoría de las reacciones. En el límite entre las zonas 2 y 3, el agua es suficiente para completar una cubierta de hidratación de monocapa verdadera.

En la zona 3, el agua es congelable, tiene capacidad solvente y es fácilmente utilizable por los microorganismos para su actividad biológica, crecimiento y multiplicación. El agua de la zona III es la denominada agua de la fase masiva. Si se añade más agua, no se verán alteradas las propiedades de los solutos existentes (Fennema, 2010).

Como puede observarse en la Figura 4.11, los alimentos con un valor de a_w cercano a 0,2 son los más estables ya que tienen la menor ocurrencia de reacciones de deterioro. La única reacción que ocurre es la de oxidación lipídica. Sin embargo, esta ocurre a la menor velocidad ya que el agua de monocapa protege a la matriz del alimento del oxígeno atmosférico. En la zona 2, todas las reacciones de deterioro y crecimiento microbiano comienzan a tener lugar en el alimento. A partir de un a_w de 0,65 comienza el crecimiento

microbiano. A pesar de esto, en este intervalo se obtiene una mayor estabilidad que en la zona 3. En esta última zona se obtienen las máximas velocidades de deterioro y es fundamental tener los recaudos necesarios de conservación del alimento.

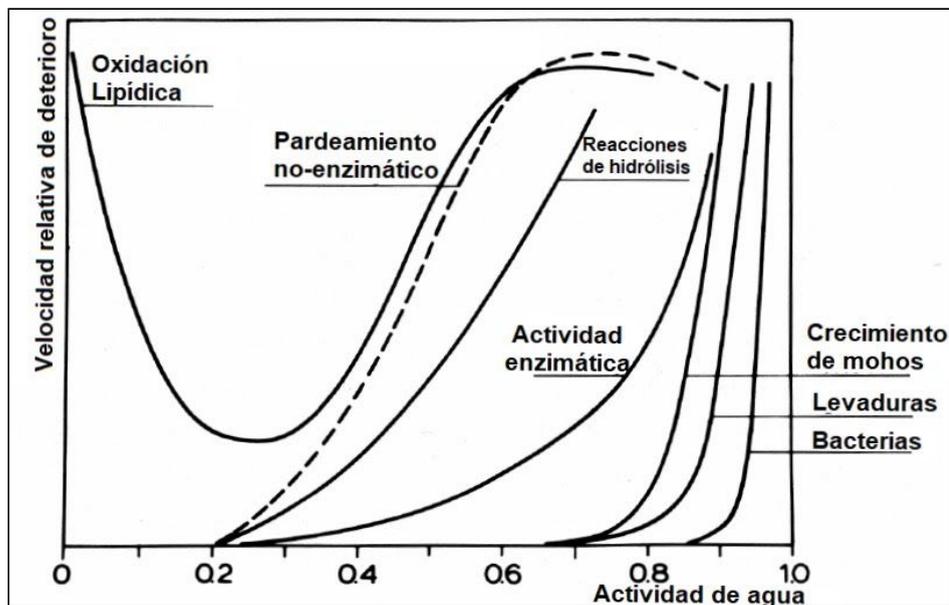


Figura 4.11. Velocidad de deterioro en función de la actividad de agua (Rockland et al, 1981).

La determinación de la actividad de agua del producto se llevó a cabo utilizando cuatro soluciones de distintas aw (dos por encima y dos por debajo de la aw aproximada que se esperaba obtener). Según bibliografía, el valor promedio de actividad de agua de las prepizzas es de 0,95 (Armada et al., 2009). En la Tabla 4.7 se presentan las distintas sales utilizadas, y sus respectivas aw. Cabe destacar que una de las soluciones utilizadas fue de agua pura.

Tabla 4.7. Actividad de agua de las distintas soluciones.

Solución	Actividad de agua (aw)
H ₂ O	1
K ₂ SO ₄	0,973
KNO ₃	0,924
NaCl	0,752

Muestras de aproximadamente 1 g de producto se pesaron exactamente sobre papel aluminio y se colocaron dentro de recipientes plásticos pequeños (tapitas), como se muestra en la Figura 4.12. Estas tapitas se colocaron dentro de otros recipientes un poco más grandes, dentro de los cuales se colocaron a su vez 10 mL de las soluciones, que se encontraban sobresaturadas (a excepción de la primera, que era agua pura). Estos recipientes fueron tapados y colocados en una estufa a 25°C durante 24 horas, permitiendo que el ambiente dentro de los mismos alcanzara el equilibrio. Pasado este tiempo, se registraron los pesos

exactos de las muestras y se determinó la diferencia de peso (ΔP) de cada una. Este procedimiento se realizó por triplicado para cada caso.



Figura 4.12. Recipientes plásticos con papel de aluminio para contener las muestras.

En aquellos casos en los que el ambiente tuviera una humedad mayor que la del producto, el mismo absorbería agua y aumentaría su peso; mientras que en el caso contrario, al perder agua, su peso se vería disminuido.

En la Tabla 4.8 se presentan los promedios de las diferencias de peso calculados. En base a estos valores, se realizó el gráfico que se muestra en la Figura 4.13. En este, los valores de ΔP promedio se presentaron en función de las distintas a_w de cada solución, y se encontró la ecuación de la recta que ajustaba a los mismos.

Luego, a partir de la expresión encontrada, se despejó el valor de a_w correspondiente a un $\Delta P = 0$. Éste constituye el valor para el cual no se produce un intercambio neto de agua entre el medio y el producto, es decir, el a_w del producto.

Tabla 4.8. ΔP promedio en función de actividad de agua de la solución.

Actividad de agua (a_w)	ΔP promedio
1	0,0126
0,973	0,0326
0,924	-0,0398
0,752	-0,2798

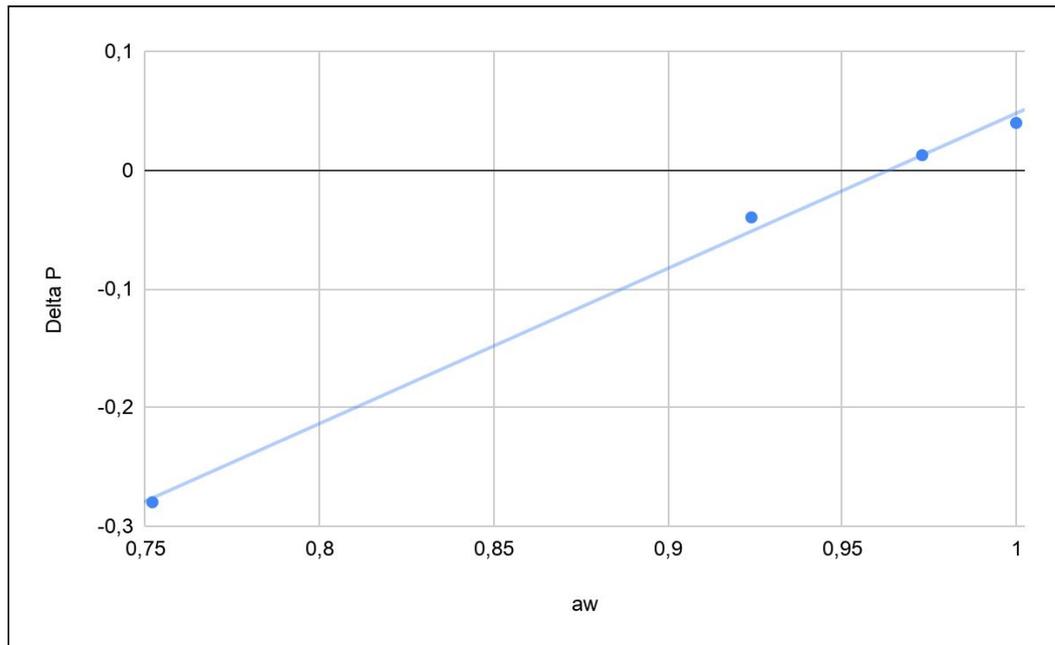


Figura 4.13. Diferencia de peso promedio en función del aw de las distintas soluciones.

Utilizando la expresión de la recta hallada ($1,31 \cdot x - 1,26 = 0$), pudo determinarse que la actividad de agua del producto es de 0,962, valor que se corresponde en gran medida con el dato extraído de bibliografía.

- Humedad

Para realizar la determinación de humedad del producto, se llevó a cabo la técnica de determinación del contenido de agua (Pearson, 1976), en la que una muestra se seca a 100°C durante 24 horas, y la pérdida de peso registrada se informa como “contenido de agua”.

Para ello, se pesaron aproximadamente 5 g de muestra, de forma exacta, y se colocaron en un recipiente (en este caso papel aluminio) cuyo peso también fue registrado. El conjunto se llevó a estufa a 100°C durante 24 horas y se registró el peso final, de modo de obtenerse los siguientes datos:

- a. peso del aluminio,
- b. peso del aluminio + muestra húmeda,
- c. peso del aluminio + muestra seca.

De esta forma, puede determinarse el valor del contenido de agua porcentual del producto:

$$\text{Contenido de agua (\%)} = \text{pérdida de peso} / \text{peso de la muestra}$$

$$\text{Contenido de agua (\%)} = (b - c) / (b - a) \cdot 100$$

El procedimiento se realizó por duplicado y los datos registrados se presentan a continuación, en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9. Resultados de humedad en el producto.

Muestra	Peso (g)			Humedad (%)
	Papel aluminio	Muestra inicial	Peso total final 24 hs	
1	0,2527	4,5422	2,7568	44,87
2	0,2557	5,0407	2,9703	46,15

A partir de los datos de humedad calculados para ambas muestras, se obtuvo una humedad promedio de $45,5 \pm 0,9\%$.

Según datos bibliográficos, la humedad de una prepizza comercial es de aproximadamente 40% (Del Castillo et. al, 2009). Por lo tanto, teniendo en cuenta la influencia del agregado de pescado sobre esta variable, puede afirmarse que el resultado obtenido se encuentra dentro de los valores esperados.

A partir del desarrollo de las experiencias anteriormente detalladas, pudo notarse que el tamaño del producto final era excesivo comparado con el de una prepizza tradicional. Se decidió, por lo tanto, reducir su peso hasta un valor de aproximadamente 400 g por unidad de masa cruda, manteniendo las proporciones originales.

A continuación, en la Tabla 4.10, se muestra la formulación final del producto a desarrollar. La experiencia a partir de la cual se obtuvieron estos datos es similar a las explicadas previamente, y se encuentra detallada en el Anexo II.

Tabla 4.10. Formulación del producto.

Ingrediente	Cantidad	Porcentaje en peso	Porcentaje en peso (respecto de la harina)
Harina 000	184,21 g	41,29%	-
Pescado cocido	148,77 g	33,35%	80,76%
Agua	42,8 g (42,8 mL)	9,59%	23,23%
Salsa	51,0 g	11,44%	27,70%
Levadura	8,95 g	2%	4,86%
Aceite	6,84 g (7 mL)	1,53%	3,71%
Sal	2,73 g	0,61%	1,48%
Propionato de calcio	0,8 g	0,18%	0,43%
Total	446,12 g	100%	-

4.4. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL EN CONSUMIDORES DE 6 A 12 AÑOS

A continuación se describirá la experiencia realizada para determinar el nivel de aceptabilidad sensorial del producto en consumidores en edad escolar.

a. Objetivos

El objetivo propuesto para esta experiencia fue determinar el grado de aceptación del producto por parte de niños entre 6 y 12 años de la escuela primaria N° 21 “Esteban Echeverría” de Mar de Cobo.

b. Metodología

Para poder llevarla a cabo, por parte de los directores del proyecto de extensión se gestionó la visita a la escuela, adquiriendo el permiso de las instituciones correspondientes y solicitando las autorizaciones a los padres de los alumnos. El número de niños autorizados a realizar la experiencia fue de 146.

En una primera instancia, 14 prepizzas fueron elaboradas en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería (Figuras 14 y 15). Las mismas se sellaron en bolsas de PEBD y se les colocó un rótulo que informaba su peso, composición y lugar de elaboración. A su vez, el mismo indicaba hasta qué fecha podía consumirse si se mantenía en condiciones de refrigeración.



Figura 14. Elaboración de prepizzas con pescado precocidas.



Figura 15. Prepizzas con pescado precocidas y rótulo colocado en las mismas.

Se utilizaron las instalaciones del colegio para calentar el producto precocido y se realizó el agregado de 200 g de muzzarella “La Casiana” sobre cada unidad (Figura 4.16). Una vez fundido el queso, se cortó cada una en 12 porciones rectangulares y se colocó cada porción en un plato descartable.



Figura 4.16. Preparación de las muestras en las instalaciones de la escuela.

Para introducir la actividad a los alumnos, se les explicó la escala hedónica que deberían completar, aclarándoles qué representaba cada imagen (Figura 4.17).



Figura 4.17. Explicación de la actividad a los alumnos.

Se entregó a cada niño una porción del producto (Figura 4.18), junto con la planilla que puede observarse en la Figura 4.19. Se les pidió que degustaran el panificado y marcaran una opción en la escala presentada, según cuánto les hubiera gustado.



Figura 4.18. Muestras y planillas entregadas a los niños.

PRUEBA DE ACEPTACIÓN SENSORIAL				
NOMBRE: _____		EDAD: _____		
¿CUÁNTO TE GUSTÓ LA PIZZA? MARCÁ LA CARITA				
 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
				¡MUCHAS GRACIAS!

Figura 4.19. Planilla de evaluación sensorial.

En este caso, la planilla utilizada para llevar a cabo el análisis consta de una escala hedónica facial de 5 puntos, en la cual cada imagen se corresponde con un puntaje y una escala verbal, como se indica en la Tabla 4.11.

Tabla 4.11. Escala verbal y puntaje correspondiente para cada imagen (de izquierda a derecha).

Escala verbal	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

c. Resultados y discusiones

Luego de procesar los datos, se elaboró el gráfico que se presenta en la Figura 4.20. En el mismo puede observarse el puntaje promedio con el que fue valorado el producto por los consumidores, con su correspondiente desviación estándar. Como puede verse, el promedio fue muy cercano a 4 (3,87), lo cual indica que a los alumnos les gustó el producto.

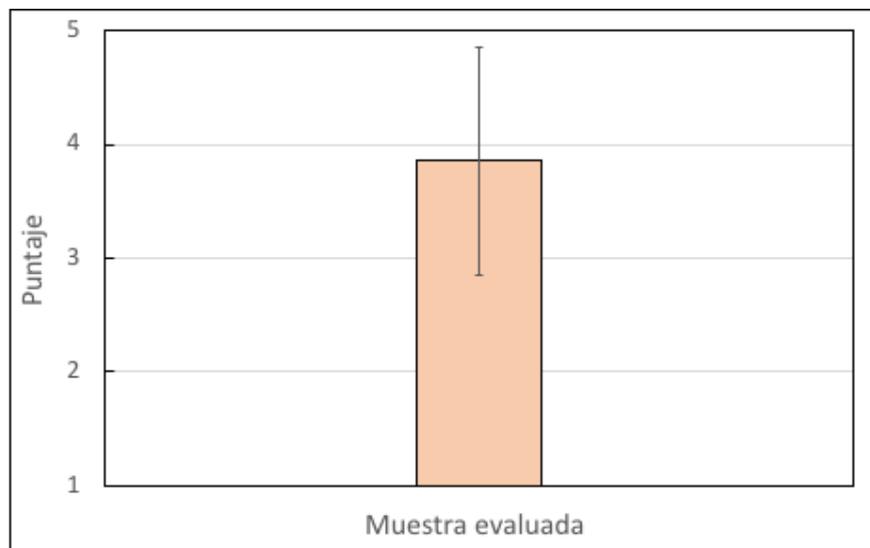


Figura 4.20. Promedio y desviación estándar del producto evaluado por niños entre 6 y 12 años.

A su vez, los resultados pudieron ser plasmados en un histograma, como puede verse en la Figura 4.21.

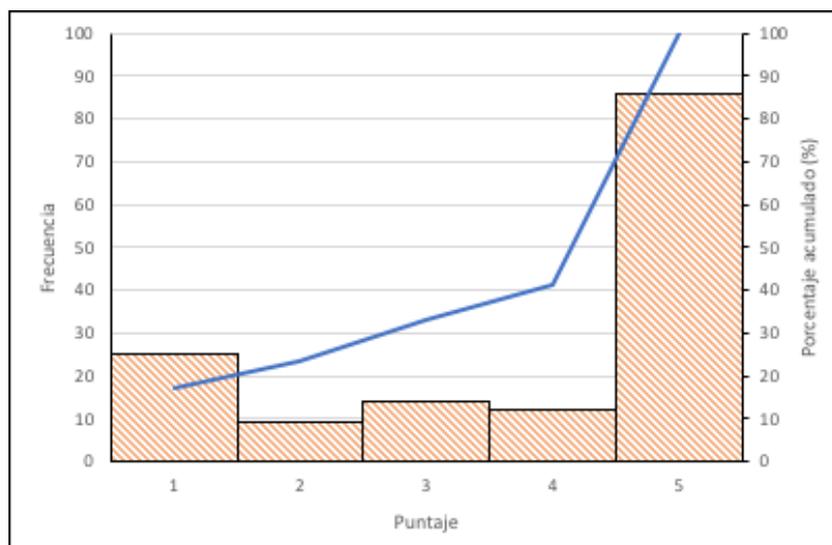


Figura 4.21. Resultados de encuesta en escuela Esteban Echeverría.

En el gráfico puede verse representada, sobre el eje vertical primario, la frecuencia con la que fue elegido cada puntaje. Sobre el eje secundario, a su vez, se presenta el porcentaje de frecuencias acumulado.

De acuerdo al análisis de los resultados, puede decirse que el producto mostró una alta aceptabilidad entre los consumidores. Solo al 25% de la población le disgustó la muestra. Aproximadamente un 65% valoró la muestra con un puntaje mayor o igual a 3, mientras que aproximadamente un 60% le dio la máxima puntuación.

d. Conclusión

A partir de esta experiencia, puede concluirse que la prepizza con pescado precocida es aceptada sensorialmente por los niños de edad escolar.

Teniendo en cuenta que el presente trabajo se enmarca dentro del proyecto de extensión “Alimentación consciente y saludable: incorporación del pescado en el menú escolar”, poder llevar a cabo esta experiencia, y extraer conclusiones de la misma, resultó muy valioso. Dado que los niños que asisten a instituciones educativas constituyen el principal segmento al cual se apuntó el producto, tener la posibilidad de conocer la opinión de estos alumnos resultó de gran importancia. Así, el hecho de que el 65% de los evaluadores calificara el producto con un puntaje mayor a 7 permitió concluir que el mismo presentó gran aceptabilidad en este segmento.

4.5. CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA

El criterio microbiológico para un alimento define la aceptabilidad de un producto basada en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos por unidad de masa (Cabrera, 2013).

Para referenciar los criterios microbiológicos, los microorganismos se agrupan como:

- microorganismos indicadores de alteración: estos microorganismos están asociados con la vida útil y alteración del producto. Dentro de este grupo se encuentran los microorganismos aerobios mesófilos, psicrótrofos, mohos y levaduras.

- Microorganismos indicadores de higiene: dentro de este grupo se encuentran aquellos que no son patógenos pero están asociados a ellos. Entre estos se encuentran los coliformes totales y enterobacterias.
- Microorganismos patógenos: pueden ser de riesgo moderado directo de diseminación limitada o de diseminación potencialmente extensa. Los primeros son aquellos microorganismos que pueden causar brotes de infección alimentaria pero su diseminación es rara o no se produce, como por ejemplo *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* y *Staphylococcus aureus*. Los de diseminación potencialmente extensa son patógenos de proceso menos graves, con dosis infectiva baja y que con infecciones secundarias por contacto persona-persona pueden diseminarse fácilmente de un alimento crudo a cocido. En este último grupo se encuentran *Salmonella* y *E. coli*.

El Capítulo III del CAA establece, para productos farináceos, los parámetros microbiológicos que se deben analizar sobre ellos y las metodologías apropiadas para cada uno (Tabla 4.12). También en el criterio de aplicación establece $n=5$, pero dado que en este caso se trabaja con una sola muestra por duplicado, se toman los valores de m como los límites establecidos a fin de tomar una posición conservadora.

Tabla 4.12. Parámetros y metodologías en productos farináceos (CAA, 2019).

Parámetro	Criterio de aceptación	Metodología ⁽¹⁾
Recuento de Enterobacterias ⁽²⁾ (UFC/g)	n=5, c=2, m=10 ³ , M=10 ⁴	ISO 21528-2:2004 ICMSF
Recuento de <i>E. coli</i> (NMP/g)	n=5, c=0, m<3	ISO 16649-3:2005 ICMSF (método1) BAM-FDA:2002 (método1)
Recuento de Estafilococos coagulasa positiva (NMP/g)	n=5, c=1, m=10, M=10 ²	ISO 6888-3:1999 ICMSF
<i>Salmonella</i> spp.	n=5, c=0, ausencia en 25 g	ISO 6579:2002, Co: 2004 BAM-FDA:2011 USDA-FSIS:2011
<i>Listeria monocytogenes</i>	n=5, c=0 ausencia en 25 g	ISO 11290-1:1996, Amd:2004 BAM-FDA:2011 USDA-FSIS:2009
Recuento de <i>Clostridium perfringens</i> ⁽³⁾ (UFC/g)	n=5, c=1 m=10 ² M=10 ³	ISO 7937:2004
Recuento de presuntos <i>Bacillus cereus</i> ⁽⁴⁾ (UFC/g)	n=5, c=1 m=10 ² M=10 ³	ISO 7932:2004
<i>E. coli</i> O157:H7/NM ⁽⁵⁾	n=5, c=0, ausencia en 65 g	USDA-FSIS:2010 ISO 16654:2001 BAM-FDA:2011

Se realizó una caracterización microbiológica del producto fresco a tiempo 0, investigando sobre el mismo la presencia de *Salmonella* y *Escherichia coli* y realizando, a su vez, los recuentos de los siguientes microorganismos:

- bacterias aerobias mesófilas,
- bacterias aerobias psicrótrofas: estos microorganismos se investigan por ser flora nativa del pescado, siendo este una de las principales materias primas.
- *Staphylococcus aureus*,
- enterobacterias,
- coliformes totales,
- mohos y levaduras,
- presuntos *Bacillus cereus*,
- *Clostridium perfringens*.

Para llevar a cabo el análisis, se pesaron de manera exacta aproximadamente 10 gramos de una muestra representativa del producto y se colocaron en 90 mL de solución peptonada, dejando reposar durante media hora. Luego, se tomaron alícuotas de esta solución para lograr diluciones hasta 10^{-3} . Dado que se esperaban recuentos bajos, en casi todos los casos se utilizaron diluciones de 10^{-1} y 10^{-2} , a excepción de los recuentos de bacterias mesófilas y psicrótrofas, para las cuales se sembró también de diluciones de 10^{-3} (ICMSF, 1983).

El ensayo se realizó por duplicado, y en el Anexo III se describen los métodos de siembra para cada microorganismo.

De acuerdo a estudios realizados en Perú sobre prepizzas, se decidió tomar como límite para el recuento de mohos y levaduras valores de $m=10^2$ y $M=10^3$, siendo m un valor crítico por encima del cual la muestra se considera defectuosa, y M un valor que si se supera, permite considerar la muestra inaceptable por ser un riesgo para la salud (Álvarez García, 2016).

En la Tabla 4.13 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados.

Tabla 4.13. Resultados microbiológicos.

Microorganismo	Día 0
Bacterias aeróbicas mesófilas	<10 UFC/g
Bacterias aeróbicas psicrotrofas	<10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 UFC/g
Coliformes	<10 UFC/g
Enterobacterias	<10 UFC/g
<i>E.coli</i>	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Ausencia/25 g
Mohos y Levaduras	<10 UFC/g
<i>Clostridium perfringens</i>	<10 UFC/g
<i>Bacillus cereus</i>	<10 UFC/g

Puesto que se verificó la ausencia de *E. coli* en la muestra, así como la de *Salmonella* en 25 g, y dado que todos los recuentos de los microorganismos estudiados presentaron valores menores a 10 UFC/g, pudo concluirse que el producto recién preparado resulta apto para el consumo. Esto también permite inferir que las prácticas de manipulación fueron correctas y que se tomaron los recaudos necesarios para mantener las condiciones de higiene necesarias durante el proceso de elaboración.

4.6. ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA DEL PRODUCTO REFRIGERADO

Luego de realizar la caracterización microbiológica del producto, se determinó la estabilidad del mismo a lo largo del tiempo, mantenido en condiciones de refrigeración.

Para cada muestra se analizó la presencia de *Escherichia Coli* y se realizó el recuento de los siguientes microorganismos:

- bacterias aerobias mesófilas,
- bacterias aerobias psicrótrofas,
- enterobacterias,
- mohos y levaduras,
- *Staphylococcus aureus*.

En este caso, al tratarse de un producto farináceo, con altos valores de a_w y humedad, tendrán importancia significativa los valores obtenidos de los recuentos de mohos y levaduras, por verse favorecido el desarrollo de estos microorganismos.

Los ensayos se realizaron por duplicado durante un período de 15 días en los que se llevaron a cabo 5 muestreos. Las diluciones utilizadas fueron las mismas que para el caso anterior.

En el análisis de los resultados pudo notarse que, para todas las muestras, no se detectaron recuentos de *Staphylococcus aureus* y enterobacterias (<10 UFC/g). Además, se confirmó la ausencia de *E. coli* en todas las muestras analizadas.

A continuación, se presentan los gráficos de recuentos microbianos en función del tiempo para bacterias mesófilas, bacterias psicrótrofas y mohos y levaduras (Figuras 4.20, 4.21 y 4.22, respectivamente). Para poder presentar los resultados, se graficaron los datos obtenidos aplicando a los gráficos una escala logarítmica en el eje de las ordenadas. Como puede observarse, para cada caso se trazó, además, la recta correspondiente al recuento máximo aceptable ($\log(300)$ UFC/g) que permite considerar al producto como apto para el consumo. De esta forma se pudieron analizar más fácilmente los resultados presentados.

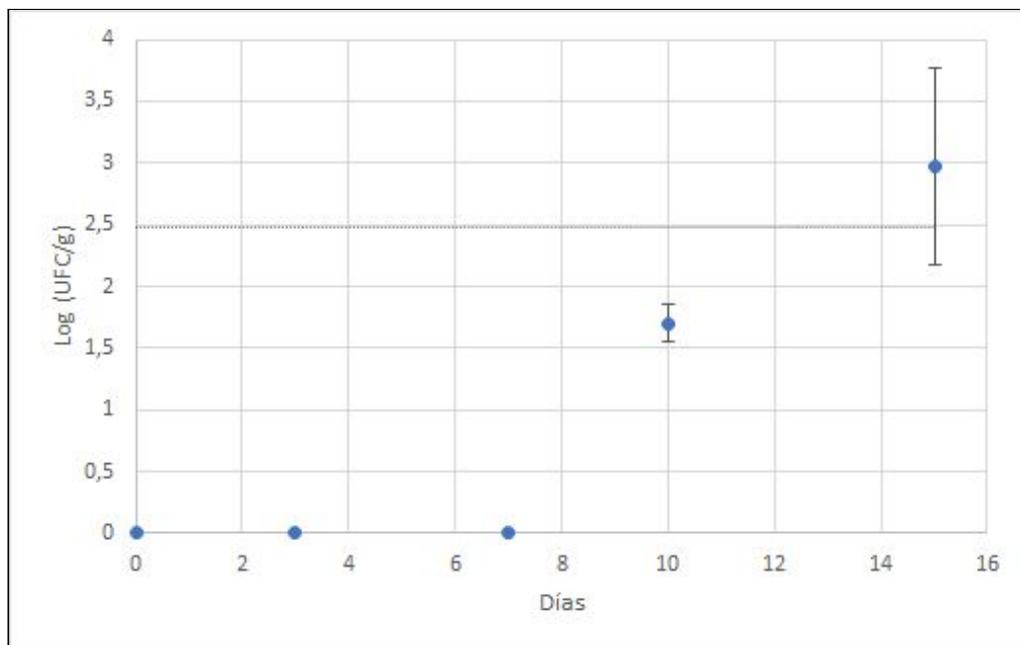


Figura 4.20. Recuento de bacterias mesófilas del producto precocido y refrigerado a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

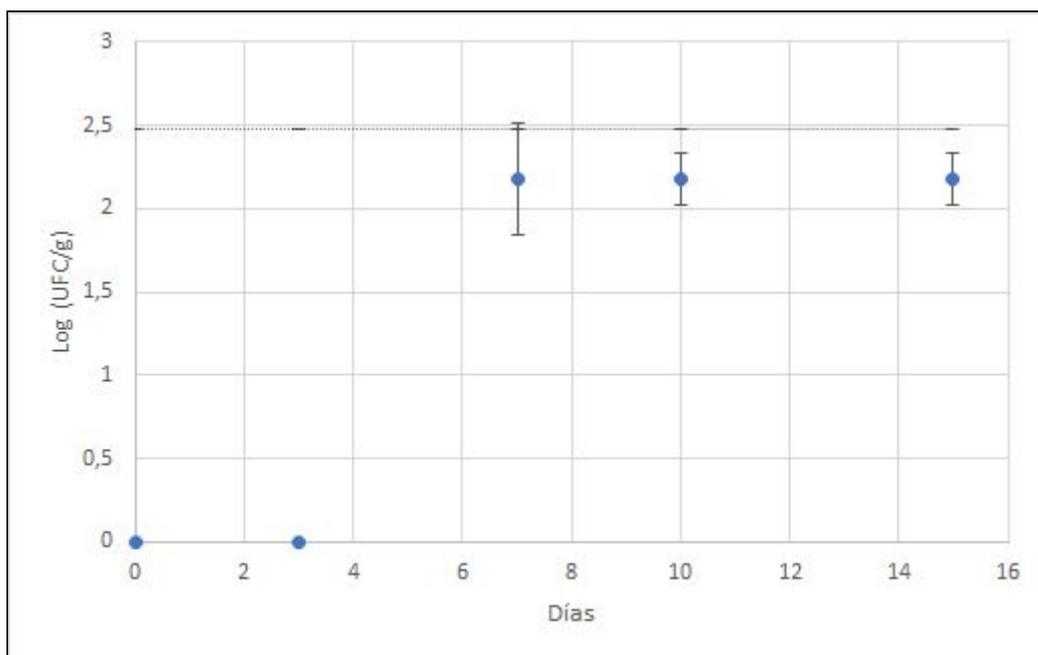


Figura 4.21. Recuento de bacterias psicrótrofas del producto precocido y refrigerado a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

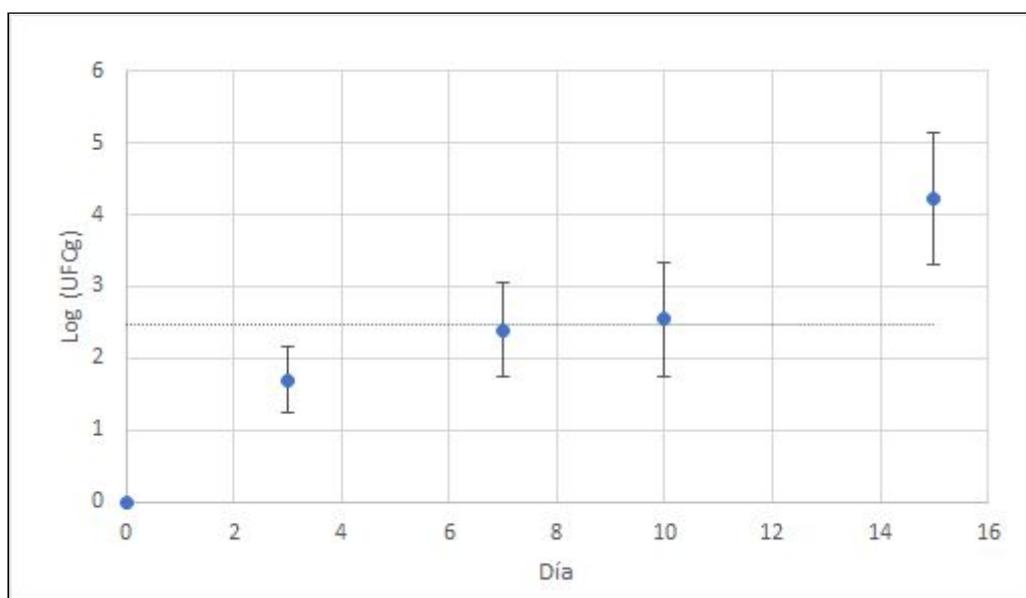


Figura 4.22. Recuento de mohos y levaduras del producto precocido y refrigerado a $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

Puede observarse que los gráficos presentados se corresponden con una curva de crecimiento de una población microbiana. En ellos puede observarse una fase inicial de latencia, luego una de crecimiento y una estacionaria.

Si bien puede observarse que hubo un crecimiento de bacterias mesófilas y psicrótrofas, el tiempo máximo de conservación en estas condiciones quedó determinado por los recuentos de mohos y levaduras, que fueron los primeros microorganismos deteriorantes en alcanzar el límite establecido. En el caso de los microorganismos mesófilos, la fase de latencia presentó una duración aproximada de 7 días; mientras que en el de psicrótrofos ésta fue de 3 días. El recuento de mohos y levaduras, por su parte, presentó menor fase de latencia, produciéndose un rápido crecimiento a partir del día 3.

De acuerdo a los resultados puede decirse que, desde el punto de vista microbiológico, el producto almacenado a temperatura de refrigeración ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) se mantiene apto para el consumo durante 7 días.

4.7. ROTULADO NUTRICIONAL

Según el Artículo II de la resolución GMC N° 46/03 - Reglamento Técnico Mercosur sobre el rotulado nutricional de alimentos envasados, se entiende por rotulado nutricional a toda descripción destinada a informar al consumidor sobre las propiedades nutricionales de un alimento. El mismo comprende tanto la declaración del valor energético y nutrientes del alimento como de sus propiedades nutricionales (información nutricional complementaria).

Para la determinación del valor energético y nutrientes del alimento se partió de la formulación del producto (Tabla 4.10). Teniendo en cuenta que en la etapa de cocción del panificado se produce una pérdida de peso del 22,83% (Tercer experiencia, Anexo II) y considerando la información nutricional de cada ingrediente, obtenida de bibliografía, se obtiene la Tabla 4.14.

Tabla 4.14. Tabla nutricional del producto.

Porción 43 g (1/8 de la unidad)		
	Cantidad por porción	% VD
Valor energético (kcal)	108,6	5,4
Carbohidratos (g)	17,2	5,7
Proteínas (g)	6,6	8,8
Grasas totales (g)	1,3	2,4
Grasas saturadas (g)	0,1	0,4
Grasas trans (g)	0	0
Fibra (g)	0,7	2,8
Sodio (mg)	174,1	7,3

En cuanto a la información nutricional complementaria (INC), el CAA la define, en el Capítulo V, como cualquier expresión y/o representación que afirme, sugiera o implique que un alimento posee propiedades nutricionales particulares, en relación a su valor energético y/o su contenido de proteínas, grasas, carbohidratos, colesterol, entre otros. En base a esto, se definen dos tipos de INC: la absoluta y la comparativa. En este caso se tendrá en cuenta la primera, que es aquella que describe el nivel o cantidad de uno o más nutrientes y/o valor energético presente en el alimento.

Es importante destacar que, según las especificaciones del artículo 235 quinto del CAA, puede denominarse al producto como “fuente de proteínas”, ya que contiene más de 6 g de proteínas por porción. Esto resulta de gran importancia, teniendo en cuenta que al comienzo de esta sección se planteó como objetivo que el agregado de pescado al producto tuviera un impacto positivo desde el punto de vista nutricional.

4.8. ENVASES

El envasado constituye una parte importante del proceso de elaboración de un producto, ya que cumple con dos objetivos principales: presentarlo y protegerlo adecuadamente para que se conserve durante un periodo determinado.

Este proceso tiene una función tecnológica y comercial, debido a que apunta a optimizar los costos mientras maximiza las ventas. Si esto se cumple, se obtiene como resultado un aumento en el beneficio económico asociado al alimento comercializado.

En la resolución GMC N° 003/92 del Código Alimentario Argentino se define a “envase alimentario” como el artículo que está en contacto directamente con alimentos y está destinado a contenerlos desde su fabricación hasta su entrega al consumidor con la finalidad de protegerlos de agentes externos de alteración y contaminación, así como de adulteración (CAA, 1992).

Para que un envase sea efectivo, debe cumplir con ciertos requisitos, que se detallan a continuación (CEUPE, 2018).

- Contención: debe contener de forma adecuada al alimento desde su fabricación hasta la apertura del mismo por parte del consumidor.
- Protección y conservación: debe protegerlos de agentes externos de alteración y contaminación, así como de adulteración.
- Deberán ser bromatológicamente aptos:
 - Estar fabricados con los materiales autorizados el presente CAA.
 - No deberán transferir a los alimentos sustancias indeseables, tóxicas o contaminantes en cantidad superior a la permitida por el CAA.
 - No deberán ceder sustancias que modifiquen las características composicionales y/o sensoriales de los alimentos.
- Comunicación: su rotulado debe contener la información obligatoria definida en la resolución GMC N° 26/03 del Reglamento Técnico Mercosur en el Capítulo V del CAA. Además, puede contener información adicional siempre que ésta sea adecuada y no engañe al consumidor.
- Facilidad de fabricación: no debe funcionar como un cuello de botella en el proceso de elaboración del producto. Su empleo debe ser rápido y sencillo.
- Comodidad de uso: no debe presentar problemáticas operativas a la hora de ser utilizado en el proceso de envasado o almacenamiento.
- Facilidad de distribución: debe permitir una distribución eficiente.

Dependiendo del tipo de alimento que se comercialice, el envasado puede incluir más de un envase. A continuación se detallan los tipos de envase mayormente utilizados.

- *Envase primario*

Es el que se encuentra en contacto con el alimento, al que protege de manera directa. Puesto que la mayoría de las veces, el envase primario es el embalaje con el cual el cliente recibe la mercancía, es muy importante que sea atractivo. Se diseña de tal forma que no pueda modificarse el contenido de su interior sin abrirlo a fin de detectar fácilmente cualquier tipo de adulteración. El embalaje primario deberá contener obligatoriamente una serie de datos referentes al producto.

Para la elección del mismo, se debe tener en cuenta la permeabilidad a gases (O_2 , CO_2) y vapor de agua. Así, las barreras requeridas se eligen en función del producto que se trate y los principales causantes de su deterioro.

- *Envase secundario*

Tiene como objetivo ayudar al traslado y procurar la seguridad del producto. Es por esto que debe proteger físicamente al envase primario en las etapas de almacenamiento y de distribución. Frecuentemente contiene uno o más unidades de embalaje primario, esto hace que sea necesario poder soportar el peso del producto y a la vez no ser muy pesado a fin de evitar elevar los costos de transporte. Aunque el principal objetivo del embalaje secundario es la protección del producto, muchas veces tiene como finalidad añadida la de ofrecer el artículo al cliente, en cuyo caso tendrá una presentación cuidada y atractiva (Sánchez, 1994).

- *Envase terciario*

Es el que agrupa varios envases secundarios y, por tanto, también envases primarios, englobando a ambos. Tiene como objetivo que no se produzcan daños durante la manipulación y el traslado de las mercancías. Teniendo en cuenta que la finalidad básica del embalaje terciario es la protección del producto y garantizar que éste llegará sano y salvo a su lugar de destino, hemos de suponer que ha de estar fabricado con algún material lo suficientemente resistente, como pueden ser los contenedores o embalajes de madera o de plástico, así como los cartones de diferentes tipos, como el ondulado, muy usado este último en el embalaje (Araujo, 2013).

4.8.1. Material de envase

En la industria alimentaria se utilizan envases de distintos materiales, como por ejemplo, el cartón, papel, vidrio, metal (acero y aluminio), y distintos plásticos. Cada material tiene sus respectivas ventajas y desventajas y dependiendo del tipo de alimento que se procese, el material del envase a utilizar puede variar (Kaczmarek, 2003).

4.8.1.1. Envase primario

Se plantea que el envase primario del producto a desarrollar sea una bolsa de polietileno de baja densidad (PEBD) de las medidas adecuadas para la contención de una unidad de panificado (Figura 4.23).



Figura 4.23. Envase primario a utilizar: bolsas de PEBD.

El polietileno de baja densidad es un polímero que pertenece a la familia de los polímeros olefínicos, es decir, que se deriva de la polimerización de las olefinas. Como su nombre lo indica, el polietileno está conformado por repetidas unidades de etileno. Se lo considera un polímero de adición y su proceso de polimerización suele realizarse bajo presiones de 1500 a 2000 kg/cm².

La estructura del LDPE es de cadenas muy ramificadas. Esta característica hace que sus moléculas tengan dificultades para empaquetarse en una estructura compacta y, por lo tanto, que su cantidad de moléculas por unidad de volumen (su densidad), sea más baja en comparación con el polietileno de alta densidad (HDPE) (Figura 4.24). Este último sí tiene estructuras lineales y por lo tanto sus moléculas se agrupan de forma compacta (Flynt, 2019).

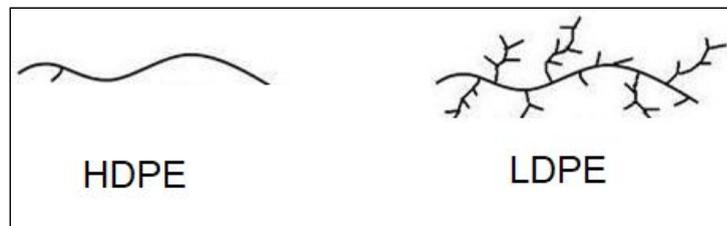


Figura 4.24. Estructura del LDPE y HDPE (Rockland et al, 1981).

A continuación se enuncian ciertas ventajas de la utilización de un envase primario de LDPE:

- es el único plástico con uso alimentario capaz de soportar temperaturas de congelación sin perder sus propiedades plásticas,
- permite un cierre hermético ya que tiene termo-soldabilidad,
- es inerte químicamente,
- es económico,
- está autorizado para el contacto con alimentos.

Además, se debe tener en cuenta que el LDPE constituye una barrera efectiva a la entrada de vapor de agua, pero no así a la entrada de oxígeno (Tabla 4.15). La entrada o salida de estos gases puede provocar degradación sensorial debido al enranciamiento, crecimiento de mohos, pardeamiento, pérdida de textura y del aroma.

Si bien este material constituye una mayor barrera contra el vapor de agua que contra el O₂, el principal problema asociado a la mantención de las características de los panificados es debida a la entrada o salida de humedad al envase:

- Consecuencias de la entrada de vapor de agua al envase: este aumento en la humedad dentro del envase favorece la proliferación de mohos y bacterias y se aceleran reacciones de deterioro en el alimento.
- Consecuencias de la salida de vapor de agua al envase: se produce un deterioro de la calidad sensorial del alimento por migración del agua proveniente de la retrogradación hacia afuera del empaque. Por lo tanto hay un endurecimiento del producto.

El envase destinado a este alimento debe constituir una barrera efectiva al paso de vapor de agua, así como permitir el congelado del producto sin comprometer las propiedades

plásticas del envase. Debido a esto, se puede afirmar que el LDPE es un material adecuado para la conservación del producto.

Tabla 4.15. Características de los principales polímeros utilizados en envases (Rincón,2007).

	Barrera al O ₂ ^(a)	Barrera al H ₂ O ^(b)	Resistencia a la Tensión (mpa)	Resistencia al Impacto	Opacidad %
EVOH@ 0% HR	0,01		80 - 130		1,5
EVOH @ 90% HR	1,15	3,8			1,5
PA 6	2,6	24 - 26	48 - 124	4 - 6	2
PVDC@ 0% HR	0,08 - 0,2	0,05 - 0,2	55 - 400	10 - 15	2
PVDC@ 100% HR	0,08 - 0,2	0,05 - 0,2	55 - 400	10 - 15	2
BOPA	2	12	172 - 210	30	1 - 2
LDPE (LLDPE)	250 - 840	1 - 1,5	14 (24 - 55)	7 - 11 (8 - 13)	4 - 10 (6 - 20)
HDPE	30 - 250	0,3 - 0,65	21 - 52	1 - 3	25 - 50
PP	150	0,25 - 0,7	35	30	1 - 2
OPP	110	0,3 - 0,4	172 - 210	5 - 15	3
PVC	5 - 1.500	2,8	14 - 110	12 - 20	1 - 2
PET	4,8 - 9	1,8 - 3	172	25 - 30	4
EVA (>12% VA)	515 - 645	3,9	21 - 34	11 - 15	2 - 10
IONÓMERO	226 - 484	1,3 - 2,1	24 - 38	6 - 11	1 - 15
PS	100 - 200	5	34 - 55	12 - 16	0 - 1

(a) Permeabilidad al O₂ medida en cc / 100 in² por día atm @23°C
(b) H₂O - g / 100 in² por día @ 38 °C, 90% HR (Humedad Relativa)

Sellado del envase primario

El proceso de sellado determina el éxito y funcionalidad del empaque, por lo que constituye un paso necesario para la conservación del alimento. Las tendencias actuales en fabricación de empaques plásticos apuntan hacia el desarrollo de envases que preserven completamente higienizados y frescos los alimentos ya procesados y listos para el consumo.

De acuerdo con lo anterior, uno de los elementos que determina el cumplimiento de las expectativas al momento de crear y perfeccionar un envase es el sellado, un proceso que, independientemente de la técnica con que se logre, resulta clave en el empaque de barrera, ya que las fugas causan costos adicionales y disminuyen la calidad de los productos (Salazar, 2013).

Debido a que el polietileno de baja densidad es un plástico termosoldable, para el sellado del mismo puede aplicarse el termosellado. El termosellado es el proceso de soldado de un termoplástico u otro material compatible mediante la utilización de calor y presión. El método de contacto directo de sellado por calor utiliza un troquel o barra de sellado caliente para aplicar calor a un área de contacto específico para sellar o soldar los termoplásticos juntos (Ojeda, 2013).

Las termoselladoras son las máquinas utilizadas para la realización de este tipo de cierre del envase. A través de las mismas se pueden manipular variables como la temperatura, tiempo y presión para obtener el sellado deseado (Axioma Group, 2018). A continuación se detalla la importancia de cada una en el correcto sellado del envase.

- *Temperatura*: una temperatura inadecuada puede impactar tanto en la fuerza como en la integridad del sellado. El calor excesivo puede causar fracturas o “brote de resina de selle” que hace generando acumulación del material en las barras selladoras. Por el contrario, la falta de calor puede dar lugar a empaques abiertos y consecuentes fugas.
- *Tiempo*: a mayor cantidad de tiempo que las barras de sellado estén en contacto con la película, mayor penetración de calor habrá en la capa sellante, y más probabilidad de que exista un buen sellado. Sin embargo, el tiempo de sellado no debe ser excesivo, debido a que pueden darse problemáticas similares a las mencionadas para el caso de utilizar una temperatura muy elevadas.
- *Presión*: utilizar presiones disperejas o menores a las necesarias puede causar un sellado incompleto y, en consecuencia, aumentar la posibilidad de que se dé la apertura del envase y la contaminación del alimento. Por otro lado, si se utiliza una presión mayor a la necesaria, pueden darse fracturas en el material.

Las medidas del envase primario a utilizar se detallan en la Tabla 4.16.

Tabla 4.16. Medidas del envase primario.

Dimensión	Medida
Ancho	35 cm
Largo	35 cm
Espesor	0,5 mm

4.8.1.2. Envase secundario

El cartón será el material elegido para el envase secundario. Este material se fabrica mediante la adhesión de múltiples capas de pasta de papel, que se pegan por la humedad, se comprimen y luego se secan a través de la evaporación. Se trata de un elemento más duro y, por lo general, con mayor grosor que el papel. Debido a esto, es utilizado para la fabricación de cajas, envases y embalajes y para la protección de envases primarios de determinados productos.

En este caso, se utilizarán cajas de cartón como envase secundario. A continuación se enumeran las ventajas de la utilización de un envase secundario de cartón (Soltero, 2015).

- Posee buena rigidez mecánica, aunque se rasga fácilmente. No es quebradizo, pero no es tan rígido como los materiales metálicos. Constituye un empaque con la fuerza suficiente como para soportar cargas moderadas.
- Es liviano. Esto hace que sea eficiente en el proceso de distribución del producto ya que los costos de transporte disminuyen.

- Puede plegarse a fin de ser almacenadas en el menor espacio posible.
- Puede realizarse impresiones de buena calidad sobre los mismos. Esto permite una buena comunicación entre los trabajadores de la planta para evitar confusiones en el almacenamiento y distribución. Además, puede realizarse sobre el mismo impresiones que llamen la atención del consumidor.
- Es biodegradable y reciclable.
- Es económico.

A su vez, cada caja debe tener la capacidad para almacenar diez unidades de panificado. Para las medidas del producto, especificadas en la tercer experiencia del Anexo II, se necesita que las medidas de la caja sean las que se muestran a continuación en la Tabla 4.17.

Tabla 4.17. Medidas de la caja (envase secundario).

Dimensión	Medida
Ancho	30 cm
Largo	30 cm
Alto	15 cm
Espesor	7 mm

Teniendo en cuenta las características físico-químicas y microbiológicas del producto, se pudieron definir las barreras necesarias en los envases a emplear. Así, fue posible determinar los materiales a utilizar y, conociendo las dimensiones de la prepizza formulada, establecer su tamaño.

Para concluir con esta sección, puede afirmarse que se logró realizar con éxito el desarrollo del producto. Partiendo de una serie de ensayos y evaluaciones sensoriales, se consiguió determinar la cantidad de pescado a ser incorporado. En base a ello y siguiendo las especificaciones del CAA, la formulación del producto final. No sólo se alcanzó el objetivo de que el mismo fuese panificable, sino que, además, pudo determinarse que era aceptable sensorialmente.

A su vez, fue posible realizar una caracterización tanto física como microbiológica del producto, evaluando sobre el mismo ciertos atributos, y determinando a su vez su flora microbiana inicial. Adicionalmente, se estudió la estabilidad microbiológica del producto refrigerado a lo largo del tiempo, pudiendo concluir que el mismo se mantiene apto para el consumo hasta 7 días bajo estas condiciones.

Es importante destacar la experiencia llevada a cabo en la escuela primaria N° 21 “Esteban Echeverría” de Mar de Cobo, donde los alumnos pudieron degustar y evaluar sensorialmente el producto. En cuanto a los resultados de esta evaluación, pudo concluirse que el producto mostró una gran aceptabilidad sensorial entre los niños. Dado que el principal segmento del mercado al que se encuentra destinado el producto está compuesto por niños en

edad escolar, esta experiencia resultó ser de gran utilidad para el desarrollo del presente trabajo.

CAPÍTULO 5. DIAGRAMA DE FLUJO Y DESCRIPCIÓN DE ETAPAS

5. PROCESO DE ELABORACIÓN DE PREPIZZA CON PESCADO, PRECOCIDA Y CONGELADA

El proceso de elaboración del producto puede desglosarse en tres etapas principales. La primera consiste en el mezclado y amasado de los ingredientes, dando como resultado la formación de una masa. A continuación, un proceso de fermentación, da lugar a la producción de dióxido de carbono. Durante esta etapa la masa crece en tamaño gracias a la formación de alvéolos (bolsas de gas) que quedan retenidos por las redes proteicas formadas en el amasado. El proceso finaliza con una etapa de horneado, donde se coagulan las proteínas y se fija la estructura de la masa (Cheftel, 1982).

En cada una de estas etapas los ingredientes interactúan entre sí, a medida que sufren diversos cambios, tanto químicos como bioquímicos, así como transformaciones físicas que serán analizadas a continuación, para dar como resultado un producto que presente características deseables para el consumidor.

5.1. ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

En esta sección se realizará un análisis detallado del proceso productivo. A continuación, en la Figura 5.1, se presenta el diagrama de flujo del mismo, en el cual se ven plasmadas cada una de las etapas involucradas en la elaboración del producto.

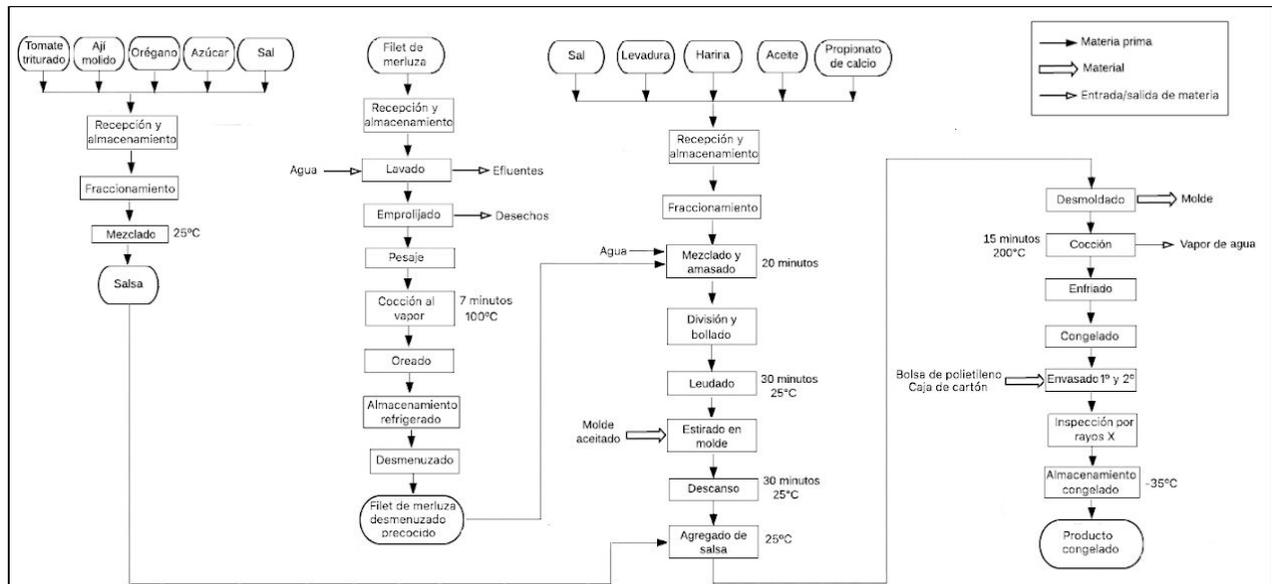


Figura 5.1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del producto.

Filete de merluza

A continuación se describen las etapas involucradas en el procesamiento del filete de merluza desde su recepción en la planta.

5.1.1. Recepción y almacenamiento de filete crudo

La recepción de esta materia prima se realizará en cajones refrigerados con hielo en escamas. Se deberá cumplir que la temperatura del filete sea menor a 4°C y que éste no posea

olores característicos de la degradación del pescado. En caso contrario, se llevará a cabo un análisis de Nitrógeno Básico Volátil (NBV), cuyo valor debe ser menor o igual a 30 mg/100 g de muestra, siguiendo el artículo 272 bis del Capítulo VI del CAA.

El almacenamiento del filete de merluza se realizará en cámara a 0°C y permanecerá en el equipo hasta el momento de su utilización en el proceso.

5.1.2. Lavado del filete

Esta etapa es realizada manualmente en una bacha con agua potable. Su objetivo es retirar tanto el mucus superficial del filete, como los restos de sangre provenientes de la etapa de eviscerado. Con el lavado se retirarán, además, restos de peritoneo que pudieran haber quedado adheridos al músculo. Se espera que el producto no llegue con tantos restos de sangre y peritoneo debido a exigencias de requisitos al proveedor.

5.1.3. Emprolijado del filete

En esta etapa se realiza el “corte en V” sobre el filete. Así se consigue eliminar la totalidad de las espinas intramusculares (pin bones) del producto. El emprolijado es manual, y se lleva a cabo por operarias que se encuentran correctamente capacitadas para llevar a cabo una tarea rápida y eficiente. Así, restos de peritoneo que no hayan sido removidos en la etapa de lavado pueden ser retirados, y se detectará, además, la presencia de parásitos en caso de que los hubiera.

5.1.4. Cocción al vapor del filete

La pre-cocción del filete emprolijado tiene un efecto positivo sobre la estabilidad del producto y sobre la capacidad de integración del mismo con el resto de los ingredientes en la etapa de amasado.

Con respecto a la estabilidad, la cocción al vapor disminuye la carga microbiana y contribuye a la desnaturalización de enzimas proteolíticas. Ocurre, además, la desnaturalización de proteínas estructurales en el músculo, lo que provoca una restricción del movimiento de solutos de reacciones de deterioro.

Desde el punto de vista tecnológico, este proceso favorece la integración del pescado a la masa. El pescado crudo desmenuzado tiene una consistencia más fibrosa que el precocido y esto puede dificultar la formación de una masa homogénea. La desnaturalización y coagulación de las proteínas en el tratamiento al vapor genera un ablandamiento en los tejidos del músculo, posibilitando así su correcta distribución en el amasado.

También debe considerarse el efecto nutricional asociado a este tratamiento. Se ha determinado que en cocciones al vapor de distintas especies de pescado, la vitamina B1 sufre una degradación térmica de alrededor del 70% mientras que la B2 y B6 no tienen pérdidas significativas (Bognár, 1998). Si bien los lípidos también son susceptibles a degradación térmica, por ser la merluza un pescado magro, esta pérdida no se considera significativa.

5.1.5. Oreado del filete cocido

En la etapa de oreado, se deja reposar el filete durante 20 minutos a los fines de permitir una disminución de su temperatura y el escurrido del agua condensada en su superficie proveniente de la etapa previa.

Se realizará en una sala específica a temperatura ambiente y separada del resto para evitar contaminaciones sobre este ingrediente.

5.1.6. Refrigeración y almacenamiento del filete cocido

Las etapas de refrigeración y almacenamiento del filete de merluza precocido serán realizadas en una cámara de almacenamiento a 0°C. El mismo se mantendrá en el equipo hasta su utilización en la etapa de formación de la masa.

5.1.7. Desmenuzado del filete cocido refrigerado

El desmenuzado del filete de merluza precocido se realiza previamente a su agregado en la amasadora. Esta operación permite la reducción del tamaño de este ingrediente y así se favorece su integración a la masa.

Salsa

A continuación, se detallarán las etapas de elaboración de la salsa. Estas incluyen la recepción de las materias primas requeridas para su elaboración (tomate triturado, ají molido, orégano, azúcar y sal) y su posterior fraccionamiento y mezclado.

5.1.8. Recepción y almacenamiento de insumos para salsa

Los ingredientes utilizados en la elaboración de la salsa son recepcionados en una zona de descarga destinada únicamente a estas materias primas. Posteriormente, son almacenados en un depósito específico a temperatura ambiente.

5.1.9. Fraccionamiento y mezclado de ingredientes para salsa

El depósito mencionado cuenta con una mesa de fraccionamiento y una balanza en donde se realiza el pesaje de cada ingrediente, siguiendo la formulación del producto. Posteriormente, los mismos son ingresados en un equipo de mezclado y se homogeneizan durante 20 minutos a temperatura ambiente.

Panificado

A continuación, se especifican las etapas de elaboración del panificado desde la recepción de los ingredientes utilizados para la elaboración de la masa (sal, harina, levadura, aceite y propionato de calcio) hasta la obtención del producto congelado.

5.1.10. Recepción y almacenamiento de ingredientes para la masa

De forma análoga al proceso de elaboración de la salsa, la recepción de los ingredientes se lleva a cabo en una zona de descarga única y los mismos se almacenan en un depósito destinado específicamente a estas materias primas. Cabe resaltar que todos los ingredientes se almacenan a temperatura ambiente, con excepción de la levadura, que se almacena en condiciones de refrigeración.

5.1.11. Fraccionamiento de ingredientes para la masa

El fraccionamiento de los ingredientes a utilizar se efectúa en una mesa contigua al equipo de amasado. Se incorpora en esta etapa el filete de merluza cocido y desmenuzado, según la formulación del producto.

5.1.12. Mezclado y amasado

Esta etapa constituye la base de la elaboración de la masa. Se busca lograr un mezclado íntimo de los distintos ingredientes para así transformarlos, mediante el trabajo mecánico del amasado, en una masa de características bien definidas, que sea cohesiva, lisa y homogénea, que no tenga consistencia pegajosa y que tenga a su vez un correcto grado de oxigenación (Mesas, 2002; Flecha, 2015). La calidad de la masa obtenida dependerá de factores como la amasadora utilizada, el tiempo y la velocidad de amasado y la cantidad de agua añadida (Bot, 2008).

El amasado se realiza en máquinas denominadas amasadoras, que constan de una artesa móvil, donde son colocados los ingredientes, y de un elemento amasador cuyo diseño puede ser variable (Mesas, 2002).

El elemento iniciador de esta etapa es el agua, que posibilita la disolución e hidratación de los ingredientes, permitiendo que se dé tanto el hinchamiento de los gránulos de almidón, como las uniones intermoleculares entre las proteínas insolubles de la harina (gliadina y glutenina), que permiten la formación y desarrollo del gluten. Se considera que durante el amasado se forma en la pasta una red de proteínas y de glicolípidos en torno a los gránulos de almidón, los cuales ya han sufrido un inicio de gelatinización con un comienzo de liberación de amilosa.

El oxígeno que es capturado en la masa durante el amasado da lugar a la generación de enlaces del tipo puente de sulfuro, que le dan a la malla proteica de gluten tenacidad, elasticidad y extensibilidad, características claves en el proceso de elaboración. Este oxígeno, además, será utilizado por las levaduras para su crecimiento.

A medida que avanza el amasado, debe poder observarse cómo la masa va adquiriendo elasticidad y tornándose lisa, suave y flexible, a medida que se va despegando cada vez con más facilidad de las paredes de la amasadora. Esto último es un indicador de finalización de esta etapa. Una masa está correctamente amasada cuando al romperse por estirado forma círculos bien definidos (Mesas, 2002). Un amasado deficiente, en cambio, puede causar la falta de homogeneidad en la masa, lo cual puede generar que la misma tenga una disminución de su extensibilidad y su volumen, además de poder presentar un alveolado irregular. Por otro lado, cuando se da un sobreamasado, la masa llega a desarrollar mayor tolerancia a la retención de gases durante la fermentación, lo que da como consecuencia un volumen mayor. Cuando el volumen es excesivo, la miga de la masa es algodonosa y sin consistencia, además de desarrollarse una corteza frágil que tiende a romperse fácilmente (Flecha, 2015).

5.1.13. División y bollado de la masa

En esta etapa se fracciona la masa obtenida en el amasado en unidades de peso definido por la formulación del producto. Dado que estas unidades tienen forma irregular y superficies de corte pegajosas, a través de las cuales el gas puede escaparse fácilmente, se realiza sobre las mismas la operación de bollado. Esto permite eliminar las irregularidades, creando una superficie lisa con la tensión suficiente para evitar que el gas que se forma en la etapa de fermentación escape al exterior.

Debe evitarse que el bollado se lleve a cabo con una fuerza excesiva. Si esto ocurriera, podrían presentarse defectos sobre el bollo resultante, dando lugar al escape de CO₂ y la consecuente pérdida del alveolado regular, viéndose perjudicado el producto final (Flecha, 2015).

5.1.14. Leudado de los bollos

La etapa de leudado consiste en una fermentación alcohólica llevada a cabo por levaduras que transforman los azúcares fermentables presentes en la masa en etanol y dióxido de carbono. El objetivo principal que se busca es que se dé la producción de CO₂ y que el mismo sea retenido dentro de las redes proteicas que se formaron en la etapa de amasado. Gracias a esto se logra que la masa se esponje y se formen alvéolos regulares y de tamaño apropiado. Además, en esta etapa se obtienen, como consecuencia de las transformaciones que sufren los componentes de la harina, modificaciones en el sabor y aroma del panificado, que dotarán al producto final con características deseables (Flecha, 2015).

La fermentación comienza a producirse desde el momento en el que comienza el mezclado de todos los ingredientes, en la etapa de amasado. Sin embargo, se da en mayor medida cuando las levaduras, que son los microorganismos responsables de este proceso, se encuentran a una temperatura óptima para su desarrollo, en el rango entre 20 y 30°C aproximadamente, a la vez que se deja la masa reposar para que el gluten comience a adquirir tenacidad y a mostrarse más elástico, pudiendo así retener en sus redes el gas que se va produciendo. A lo largo de este proceso, siempre que las condiciones de temperatura y humedad (y cantidad de levaduras presentes en la masa) sean apropiadas, la masa va adquiriendo volumen, mostrándose más seca al tacto, lo cual facilita su posterior manipulación (Bot, 2008). La fermentación se desarrolla hasta que, bajo los efectos del calor durante la etapa de cocción, la masa alcanza los 50-60°C, temperatura a la que las levaduras son destruidas (Flecha, 2015).

La actividad de las levaduras puede verse influenciada por factores químicos como el pH, la temperatura, los nutrientes disponibles y la presencia de sustancias inhibitoras o que sean capaces de bloquear su desarrollo. Las levaduras se nutren de los azúcares presentes en la masa, transformándolos enzimáticamente. El principal producto que se forma es etanol, pero también pueden generarse, aunque en menor proporción y dependiendo de qué otros microorganismos estén presentes, productos ácidos que a su vez contribuyen al flavor del producto (Bot, 2008).

La fermentación alcohólica no es el único tipo de fermentación que ocurre. Esto se debe principalmente a que la levadura *Saccharomyces* coexiste con otras clases de microorganismos que también interactúan con los componentes de la masa (Calvel, 1983):

- *Lactobacillus plantarum*: realiza una fermentación láctica transformando la glucosa en ácido láctico.

- *Propionibacterium shermanii*: realiza la fermentación propiónica transformando glucosa en ácido propiónico, acético y anhídrido carbónico.

- *Clostridium butyricum*: realiza una fermentación butírica, con producción de ácido butírico y anhídrido carbónico a partir de ácido láctico.

- *Lactobacillus brevis*: realiza una fermentación acética con producción de ácido acético a partir de alcohol etílico que se generó en la fermentación alcohólica.

La producción de ácidos de cadena corta contribuye al aroma y sabor. La formación de los distintos ácidos tiene efectos diferentes en la fermentación y en el proceso de panificación, dependiendo de la concentración en que se encuentran. Una pequeña cantidad de ácido láctico, por ejemplo, favorece el desarrollo de *Saccharomyces*, impidiendo el crecimiento de otros microorganismos y haciendo más elástica la masa. En cambio, el ácido acético tiene

efecto negativo sobre las características del gluten provocando una masa más corta y rígida (Hoseney, 1998).

Los azúcares que utilizan las levaduras como nutrientes son aportados por la harina, pero también son producidos por la actividad de las enzimas sobre el almidón. La mayor producción se consigue por el ataque de las amilasas, que dan lugar a maltosa, la cual es luego transformada a glucosa por acción de la enzima maltasa (Bot, 2008). Las enzimas involucradas pueden encontrarse tanto en la harina como en las levaduras (Tabla 5.1), pero en algunos casos pueden ser adicionadas externamente con el fin de mejorar o eficientizar el proceso.

Tabla 5.1. Enzimas involucradas en la fermentación (Bot, 2008).

Enzimas	Proviene de
Amilasa	Harina
Maltasa	Harina y levadura
Sacarasa	Harina y levadura
Zimasa	Levadura

A continuación se describe la secuencia de reacciones que tienen lugar en el proceso de fermentación (Martinez, 2008).

Las levaduras preferentemente consumen la glucosa:

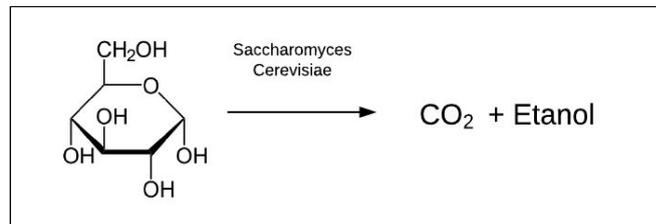


Figura 5.2. Reacción de consumo de glucosa.

El disacárido maltosa presente en la masa es transformado en dos moléculas de glucosa por acción de la maltasa:

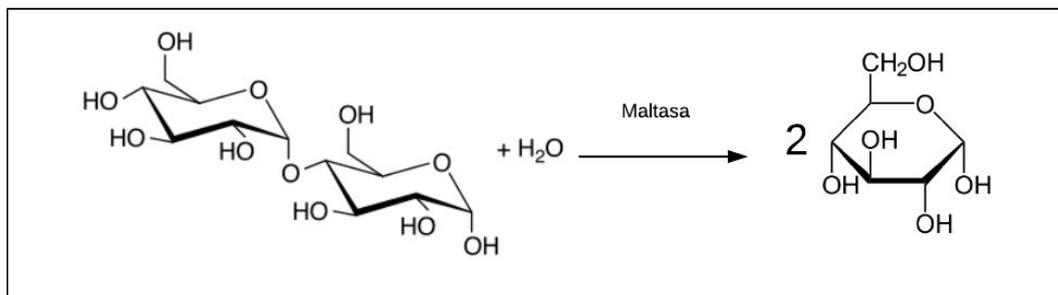


Figura 5.3. Acción de la maltasa.

Por otro lado se encuentran las bacterias lácticas de la masa. Estas bacterias consumen preferentemente azúcares simples y como producto de reacción generan ácido láctico. Esto puede resultar en una competencia por la glucosa entre estas bacterias y las levaduras. Sin embargo, entre estas bacterias se encuentra el *Lactobacillus sanfranciscensis*,

que contribuye a la formación de glucosa a partir del consumo de maltosa (Benedito, 1991). En esta reacción se obtienen como subproductos ácido acético y ácido láctico:

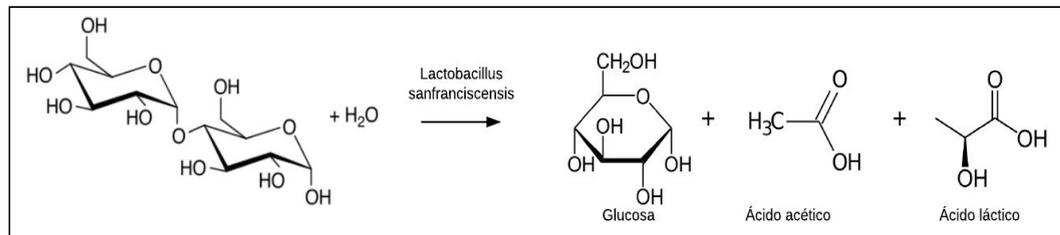


Figura 5.4. Reacción en el leudado.

Además, las enzimas no sólo intervienen para dar lugar a la formación de azúcares, sino que se ven involucradas además en otro tipo de reacciones, como se analizará a continuación.

- **Proteasas:** la acción de estas enzimas da lugar a péptidos y aminoácidos que pueden ser metabolizados por las levaduras. Estos pueden ser oxidados a ácidos o reducidos a alcoholes y originar ésteres, obteniéndose así compuestos que aportan al aroma y sabor del producto final (Arendt et. al, 2007).

- **Oxidoreductasas:** estas enzimas intervienen en los sistemas de óxido reducción de las proteínas del gluten (responsables tanto de la calidad del pan como de la blancura de la miga).

- **Fitasas:** se activan durante la fermentación. Su acción degrada el fósforo orgánico del ácido fítico que pudiera contener la harina (se sabe que la harina de trigo puede contener este antinutriente en bajas concentraciones) a fósforo inorgánico asimilable y no quelante de metales (Bot, 2008).

A lo largo del proceso de leudado pueden observarse cambios físicos en la masa. El gluten empieza a adquirir tenacidad, mostrándose más elástico y menos extensible. La masa presenta un aumento de volumen que depende de la temperatura, cantidad de levadura y tiempo de fermentación. Además, se muestra más seca al tacto, lo que facilita su manipulación. Durante este proceso se desarrolla la mayor parte del sabor característico del panificado (Flecha, 2015).

Finalizada esta etapa, la masa se muestra consistente y notablemente redondeada. Al tacto se aprecia una buena retención gaseosa por parte de la red proteica formada por el gluten en el amasado.

5.1.15. Estirado en molde de la masa

El objetivo de esta etapa es dar a la masa la forma final que se busca en el panificado. Para esto, se debe estirar el bollo esférico en un molde previamente aceitado para llevarlo al diámetro especificado para el producto (~ 28 cm). Esto se realiza mediante máquinas estiradoras que pueden ser calibradas según el diámetro deseado en el panificado. Una vez estirada la masa, sobre la misma se realiza el agregado de la salsa previamente preparada, y se puede continuar con la etapa de descanso.

5.1.16. Descanso

En esta etapa se le permite a la masa recuperar parte del gas perdido durante la etapa de estirado, aumentando nuevamente su tamaño. Para ello, la misma se expone una vez más a una temperatura de aproximadamente 25°C durante 30 minutos.

5.1.17. Cocción del panificado

La cocción es la etapa que cierra el proceso de elaboración, en la cual se termina de desarrollar el conjunto de cualidades organolépticas que definirán la calidad del producto final. Durante la cocción, se dan una serie de transformaciones sobre la masa fermentada, para dar lugar a un panificado digerible. En esta etapa se inactivan las enzimas y se paraliza el proceso de fermentación.

Ocurre durante esta etapa la evaporación tanto de la totalidad del etanol producido en la fermentación, como de parte del agua contenida en el pan. Además de darse la coagulación de las proteínas y la transformación de parte del almidón en dextrinas y azúcares menores, algo de pardeamiento no enzimático tiene lugar en la corteza (Flecha, 2015).

El almidón, que, como ha sido mencionado anteriormente, tiene una estructura cristalina con un alto grado de organización, no es soluble en agua. Sin embargo, cuando se calienta una suspensión de almidón y agua, las zonas amorfas de los gránulos pueden empezar a absorber agua e hincharse. Al hacerlo, el gránulo comienza a sufrir el proceso de gelatinización, dando como resultado que su estructura se vea modificada significativamente. A medida que va aumentando la temperatura, se incrementa la vibración y la movilidad molecular, y se produce la ruptura de enlaces intermoleculares, produciéndose un aumento en la capacidad de absorber agua. En este proceso, las regiones cristalinas disminuyen progresivamente, a la vez que las cadenas de amilosa presentes dentro del gránulo comienzan a difundir fuera del mismo. La gelatinización del almidón significa un aumento de la viscosidad de la masa, lo que produce la fijación de la miga. Esto significa que la masa deja de expandirse, y se fija el volumen final. La temperatura a la cual empiezan a hincharse los gránulos, denominada temperatura de gelatinización, depende del tipo cereal del que proceda el almidón, fundamentalmente de la transición vítrea de la fracción amorfa del mismo. Para el caso del trigo, esta temperatura está entre 56 y 60°C (Miralbés, 2018).

A su vez, otra reacción que tiene lugar durante la etapa de cocción del panificado es la reacción de Maillard, también conocida como pardeamiento no enzimático. La misma se compone de un conjunto de reacciones muy complejas, en las cuales intervienen aminoácidos y azúcares reductores (aquellos que pueden reaccionar a través de un grupo carbonilo libre) presentes en la mezcla. Estas reacciones dan lugar a la generación de compuestos volátiles de bajo peso molecular que aportan aroma y de polímeros de alto peso molecular, principalmente moléculas cíclicas y policíclicas, que aportan color (pigmentos oscuros) al producto. Si bien puede darse a temperatura ambiente, se ve fuertemente favorecido por las altas temperaturas, razón por la cual es estudiada en la etapa de cocción (Peñaloza-Espinosa, 2017). En cuanto a los efectos desfavorables de esta reacción, puede mencionarse que disminuye el valor biológico de los alimentos, puesto que utiliza los aminoácidos como sustrato de las reacciones. Por otro lado, también puede producir colores y olores desfavorables en casos donde se exceda el tiempo o la temperatura de cocción. Los factores de los cuales depende la reacción de Maillard son: temperatura de cocción (se intensifica con la temperatura), pH (la intensidad de la reacción disminuye a pH ácidos), actividad de agua (favorecida por a_w intermedia entre 0,6 y 0,9), tipo de hidratos de carbono y de aminoácidos, y la presencia de inhibidores como sulfitos, bisulfitos y anhídrido sulfuroso (Sceni et al., 2008).

5.1.18. Enfriado del panificado

El producto egresa del horno a aproximadamente 100°C. Es indispensable que su temperatura disminuya hasta alrededor de 30°C antes de ser envasado. El objetivo de este

enfriamiento es evitar la condensación de agua dentro del envase primario ya que este fenómeno puede promover el crecimiento de mohos y levaduras en la superficie del panificado.

Los equipos más ampliamente utilizados en estas operaciones son las bandas o túneles de enfriamiento, que consisten en cintas transportadoras donde se emplea un flujo de aire para extraer calor del alimento y así disminuir su temperatura rápidamente.

5.1.19. Congelado del panificado

El objetivo de esta etapa es dar una mayor estabilidad al producto, de manera de lograr maximizar su vida útil. Se debe tener en cuenta que el panificado posee pescado en su composición, por lo que un mínimo deterioro se vería reflejado sobre sus propiedades organolépticas, principalmente en su sabor y aroma.

A temperaturas menores a -18°C se produce una considerable disminución del crecimiento microbiano y una notable reducción en la velocidad de las reacciones de deterioro (Michellis, n.d.). Para lograr el congelado, se realiza la extracción de calor mediante convección forzada utilizando aire a -30°C en un giro-freezer.

5.1.20. Envasado del producto

El envasado tiene una función comercial y una tecnológica: por un lado, presenta el producto y, a su vez, lo protege para que se conserve adecuadamente durante un periodo de tiempo determinado.

El producto se envasa utilizando una máquina envasadora y selladora automática. Como material para el envase primario se eligió al polietileno de baja densidad (PEBD), mientras que para el envasado secundario se decidió utilizar cajas de cartón.

5.1.21. Inspección por rayos X

La inspección por rayos X es una medida de seguridad que apunta a asegurar la ausencia de espinas o cuerpos metálicos en el producto. Si bien la presencia de estos contaminantes es improbable debido a la aplicación de las buenas prácticas de manufactura y a la inspección periódica de los equipos a utilizar, es necesario asegurar su ausencia en el producto.

5.1.22. Almacenamiento del producto congelado

El producto debe mantenerse a temperaturas de congelación a los fines de prolongar su vida útil. Para esto, se almacenará en una cámara frigorífica a -30°C hasta su distribución.

CAPÍTULO 6. BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

6. BALANCES

El planteo de los balances de materia y energía de las distintas etapas del proceso de elaboración constituye una herramienta indispensable para el posterior diseño y selección de los equipos a utilizar.

Los balances de masa se definen como la contabilidad de entradas y salidas de materia en un sistema. Se basa en la aplicación de la ley de conservación de la masa que fue estudiada por Mijaíl Lomonósov en 1748, que expresa que la misma no se crea ni se destruye (Acosta, 2017).

De manera análoga, los balances de energía consisten en el análisis de entradas y salidas de energía en un sistema. La principal complejidad asociada a estos balances radica en la amplia variedad de tipos de energía existentes y su capacidad para transformarse. En este proceso sólo se analizará el intercambio de energía térmica.

6.1. BALANCES DE MATERIA

Los balances de materia de forma genérica toman la siguiente forma:

$$\textit{Entrada} + \textit{Generación} = \textit{Salida} + \textit{Acumulación} + \textit{Consumo}$$

Teniendo en cuenta que en las etapas del proceso no hay acumulación de materia ni reacciones químicas que puedan provocar la generación o consumo de la misma, la expresión del balance se simplifica de la siguiente manera:

$$\textit{Entradas} = \textit{Salidas}$$

Se realizarán los balances de masa en todas las etapas donde se dé un intercambio de materia. Por lo tanto, en las etapas como el leudado, estirado en el molde y descanso de la masa, no se plantearán dichos balances.

Para el desarrollo que sigue a continuación, se utilizará como base de cálculo 1000 kg de masa cruda.

6.1.1. Emprolijado, precocción y oreado del filete de merluza

A partir de la formulación del producto (Tabla 4.10), se sabe que para la elaboración de 1000 kg de masa cruda se necesitan 333,5 kg de filete de merluza precocido. Sin embargo, se debe conocer la masa de filete de merluza crudo a utilizar. Para ello, debe tenerse en cuenta la pérdida de peso en las etapas de pre cocción y oreado, que representa el 24,3% del peso del filete (Anexo II, Experiencia 4) y las pérdidas de peso en la etapa de emprolijado del filete de merluza, que se considerarán del 15% (FAO, n.d.). Cabe resaltar que la pérdida de materia en las etapas de pre cocción y oreado es debida tanto a la evaporación del agua (20%), como a las mermas de músculo de merluza (4,3%).

Aplicando el balance global de masa:

$$\textit{Entradas} = \textit{Salidas}$$

Donde:

- $Entrada = Filete_{crudo}$
- $Salida = Filete_{precocido} + Agua\ evaporada + Mermas_{filete}$

Reemplazando en el balance:

$$Filete_{crudo} = Filete_{precocido} + Mermas_{emprolijado} + Agua\ evaporada + Mermas_{cocción}$$

Donde:

- $Filete_{precocido} = 333,5\ kg$
- $Mermas_{emprolijado} = Filete_{crudo} \cdot \frac{0,15\ kg}{kg\ filete\ crudo}$
- $Agua\ evaporada = Filete_{emprolijado} \cdot \frac{0,2\ kg}{kg\ filete\ crudo}$
- $Mermas_{cocción} = Filete_{emprolijado} \cdot \frac{0,043\ kg}{kg\ filete\ crudo}$

Por lo tanto:

$$Filete_{crudo} = Filete_{precocido} + Filete_{crudo} \cdot \frac{0,15\ kg}{kg\ filete\ crudo} + Filete_{emprolijado} \cdot \left(\frac{0,2\ kg}{kg\ filete\ crudo} + \frac{0,043\ kg}{kg\ filete\ crudo} \right)$$

Donde:

- $Filete_{emprolijado} = Filete_{crudo} \cdot 0,85$

Reemplazando en el balance:

$$Filete_{crudo} = Filete_{precocido} + Filete_{crudo} \cdot \frac{0,15\ kg}{kg\ filete\ crudo} + Filete_{crudo} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{0,2\ kg}{kg\ filete\ crudo} + \frac{0,043\ kg}{kg\ filete\ crudo} \right)$$

$$Filete_{crudo} = 518,3\ kg$$

La cantidad de filete de merluza crudo a utilizar para la elaboración de 1000 kg de masa es 518,3 kg.

6.1.2. Mezclado y amasado

En esta etapa se incorporan los ingredientes que conforman la masa al equipo correspondiente. En el mismo tienen lugar el mezclado y amasado de las materias primas. Aplicando el balance de materia:

$$Entradas = Salidas$$

Donde:

- $Entrada = Harina + Filete_{precocido} + Agua + Levadura + Aceite + Sal + Prop.\ calcio = Masa_{ingredientes}$
- $Salida = Masa_{cruda} + Mermas_{masa}$

En el balance de masa, se deben tener en cuenta los desperdicios provenientes de las mermas de masa que quedan adheridas a la amasadora. Se considerará que este desperdicio representa el 4% de la masa utilizada, que es el valor máximo aceptado en la industria de panificados (Santamaría, 2004).

Reemplazando en el balance:

$$Masa_{ingredientes} = Masa_{cruda} + Mermas_{masa}$$

Donde:

- $Masa_{ingredientes} = 1000 \text{ kg}$
- $Mermas_{masa} = Masa_{ingredientes} \cdot \frac{0,04 \text{ kg}}{\text{kg ingredientes}}$

Por lo tanto:

$$Masa_{ingredientes} = Masa_{cruda} + Masa_{ingredientes} \cdot \frac{0,04 \text{ kg}}{\text{kg ingredientes}}$$

$$Masa_{cruda} = 960 \text{ kg}$$

Del desarrollo de este balance se extrae que el peso de masa cruda a la salida de esta etapa es de 960 kg.

6.1.3. Agregado de salsa al panificado

Aquí se dosifica la salsa a la masa fermentada ya estirada en el molde. Aplicando el balance de materia:

$$Entrada = Salida$$

Donde:

- $Entrada = Masa_{cruda} + Salsa$
- $Salida = Panificado_{crudo}$

Reemplazando en el balance global:

$$Masa_{cruda} + Salsa = Panificado_{crudo}$$

Para la resolución se deben tener en cuenta los valores de masa cruda, calculado anteriormente, y la cantidad de salsa a agregar, estipulado en la formulación. Estos valores se resumen a continuación:

- $Masa_{cruda} = 960 \text{ kg}$
- $Salsa = 110 \text{ kg}$ (Tabla 4.8)

$$960 \text{ kg} + 110 \text{ kg} = Panificado_{crudo}$$

$$Panificado_{crudo} = 1070 \text{ kg}$$

Entonces, de la etapa de adición de salsa, se obtienen 1070 kg de panificado crudo.

6.1.4. Cocción del panificado

En la cocción del panificado se produce la pérdida de agua por evaporación, que corresponde al 22,83% del peso del mismo (Anexo II, Experiencia 4).

Aplicando el balance de masa correspondiente a la etapa:

$$Entrada = Salida$$

Donde:

- $Entrada = Panificado_{crudo}$
- $Salida = Agua\ evaporada + Panificado_{cocido}$

$$Panificado_{crudo} = Agua\ evaporada + Panificado_{cocido}$$

Donde:

- $Panificado_{crudo} = 1070\ kg$
- $Agua\ evaporada = Panificado_{crudo} \cdot \frac{0,2283\ kg}{kg\ panificado\ crudo}$

Reemplazando en el balance:

$$Panificado_{crudo} = Panificado_{crudo} \cdot \frac{0,2283\ kg}{kg\ panificado\ crudo} + Panificado_{cocido}$$

$$1070\ kg = 244,3\ kg + Panificado_{cocido}$$

$$Panificado\ cocido = 825,7\ kg$$

Por lo tanto, la masa de panificado cocido resultante de esta etapa es de 825,7 kg y la pérdida de agua por evaporación de 244,3 kg.

En la Figura 6.1 pueden observarse los intercambios de materia en cada una de las etapas analizadas a través de los balances.

6.2. BALANCES DE ENERGÍA

En la resolución de los distintos balances de energía para cada etapa, fue necesario determinar las propiedades termofísicas del alimento. Para esto se utilizaron los modelos de Choi y Okos (1986). Sus expresiones pueden observarse en el Anexo IV, Figura IV.6.

El balance macroscópico de energía térmica a aplicar en cada etapa se detalla a continuación:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} + Q_{generado} - Q_{consumido} = \Delta Q\ sistema$$

El término $Q_{consumido}$ se considerará nulo en todas las etapas, ya que en el proceso no existen reacciones químicas endotérmicas. Por otro lado, el término $Q_{generado}$ se considerará únicamente en las etapas de leudado y descanso. Entonces, el balance de energía se simplifica de la siguiente forma:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} = \Delta Q\ sistema$$

A continuación serán planteados los balances de energía de aquellas etapas del proceso donde se den intercambios de calor de interés.

6.2.1. Almacenamiento del filete refrigerado

Se considera que el pescado ingresa a planta a una temperatura de 4°C y se busca que en la cámara de almacenamiento alcance los 0°C. A continuación se plantea el balance de energía correspondiente:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} = \Delta Q_{sistema}$$

$$Q_{entrada} - Q_{sensible} = \Delta Q_{sistema}$$

Donde:

- $Q_{entrada} = 0$
- $Q_{sensible} = Filete_{crudo} \cdot Cp_{Filete\ crudo} \cdot \Delta T$

Entonces:

$$- Filete_{crudo} \cdot Cp_{Filete\ crudo} \cdot \Delta T = \Delta Q_{sistema}$$

Teniendo en cuenta los siguientes valores:

- $Filete\ crudo = 440,6\ kg$
- $Cp_{Filete\ crudo} = 3,78 \frac{kJ}{^{\circ}C \cdot kg}$ (Choi y Okos, 1986).
- $T_f = 0^{\circ}C$
- $T_i = 4^{\circ}C$

Reemplazando en el balance:

$$\Delta Q_{sistema} = 6.662\ kJ$$

Así, la energía térmica que es necesario extraer en el almacenamiento del filete de merluza toma un valor de 6.662 kJ.

6.2.2. Precocción al vapor del filete

Con el objetivo de determinar la inversión de energía necesaria para lograr la cocción del filete de merluza, se plantea a continuación el balance energía correspondiente a esta etapa:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} = \Delta Q_{sistema}$$

$$Q_{sensible} + Q_{latente} - Q_{salida} = \Delta Q_{sistema}$$

Donde:

- $Q_{sensible} = Filete_{crudo} \cdot Cp_{Filete\ crudo} \cdot \Delta T$
- $Q_{latente} = masa_{agua} \cdot \lambda_{agua}$
- $Q_{salida} = 0$. Las filtraciones de calor del equipo se considerarán despreciables frente al calor sensible y latente entregado al filete.

Entonces:

$$Filete_{crudo} \cdot Cp_{Filete\ crudo} \cdot \Delta T + Agua\ evaporada \cdot \lambda_{agua} = \Delta Q_{sistema}$$

Teniendo en cuenta los siguientes valores:

- $Filete\ crudo = 440,6\ kg$
- $Cp_{Filete\ crudo} = 3,78\ \frac{kJ}{^{\circ}C.kg}$ (Choi y Okos, 1986).
- $T_f = 100^{\circ}C$
- $T_i = 0^{\circ}C$
- $Agua\ evaporada = 88,12\ kg$
- $\lambda_{agua} = 2.257\ \frac{kJ}{kg}$

Reemplazando en el balance:

$$\Delta Q_{sistema} = -365.434\ kJ$$

Así, la energía térmica necesaria para la pre cocción del filete de merluza resulta de 365.434 kJ.

6.2.3. Oreado del filete precocido

Luego de la etapa de cocción al vapor, el filete de merluza se retira del horno a 100°C y se deja reposar en la sala de oreado a 25°C durante 20 minutos. En el Anexo IV, se realizan los cálculos para estimar la temperatura final alcanzada en el centro del filete en esta etapa, que toma un valor de 41,2°C. Este dato será utilizado en 6.2.4.

6.2.4. Almacenamiento del filete refrigerado

Se quiere determinar la cantidad de calor que debe extraerse para mantener el pescado refrigerado luego del oreado. A continuación se plantea el balance de energía correspondiente:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} = \Delta Q_{sistema}$$

En este caso, dado que sólo se intercambia calor sensible, el balance puede expresarse de la siguiente forma:

$$Q_{entrada} - Q_{sensible} = \Delta Q_{sistema}$$

Donde:

- $Q_{entrada} = 0$
- $Q_{sensible} = Filete\ precocido \cdot Cp_{Filete\ precocido} \cdot \Delta T$

$$- Filete\ precocido \cdot Cp_{Filete\ precocido} \cdot \Delta T = \Delta Q_{sistema}$$

Teniendo en cuenta los siguientes valores:

- $Filete\ precocido = 333,5\ kg$
- $Cp_{Filete\ precocido} = 3,55\ \frac{kJ}{^{\circ}C.kg}$ (Choi y Okos, 1986)
- $T_i = 41,2\ ^{\circ}C$
- $T_f = 0\ ^{\circ}C$

Reemplazando en el balance:

$$\Delta Q_{sistema} = -48.778 \text{ kJ}$$

Puede concluirse que la energía térmica que debe extraerse en la refrigeración del filete de merluza oreado es de 48.778 kJ.

6.2.5. Leudado de los bollos

La etapa de leudado de la masa ocurre a 25°C. Tomando una posición conservadora, se considera que el producto ingresa a 15°C a las cámaras de fermentación. A continuación, se detalla el balance de energía:

$$Q_{entrada} + Q_{generado} - Q_{salida} = \Delta Q_{sistema}$$

- $\Delta Q_{sistema}$ debe ser tal que permita a la masa elevar su temperatura de 15 a 25°C.
- $Q_{generado}$ en la fermentación es debido principalmente a la producción de etanol. Para su cálculo se tendrá en cuenta que el calor liberado por litro de etanol formado es 1.200 kJ (Suarez et al., 2016) y que por kg de masa se generan 9 ml de etanol (Arcand, 2012).
- Q_{salida} es debido a las pérdidas de calor del equipo a utilizar para esta etapa. Se estimará como el 20% del calor que es necesario entregar.

Reemplazando en el balance:

$$Q_{entrada} + masa_{masa\ cruda} \cdot \frac{Q_{generado}}{kg\ masa\ cruda} - 0,2 \cdot Q_{entrada} = masa_{masa\ cruda} \cdot C_{p\ masa\ cruda} \cdot \Delta T$$

Teniendo en cuenta los siguientes valores:

- $masa_{masa\ cruda} = 960 \text{ kg}$
- $C_{p\ masa\ cruda} = 2,96 \frac{\text{kJ}}{\text{C} \cdot \text{kg}}$ (Choi y Okos, 1986)
- $T_f = 25^\circ\text{C}$
- $T_i = 15^\circ\text{C}$
- $\frac{Q_{generado}}{kg\ masa\ cruda} = 1.200 \frac{\text{kJ}}{\text{l etanol}} \cdot 0,009 \frac{\text{l etanol}}{kg\ masa\ cruda} = 10,8 \frac{\text{kJ}}{kg\ masa\ cruda}$

Reemplazando en el balance:

$$Q_{entrada} = 22.560 \text{ kJ}$$

La energía térmica que es necesario aportar en la etapa de leudado es de 22.560 kJ.

6.2.6. Descanso de la masa estirada

Se considera que luego de la etapa de leudado, cuando la masa es estirada en el molde, se alcanza nuevamente una temperatura de 15°C.

Dado que desde el punto de vista de la inversión de energía térmica, esta etapa es equivalente a la etapa de leudado, puesto que la masa de producto y sus propiedades termofísicas son equivalentes, además de que se da el mismo incremento de temperatura, puede determinarse que la energía térmica que debe invertirse en la etapa de descanso también es de 22.560 kJ.

6.2.7. Cocción del panificado

Con el objetivo de determinar la inversión de energía térmica necesaria para la cocción del panificado, se expresa a continuación el balance de energía correspondiente a esta etapa.

$$Q_{entrada} - Q_{salida} = \Delta Q_{sistema}$$

- $\Delta Q_{sistema}$ representa la suma entre el calor sensible necesario para elevar la temperatura de la masa desde 25 a 96 °C y el calor latente para evaporar el 22,83% del agua del mismo.
- Q_{salida} es debido a las pérdidas de calor del equipo a utilizar para esta etapa. Se estimará como el 20% del calor que es necesario entregar.

Reemplazando en el balance:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} = Q_{sensible} + Q_{latente}$$

Donde:

- $Q_{sensible} = P_{panificado\ crudo} \cdot C_{p_{panificado\ crudo}} \cdot \Delta T$
- $Q_{latente} = Agua\ evaporada \cdot \lambda_{agua}$
- $Q_{salida} = 0,2 \cdot Q_{entrada}$

Reemplazando en el balance de energía:

$$Q_{entrada} - 0,2 \cdot Q_{entrada} = P_{panificado\ crudo} \cdot C_{p_{panificado\ crudo}} \cdot \Delta T + Agua\ evaporada \cdot \lambda_{agua}$$

Teniendo en cuenta los siguientes valores:

- $P_{panificado\ crudo} = 1.070\ kg$
- $C_{p_{panificado\ crudo}} = 3,51 \frac{kJ}{^{\circ}C \cdot kg}$ (Choi y Okos, 1986)
- $T_i = 25\ ^{\circ}C$
- $T_f = 96\ ^{\circ}C$ (Barboff, 2009)
- $Agua\ evaporada = 244,3\ kg$
- $\lambda_{agua} = 2.257 \frac{kJ}{kg}$

Reemplazando en el balance:

$$Q_{entrada} = 1.022.550\ kJ$$

Queda determinado, por lo tanto, que la energía térmica necesaria para efectuar la cocción del panificado es de 1.022.550 kJ.

6.2.8. Enfriamiento del panificado

Esta etapa tiene como objetivo la disminución de la temperatura del panificado cocido desde los 96°C, temperatura de salida del horno, hasta una temperatura de 25°C.

En la etapa de enfriamiento se utiliza convección forzada, siendo el valor del coeficiente de convección mucho mayor a la conductividad del panificado. En consecuencia, la corteza del panificado se enfría más rápidamente que el centro, lo que genera un perfil de temperaturas.

El perfil de temperaturas obtenido, así como la determinación del tiempo necesario para lograr el correcto enfriamiento del producto se detalla en el Anexo IV.

A partir del análisis realizado se obtuvo que, cuando la temperatura del centro alcanza los 25°C, la temperatura en la corteza es de 21°C. Para la realización del balance de energía se utilizará como valor final al valor promedio, es decir, 23°C.

Aplicando la ecuación del balance de energía:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} = \Delta Q_{sistema}$$

En esta etapa se intercambia únicamente calor sensible, por lo que el balance de energía puede expresarse de la siguiente forma:

$$Q_{entrada} - Q_{sensible} = \Delta Q_{sistema}$$

Donde:

- $Q_{entrada} = 0$
- $Q_{sensible} = Masa_{panificado} \cdot Cp_{panificado\ cocido} \cdot \Delta T$

Reemplazando en el balance de energía:

$$Masa_{panificado} \cdot Cp_{panificado} \cdot \Delta T = \Delta Q_{sistema}$$

Teniendo en cuenta los siguientes valores:

- $Masa_{panificado} = 825,7 \text{ kg}$
- $Cp_{panificado} = 2,74 \frac{\text{kJ}}{\text{°C} \cdot \text{kg}}$ (Choi y Okos, 1986)
- $T_i = 96 \text{ °C}$
- $T_f = 23 \text{ °C}$

Por lo tanto:

$$\Delta Q_{sistema} = -165.156 \text{ kJ}$$

Entonces, la energía térmica que debe ser retirado en la etapa de enfriamiento es de 165.156 kJ.

6.2.9. Congelado del producto

En esta etapa se busca llevar a la temperatura del panificado desde los 23°C hasta los -18°C.

De manera análoga a la etapa anterior, en ésta también se desarrollará en el producto un perfil de temperaturas. El cálculo de este perfil, junto a la determinación del tiempo necesario para congelar el producto, se encuentran detallados en el Anexo IV.

De este análisis se desprende que, cuando la temperatura del centro del alimento llega a -18°C, la corteza alcanza los -22°C. A los fines de determinar los requerimientos energéticos en los balances de masa, se utilizará la temperatura promedio, es decir, -20°C.

Aplicando la ecuación del balance de energía:

$$Q_{entrada} - Q_{salida} = \Delta Q_{sistema}$$

En esta etapa no sólo se intercambia calor sensible, sino que también se intercambia calor latente, correspondiente a la congelación del panificado. Por lo tanto, la expresión del balance de energía de esta etapa tiene la siguiente forma:

$$Q_{entrada} - Q_{refrigeración} - Q_{latente} - Q_{subenfriamiento} = \Delta Q_{sistema}$$

Donde:

- $Q_{entrada} = 0$
- $Q_{refrigeración} = masa_{panificado} \cdot Cp_{enf} \cdot (T_{cong} - Ti)$
- $Q_{latente} = masa_{panificado} \cdot \lambda_{cong}$
- $Q_{subenfriamiento} = masa_{panificado} \cdot Cp_{subenf} \cdot (T_f - T_{cong})$

Reemplazando en el balance:

$$masa_{panificado} \cdot Cp_{enf} \cdot (T_{cong} - Ti) - masa_{panificado} \cdot \lambda_{cong} + masa_{panificado} \cdot Cp_{subenf} \cdot (T_f - T_{cong}) = \Delta Q$$

Teniendo en cuenta los siguientes valores:

- $masa_{panificado} = 825,7 \text{ kg}$
- $Cp_{enf} = 2,74 \frac{\text{kJ}}{\text{°C.kg}}$ (Choi y Okos, 1986)
- $Cp_{subenf} = 1,88 \frac{\text{kJ}}{\text{°C.kg}}$ (Choi y Okos, 1986)
- $\lambda_{cong} = 195,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
- $Ti = 23^{\circ}\text{C}$
- $T_{cong} = -3,8^{\circ}\text{C}$ (Salvadori, 1995)
- $T_f = -20^{\circ}\text{C}$

Reemplazando los valores en el balance:

$$\Delta Q = -247.040 \text{ kJ}$$

Queda determinado, así, que la energía térmica que debe retirarse en la etapa de congelación es de 247.040 kJ.

En la Figura 6.1 pueden observarse los intercambios de energía en cada una de las etapas analizadas a través de los balances.

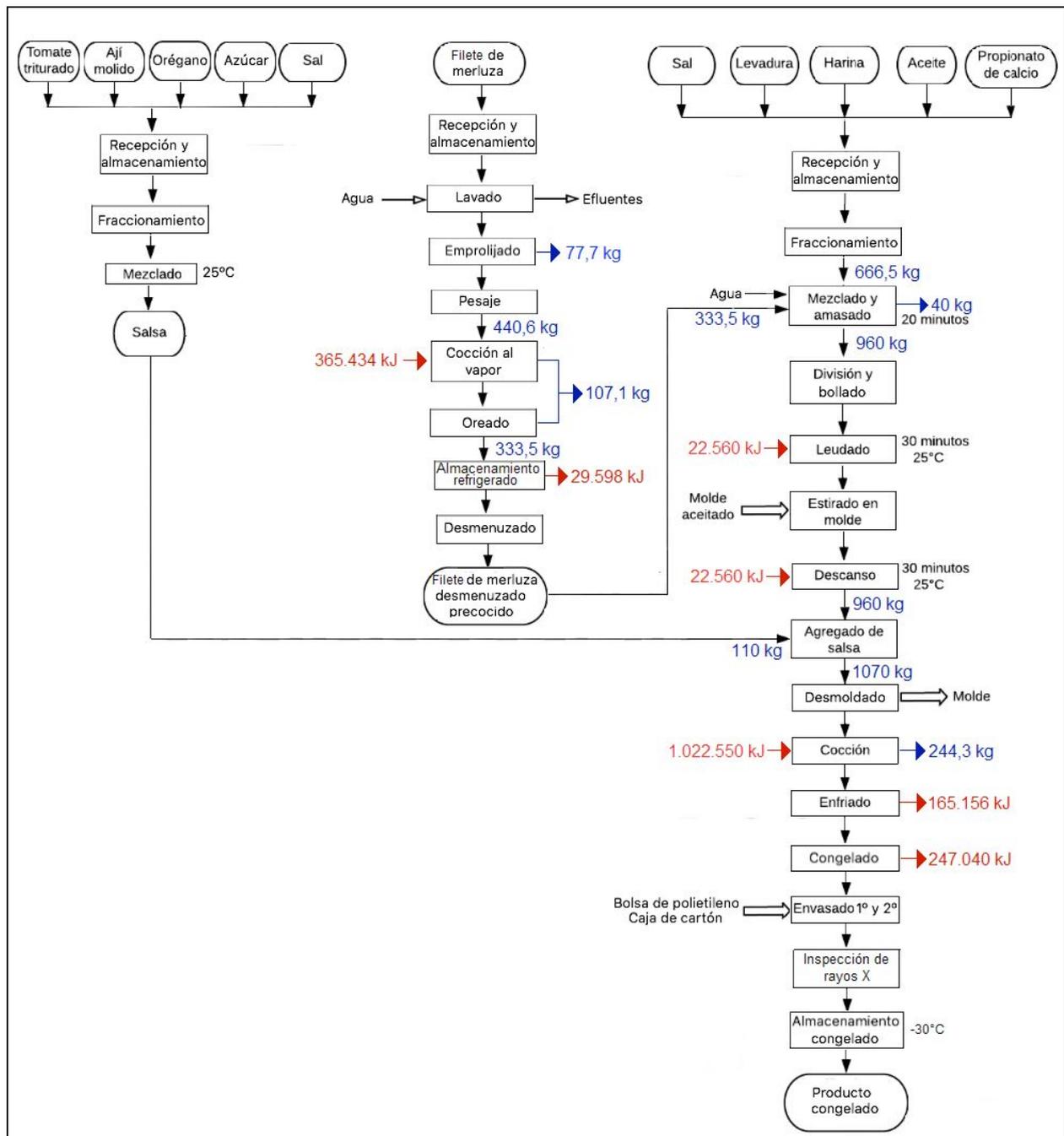


Figura 6.1. Intercambios de masa (azul) y energía (rojo) en cada una de las etapas.

Puede decirse, para cerrar esta sección, que los balances de materia y energía planteados para cada etapa en conjunto con la determinación del volumen de producción realizada en la sección 2.4, constituyen herramientas útiles para el diseño de los equipos a emplear en la línea de producción del panificado.

CAPÍTULO 7. DIAGRAMAS DE GANTT

7. DIAGRAMAS DE GANTT

El diagrama de Gantt es una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un período de tiempo determinado. Permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto y, además, reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia (Villanueva, 2018).

Fue desarrollado por Henry Laurence Gantt a inicios del siglo XX y consta en un gráfico en el que se detallan las tareas a realizar en el eje de las ordenadas, y tiempo en el eje de las abscisas. Las tareas se representan como barras horizontales cuyo largo depende del tiempo requerido para su realización.

Los diagramas de Gantt serán utilizados para la determinación de los tiempos de trabajo necesarios para cumplir con el volumen de producción anual de 4.453.152 unidades (Sección 2.4).

Cabe resaltar que el procesamiento del filete de merluza precocido, que corresponde a uno de los ingredientes de la prepizza, se realizará de forma independiente a la elaboración del panificado debido a que se considera adecuado para la organización de la producción.

7.1. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN

7.1.1. Análisis de la elaboración del filete de merluza precocido

En la Figura 7.1 se muestra la secuencia de operaciones necesarias para el procesamiento de un lote de filete de merluza. Se considerará que cada lote corresponde a 170 kg de esta materia prima.

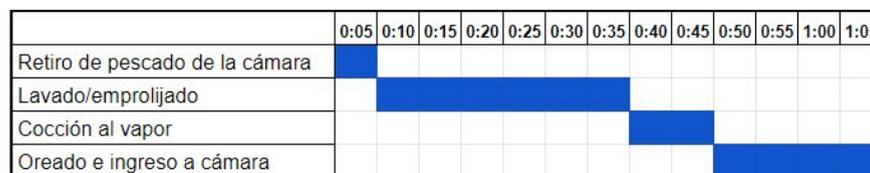


Figura 7.1. Diagrama de Gantt para el procesamiento de un lote de merluza.

A los fines de mostrar que la dinámica del proceso permite realizar operaciones en simultáneo, en la Figura 7.2 se muestra el diagrama de Gantt para el procesamiento de dos lotes de filete de merluza.

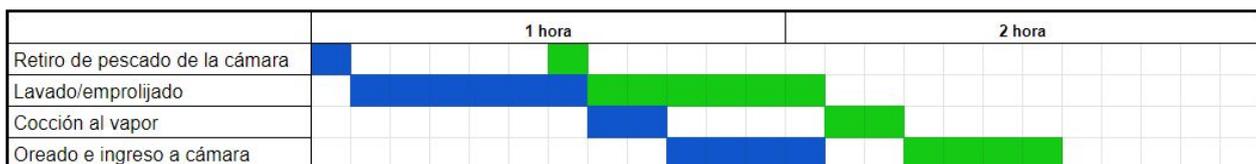


Figura 7.2. Diagrama de Gantt para el procesamiento de dos lotes de merluza.

De este segundo diagrama se puede observar que el cuello de botella se encuentra en la etapa de lavado y emprolijado del producto. Si se quisiera aumentar la velocidad de producción, se debería incrementar la rapidez en la que transcurren estas etapas mediante la incorporación de mayor cantidad personal dedicado a esta tarea.

7.1.2. Análisis de la elaboración del panificado congelado

A continuación se analizará el proceso de elaboración del panificado. En la Figura 7.3 se detalla el diagrama de Gantt para la elaboración de un lote de 800 unidades. En el mismo, puede observarse que la elaboración de salsa de tomate necesaria para la producción diaria se realiza al inicio.

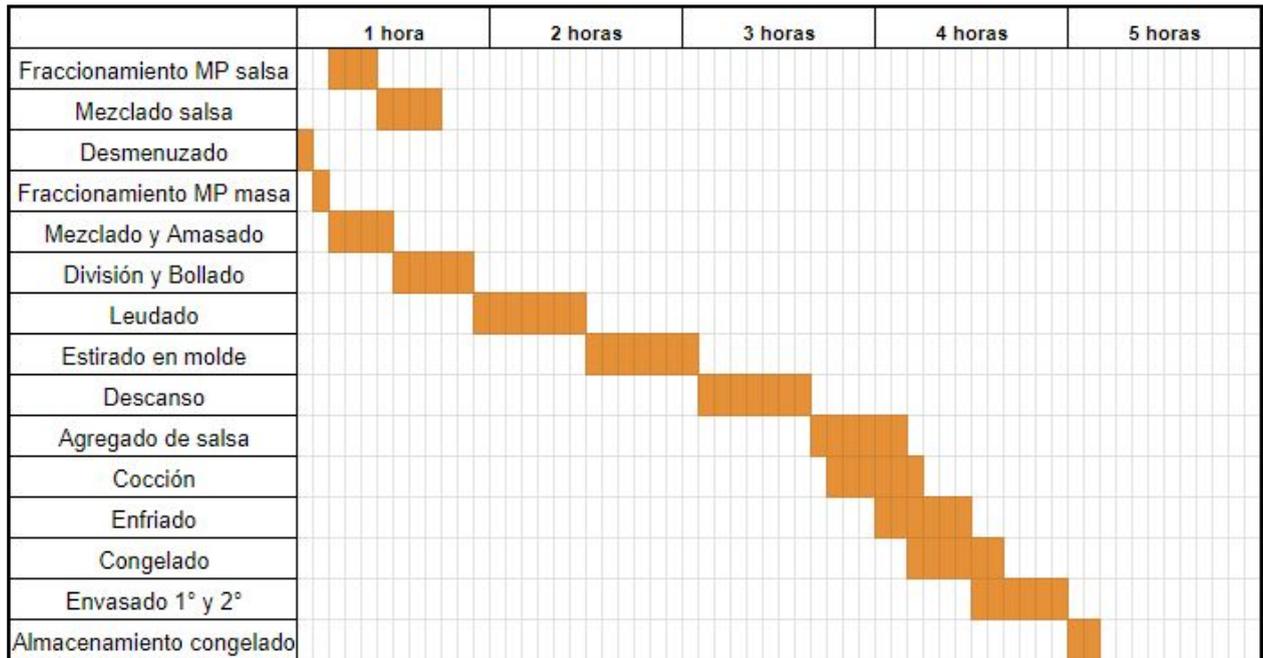


Figura 7.3. Diagrama de Gantt para un lote de panificado.

En la Figura 7.4 se detalla el diagrama de Gantt para la producción de dos lotes. En el mismo, se puede observar que las etapas que constituyen el cuello de botella del proceso son la fermentación, estirado y descanso de la masa. Si se quisiera aumentar la velocidad de producción, se debería incrementar la velocidad en la que estas transcurren mediante la incorporación de mayor cantidad de equipos o equipos de mayor capacidad.

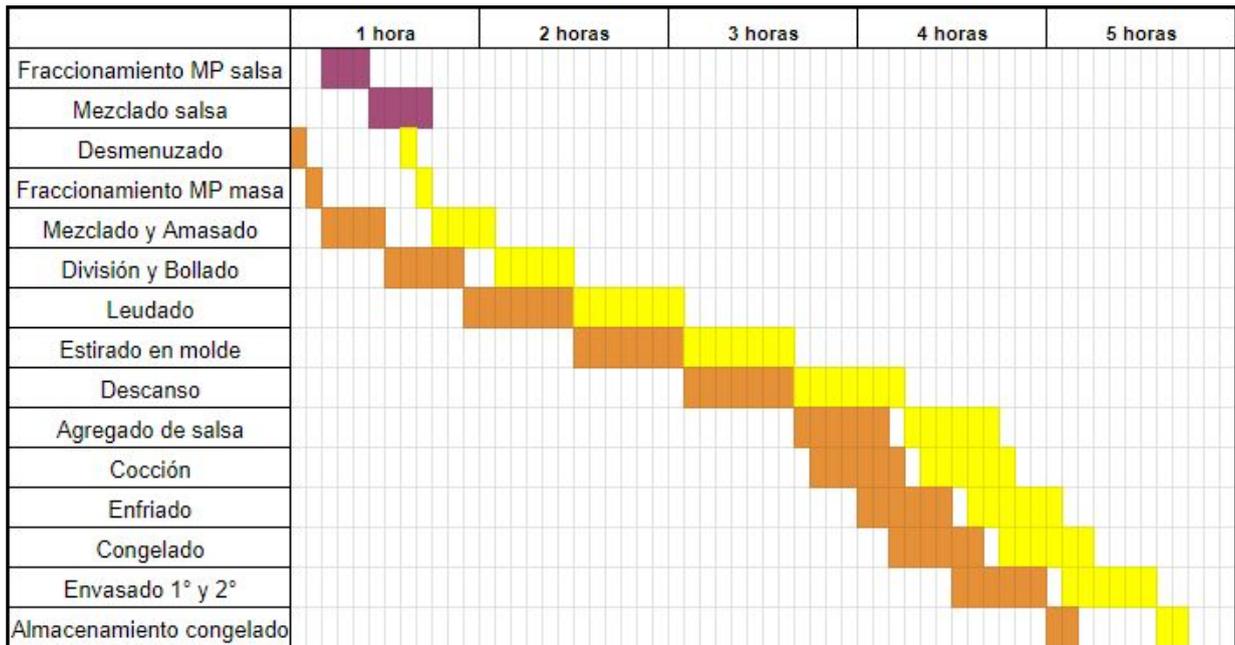


Figura 7.4. Diagrama de Gantt para dos lotes de panificado.

7.1.3. Análisis de la elaboración en conjunto

El procesamiento del filete de merluza y la elaboración del panificado fueron analizados como procesos independientes que transcurren a distintos ritmos de producción. Sin embargo, para el caso de un lote, puede estudiarse el diagrama de Gantt en conjunto. El mismo se muestra en la Figura 7.5.

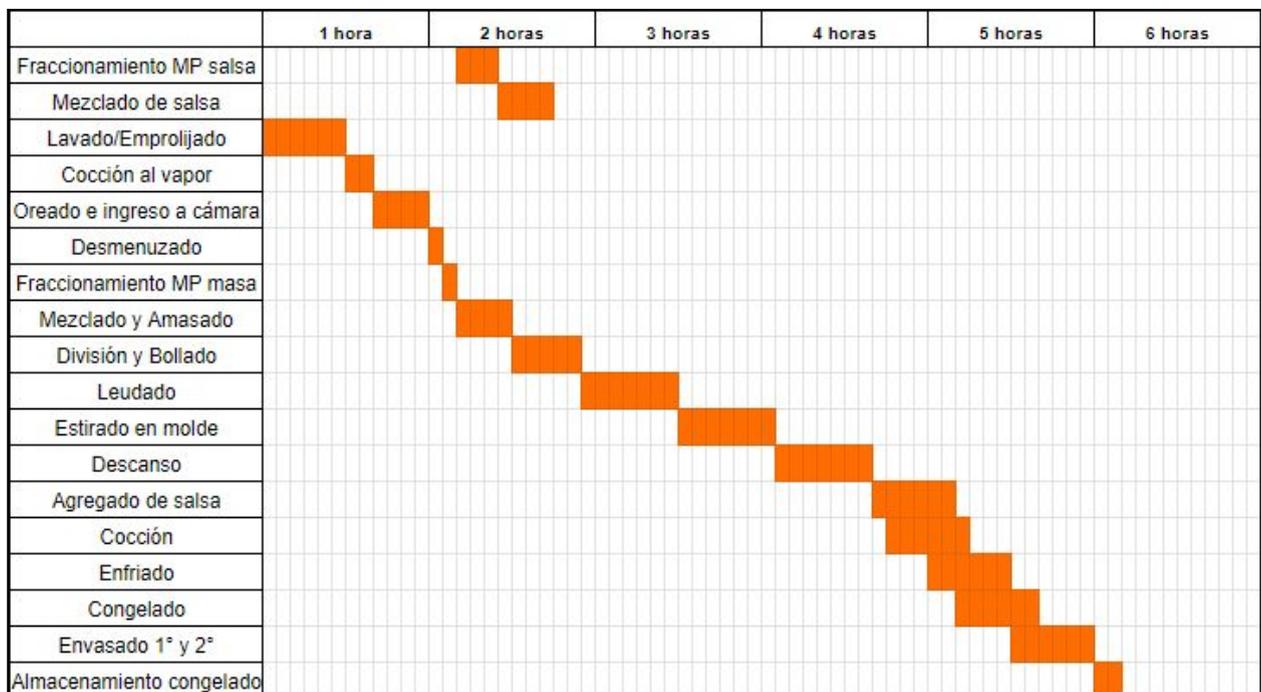


Figura 7.5. Diagrama de Gantt en conjunto.

7.2. TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA

Considerando que en cada lote se procesan 800 unidades de panificado, teniendo en cuenta el volumen de producción anual (4.443.152 unidades), es necesario producir 5.554 lotes cada año. Si se trabajara de lunes a viernes, la planta funcionaría 260 días al año. Por lo tanto, deberían producirse 22 lotes por día. Entonces, puede calcularse el tiempo de funcionamiento de la planta por día:

$$\text{Tiempo de producción} = t_{\text{primer}} + 21 \cdot t_{\text{resto}}$$

Se tomarán los siguientes valores:

t_{primer} = tiempo que requiere la producción del primer lote (4 horas y 10 minutos).

t_{resto} = tiempo de salida del resto de lotes una vez que la planta se encuentra en marcha (40 minutos).

$$\text{Tiempo de producción} = 18,16 \text{ horas}$$

Es decir que diariamente la planta deberá funcionar 18 horas y 10 minutos para lograr la producción planteada.

A su vez, puede realizarse un análisis análogo sobre la elaboración del filete de merluza. Considerando que en cada lote se procesan 170 kg de filete de merluza crudo y teniendo en cuenta que para satisfacer el volumen de producción anual (4.443.152 unidades) se requiere la utilización de 873.346 kg de filete crudo, es necesario producir 5.138 lotes.

Trabajando de lunes a viernes, deberían producirse 20 lotes diarios. Por lo tanto, se puede calcular el tiempo de producción:

$$\text{Tiempo de producción} = t_{\text{primer}} + 19 \cdot t_{\text{resto}}$$

Se tomarán los siguientes valores:

t_{primer} = tiempo que requiere la producción del primer lote (65 minutos),

t_{resto} = tiempo de salida del resto de lotes una vez que la planta se encuentra en marcha (30 minutos).

$$\text{Tiempo de producción} = 10,58 \text{ horas}$$

Es decir que, diariamente la planta deberá funcionar 10 horas y 35 minutos para lograr la producción de filete de merluza necesaria para satisfacer los requerimientos de producción.

7.3. ESTIMACIÓN DE HORAS-HOMBRE NECESARIAS

Las horas-hombre, también llamadas horas-persona, son la unidad de medida que se emplea en gestión de proyectos para medir los esfuerzos necesarios para completar una tarea (Morales, 2013). Se define como hora-hombre al trabajo completado en una hora de esfuerzo ininterrumpido por un trabajador medio.

En la Tabla 7.1 se detalla la estimación de horas-hombre diarias. Se puede observar que se requieren 312,5 horas-hombre para cumplir con el nivel de producción planteado.

Puede observarse que la tarea que requiere una mayor inversión de horas-hombre es la etapa de emprolijado del filete de merluza. Los tiempos necesarios para la realización de la misma fueron obtenidos a partir de comunicación personal con Cecilia Kostinger, responsable del área de calidad en la empresa “Congelados Ártico”.

Tabla 7.1. Estimación de horas-hombre necesarias en el proceso de forma diaria.

Etapa	Tiempo requerido (min)	Número de lotes	Cantidad de operarios	Horas-hombre diarias
Lavado/emprolijado	30	20	15	150
- Retiro de pescado de cámara. - Colocación de filete en carros. - Cocción. - Oreado.	65	20	2	21,2
Preparación salsa	30	1	1	0,5
- Preparación ingredientes masa. - Pesado. - Amasado. - Cargado en bolladora.	35	22	1	12,8
Colocación de bollos en carro de bandejas	35	22	1	12,8
Leudado de masa	35	22	1	12,8
Estirado de masa	35	22	3	38,4
Descanso de la masa	35	22	1	12,8
Dosificado de salsa	35	22	2	25,6
Ingreso al horno	35	22	1	12,8
Envasado	35	22	1	12,8
TOTAL	-	-	-	312,5

En la Tabla 7.2 se puede observar la estimación del personal necesario para otras funciones como supervisión, limpieza y control de almacenes. Para el caso del personal de supervisión, se realizarán tres turnos de ocho horas a los fines de tener un control del proceso durante toda la producción. Se agregaron además operarios “backup” en los procesos de elaboración de pescado y panificado. Estos operarios cumplen la función de mantener el orden general de la planta y son los encargados de cubrir los puestos de cada compañero en sus horarios de refrigerio.

Tabla 7.2. Estimación de personal necesario para el resto de funciones.

Puesto	Cantidad de horas diarias	Número de trabajadores
Supervisor	8	3
Backup elaboración de pescado	8	1
Backup elaboración del panificado	8	1
Personal de limpieza	8	3
Personal de control de MP en almacenes y cámaras de frío	8	1
Personal de laboratorio	8	1
Personal administrativo	8	1
Seguridad	8	3

CAPÍTULO 8. DIAGRAMA TECNOLÓGICO: DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

8. DIAGRAMA TECNOLÓGICO: DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para la selección de los equipos a emplear en la planta se utilizaron los diagramas de Gantt, balances de masa y energía de cada etapa para determinar capacidades volumétricas y energéticas de la producción.

Para el almacenamiento de las materias primas, se establecerá que, a excepción del filete de merluza, todas se recibirán cada tres días. Esto se decidió considerando que:

- Es conveniente para el flujo de trabajo de la planta que los proveedores no envíen diariamente los pedidos ya que esto involucraría una atención constante a la llegada de los mismos por parte del personal de la planta.
- Si se eligiera una frecuencia de una semana entre pedidos, el volumen de cada uno sería mucho mayor y por lo tanto los costos de almacenamiento y la inversión necesaria para los equipos involucrados sería muy grande.

8.1. DIAGRAMA TECNOLÓGICO

A continuación, en la Figura 8.1, se presenta el diagrama tecnológico del proceso de elaboración del producto.

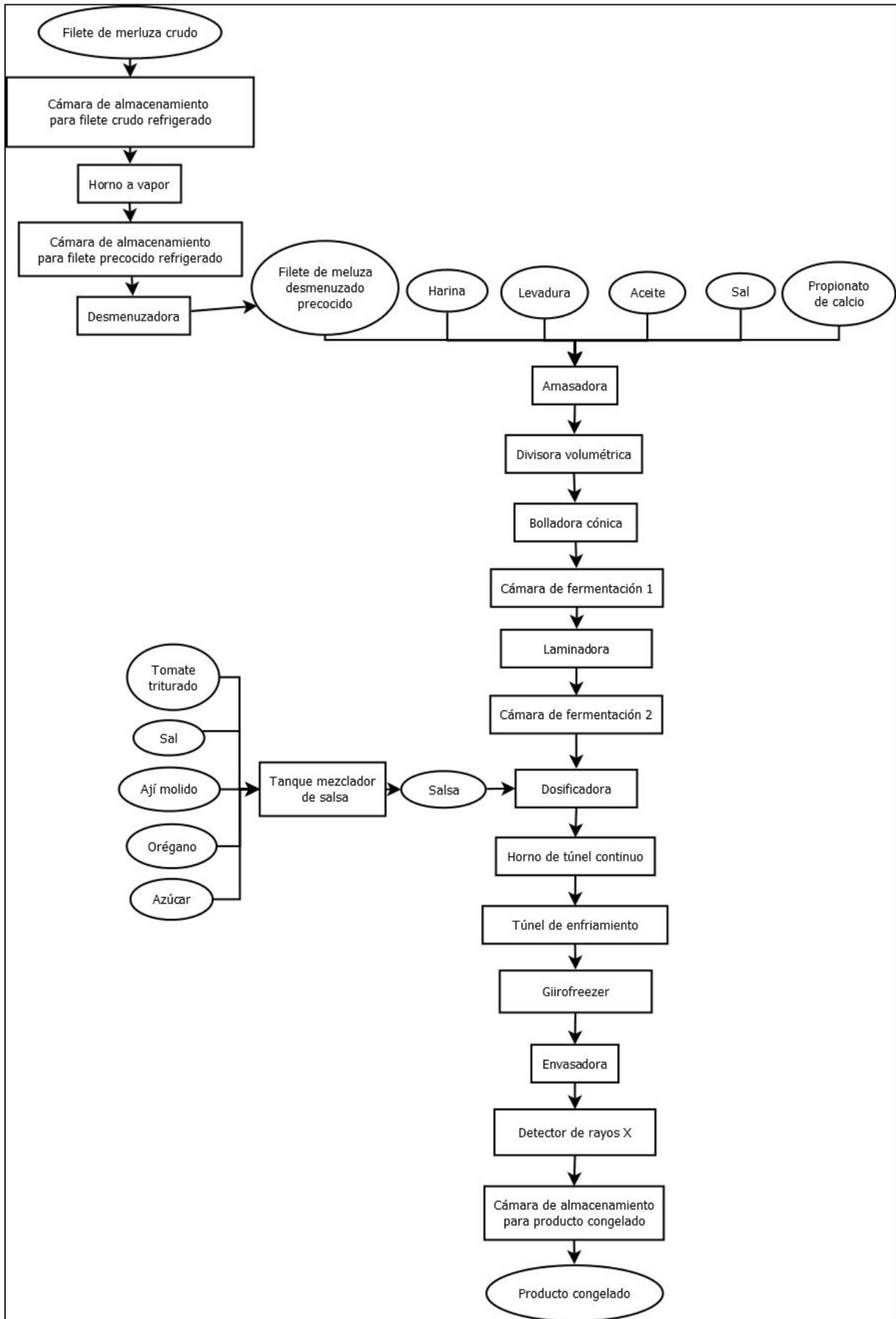


Figura 8.1. Diagrama tecnológico de elaboración del producto congelado.

8.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS

En esta sección se detalla la selección de equipos a emplear en la línea de producción de la prepizza con pescado precocida y congelada.

8.2.1. Cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado

Para el almacenamiento del filete de merluza crudo se utilizará la cámara de almacenamiento detallada en la Tabla 8.1 y representada en la Figura 8.2. A su vez, el diseño de la misma se encuentra detallado en la Sección 8.3.1.

Tabla 8.1. Características de la cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado.

Potencia frigorífica	3,6 kW
Conexión eléctrica	380 V/50 Hz
Capacidad	7 tn
Frente	6,37 m
Profundidad	5,12 m
Altura	3 m
Altura de la puerta	2 m
Temperatura	0°C
Otras características	Iluminación con lámparas halógenas termoresistentes



Figura 8.2. Representación de cámara frigorífica.

8.2.2. Horno a vapor

El filete de merluza precocido a utilizar se cocinará al vapor en lotes de 170 kg en el equipo cuyas características se muestran en la Tabla 8.2. y puede observarse en la Figura 8.3. El caudal de vapor a utilizar en esta etapa se calculará a continuación:

$$\text{Caudal de vapor} = \frac{E_L \cdot N_L}{t \cdot \Delta H_{\text{vap agua}}}$$

Teniendo en cuenta los siguientes valores:

- E_L = Energía a entregar por lote = 183.511 kJ (Sección 6.2.1)
- N_L = Número de lotes diarios = 20 (Sección 7.3)
- t = tiempo de trabajo del equipo = 11 h
- $\Delta H_{vap\ agua}$ = entalpía de vaporización del agua ($2.257 \frac{kJ}{kg}$)

$$Caudal\ de\ vapor = \frac{E_L \cdot N_L}{t \cdot \Delta H_{vap\ agua}} = 147,8 \frac{kg}{h}$$

Por lo tanto, el equipo debe generar como mínimo un caudal de vapor de 147,8 kg/h.

Para el transporte e ingreso del pescado al horno, se utilizará un carro con 20 divisiones para bandejas rejilla como se puede observar en las Figuras 8.4 y 8.5. En las mismas se coloca el filete de pescado crudo y el carro se ingresa al horno de vapor tipo batch.

Tabla 8.2. Características del horno a vapor (BOSSIN, 2018).

Conexión eléctrica	380 V / 50 Hz
Potencia	34 kW
Caudal de vapor generado	170 kg/h
Profundidad	2,32 m
Ancho	1,51 m
Alto	3,0 m
Peso	2800 kg
Marca - Modelo	BOSSIN - QXZ1-2
Material	- Acero inoxidable. - Medidas de carros: 60 x 80 x 176 cm



Figura 8.3. Horno a vapor QXZ1-2 (BOSSIN, 2018).



Figura 8.4. Carros a utilizar en horno de vapor.

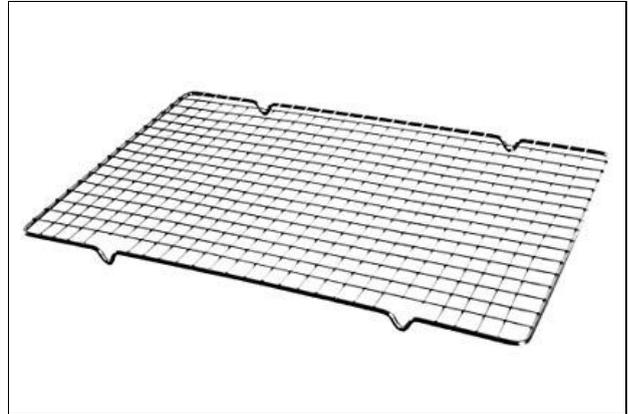


Figura 8.5. Bandejas para cocción del filete.

8.2.3. Cámara de almacenamiento para filete cocido refrigerado

Para el almacenamiento del filete de merluza cocido se utilizará la cámara frigorífica detallada en la Tabla 8.3 y representada en la Figura 8.2. A su vez, el diseño de la misma se encuentra detallado en la sección 8.3.2.

Tabla 8.3. Características de la cámara de refrigeración para almacenamiento del filete de merluza.

Potencia frigorífica	2,1 kW
Conexión eléctrica	380 V / 50 Hz
Capacidad	3 tn
Frente	7,9 m
Profundidad	4,5 m
Altura	3 m
Altura de la puerta	2 m
Temperatura	0°C
Otras características	Iluminación con lámparas halógenas termoresistentes.

8.2.4. Desmenuzadora

Se utilizará el equipo detallado en la Tabla 8.4 y que se muestra en la Figura 8.6 para desmenuzar el filete de merluza refrigerado y poder agregarlo en la etapa de amasado.

Tabla 8.4. Características máquina desmenuzadora (Brunetti, 2019).

Capacidad	650 kg/h
Potencia	4,0 kW
Conexión eléctrica	380 V / 50 Hz
Largo	1,20 m
Ancho	1,05 m
Alto	1,50 m
Peso	150 kg
Marca - Modelo	Brunetti - PC42B
Material	Acero inoxidable



Figura 8.6. Desmenzadora industrial PC42B (Brunetti, 2019).

8.2.5. Heladera para almacenamiento de la levadura

En la formulación del producto (Tabla 4.10) se determinó que el porcentaje en peso de la levadura es del 2%. Conociendo el volumen de producción, que es de 17.600 unidades por día, se puede determinar el requerimiento diario de levadura:

$$\text{Masa de levadura utilizada diariamente} = 8,95 \frac{\text{g}}{\text{unidad}} \cdot 17.600 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} = 157,5 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \approx 160 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

A su vez, si bien se mencionó que las materias primas se reciben en la planta cada tres días, se quiere tener las reservas suficientes para poder soportar cuatro días sin reabastecimiento en caso de que falle el proveedor. Por lo tanto, se debe seleccionar una heladera que permita almacenar 640 kg de levadura.

Las características del equipo a utilizar se detallan en la Tabla 8.5 y el mismo puede observarse en la Figura 8.7.

Tabla 8.5. Características de la heladera para almacenamiento de levadura (CFG, 2017).

Potencia equipo de frío autocontenido	0,38 kW
Conexión eléctrica	220 V / 60 Hz
Profundidad	0,862 m
Frente	2 m
Altura	2,05 m
Temperatura	0 a 5 °C
Marca - Modelo	CFG - HA-6P
Otras características	<ul style="list-style-type: none"> - Aislación térmica con poliuretano de alta densidad - Exterior e interior en acero inoxidable AISI 430



Figura 8.7. Heladera HA-6P (CFG, 2017).

8.2.6. Amasadora

Se utilizará una amasadora planetaria para el mezclado de los ingredientes que conforman la masa. Sabiendo que en cada lote se producen 800 unidades y conociendo la formulación del producto (Tabla 4.10) y el porcentaje de pérdida en mermas (4%), se puede obtener la capacidad necesaria del equipo:

$$\text{Capacidad mínima del equipo} = 800 \frac{\text{panificados}}{\text{lote}} \cdot \frac{0,395 \text{ kg masa}}{\text{panificado}} \cdot 1,04 = 328,7 \text{ kg}$$

Es decir que la capacidad debe ser de 328,7 kg de masa. Por lo tanto, el equipo necesario se detalla en la Tabla 8.6 y se puede observar en la Figura 8.8.

Tabla 8.6. Características de la amasadora a utilizar (MB, 2019).

Capacidad harina / masa	280 kg / 420 kg
Capacidad volumen	470 L
Potencia del motor	3,72 kW
Conexión eléctrica	220 V / 60 Hz
Largo	2,2 m
Ancho	1,12 m
Alto	1,46 m
Peso	1325 kg
Marca - Modelo	MB BENEDETTO - 280
Otras características	- Velocidad variable - Material: Acero inoxidable



Figura 8.8. Amasadora MB-280 (MB, 2019).

8.2.7. Divisora volumétrica

Este es el equipo encargado de fraccionar la masa obtenida en el proceso anterior en cortes de 400 gramos. La máquina trabaja cortando la masa mediante el vacío generado por el pistón del cilindro sin presionarla ni dañarla. Para su utilización, todas las superficies se lubrican automáticamente con aceite comestible. Además, su lubricación se realiza de forma automática. El ajuste del peso deseado de cada corte puede realizarse de forma digital o mecánica.

El equipo funciona de forma continua, y se encuentra conectado a través de su cinta a la máquina formadora de bollos.

La divisora volumétrica a utilizar se encuentra detallada en la Tabla 8.7. y puede observarse en la Figura 8.9.

Tabla 8.7. Características de la divisora volumétrica a utilizar (PORLANMAZ, 2019).

Capacidad	1800 cortes/hora
Intervalo de corte de la masa	100 - 600 g
Potencia del motor empleado	1,5 kW
Conexión eléctrica	220 V/60 Hz
Largo	1,78 m
Ancho	0,67 m
Alto	1,52 m
Peso	405 kg
Marca - Modelo	PORLANMAZ - PMVD 2000
Otras características	<ul style="list-style-type: none"> - Material: acero inoxidable - Panel de control digital - Lubricación automática



Figura 8.9. Divisora volumétrica PMVD-2000 (PORLANMAZ, 2019).

8.2.8. Bolladora cónica

Este es el equipo utilizado para la formación de los bollos a partir de los cortes de masa generados en la divisora volumétrica. Esta máquina da forma a la masa gracias a un cono y mangas hechos de aluminio alrededor del cual se mueve en espiral. La masa se redondea progresivamente a medida que se mueve de abajo hacia arriba en los canales fijos.

La bolladora cónica a utilizar se encuentra detallada en la Tabla 8.8 y puede ser observada en la Figura 8.10.

A la salida del equipo habrá un operario encargado de colocar cada bollo formado en las bandejas de un carro panadero (Tabla 8.9 y Figura 8.11). Este será luego ingresado a una cámara de fermentación destinada al descanso de los bollos.

Tabla 8.8. Características de la bolladora cónica a utilizar (PORLANMAZ, 2019).

Capacidad	2000 bollos/hora
Intervalo de peso posible	100 - 600 g
Potencia del motor empleado	1,1 kW
Conexión eléctrica	220 V / 60 Hz
Largo	1,0 m
Ancho	0,915 m
Alto	1,52 m
Peso	210 kg
Marca - Modelo	PORLANMAZ - PMCR 2000
Otras características	<ul style="list-style-type: none"> - Cono recubierto con teflón - Dos canales - Puede trabajar utilizando aire caliente o refrigeración



Figura 8.10. Bolladora Cónica PMCR 2000 (PORLANMAZ, 2019).

Tabla 8.9. Características de carro panadero destinado al transporte de bollos (CARR-MOL, 2018).

Peso del carro	25 kg
Altura del carro	176 cm
Ancho de bandeja	60 cm
Largo de bandeja	80 cm
Número de bandejas	15
Espacio entre bandejas	11,7 cm
Marca	CARR-MOL
Otras características	<ul style="list-style-type: none">- Ruedas de diámetro 125 mm- Parachoques- Acero inoxidable



Figura 8.11. Carro panadero (CARR-MOL, 2018).

8.2.9. Cámara de fermentación para el leudado de la masa

Este equipo es utilizado para el leudado del bollo de masa formado en la boleadora cónica. El mismo ofrece las condiciones de temperatura y humedad adecuadas para permitir el crecimiento de la levadura y el primer leudado de la masa.

Para controlar la higrometría, una sonda mide en todo momento el nivel de humedad ambiente. En función de la temperatura de la cámara y el porcentaje de humedad programado, se pulveriza agua en forma de micro niebla. Esta micro niebla circula por los canales laterales para cubrir todo el volumen del equipo. De esta forma se distribuye uniformemente en el producto y los preserva de la desecación.

Para evitar cualquier desperfecto en la corteza del producto, la ventilación se canaliza y difunde a baja velocidad por los canales laterales. Así, el flujo de aire no entra en contacto directo con los productos, lo que permite una correcta mantención de la piel de la masa.

Considerando que cada lote debe ser de 800 panificados y conociendo su formulación (Tabla 4.10), se puede determinar la capacidad necesaria de la cámara de fermentación.

$$\text{Capacidad cámara} = 800 \frac{\text{unidades}}{\text{lote}} \cdot 0,395 \frac{\text{kg}}{\text{unidad}} = 316 \frac{\text{kg}}{\text{lote}}$$

También se debe tener en cuenta el balance de energía que determina que la inversión de energía térmica en cada batch es de 7.426 kJ. A partir del tiempo que dura cada batch, se puede determinar la potencia necesaria del equipo:

$$\text{Potencia del equipo} = \frac{7.426 \text{ kJ}}{0,5 \text{ horas} \cdot 3600 \frac{\text{segundos}}{\text{hora}}} = 4,12 \text{ kW}$$

Las características de la cámara de fermentación a utilizar se detallan en la Tabla 8.10 y su representación se puede observar en la Figura 8.12.

La cámara de fermentación tiene la capacidad para almacenar cuatro carros panaderos con las dimensiones definidas en la Tabla 8.9. La disposición de los mismos dentro del equipo se muestra en la Figura 8.13.

Según las especificaciones técnicas de la cámara, cada carro se puede cargar con un máximo de 60 kg de bollos de masa.

Tabla 8.10. Características de la cámara de fermentación a utilizar (Argental, 2019).

Capacidad	360 kg masa
Potencia de calentamiento	6 kW
Potencia grupo	1,2 kW
Conexión eléctrica	380 V / 50 Hz
Largo	1,92 m
Ancho	2,52 m
Altura máxima de carros	1,85 m
Altura con grupo	2,63 m
Marca	ARGENTAL
Otras características	<ul style="list-style-type: none"> - Paneles aislados con espuma de poliuretano de una densidad mínima de 40 kg/m³ - Generador de vapor incorporado - Alumbrado interior



Figura 8.12. Representación de cámara de fermentación a utilizar (Hengel, 2018).

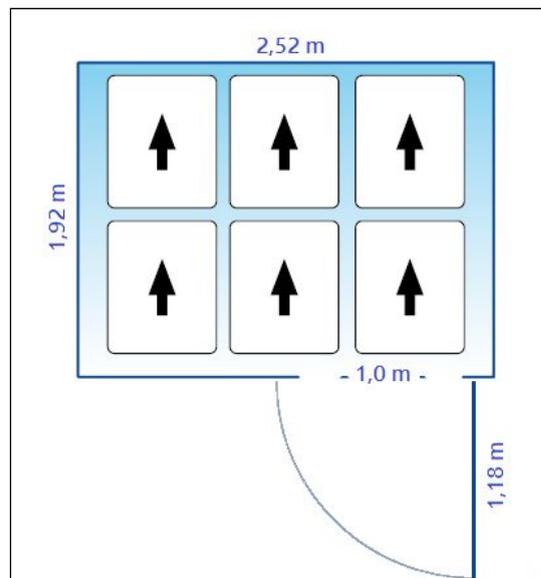


Figura 8.13. Disposición de carros en la cámara de fermentación.

8.2.10. Laminadora

Este equipo se encuentra diseñado para estirar en forma redonda al bollo luego de la etapa de descanso. A su vez, está construido para trabajar de forma continua.

La forma de operación es la siguiente:

- Se transporta el carro panadero hacia la entrada del equipo y de forma manual se descargan los bollos y se colocan en la cinta transportadora del mismo.
- El equipo posee un rodillo de pre-aplastado ubicado en la cinta de entrada. Cuando el bollo es detectado por un sensor, se realiza el enharinado sobre el mismo y luego ingresa al cabezal de laminación formado por 4 rodillos.
- Un sistema de palanca entre el primer y segundo laminado gira el producto en forma automática, generando el disco de masa.
- El equipo de depositado automático detecta el disco y lo coloca dentro de un molde que previamente fue lubricado de forma automática.

Las características técnicas del equipo se detallan en la Tabla 8.11 y el mismo puede observarse en la Figura 8.14.

Tabla 8.11. Características de la laminadora de masa a utilizar (IMEPA, 2017).

Capacidad	1200 bollos/hora
Rango de corte	200/400 g
Potencia del motor utilizado	1,5 kW
Conexión eléctrica	380 V / 50 Hz
Largo	2,5 m
Ancho	0,8 m
Alto	1,6 m
Peso	460 kg
Marca - Modelo	IMEPA - EP 01



Figura 8.14. Laminadora de masa EP 01 (IMEPA, 2017).

8.2.11. Cámara de fermentación para el descanso

En esta segunda cámara de fermentación ocurre el leudado del bollo estirado en el molde. Para llevar a cabo este proceso se utilizará un equipo similar al utilizado en el leudado de la masa, con la diferencia de que las dimensiones interiores deberán ser mayores debido a que el panificado estirado en el molde no permite un aprovechamiento del espacio tan eficiente como en el caso de los bollos.

Para llevar a cabo la fermentación del producto se utilizarán carros panaderos de características distintas a los utilizados en el transporte de los bollos. En este caso, se utilizarán bandejas de mayor tamaño que permitan el acomodamiento de mayor cantidad de

moldes en un menor espacio. Las características de los carros panaderos a utilizar se muestran en la Tabla 8.12.

Las bandejas de 70 cm x 90 cm permiten un acomodamiento de seis moldes en cada una (Figura 8.15). Dado que cada carro tiene 23 bandejas, se puede cargar cada uno con 138 moldes.

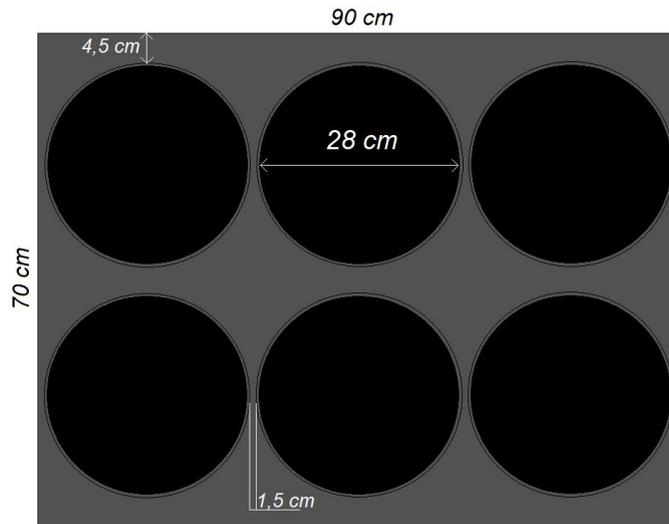


Figura 8.15. Disposición de moldes en cada bandeja.

Para estimar las dimensiones de la cámara de fermentación necesarias se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Carros a utilizar por lote} = \frac{800 \text{ unidades}}{\text{lote}} \cdot \frac{\text{carro}}{138 \text{ unidades}} = 5,79 \frac{\text{carros}}{\text{lote}}$$

Por lo tanto, la cámara de fermentación debe poder almacenar al menos 6 carros de medida 70 x 90 cm. La configuración planteada para los carros dentro del equipo se muestra en la Figura 8.16.

Dado que la inversión de energía en esta etapa es igual a la correspondiente al descanso del panificado, como se detalló en sus respectivos balances de energía, la potencia necesaria del equipo también es de 4,12 kW.

Las características de la cámara de fermentación a utilizar para el descanso del panificado se encuentran detalladas en la Tabla 8.13.

Tabla 8.12. Características de carro panadero para descanso del panificado (CARR-MOL, 2018).

Peso del carro	30 kg
Altura del carro	176 cm
Ancho de bandeja	70 cm
Largo de bandeja	90 cm
Número de bandejas	23
Espacio entre bandejas	8 cm
Marca	CARR-MOL
Otras características	<ul style="list-style-type: none"> - Ruedas de diámetro 125 mm - Parachoques - Acero inoxidable

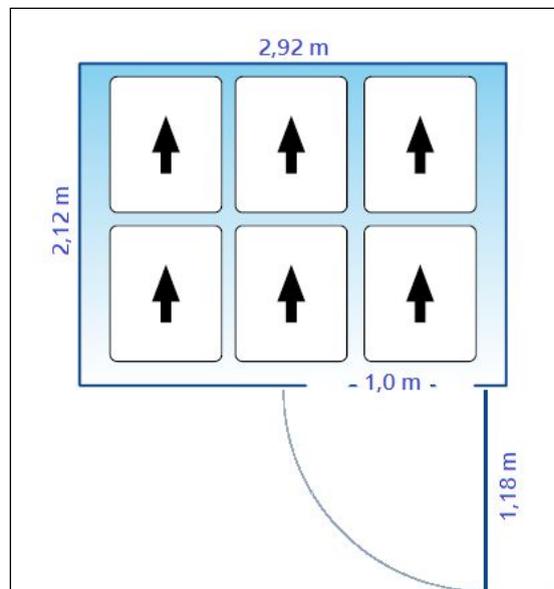


Figura 8.16. Disposición de carros en la cámara de descanso de la masa.

Tabla 8.13. Características de la cámara de fermentación utilizada en el descanso de la masa (ARGENTAL, 2019).

Capacidad	500 kg masa
Potencia de calentamiento	6 kW
Potencia grupo	1,9 kW
Conexión eléctrica	380 V / 50 Hz
Largo	2,12 m
Ancho	2,92 m
Altura máxima de carros	1,85 m
Altura con grupo	2,63 m
Marca - Modelo	ARGENTAL
Otras características	<ul style="list-style-type: none"> - Paneles aislados con espuma de poliuretano de una densidad mínima de 40 Kg/m³. - Generador de vapor incorporado. - Alumbrado interior.

8.2.12. Tanque mezclador de salsa

La tarea de la mezcladora es agitar los ingredientes de la salsa para favorecer la homogeneización de la misma. La capacidad del equipo debe ser suficiente para satisfacer la producción diaria de salsa. Conociendo la formulación del panificado (Tabla 4.10) y el volumen de producción diario se puede determinar la capacidad necesaria del equipo a utilizar:

$$\text{Capacidad del equipo} = N^{\circ} \text{ de lotes} \cdot \frac{N^{\circ} \text{ de panificados}}{\text{lote}} \cdot \frac{\text{peso de salsa}}{\text{panificado}}$$

$$\text{Capacidad del equipo} = 22 \text{ lotes} \cdot \frac{800 \text{ panificados}}{\text{lote}} \cdot \frac{0,051 \text{ kg}}{\text{panificado}} = 898 \text{ kg}$$

Las características del equipo se detallan en la Tabla 8.14 y el mismo se puede observar en la Figura 8.17.

Tabla 8.14. Características del tanque agitador de salsa a utilizar (TIA INOX, 2017).

Capacidad	1000 L
Potencia del motor	1,3 kW
Profundidad	0,68 m
Ancho	0,60 m
Altura	1,23 m
Peso	200 kg
Marca	TIA INOX



Figura 8.17. Representación de tanque agitador de salsa (IBoia, 2017).

8.2.13. Dosificadora

Luego de la etapa del leudado se agrega la salsa de tomate mediante la dosificadora. Este equipo utiliza un sensor fotosensible que detecta la entrada del panificado y permite la adición de salsa sobre el mismo. Además, presenta la ventaja de permitir trabajar con el producto dentro del molde, por lo que se ahorra la complicación que tendría el desmolde de cada unidad.

A la salida del equipo debe haber un operario que se encargue de esparcir la salsa con un pincel o instrumento similar, mientras que otro debe ir colocando los moldes en carros panaderos para su futuro transporte al horno.

Las características del equipo (Figura 8.18) son detalladas en la Tabla 8.15.

Tabla 8.15. Características dosificadora de salsa automática (IMEPA, 2017).

Potencia	1,3 kW
Conexión eléctrica	220 V / 60 hz
Largo	2,5 m
Ancho	0,45 m
Altura	1,1 m
Peso	95 kg
Marca - Modelo	IMEPA - MT01/DT
Otras características	<ul style="list-style-type: none"> - Bomba depositadora de fácil desarme y limpieza. - Autorregulación de volumen de salsa depositado.



Figura 8.18. Dosificadora de salsa MT01/DT (IMEPA, 2017).

8.2.14. Horno de túnel continuo

Sabiendo que deben cocinarse 22 lotes de 800 panificados diariamente (7.849,6 kg) y conociendo tanto el tiempo de funcionamiento del equipo como el requerimiento energético en esta etapa, determinado a partir de los balances de energía, se puede calcular la potencia necesaria del equipo:

$$Potencia\ del\ horno = 7.849,6 \frac{kg}{14\ horas} \cdot \frac{955,65\ kJ}{kg} = 148,8\ kW$$

Debido al gran volumen de producción de la planta, la utilización de un horno convencional no resulta práctico, ya que se necesitaría que éste fuera de un tamaño excesivamente grande para ingresar los carros panaderos con el producto.

Actualmente, los hornos de tipo batch de mayor capacidad pueden operar hasta con un máximo de 64 bandejas (de 40 x 60 cm), es decir, con 128 unidades de panificado a la vez (51,6 kg). Si bien podrían utilizarse tres equipos trabajando en simultáneo, la utilización de equipos batch en el volumen de producción planteado trae aparejada una serie de desventajas en comparación a la utilización de un equipo continuo:

- Pérdidas de calor y tiempo por aperturas del equipo para el ingreso y egreso de los carros panaderos con el producto.
- El precio y los costos mensuales correspondientes a la utilización de tres equipos batch superan a los de un horno continuo de la misma capacidad (Corina, 2016).

A continuación se quiere determinar las dimensiones necesarias del horno a utilizar.

Considerando que en esta etapa el panificado se retira del molde y se acomoda en un frente de 6 unidades en la cinta (Figura 8.19), teniendo una separación entre unidades de 7,4 cm, se puede calcular el ancho necesario de la cinta:

$$\text{Ancho de cinta} = 6 \text{ unidades} \cdot 28 \frac{\text{cm}}{\text{unidad}} + 7 \text{ espacios} \cdot \frac{7,4 \text{ cm}}{\text{espacio}} = 219,8 \text{ cm}$$

Se utilizará una cinta de 2,2 m de ancho. Para la separación en el eje Y de cada panificado, se tomarán 15 cm. Entonces puede calcularse la cantidad de unidades por metro cuadrado de cinta:

$$\frac{\text{Unidades}}{\text{m}^2} = \frac{\text{Número de unidades}}{\text{Largo} \cdot \text{Ancho}} = \frac{12 \text{ unidades}}{0,86 \text{ m} \cdot 2,2 \text{ m}}$$

$$\frac{\text{Unidades}}{\text{m}^2} = 6,34 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2}$$

Para lograr la producción diaria, necesitan cocinarse 1.257 unidades por hora. Teniendo en cuenta que el tiempo de cocción es de 15 minutos, el equipo debe tener la capacidad para procesar 314 unidades a la vez. Entonces, puede calcularse el área necesaria del equipo:

$$\text{Área} = \frac{314 \text{ unidades}}{6,34 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2}} = 49,6 \text{ m}^2$$

Se requiere un horno con un área de 49,6 m². Por lo tanto, conociendo el ancho de la cinta, puede calcularse el largo del equipo:

$$\text{Largo} = \frac{\text{Área}}{\text{Ancho}} = \frac{49,6 \text{ m}^2}{2,2 \text{ m}} = 22,54 \text{ m}$$

Entonces, para lograr cumplir con el tiempo de cocción y el volumen de producción, el largo del horno debe ser de 23 metros.

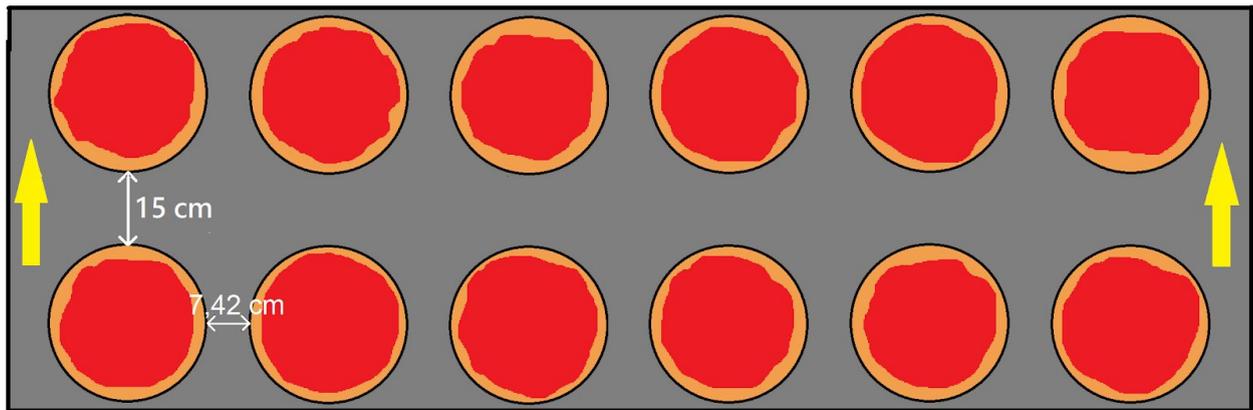


Figura 8.19. Posición de los panificados en la cinta del horno.

Teniendo en cuenta lo analizado anteriormente, se toma la decisión de utilizar un horno de túnel continuo cuyas características se muestran en la Tabla 8.16 y puede observarse su representación en la Figura 8.20.

Tabla 8.16. Características del horno de túnel continuo (BAKENATI, 2018).

Capacidad	1200 unidades/hora
Potencia	150 kW
Conexión eléctrica	380 V/50 Hz
Largo	23 m
Ancho	2,2 m
Altura	1,6 m
Peso	1000 kg
Marca - Modelo	BAKENATI - BND108
Otras características	<ul style="list-style-type: none"> - Certifica ISO 9001 - Material: acero inoxidable.

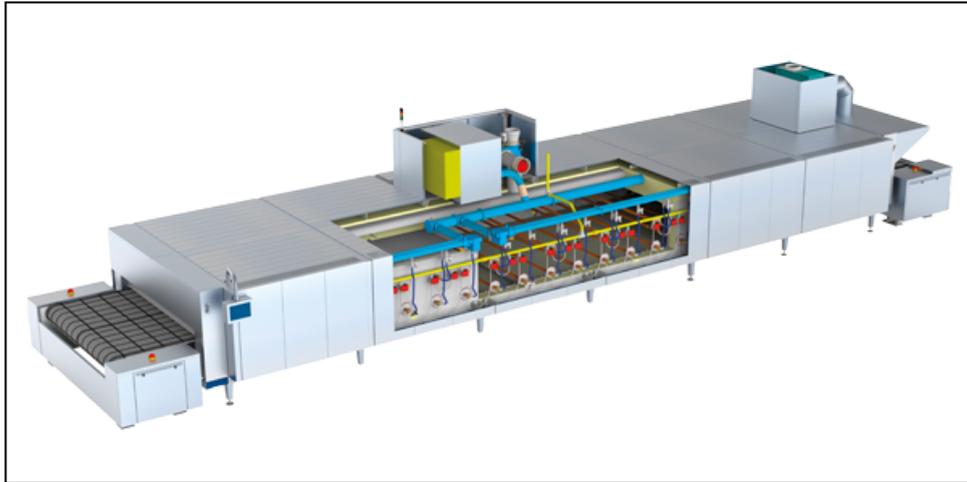


Figura 8.20. Representación del horno de túnel continuo (AMF, 2016).

8.2.15. Túnel de enfriamiento

En el túnel de enfriamiento, se busca que la temperatura del centro del panificado disminuya hasta los 25°C. En el Anexo IV se explican las aproximaciones tenidas en cuenta y se muestra el perfil de temperaturas obtenido y el cálculo del tiempo de refrigeración, que toma un valor de 8 minutos.

A continuación se detalla el cálculo para la determinación de las dimensiones del túnel:

Para el cálculo del ancho de la cinta se considera que los panificados se acomodan en un frente de tres unidades.

$$\text{Ancho de cinta} = 3 \text{ unidades} \cdot 28 \frac{\text{cm}}{\text{unidad}} + 4 \text{ espacios} \cdot \frac{7,4 \text{ cm}}{\text{espacio}} = 113,6 \text{ cm}$$

Para la separación en el eje Y de cada panificado, se tomarán 15 cm. Entonces puede calcularse la cantidad de unidades por metro cuadrado de cinta:

$$\frac{\text{Unidades}}{\text{m}^2} = \frac{\text{Número de unidades}}{\text{Largo} \cdot \text{Ancho}} = \frac{3 \text{ unidades}}{1,136 \text{ m} \cdot 0,43 \text{ m}}$$

$$\frac{\text{Unidades}}{\text{m}^2} = 6,14 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2}$$

Para lograr la producción diaria, necesitan refrigerarse 1.257 unidades por hora. Teniendo en cuenta que el tiempo de refrigeración es de 8 minutos, el equipo debe tener la capacidad para procesar 168 unidades a la vez. Entonces, puede calcularse el área necesaria del equipo:

$$\text{Área} = \frac{168 \text{ unidades}}{6,34 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2}} = 26,5 \text{ m}^2$$

Se requiere un horno con un área de 26,5 m². Por lo tanto, conociendo el ancho de la cinta, puede calcularse el largo del equipo:

$$\text{Largo} = \frac{\text{Área}}{\text{Ancho}} = \frac{26,5 \text{ m}^2}{1,136 \text{ m}} = 23,32 \text{ m}$$

El túnel debe tener un largo de 24 m.

Las características del túnel a utilizar se detallan en la Tabla 8.17 y se pueden observar en la Figura 8.21.

Tabla 8.17. Características túnel de enfriamiento a utilizar (AMC, 2019).

Velocidad de cinta	1-15 m/min
Potencia	35 kW
Conexión eléctrica	380 V/50 Hz
T _{aire}	10°C
Velocidad del aire	10 m/s
Largo	24 m
Ancho	1,15 m
Altura	1 m
Marca - Modelo	AMC - AMCCT
Material	Acero inoxidable



Figura 8.21. Túnel de enfriamiento AMCCT (AMC, 2019).

8.2.16. Giro-freezer

Para la congelación del producto luego de la cocción se utilizará un giro-freezer. Este equipo permite alcanzar temperaturas de -18°C y a la vez permite un mayor aprovechamiento del espacio.

Utilizando un ancho de cinta de 0,65 m se podrán colocar los panificados en un frente de dos unidades con un espaciado de 10 cm en el eje vertical (Figura 8.22.). De esta forma se podrán colocar $8,1 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2}$.

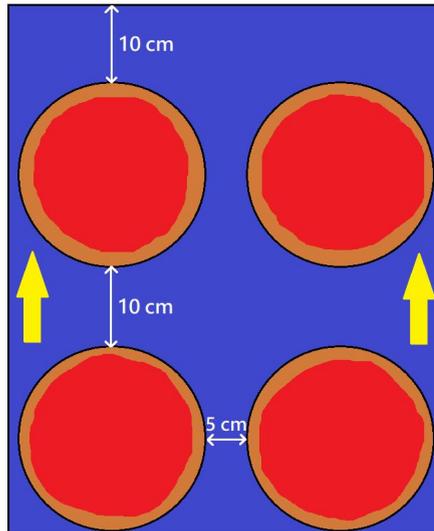


Figura 8.22. Posición del panificado en la cinta del giro-freezer.

Para lograr la producción de 1.257 panificados por hora, teniendo en cuenta que el tiempo de congelación es de 17 minutos (Anexo IV), el equipo debe tener la capacidad para procesar 357 unidades a la vez. Entonces, su área en metros cuadrados puede calcularse:

$$\text{Área} = \frac{357 \text{ unidades}}{8,1 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2}} = 44 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, conociendo el ancho de la cinta, puede calcularse el largo necesario de la misma:

$$\text{Largo} = \frac{\text{Área}}{\text{Ancho}} = \frac{44 \text{ m}^2}{0,65 \text{ m}} = 68 \text{ m}$$

El largo de la cinta del equipo debe ser de 68 metros.

Utilizando un equipo con un diámetro (D) de 3 metros en cada espiral, se puede obtener el número de vueltas necesarias en el equipo:

$$\text{Largo} = \pi \cdot D \cdot N_{\text{vueltas}}$$

$$N_{\text{vueltas}} = \frac{\text{Largo}}{\pi \cdot D} = 7,2 \text{ vueltas}$$

Entonces, se utilizará un equipo con un espiral de 8 vueltas.

Las características del equipo a utilizar se muestran en la Tabla 8.18 y puede observarse su representación en la Figura 8.23.

Tabla 8.18. Características del giro-freezer a utilizar (Albace, 2019).

T aire enfriamiento	-30°C
Potencia	55 kW
Conexión eléctrica	380 V/50 Hz
Largo	8,6 m
Ancho	5,9 m
Altura	4,27 m
Ancho de cinta	0,65 m
Diámetro del espiral	3 m
Número de vueltas	8
Marca	Albace
Otras características	Certifica ISO 9001

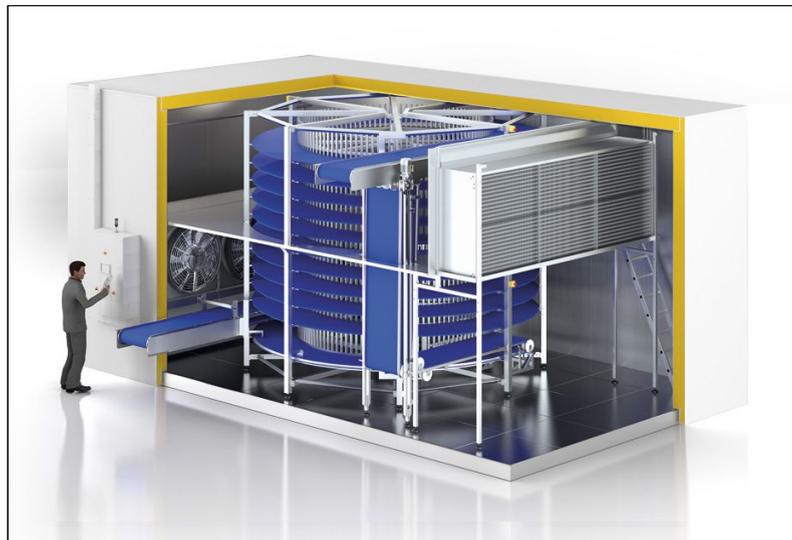


Figura 8.23. Representación de giro-freezer.

8.2.17. Envasadora

Este equipo se ubica a la salida del giro-freezer. El producto es transportado hacia la envasadora, que de forma automática ingresa una unidad de panificado en cada bolsa de polietileno de baja densidad (PEBD) y realiza el respectivo termosellado. A la salida del equipo, un operario recibe las bolsas y las coloca de a grupos de diez en una caja de cartón, que constituye el envase secundario del producto.

Las características de la envasadora (Figura 8.24) se detallan en la Tabla 8.19.

Tabla 8.19. Características de envasadora (Brunetti, 2018).

Capacidad máxima	230 bolsas/minuto
Potencia	2,6 kW
Conexión eléctrica	220 V/60 Hz
Largo	3,77 m
Ancho	0,72 m
Altura	1,45 m
Ancho de bolsa	3 a 39 cm
Largo de bolsa	4,5 a 65 cm
Marca - Modelo	Brunetti-ALD600D
Otras características	<ul style="list-style-type: none"> - Material del equipo: acero inoxidable - Materiales de envasado: películas de plástico, papel o aluminio.



Figura 8.24. Envasadora automática ALD600D (Brunetti, 2018).

8.2.18. Cámara de almacenamiento para producto congelado

Para el almacenamiento del producto terminado, se utilizará la cámara frigorífica detallada en la Tabla 8.20 y representada en la Figura 8.2. A su vez, el diseño de la misma se encuentra detallado en la Sección 8.3.3.

Tabla 8.20. Características de la cámara de almacenamiento para producto congelado.

Potencia frigorífica	4,5 kW
Conexión eléctrica	380 V/50 hz
Capacidad	25 toneladas de producto/5280 cajas de producto envasado
Frente	10,2 m
Profundidad	12,3 m
Altura	3 m
Altura de la puerta	2 m
Temperatura	-30°C
Otras características	Iluminación con lámparas halógenas termoresistentes

8.3. DISEÑO DE CÁMARAS FRIGORÍFICAS

Se entiende por cámara frigorífica al local construido con material aislante térmico, destinado a la conservación por medio del frío de productos perecederos (SENASA, 2018). En ella se puede guardar una mercancía para mantenerla a una temperatura generalmente baja, incluso por debajo de 0°C. El proceso que se lleva a cabo dentro de la cámara es esencialmente la extracción del calor del producto y del ambiente, mediante un sistema de refrigeración.

En el Capítulo V del decreto 4238 correspondiente al “Reglamento de inspección de productos y subproductos derivados de origen animal” (SENASA, 1968) se describen requisitos de construcción e higiénico-sanitarios que deben cumplir las cámaras frigoríficas:

- El piso estará construido con material impermeable, antideslizante y no atacable por los ácidos grasos. Los ángulos de encuentro con las paredes y columnas serán redondeados y el piso se hallará al mismo nivel o superior de los pisos exteriores.
- Las paredes de las cámaras frigoríficas en su cara interior, estarán recubiertas con materiales de fácil limpieza, lisos, impermeables, resistentes a la corrosión y de colores claros; todos los ángulos serán redondeados y las juntas de materiales impermeables. Todos los materiales deben contar con la aprobación del SENASA.
- El techo debe ser de construcción similar al de las paredes. El cielo raso deberá ser de material impermeable e incombustible y de fácil limpieza.
- Cualquier material aislante térmico que se utilice deberá ser colocado en forma tal, que permita el cumplimiento de lo especificado para paredes y techos y no tener contacto con el ambiente interno o externo de la cámara frigorífica.
- Todas las cámaras deberán estar provistas de iluminación artificial, con llave de encendido dentro y fuera de las cámaras. Su capacidad lumínica será de 40 a 60 unidades luz.

- La ventilación de las cámaras frigoríficas y la renovación del aire será tal que evite la alteración de la mercadería almacenada.
- Las cámaras frigoríficas deberán poseer un sistema de alarma que se accione desde el interior, para seguridad del personal.

El diseño de una cámara de frío incluye la determinación de las dimensiones, materiales a utilizar y potencia frigorífica y depende de la carga térmica total de trabajo.

La carga térmica total es una medida del calor que ingresa al equipo y que debe ser retirado para mantener al producto almacenado a la temperatura necesaria para su correcta conservación. La misma se obtiene a partir de la suma de las cargas térmicas independientes que se detallan a continuación (Fernandez, 2004):

1. **Carga del producto:** se debe considerar que en la mayoría de los casos el alimento a almacenar se encuentra a una temperatura mayor a la de la cámara de frío. En estos casos, se debe lograr una disminución de la temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente dentro de la cámara.
2. **Carga por pérdida de calor a través de paredes, techo y piso:** debido a la diferencia de temperatura entre el interior de la cámara y el ambiente fuera de la misma, ocurrirá una transferencia de calor desde afuera hacia adentro. La velocidad con la que ingrese el calor dependerá de la resistencia al flujo impuesta los materiales de construcción y el espesor de los mismos.
3. **Carga por calor de respiración:** esta carga es analizada en el caso del almacenamiento de frutas o verduras. La respiración de estos alimentos produce la liberación de energía en forma de calor y por lo tanto se debe tener en cuenta a la hora de calcular la carga térmica total.
4. **Carga por calor de infiltración:** esta carga tiene en cuenta el calor de entrada debido a las aperturas diarias de la puerta, por lo que dependerá de las dimensiones de la misma, la cantidad de aperturas y el tiempo que permanece abierta en cada una. Además se debe tener en cuenta la entrada de calor a través de la rendija inferior de la misma.
5. **Carga por ocupación:** tiene en cuenta el calor liberado por el personal dentro de la cámara. El personal de limpieza, carga y descarga de mercadería, y el encargado del control de la misma liberan calor al ambiente y esto debe tenerse en cuenta para no subdimensionar el equipo. Este valor depende de la cantidad de personas que ingresen a la cámara y el tiempo que permanezcan en ella.
6. **Carga por motores e iluminación:** tiene en cuenta el calor liberado por el funcionamiento de las luces dentro de la cámara y el equipo de frío. Para lograr retirar calor de un sistema es necesario utilizar equipos como evaporadores, ventiladores y compresores. Estos equipos liberan calor al medio que también será necesario retirar. Por lo tanto, esta carga dependerá de la cantidad de luces y motores, la potencia de trabajo de cada uno y el tiempo que permanezcan encendidos.

La suma de cada carga térmica individual equivale a la carga térmica total en el equipo. Las cargas térmicas suelen expresarse en unidades de W, que es una medida del flujo de la energía térmica por unidad de tiempo. A partir de la obtención de la carga térmica total del equipo, se selecciona el equipamiento que es necesario utilizar en la cámara para retirar esta cantidad de calor.

8.3.1. Cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado.

En la Sección 7.3. se calculó el volumen de filete de merluza a utilizar diariamente en la planta, que resultó de 3.460 kg diarios. Este ingrediente debe ser almacenado a bajas temperaturas para su conservación hasta el momento de su utilización. Es por esto que la cámara mantendrá una temperatura interior de 0°C.

El tiempo de residencia del filete de merluza en la cámara es de dos días como máximo a los fines de mantener sus condiciones de frescura. Entonces, se debe diseñar una cámara frigorífica con la siguiente capacidad:

$$\text{Capacidad de la cámara frigorífica} = 3.460 \frac{\text{kg de filete}}{\text{día}} \cdot 2 \text{ días} = 6.920 \text{ kg de pescado}$$

La cámara frigorífica debe tener una capacidad de 6.920 kg de pescado.

Características constructivas de la cámara

Se considera que el proveedor enviará el pescado en cajones con hielo apilables del tipo detallado en la Tabla 8.21 y que puede observarse en la Figura 8.25.

Tabla 8.21. Características de los cajones utilizados para almacenar el pescado

Material	Plástico
Largo	66 cm
Ancho	44 cm
Alto	21 cm
Peso máximo de pescado admisible	30 kg



Figura 8.25. Cajones utilizados para almacenar el pescado

Dado que cada cajón contiene 30 kg de pescado, la cámara debe tener la capacidad suficiente para poder almacenar 231 cajones. Considerando las dimensiones de cada cajón, se puede obtener el volumen total ocupado por los mismos, que resulta de 14,1 m³. Se eligió apilarlos de forma tal que cada columna sea de 7 cajones, es decir, de 147 cm de alto.

Se tendrá en cuenta un sobredimensionamiento del espacio dentro del equipo a fin de permitir un correcto espaciado entre la carga con el objetivo de evitar estratificaciones del aire y permitir que la refrigeración sea adecuada. Además, se debe tener en cuenta el espacio necesario para la entrada de operarios en el ingreso o retiro de cajones. La Figura 8.26 muestra la configuración dentro de la cámara y en la Tabla 8.22 se especifican las medidas de la misma.

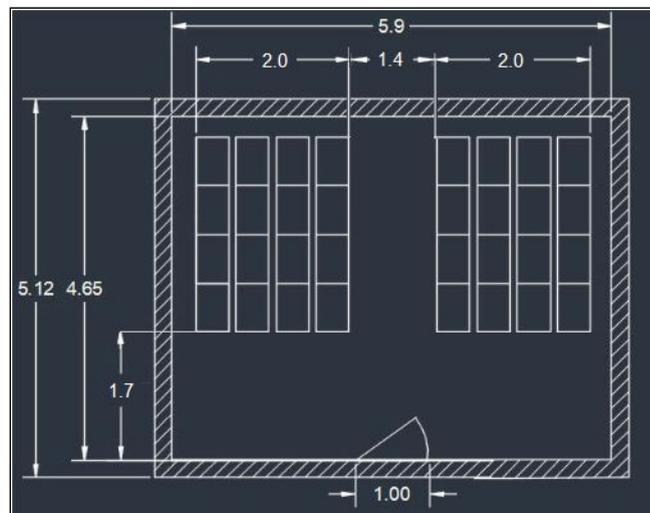


Figura 8.26. Configuración de la cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado [m].

Tabla 8.22. Dimensiones de la cámara de almacenamiento para pescado crudo refrigerado.

Medidas interiores (m)	Largo	4,65
	Ancho	5,9
	Alto	2,7
Espesores (m)	De pared	0,235
	De techo	0,102
	De piso	0,235
Puerta (m)	Alto	2,2
	Ancho	1

Material de construcción

Para la construcción de las cámaras frigoríficas se busca que la estructura sea lo suficientemente fuerte y a su vez, que dificulte la entrada de calor al equipo. Para esto se utilizarán paneles aislantes de poliuretano inyectado con un espesor de 235 mm. Este arreglo permite un coeficiente de transmisión térmica media (U) igual a 0,23 W/m²°C.

Cálculo de cargas térmicas

1. Carga por temperatura inicial del producto.

Esta carga simboliza el calor que se debe retirar del filete para llevarlo a la temperatura deseada dentro de la cámara (0°C). Se considera que la materia prima ingresa a planta condiciones de refrigeración, por lo que se puede asumir que inicialmente se encuentra a 4°C.

A partir del balance de energía para esta etapa realizado en la Sección 6.2.1, se determina que la carga por producto diaria es de 1.211 W.

2. Carga por transmisión (paredes, techo y piso).

Para la obtención del valor de esta carga térmica, se debe utilizar la ecuación general de transferencia de calor:

$$Q = U \cdot A \cdot (T_a - T_c) \text{ (Ecuación 8.1)}$$

Donde

U : coeficiente de transmisión térmica

A : área perpendicular al flujo de calor

T_a : temperatura ambiente

T_c : temperatura de la cámara

Se tomará a la temperatura ambiente exterior como 25°C y se considerará a la temperatura del suelo como 20°C (Lardone, 2012).

Utilizando estos valores en la Ecuación 8.1, se obtiene que la velocidad de entrada del calor por transmisión es 476 W.

3. Carga por infiltración

Esta carga tiene en cuenta la entrada de calor debida a las aperturas de la puerta y filtraciones de aire en los espacios correspondientes al suelo y marcos. La carga puede calcularse mediante el uso de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{infiltración}} = Dt \cdot Df \cdot q \cdot (1 - E) \text{ (Ecuación 8.2)}$$

Donde

q = Carga por flujo establecido

Dt = Factor de tiempo de puerta abierta

Df = Factor de flujo de puerta

E = Efectividad de cierre de puerta

$$Dt = \frac{P \cdot (t_{ap} + t_{ab})}{t_c} \text{ (Ecuación 8.3)}$$

Donde

P = número de aperturas de la puerta de la cámara en el tiempo considerado

t_{ap} = tiempo que tarda la puerta en abrirse

t_{ab} = tiempo que permanece abierta

t_c = tiempo considerado

Se tomarán los siguientes valores:

$$P = 10 ; t_{ap} = 3 \text{ seg} ; t_{ab} = 300 \text{ seg} ; t_c = 24 \text{ hs} = 86400 \text{ seg} \Rightarrow Dt = 0,035$$

Df se toma igual a 1 ya que se considera flujo sin obstruir.

$$q = A \cdot (H_i - H_r) \cdot \rho_r \cdot \left(1 - \frac{\rho_i}{\rho_r}\right)^{0,5} \cdot (g \cdot H)^{0,5} \cdot F_m \text{ (Ecuación 8.4)}$$

Donde

A = área de la puerta

H_i = entalpía del aire de infiltración

H_r = entalpía del aire refrigerado

ρ_i = densidad del aire de infiltración

ρ_r = densidad del aire refrigerado

g = aceleración de la gravedad

H = altura de la puerta

F_m = factor de densidad

$$F_m = \left(\frac{2}{1 + \left(\frac{\rho_i}{\rho_r}\right)^{1/3}}\right)^{1,5} \text{ (Ecuación 8.5)}$$

Se tomarán los siguientes valores:

$$A = 2 \text{ m}^2 ; H_i = 67,99 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} ; H_r = 7,315 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} ; \rho_i = 1,17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} ; \rho_r = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2} ; H = 2 \text{ m} ; \Rightarrow F_m = 1,025 \Rightarrow q = 1.384,7 \text{ W}$$

Los valores para el aire fueron obtenidos a partir del diagrama psicrométrico considerando que su humedad es constante e igual al 80% en la ciudad de mar del plata.

E es el factor de efectividad de cierre de la puerta y tiene en cuenta el intercambio de aire entre la cámara de almacenamiento y su exterior cuando la puerta se encuentra completamente cerrada. Suele tomar valores entre 0,7 y 0,95, por lo tanto se eligió el promedio entre estos límites:

$$E = 0,825$$

La velocidad de entrada del calor por infiltración es 8,48 W.

4. Carga por iluminación

Esta carga representa al calor liberado por los equipos de iluminación necesarios en la cámara. La iluminación recomendada es de aproximadamente 200 lux para cámaras frigoríficas (Renedo, 2016) utilizando lámparas halógenas (Austin, 2017). La potencia de iluminación requerida es de aproximadamente 0,93 W/m². Teniendo en cuenta que la superficie de la cámara es de 27,5 m²:

$$\text{Potencia de iluminación necesaria} = 0,93 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 27,5 \text{ m}^2 = 25,6 \text{ W}$$

La carga térmica diaria debida a la iluminación es 25,6 W.

5. Carga por ocupación

Esta carga térmica tiene en cuenta el calor liberado por el personal dentro del equipo cuando ingresa por tareas de carga y descarga de mercadería, así como para el control de la misma. Al encontrarse en un ambiente de menor temperatura que la temperatura corporal (37°C), cada persona liberará calor al medio. Es decir, que el calor liberado es una función de la temperatura en la cámara, la cantidad de personas que entren a ella y el tiempo de residencia en el equipo.

$$\text{Energía diaria liberada por personal} = q_{\text{ocupante}} \cdot \Sigma (t_d \cdot n_{\text{ocupantes}}) \text{ (Ecuación 8.6)}$$

Donde

q_{ocupante} = calor liberado f(T)

t_d = tiempo de residencia de cada grupo de ocupantes en el equipo

$n_{\text{ocupantes}}$ = número de ocupantes para cada tarea

En la Tabla 8.23 se detallan los valores de tiempo de residencia y número de ocupantes previstos para el equipo.

Tabla 8.23. Tiempo de residencia del personal en la cámara de almacenamiento para pescado refrigerado.

$n_{\text{ocupantes}}$	$t_{\text{residencia}}$ (minutos)	Cantidad de veces que se repite la tarea por día
5	5	10
1	90	4

A partir de la tabla anterior, y considerando que el dato de q_{liberado} a una temperatura ambiente de 0°C es de 278,41 W (Heldman, 1992) se puede obtener el valor de esta carga.

$$\text{Carga diaria por ocupación} = 1.179 \text{ W}$$

La carga térmica diaria por ocupación es de 1.179 W.

6. Carga por motores

Para la carga térmica debida a la liberación de calor por parte de los motores empleados en el sistema de refrigeración se realizará la aproximación de que este valor es equivalente al 10% de la carga térmica total. El subtotal corresponde a la suma del resto de las cargas térmicas del sistema:

$$0,1 \cdot \text{carga total} + \text{subtotal} = \text{carga total}$$

$$0,1 \cdot \text{carga total} + 2.900 \text{ W} = \text{carga total}$$

$$carga\ total = 3.222\ W$$

La carga térmica diaria correspondiente a los motores es de 322 W.

7. Carga total

La carga térmica total en la cámara de almacenamiento para pescado crudo refrigerado es de 3.222 W. A su vez, se debe considerar un factor de seguridad del 10% a fines de asegurar que el sistema de refrigeración implementado sea capaz de retirar el calor que ingresa a la cámara diariamente (ASHRAE, 1998). Por lo tanto, la carga térmica total es de 3.554 W. Es decir que en la cámara de almacenamiento para pescado crudo refrigerado se requiere un equipo frigorífico con una potencia de 3,6 kW.

En la Figura 8.27 se muestra la distribución de cargas térmicas en el sistema.

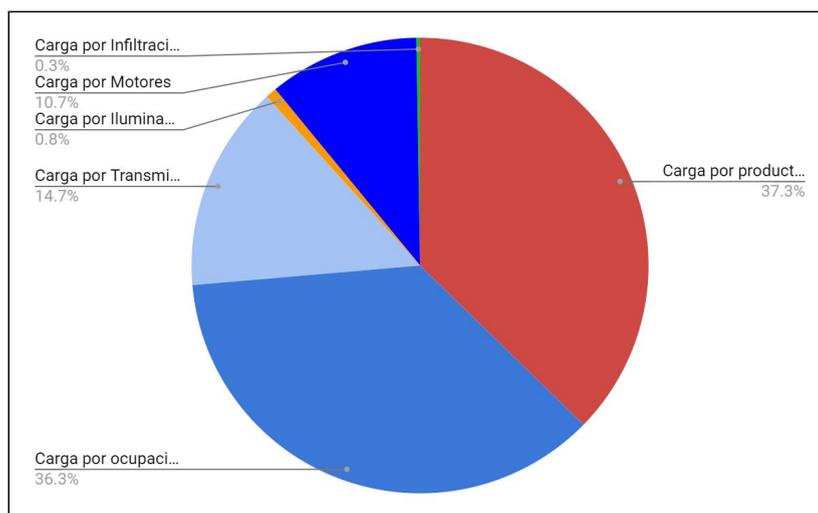


Figura 8.27. Distribución de cargas térmicas en el sistema.

8.3.2. Cámara de almacenamiento para filete cocido refrigerado.

La implementación de esta cámara tiene como objetivo el almacenamiento a temperaturas de refrigeración del filete de merluza oreado precocido.

El análisis a realizar es análogo al del cálculo de cargas térmicas para el caso de la cámara destinada al almacenamiento de filete crudo. La diferencia principal radica en que se estima que el funcionamiento de esta cámara será de 12 horas debido a que solo funcionará cuando se encuentre cargada de materia prima.

En este caso, la capacidad de almacenamiento deberá ser de 2.650 kg. Este valor es el resultado de tener en cuenta la cantidad de filete necesaria para la producción diaria (3.500 kg) y el rendimiento de la etapa de pre-cocción (75,7%). Asimismo, el producto será almacenado a temperatura de refrigeración (0°C).

El pescado ingresará a la cámara mediante la utilización de los carros transporte de la Figura 8.4, cuyas medidas se detallan al final de la Tabla 8.2. Cada carro cargará con 130 kg de filete precocido, entonces, la cámara deberá poder almacenar 20 carros.

En la Figura 8.28 se muestra la configuración de la cámara de almacenamiento para pescado precocido y en la Tabla 8.24 se especifican las dimensiones de la misma.

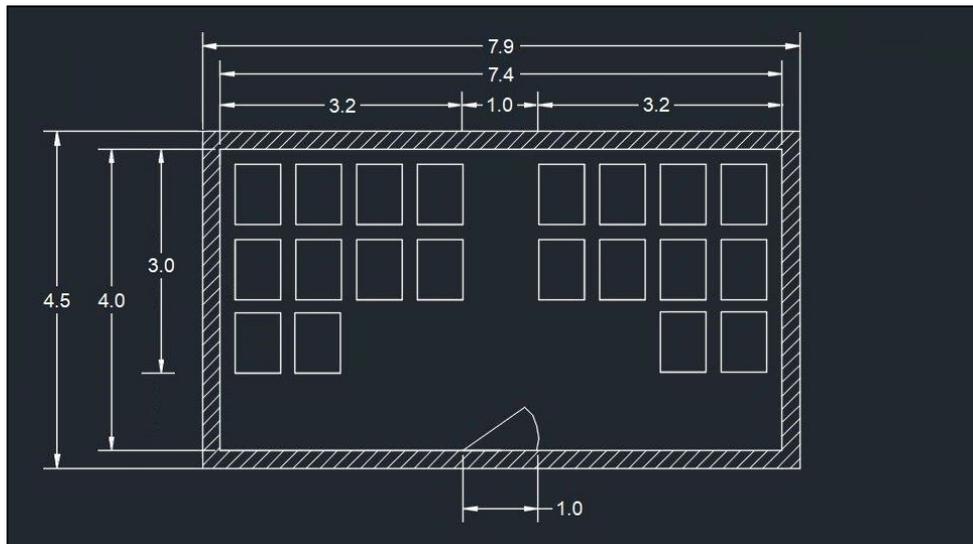


Figura 8.28. Configuración de la cámara de almacenamiento para pescado cocido refrigerado [m].

Tabla 8.24. Dimensiones de la cámara de almacenamiento para pescado cocido refrigerado.

Medidas interiores (m)	Largo	4,0
	Ancho	7,4
	Alto	3,0
Espesores (m)	De pared	0,235
	De techo	0,102
	De piso	0,235
Puerta (m)	Alto	2,0
	Ancho	1,0

Materiales de construcción

Se utilizarán los mismos materiales de construcción y espesor que en el caso de la cámara de almacenamiento para pescado crudo refrigerado. Por lo tanto se considerará un coeficiente de transmisión térmica media (U) igual a $0,23 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

Cálculo de cargas térmicas

1. Carga por producto

Se quiere llevar al filete de pescado desde la temperatura final de oreado ($41,2\text{°C}$) hasta la temperatura de refrigeración (0°C). A partir del balance de energía para esta etapa realizado en la Sección 6.2.4, se determina que la carga por producto diaria es de 892 W.

2. Carga por transmisión (paredes, techo y piso)

Para la obtención de esta carga se utilizará la Ecuación 8.1. A partir de las medidas de la cámara de almacenamiento para pescado cocido refrigerado (Tabla 8.24) se puede determinar la carga por transmisión.

La carga térmica por transmisión diaria es de 688 W.

3. Carga por infiltración

Para el cálculo de la misma se puede tener en cuenta que la cámara de frío se carga cada 20 minutos, es decir, a medida que finaliza la etapa de oreado de cada lote. Teniendo en cuenta esto, se tomarán los siguientes valores:

$$P = 20 ; \quad t_{ap} = 5 \text{ seg} ; \quad t_{ab} = 60 \text{ seg} ; \quad t_c = 12 \text{ hs} = 43200 \text{ seg}$$

Df se toma igual a 1 ya que se considera flujo sin obstruir

$$A = 2 \text{ m}^2; \quad H_i = 67,99 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \quad H_r = 7,315 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \quad \rho_i = 1,17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \quad \rho_r = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}; \quad H = 2,8 \text{ m}; \quad E = 0,825$$

La carga térmica diaria por infiltración es de 7,3 W.

4. Carga por iluminación

Se utilizará la misma potencia de alumbrado por unidad de área y también el mismo se realizará mediante lámparas halógenas como en el caso de la cámara de almacenamiento para pescado crudo refrigerado:

$$\text{Potencia de iluminación necesaria} = 0,93 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 29,6 \text{ m}^2 = 27,53 \text{ W}$$

La carga térmica diaria debida a la iluminación es 27,5 W.

5. Carga por ocupación

Para el cálculo de esta carga se utilizará la Ecuación 8.6. En la Tabla 8.25 se detallan los valores de tiempo de residencia y número de ocupantes previstos para el equipo.

Tabla 8.25. Tiempo de residencia del personal en la cámara de almacenamiento para pescado cocido refrigerado.

$n_{\text{ocupantes}}$	$t_{\text{residencia}}$ (minutos)	Cantidad de veces que se repite la tarea por día
2	1	20
1	60	2

Considerando que el dato de q_{liberado} a 0°C es de 278,41 W (Heldman,1992) se puede obtener el valor de energía liberada.

La carga térmica diaria por ocupación es de 62 W.

6. Carga por motores

Para la carga térmica debida a la liberación de calor por parte de los motores empleados en el sistema de refrigeración se realizará la aproximación de que este valor es

equivalente al 10% de la carga térmica total. El subtotal corresponde a la suma del resto de las cargas térmicas del sistema:

$$0,1 \text{ carga total} + \text{subtotal} = \text{carga total}$$

$$0,1 \text{ carga total} + 1.677 \text{ W} = \text{carga total}$$

$$\text{Carga total} = 1.863 \text{ W}$$

La carga térmica diaria correspondiente a los motores es de 186 W.

7. Carga total

La carga térmica total en la cámara de almacenamiento para pescado cocido refrigerado es de 1.863 W. En este caso, también se debe considerar un factor de seguridad del 10% a fines de asegurar que el sistema de refrigeración implementado sea capaz de retirar el calor que ingresa a la cámara diariamente. Por lo tanto, la carga térmica total es de 2.049 W. Es decir que, en la cámara de frío se requiere una potencia frigorífica de 2,1 kW.

En la Figura 8.29 se muestra la distribución de cargas en el sistema.

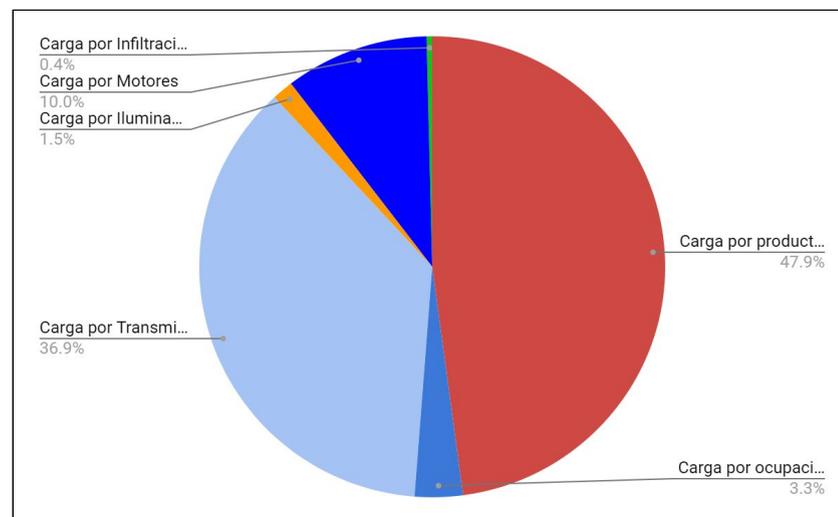


Figura 8.29. Distribución de cargas térmicas en el sistema.

8.3.3. Cámara de almacenamiento para producto congelado

En este caso, se diseñará una cámara frigorífica con una capacidad de almacenamiento que permita conservar la producción de tres días, es decir, 52.800 unidades. Asimismo, el producto será almacenado en congelación. Por lo tanto la temperatura de la misma será de -30°C .

Se deben tener en cuenta las dimensiones del envase secundario (Tabla 4.14) para determinar el volumen ocupado por el producto almacenado. Dado que cada caja tiene una capacidad para 10 unidades de panificado, el volumen necesario dentro de la cámara es de $71,28 \text{ m}^3$.

Las cajas se apilarán en columnas de 10 unidades, alcanzando una altura de 1,5 m.

Se tendrá en cuenta un sobredimensionamiento del volumen ocupado por las cajas a fines de permitir un correcto espaciado entre las mismas y así evitar estratificaciones del aire. Además, se debe tener en cuenta el espacio necesario para la entrada de operarios para el

ingreso o retiro del producto. La Figura 8.30 muestra la configuración dentro de la cámara y en la Tabla 8.26 se especifican las medidas de la misma.

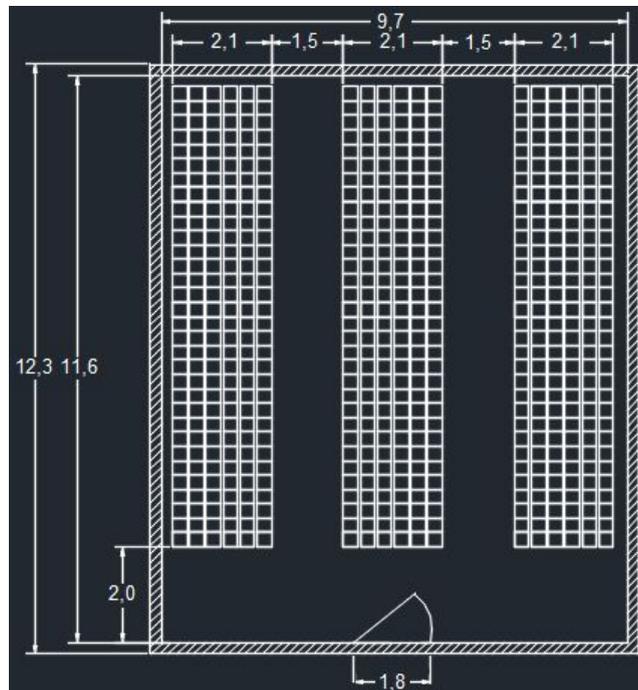


Figura 8.30. Configuración de la cámara de almacenamiento para el producto congelado[m].

Tabla 8.26. Dimensiones de la cámara de almacenamiento para el producto congelado.

Medidas interiores (m)	Largo	11,6
	Ancho	9,7
	Alto	3
Espesores (m)	De pared	0,235
	De techo	0,102
	De piso	0,235
Puerta (m)	Alto	2,8
	Ancho	1,8

Materiales de construcción

Se utilizarán los mismos materiales de construcción y espesor que en el caso de las cámaras de frío para almacenamiento del pescado refrigerado. Por lo tanto se considerará un coeficiente de transmisión térmica media (U) igual a $0,23 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

Cálculo de cargas térmicas

1. Carga por producto

Considerando que la congelación del producto se realiza antes de su ingreso a la cámara, puede despreciarse el cálculo de esta carga.

2. Carga por transmisión

Para la obtención de esta carga se utilizará la Ecuación 8.1. A partir de las medidas de la cámara de almacenamiento para el producto congelado (Tabla 8.26) se puede determinar la carga por transmisión.

La carga térmica por transmisión diaria es de 3.310 W.

3. Carga por infiltración

Para el cálculo de la misma se puede tener en cuenta que la cámara de frío se carga cada 30 minutos a fines de evitar que el producto permanezca a temperatura ambiente durante un tiempo excesivo y, al mismo tiempo, no perjudicar las condiciones de almacenamiento del producto abriendo continuamente la puerta del equipo.

Teniendo en cuenta esto, se tomarán los siguientes valores:

$$P = 32 ; t_{ap} = 5 \text{ seg} ; t_{ab} = 300 \text{ seg} ; t_c = 24 \text{ hs} = 86400 \text{ seg}$$

Df se toma igual a 1 ya que se considera flujo sin obstruir.

$$A = 5.04 \text{ m}^2 ; H_i = 67,99 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} ; H_r = 7,315 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} ; \rho_i = 1,17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} ; \rho_r = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2} ; H = 2,8 \text{ m} ; E = 0,825$$

La carga térmica diaria por infiltración es de 27 W.

4. Carga por iluminación

Se utilizará la misma potencia de alumbrado por unidad de área y también el mismo se realizará mediante lámparas halógenas como en el caso de la cámara para almacenamiento de pescado refrigerado:

$$\text{Potencia de iluminación necesaria} = 0,93 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 112,5 \text{ m}^2 = 104,6 \text{ W}$$

La carga térmica diaria debida a la iluminación es 104,6 W.

5. Carga por ocupación.

Para el cálculo de esta carga se utilizará la Ecuación 8.6. En la Tabla 8.27 se detallan los valores de tiempo de residencia y número de ocupantes previstos para el equipo.

Tabla 8.27. Especificación del tiempo de residencia del personal en la cámara de refrigeración.

$n_{\text{ocupantes}}$	$t_{\text{residencia}}$ (minutos)	Cantidad de veces que se repite la tarea por día
2	5	32
1	90	4

Considerando que el q_{liberado} es de 278,41 W, se puede obtener el valor de energía liberada.

La carga térmica diaria por ocupación es de 131 W.

6. Carga por motores

Para la carga térmica debida a la liberación de calor por parte de los motores empleados en el sistema de refrigeración se realizará la aproximación de que este valor es equivalente al 10% de la carga térmica total. El subtotal corresponde a la suma del resto de las cargas térmicas del sistema:

$$0,1 \text{ carga total} + \text{subtotal} = \text{carga total}$$

$$0,1 \text{ carga total} + 3.573 \text{ W} = \text{carga total}$$

$$\text{Carga total} = 3.970 \text{ W}$$

La carga térmica diaria correspondiente a los motores es de 397 W.

7. Carga total

La carga térmica total en la cámara de almacenamiento para producto congelado es de 3.970 W. Considerando el factor de seguridad del 10% para asegurar el cumplimiento de la demanda, la carga térmica total es de 397 W. Es decir que en la cámara se requiere una potencia frigorífica de 4,5 kW.

En la Figura 8.31 se presenta la distribución de cargas del sistema.

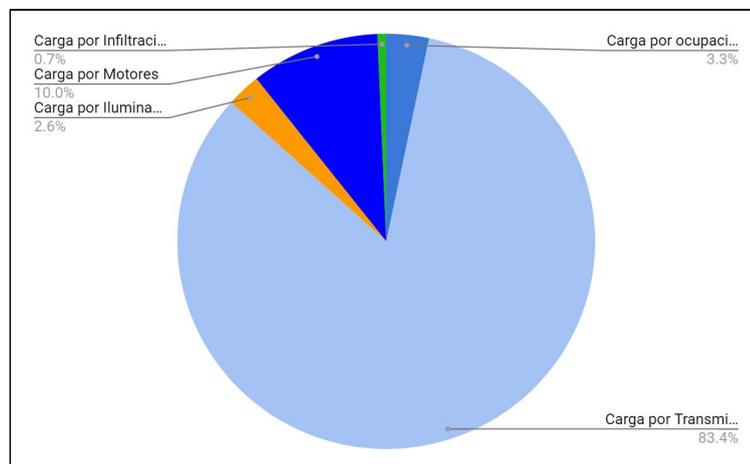


Figura 8.31. Distribución de cargas térmicas en el sistema.

Como conclusión de este capítulo, puede afirmarse que se logró realizar la selección y diseño de los equipos a emplear para cumplir con el volumen de producción diario.

En el caso de las cámaras de almacenamiento para el filete de merluza crudo refrigerado, filete de merluza cocido refrigerado y el producto congelado, se debió llevar a cabo el diseño integral, teniendo en cuenta los materiales a utilizar para su construcción, dimensiones del equipo, cargas térmicas y distribución interna del producto. En cambio, para el diseño de otros equipos, como el horno continuo, túnel de enfriamiento o giro-freezer, se partió de una base suministrada por distintos proveedores. En todos los casos, se pudo determinar las características que son necesarias en cada equipo para lograr la producción diaria.

9. SISTEMAS DE CONTROL DE LA INOCUIDAD DEL PROCESO

El objetivo del control de las operaciones es producir alimentos inocuos. Es por esto que se aplican procedimientos operativos adaptados tanto a materias primas como a producto final en la producción y manipulación de los alimentos (OPS, n.d).

9.1. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) son los procedimientos necesarios (una herramienta básica) en la obtención de productos seguros para el consumo humano. Dicha herramienta se centra en la higiene y forma de manipulación hasta la obtención del producto final. Además, son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos y para el desarrollo de procesos productivos (Feidman et al., 2016).

En el Capítulo II del Código Alimentario Argentino (CAA) se establece la obligación de aplicar las BPM en los establecimientos elaboradores y/o fraccionadores de alimentos. La Resolución N°80/96 del Reglamento Técnico del Mercosur incluye las condiciones higiénico sanitarias y buenas prácticas de elaboración para los establecimientos elaboradores y/o industrializadores de alimentos, indicando en la misma la aplicación de BPM para establecimientos que comercialicen en el mercado global (Feidman et al., 2016).

Las BPM tienen diversas incumbencias técnicas. Las mismas se describirán a continuación.

1) *Materias primas*

La calidad de las materias primas es un aspecto muy importante que debe tenerse en cuenta para no comprometer el desarrollo de las buenas prácticas de manufactura (Feidman et al., 2016).

Las materias primas serán almacenadas en condiciones apropiadas, que aseguren la protección contra contaminantes y eviten el contacto con el piso. El depósito se encontrará alejado de los productos terminados, de manera de impedir la contaminación cruzada y sobre el mismo se controlarán variables como la temperatura, humedad, ventilación e iluminación, de manera de mantener las condiciones de almacenamiento apropiadas.

2) *Establecimientos*

En esta incumbencia existen dos ejes: estructura e higiene.

a) *Estructura*

La pauta principal consiste en garantizar que las operaciones se realicen higiénicamente desde la llegada de la materia prima hasta la obtención del producto terminado.

En este aspecto, resulta fundamental tener en cuenta la locación de la industria. El establecimiento se encontrará en una zona que no es propensa a inundarse y a la cual no llegarán olores, humo, polvo, gases y/u otros elementos o contaminantes que pudieran afectar la calidad del producto que se elabora.

En los edificios e instalaciones, las estructuras serán resistentes al tránsito interno y sanitariamente adecuadas a fin de facilitar la limpieza y desinfección. Las aberturas contarán

con un método de protección para impedir la entrada de animales domésticos, insectos, roedores, moscas y contaminantes del medio ambiente.

Por otro lado, para evitar la contaminación cruzada, se colocarán las separaciones correspondientes, ya sean paredes o cortinas según sea requerido. A su vez, el espacio será amplio y los empleados conocerán con seguridad qué operación se realiza en cada sector, para evitar este tipo de contaminación. En cuanto a las condiciones para la limpieza, el diseño del establecimiento será tal que realizar esta tarea eficazmente será posible. Para ello, por ejemplo, los pisos tendrán un desnivel que facilite el drenaje de agua de lavado, los zócalos serán redondeados, etc.

Un factor fundamental a tener en cuenta en el establecimiento es el tipo de agua utilizada. Ésta será potable, y su abastecimiento abundante, a presión y temperatura adecuadas. A su vez, existirá un desagüe para el drenaje de la misma. Los equipos y utensilios utilizados para la manipulación de alimentos serán de un material que no transmita sustancias tóxicas, olores ni sabores. Siguiendo el ejemplo de lo que se suele utilizar en la industria, los equipos y materiales seleccionados son en mayor parte de acero inoxidable, y los cajones utilizados para el pescado, de plástico (Feidman et al., 2016). A su vez, se verificará que las superficies de trabajo no tengan grietas, ya que esto podría significar un punto de contaminación.

El edificio también contará con instalaciones sanitarias que se describirán a continuación.

En cuanto a los servicios sanitarios, los baños estarán separados por sexo. Además, habrá al menos una ducha por cada 15 personas, un sanitario por cada 20 personas, un orinal por cada 15 hombres y un lavamanos por cada 20 personas.

La edificación tendrá vestidores con casilleros en los que cada empleado guardará su ropa de calle y objetos personales y se colocará la vestimenta de trabajo. Para el caso de los operarios que trabajen en el sector de procesamiento del pescado, los mismos utilizarán botas, cofias, guantes y barbijo, así como cubre-barba en caso de ser requerido. Para los empleados que trabajen en el área de procesamiento del panificado, no será necesario el uso de botas pero sí deberán utilizar calzado de seguridad, así como también cofia, barbijo, cubre-barba y guantes en las etapas que sean necesarias.

Antes de ingresar a la zona de producción y dentro de la misma se colocarán lavamanos con accionamiento no manual, jabón líquido, desinfectante y toallas de papel para uso del personal que trabaje en la línea de producción.

b) Higiene

Para la limpieza y desinfección es necesario utilizar productos que no tengan perfume ya que pueden producir contaminaciones y enmascarar otros olores. Para organizar estas tareas es recomendable la aplicación de POES.

3) Personal

El *recurso humano* es el factor más importante para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos, por lo cual debe dársele especial atención, y determinar con exactitud los requisitos que debe cumplir. Se consideran los requerimientos pre y post-ocupacionales (Coronado Muñoz, s.a.).

El CAA establece como obligatorio, en el artículo 21 del Capítulo II, que todo el personal que trabaje en un establecimiento elaborador de alimentos debe estar provisto de Libreta Sanitaria Nacional Única, expedida por la autoridad sanitaria competente. La misma tiene validez en el territorio nacional.

Los operarios recibirán una capacitación primaria, que les proveerá tanto conocimientos sobre enfermedades transmitidas por alimentos, como sobre las medidas higiénico-sanitarias básicas para la correcta manipulación de los mismos. A su vez, esta capacitación brindará una concientización sobre el riesgo involucrado en el manejo de las materias primas, aditivos, ingredientes, envases, utensilios y equipos durante el proceso de elaboración.

También se controlará el estado de salud y aparición de posibles enfermedades contagiosas en el ambiente laboral. Es por esto que los empleados se someterán periódicamente a exámenes médicos. Por otra parte, ninguna persona que sufra una herida podrá manipular el producto ni estar en contacto con superficies de trabajo hasta su alta médica.

Será indispensable el lavado de manos frecuente y minucioso con un agente de limpieza autorizado y agua potable, y la posterior desinfección con alcohol en gel. Esto se realizará antes de iniciar el trabajo, inmediatamente después de haber hecho uso de los baños, después de haber manipulado material contaminado y cada vez que las manos representen un factor de contaminación. Para resaltar la importancia de esta acción, se presentarán carteles en los sectores operativos, que recuerden a los operarios lavarse las manos. Además, para garantizar que los empleados lo estén realizando, se llevarán a cabo con frecuencia controles aleatorios, como por ejemplo hisopados de manos (Feidman et al., 2016).

4) *Higiene en la elaboración*

Resulta importante tener varios aspectos en cuenta para lograr una correcta higiene y, consecuentemente, un alimento de calidad. Las materias primas no deberán contener microorganismos ni parásitos o sustancias extrañas, por lo que serán inspeccionadas en su recepción, junto con la planilla que se reciba del proveedor. En caso de que no cumpla los requisitos, el lote recibido será rechazado.

Como se mencionó anteriormente, debe prevenirse la contaminación cruzada, evitando el contacto entre materias primas y productos ya elaborados, así como entre alimentos o materias primas con sustancias contaminadas. Si se sospecha la existencia de una contaminación, se aislará el producto en cuestión y se higienizarán adecuadamente todos los equipos y utensilios que hayan estado en contacto.

Los operarios estarán capacitados y serán supervisados por personal técnico. Aquellos operarios encargados de la etapa de emprolijado serán los que recibirán mayor capacitación, a fin de evitar posibles contaminaciones en esta etapa.

El material destinado al envasado y empaque debe estar libre de contaminantes y no debe permitir migración de sustancias. Para asegurar que se encuentren en buen estado, los mismos serán inspeccionados. En el sector de envasado sólo deberán estar presentes los envases necesarios.

Los procesos de elaboración, producción y distribución se mantendrán documentados y en registros a fin de conservarlos durante un período de 7 meses (Feidman et al., 2016).

5) *Almacenamiento y transporte de materias primas y producto final*

Tanto las materias primas como el producto final serán almacenados y transportados en condiciones óptimas para impedir la contaminación o proliferación de microorganismos sobre ellos. Durante el almacenamiento, se realizará una inspección diaria de productos terminados por parte del responsable de calidad.

Los vehículos de transporte deben estar autorizados por un organismo competente y estar correctamente higienizados. Para el producto terminado, al ser congelado, se utilizará un transporte equipado especialmente, que contará con medios para verificar que su temperatura interna sea la adecuada (Feidman et al., 2016).

6) *Control de procesos en la producción*

Se requieren controles que aseguren el cumplimiento de los procedimientos y criterios para garantizar inocuidad y lograr un alimento de calidad deseada.

Estos controles se utilizarán para detectar la presencia de contaminantes físicos, químicos y/o microbiológicos. Para esto, se realizarán análisis que monitoreen si los parámetros a controlar en el proceso y producto reflejan su real estado (Feidman et al., 2016). En este caso, el jefe de producción será el responsable encargado de supervisar dichos controles.

7) *Documentación*

La documentación define los procedimientos y controles que deben realizarse. Además, facilita el sistema de trazabilidad, permitiendo identificar los distintos lotes y vincularlos tanto con sus materias primas como con el transporte responsable de su distribución.

A continuación, se detalla el procedimiento de lavado de manos que deben seguir los empleados (Secretaría de Agroindustria, 2016). Esta acción, como ha sido mencionado anteriormente, deberá ser realizada al ingresar al sector de elaboración, luego de la utilización de los sanitarios o en cualquier ocasión que las manos puedan constituir un punto de contaminación.

Lavado de manos

1. Mojarse las manos con agua corriente tibia.
2. Aplicar jabón líquido del dispenser.
3. Frotar manos palma contra palma.
4. Frotar palma derecha contra dorso de mano izquierda.
5. Frotar palma contra palma con los dedos entrecruzados.
6. Frotar dorso de dedos contra la palma opuesta.
7. Tomar pulgar de una mano contra la otra y frotar de forma rotacional y viceversa.
8. Frotar las uñas de una contra la palma de la otra en forma de círculos y viceversa.
9. Enjuagar las manos.
10. Secar con papel de un solo uso que se descarta luego en un cesto de basura o con secador de manos.
11. Aplicar alcohol en gel del dispenser rotulado con la leyenda correspondiente.

9.2. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANEAMIENTO (POES)

Como generalidad se establece que los POES son procedimientos operativos estandarizados que detallan las tareas de saneamiento (Lavigne et al., 2017). Los mismos describen qué, cómo, cuándo y dónde limpiar y desinfectar, así como los registros y advertencias que deben llevarse a cabo (Feidman et al., 2016).

Los POES están descritos como obligatorios por la Resolución N° 233/98 de SENASA en el apartado 31.2 que establece lo siguiente:

“Todos los establecimientos donde se faenen animales, elaboren, fraccionen y/o depositen alimentos están obligados a desarrollar Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) que describan los métodos de saneamiento diario a ser cumplidos por el establecimiento.

Un empleado responsable del establecimiento, técnicamente capacitado, debe comprobar la aplicación del mismo y documentar el cumplimiento de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) e indicar las acciones correctivas tomadas para prevenir la contaminación del producto o su alteración. Esta documentación escrita deberá estar siempre disponible para su verificación por parte del Servicio de Inspección Veterinaria”.

El establecimiento diseñará un plan escrito que describa los procedimientos diarios que se llevarán a cabo durante y entre las operaciones, así como las medidas correctivas previstas y la frecuencia con la que se realizarán para prevenir la contaminación directa o adulteración de los productos.

Los procedimientos estarán desarrollados de manera que puedan realizarse de manera eficiente, teniendo en cuenta la política de la empresa, el tamaño del establecimiento y la naturaleza de las operaciones que se llevan a cabo. Los mismos proveerán, además, un mecanismo de reacción inmediato frente a una contaminación, y se exigirá que el personal siga aquellos procedimientos establecidos y actúe en caso de producirse contaminaciones directas de los productos.

La limpieza se refiere a la eliminación de tierra, restos de alimentos, polvo u otras materias extrañas, mientras que la desinfección es la reducción mediante agentes químicos (desinfectantes) o métodos físicos adecuados, del número de microorganismos en instalaciones, maquinarias y utensilios a un nivel que no pueda dar lugar a la contaminación del alimento. El saneamiento involucra ambas operaciones.

Operaciones específicas a seguir para el desarrollo

- Identificación de los procedimientos a desarrollar
- Definición del equipo de personas involucradas en llevar a cabo la tarea
- Definición de las actividades relevantes a desarrollar en el procedimiento, describiendo los procesos que deben llevarse a cabo. Determinar la forma de realizar la tarea y revisar la documentación correspondiente (reglamentos, procedimientos, directivas)
- Medios para el entendimiento: videos, fotografías y/o diagramas de cómo llevar a cabo las tareas, observaciones visuales, identificación de problemas pasados y realizar análisis comparativo de cómo se realiza actualmente la tarea.
- Preguntas que deben ser contestadas durante el desarrollo de los POES:
 1. ¿Por qué se realiza esto?
 2. ¿Quién llevará a cabo la tarea?
 3. ¿Qué se realiza?
 4. ¿Cuál es la frecuencia?
 5. ¿Cuáles son los límites? Describirlos

6. ¿Cuáles son las acciones inmediatas y a largo plazo que deben realizarse si se exceden los límites? (re-evaluar, aumentar frecuencia de pruebas)

Procedimientos operacionales estandarizados de sanitización específicos:

- Operaciones de limpieza y sanitización pre-operacionales: todos aquellos procedimientos o actividades de limpieza y sanitización que se realizan antes de iniciar los procesos productivos.
- Operaciones de limpieza y sanitización operacionales: son todos aquellos procedimientos relacionados con la higiene y sanitización que se realizan durante el desarrollo de los procesos productivos.
- Operaciones de limpieza y sanitización post-operacionales: todos aquellos procedimientos o actividades de limpieza y sanitización que se realizan al finalizar los procesos productivos.

A su vez, dentro de cada POES hay cuatro pasos a definir, que son:

1. Etapas en el desarrollo del procedimiento

Este paso incluye la descripción de la técnica y procedimientos de limpieza de las superficies o equipos (retiro de suciedad limpieza, limpieza de arriba hacia abajo), así como la descripción de los equipos y/o elementos que se utilizarán en la limpieza, y las especificaciones de los productos químicos que se utilicen, la temperatura del agua de lavado y sanitización, el tiempo de acción y el método de desarmado y rearmado de los equipos a limpiar.

En la industria panadera se suelen utilizar detergentes alcalinos líquidos que son agentes concentrados con un alto poder de remoción y emulsificación de grasas y suciedades pesadas. Posee alcalinidad controlada e ingredientes protectores para la piel, permitiendo así la limpieza manual en caso de ser necesaria. Cabe destacar que es recomendable que el mismo sea libre de fosfatos u otros productos que dañen el medio ambiente (Arroyave et al., 2009).

2. Procedimiento de monitoreo

El monitoreo de los procedimientos de limpieza y sanitización debe incluir la evaluación y documentación de los procedimientos que se siguen para cada instalación, equipo y/o utensilios que serán utilizados. Para ello debe identificarse quién será el responsable de llevar a cabo las tareas de monitoreo, determinar la frecuencia de los mismos e implementar registros que incluyan las acciones correctivas a tomar.

3. Acciones correctivas y preventivas

Son las acciones que deben adoptarse cuando ocurren desviaciones en los procedimientos sanitarios establecidos dentro de los POES. Estas acciones deben describirse y deben quedar registradas.

4. Registros

Es fundamental que los puntos citados queden registrados de manera clara, y sean correctamente archivados. Así, puede accederse a la información en cualquier momento, y comprobar que se esté implementando correctamente el sistema de higiene y sanitización.

La aplicación de los POES es un requerimiento fundamental para la implementación de sistemas que aseguren la calidad de los alimentos.

A continuación se presenta el manual de POES para el control de la higiene de las superficies que se encuentren en contacto con los alimentos.

	PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANEAMIENTO	REG-XX-XX
	Control de las superficies que están en contacto con los alimentos	Página 1 de

1. OBJETIVO

Establecer las actividades de limpieza y sanitización de las superficies del establecimiento elaborador del producto a través de un procedimiento escrito y validado.

2. ALCANCE

El presente procedimiento se aplicará en las maquinarias que tienen contacto con la masa cruda de la planta de producción una vez finalizada la producción.

3. RESPONSABLES

Los operarios son quienes deben realizar las tareas de limpieza, y el responsable del área es quien debe supervisar la correcta aplicación del siguiente procedimiento y los registros.

4. MATERIALES

4.1. Materiales requeridos

- Agua potable controlada
- Cepillos, esponjas.
- Espátula de plástico.
- Paños.
- Bolsa de consorcio.
- Detergente alcalino de grado alimenticio y sanitizante ó desinfectante como lavandina o alcohol.
- Delantal de plástico, guantes y gafas de seguridad.

4.2. Equipos a desinfectar

- Amasadora
- Divisora volumétrica
- Bolladora

5. PROCEDIMIENTO

1. Asegurarse que la producción se encuentre completamente detenida y se haya cortado la instalación eléctrica.
2. Cubrir adecuadamente motores, tableros de control e instrumentos con bolsas de polietileno para proteger al operario de eventuales daños físicos y evitar la entrada de agua en motores, engranajes y otros sitios riesgosos.

5.1. Limpieza de la amasadora:

- a. Colocar una bolsa de consorcio en un cesto de residuos lo suficientemente grande como para poder ingresar en él los restos de masa que pudieran quedar. Asegurarse de que la misma no tenga roturas.
- b. Utilizar espátula para retirar la masa y colocarlo en el cesto. Retirar la mayor cantidad posible de restos no adheridos a las superficies.
- c. Mover el cesto de basura fuera del área de trabajo.
- d. Desarmar, quitar las paletas y el recipiente de amasado.
- e. Limpiar cada parte del equipo con agua potable y caliente (80°C) a presión, detergente alcalino, cepillos y esponjas. Esto permite la remoción del remanente del equipo.
- f. Enjuagar con abundante agua de red tibia (40°C) a presión.
- g. Dejar escurrir.
- h. Desinfectar con agua clorada (200 mg de cloro disponible por litro ó 18 mL de lavandina comercial en 5 L de agua). También es posible la utilización de alcohol al 75%.
- i. Enjuagar con abundante agua tibia (40°C).
- j. Secar cada parte del equipo rápidamente.
- k. Verificar la limpieza de cada una.
- l. Ensamblar las partes y dejar el equipo listo para su funcionamiento (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2015).

6. FRECUENCIA

El procedimiento debe realizarse al término de cada operación, es decir, post-producción

7. VERIFICACIÓN

Se verificará siguiendo un control triple.

- Inspección Visual: buenas condiciones de las superficies.
- Testeo de productos químicos: uso de tiras reactivas o kits para demostrar la ausencia de productos químicos.
- Control microbiológico: hisopado de superficies (ver ANEXO para ver procedimiento de hisopado y límites de aceptación).

Si en alguno de los controles surgieran condiciones no aceptadas o valores fuera de los parámetros permitidos, se procederá a repetir la limpieza del equipo en cuestión.

8. REGISTROS

- Testeo de productos químicos
- Hisopado de superficies
- Informes de laboratorios
- Hoja de registro para inspección visual (consultar ANEXO V para ver formato)

9.3. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP)

El HACCP (del inglés *Hazard Analysis and Critical Control Points*) es un componente del sistema de gestión de la higiene y la inocuidad de los alimentos, cuyo objetivo es lograr y asegurar la inocuidad alimentaria.

El Codex Alimentarius lo define como un sistema, resultante de la implementación del plan HACCP, que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos.

Se basa en identificar peligros significativos que puedan estar presentes en los alimentos y, realizar medidas de control de estos peligros en determinadas etapas del proceso, las cuales se denominan *puntos críticos de control* (PCC). Estos controles permiten la realización de acciones correctivas para evitar que un alimento que no ha sido controlado correctamente llegue al consumidor.

La inocuidad de los alimentos es la ausencia, a niveles seguros y aceptables, de peligros en los alimentos. A su vez, un peligro es un agente biológico, químico o físico que, en caso de estar presente en un alimento, puede causar un efecto adverso en la salud del consumidor si no se controla (es decir, puede causar que el alimento no sea inocuo para el consumo humano).

Antes de aplicar el sistema HACCP, debe contarse con programas de prerrequisitos, que son procedimientos, incluidas las *buenas prácticas de manufactura* (BPM) y los *procedimientos estandarizados de saneamiento* (POES) que abordan condiciones operativas que proporcionan la base para el sistema HACCP. Los mismos proporcionan las condiciones ambientales y operativas básicas que son necesarias para la producción de alimentos seguros. Estos programas previos, incluida también la capacitación del personal, deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento. Además, deben haberse verificado adecuadamente para facilitar la correcta aplicación del sistema HACCP.

La secuencia lógica para la implementación del sistema HACCP es:

1. Pasos preliminares

- a. Formación del equipo HACCP
 - b. Descripción del producto
 - c. Identificación de la forma de consumo y público consumidor
 - d. Elaboración de un diagrama de flujo
 - e. Confirmación "in situ" del diagrama de flujo
2. **Principio 1.** Realizar un análisis de peligros e identificar las medidas de control
 3. **Principio 2.** Determinar los puntos críticos de control
 4. **Principio 3.** Establecer un límite crítico (o límites críticos) para las medidas de control en cada PCC
 5. **Principio 4.** Establecer un sistema de monitoreo (vigilancia) para cada PCC
 6. **Principio 5.** Establecer las acciones correctivas para las posibles desviaciones
 7. **Principio 6.** Establecer procedimientos de verificación
 8. **Principio 7.** Establecer un sistema de registro y documentación

1. Pasos preliminares

a. Formación del equipo HACCP

El equipo HACCP es un grupo de personas con conocimientos y competencia técnica sobre el producto y el proceso, que serán responsables del desarrollo, implementación y mantenimiento del sistema HACCP.

El plan HACCP será realizado por personal de la empresa, siendo posible contar con asesoramiento de consultores externos en caso de ser necesario. En el mismo se detallará el equipo que será responsable de su implementación y mantenimiento. Este equipo estará conformado por el gerente, el jefe de producción (coordinador del equipo) y el responsable de calidad, de manera de lograr un grupo interdisciplinario. Todos los integrantes estarán capacitados para cumplir con la responsabilidad establecida en el plan.

b. Descripción del producto

Alimento: masa con pescado precocida con salsa de tomate.
Materias primas, ingredientes y aditivos: harina 000, filete de merluza, levadura, sal, aceite, salsa de tomate, conservante (propionato de calcio).
Características fisicoquímicas: actividad de agua: 0,96; humedad: 45%
Materiales y tipo de envasado: se envasa en bolsas de PEBD. Envase secundario: cajas de cartón corrugado.
Condiciones de almacenamiento: se debe mantener a temperatura de congelación durante 6 meses y puede mantenerse hasta 7 días refrigerado luego de descongelarlo.
Modo de distribución: en camiones propios con temperatura controlada.
Lugares de venta: supermercados, comercios mayoristas y/o minoristas.

c. Identificación de la forma de consumo y público consumidor

Uso previsto (forma de consumo): listo para preparar. Calentar previamente el horno a 220°C. Agregar queso mozzarella y/u otros ingredientes a gusto. Colocar la prepizza sobre la rejilla del horno. Cocinar durante 15 minutos.
Grupo de consumidores (público consumidor): niños en edad escolar; público en general.

d. Elaboración de un diagrama de flujo

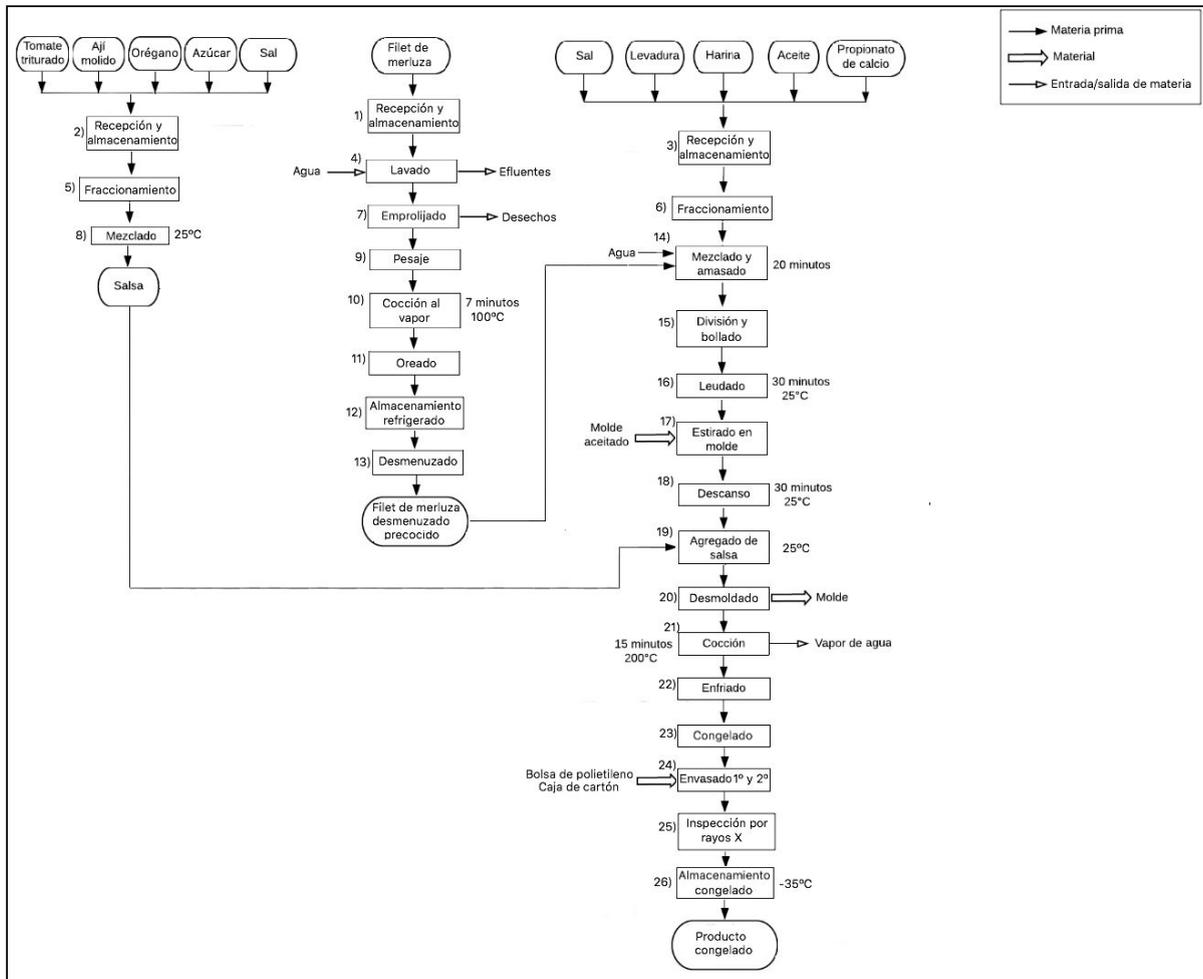


Figura 9.1. Diagrama de flujo con etapas numeradas.

2. Principios 1 y 2

El equipo HACCP, basado en el cumplimiento de los programas prerrequisitos, debe utilizar el diagrama de flujo y la descripción del proceso para realizar el análisis de peligros e identificar las medidas de control. Los peligros podrían encontrarse en las materias primas y otros insumos, y/o podrían incorporarse al alimento en diferentes etapas del proceso.

El Codex Alimentarius define al análisis de peligros como el proceso de recopilación y evaluación de información sobre los sobre los peligros identificados, y las condiciones que los originan, para decidir cuáles son significativos con relación a la inocuidad de los alimentos y que, por tanto, deben ser planteados en el sistema de HACCP.

El equipo HACCP, teniendo en cuenta el producto elaborado, deberá analizar tanto los insumos como las etapas del proceso para identificar los peligros potenciales, evaluarlos (para determinar cuáles son significativos) y poder así identificar las medidas de control para aquellos que se consideren peligros significativos.

El artículo 18 bis del Código Alimentario Argentino define una medida de control como toda aquella medida o actividad que pueda ser realizada para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable un peligro para la inocuidad de alimentos.

Finalmente, a raíz de este análisis, se podrán identificar aquellas etapas que constituyan puntos críticos de control del proceso. Un punto crítico de control es la fase o etapa

del proceso en la que debe aplicarse la medida de control. Para facilitar su identificación, se utilizarán árboles de decisiones tanto para materias primas como para las etapas del proceso. Éstos se muestran en las Figura 9.2 y 9.3 respectivamente.

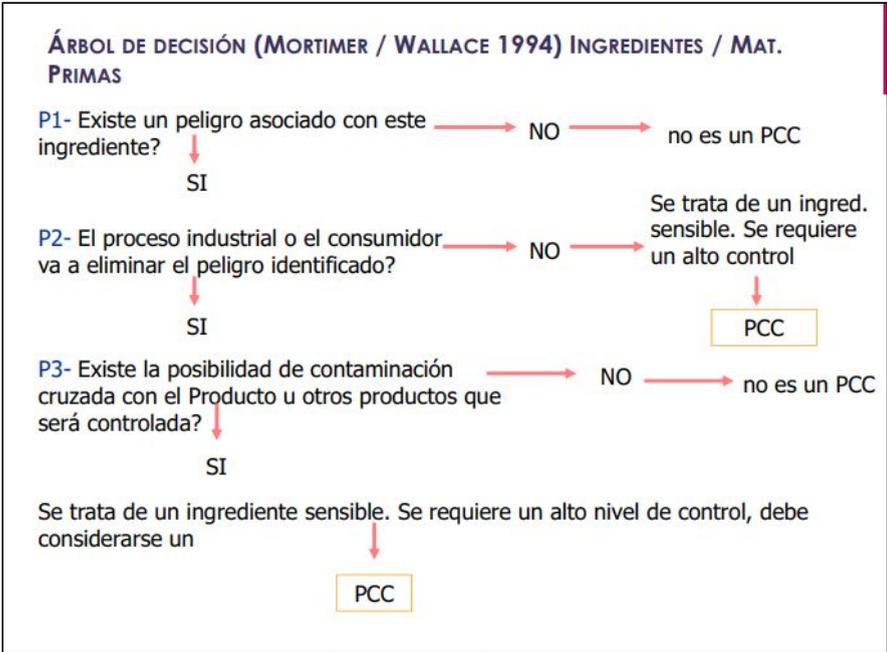


Figura 9.2. Árbol de decisión para materias primas.

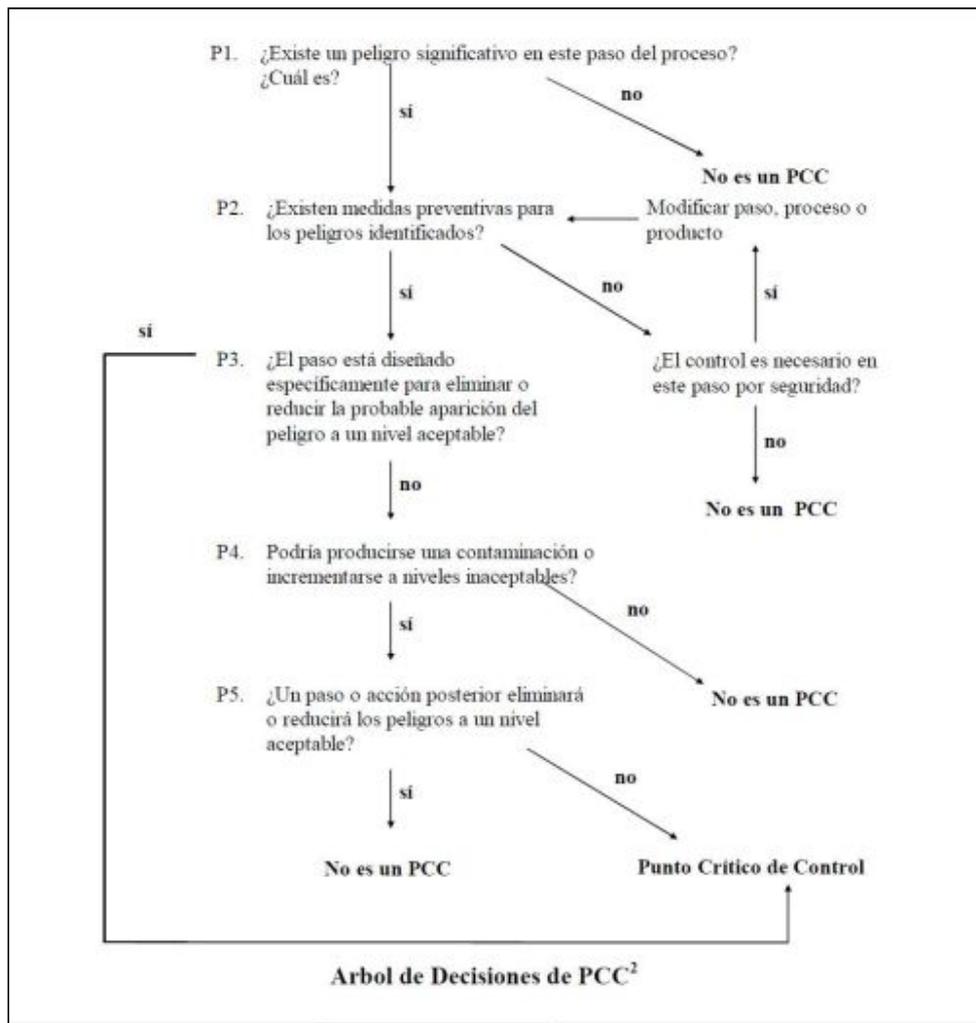


Figura 9.3. Árbol de decisiones de PCC.

En la Tabla 9.1 se presenta el análisis realizado, del cual se desprenden los peligros que se indican a continuación junto con sus correspondientes puntos críticos de control:

- PCC₁: cocción (del producto). Esta etapa es la medida de control para los peligros que constituyen la presencia de la larva del parásito *Anisakis spp.* y del microorganismo patógeno *S. aureus*, identificados en el filete de merluza.
- PCC₂: inspección por rayos X. Esta etapa es la medida de control para los peligros físicos que constituyen la presencia de espinas y metales en el producto final.

Es importante mencionar que se tuvo en cuenta el cumplimiento de las BPM y los POES en la evaluación de los insumos y etapas del proceso, razón por la cual se consideró la ausencia de otros peligros potenciales además de los mencionados anteriormente.

Tabla 9.1. Planilla de análisis de peligros e identificación de las medidas de control.

Planilla de análisis de peligros e identificación de las medidas de control					
Materias primas - insumos/ Etapa del proceso	Peligros potenciales presentes, introducidos, aumentados y/o controlados en cada etapa	¿Es significativo este peligro potencial?	Justificación	Medida de control para cada peligro significativo	¿Es esta etapa un PCC? (Sí/No)
Filet de merluza	B: presencia de <i>Anisakis spp.</i>	Sí	Es un alérgeno y además produce lesiones en el sistema digestivo.	En la etapa de cocción se controla este peligro	-
	B: contaminación con <i>Staphylococcus aureus</i>	Sí	Es un patógeno que si bien se controla por requisitos al proveedor se lo considerará como indicador de mala manipulación de la materia prima.	En la etapa de cocción se controla este peligro	
	F: presencia de espinas	Sí	Son consideradas un peligro potencial para el consumidor porque su presencia podría causar lesiones físicas en el mismo	En la etapa de inspección por rayos X se controla este peligro	
	Q: ninguno	-	-	-	
Cajón	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
Hielo	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
1) Recepción filet	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
Otras MP	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
2) y 3) Recepción de MP	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
Agua	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
4) Lavado	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
5) Emproljado	B: contaminación con <i>Staphylococcus aureus</i>	Sí	Patógeno. Se considera si bien el cumplimiento de las BPM debería asegurar su ausencia	En la etapa de cocción se controla este peligro	No
	Q, F: ninguno	-	-	-	
10) Cocción al vapor	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
13) Desmenuzado	F: contaminación con metales	Sí	Se lo considera si bien POES asegura el mantenimiento del equipo	En la etapa de inspección por rayos X se controla este peligro	No
	B, Q: ninguno	-	-	-	
14) Mezclado y amasado	F: contaminación con metales	Sí	Se lo considera si bien POES asegura el mantenimiento del equipo	En la etapa de inspección por rayos X se controla este peligro	No
	B, Q: ninguno	-	-	-	
16) Leudado y 19) Descanso	B: desarrollo de <i>Staphylococcus aureus</i> (aumentados)	Sí	Si hay presencia previa de este patógeno, en estas etapas se dan las condiciones óptimas para su crecimiento.	En la etapa de cocción se controla este peligro	No
	F, Q: ninguno	-	-	-	
21) Cocción	B: presencia de <i>Anisakis spp.</i> (controlado)	Sí	Produce lesiones en el sistema digestivo.	No se controla en etapa posterior.	Sí
	B: presencia de <i>Staphylococcus aureus</i> (controlado)	Sí	Microorganismo patógeno cuya presencia en el producto proviene de etapas previas.		
PEBD	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
Cartón corrugado	B, F, Q: ninguno	-	-	-	-
25) Inspección por rayos X	F: presencia metales provenientes de equipos (controlado)	Sí	Produce lesiones físicas, no puede permitirse la presencia en el producto final.	No se controla en etapa posterior.	Sí
	F: presencia de espinas	Sí	Produce lesiones físicas, no puede permitirse la presencia en el producto final.	No se controla en etapa posterior.	
26) Almacenamiento congelado	B, Q, F: ninguno	-	-	-	No

3. Principios 3, 4 y 5

Luego de definir los puntos críticos de control, según el principio 3 deben establecerse los respectivos límites críticos (o límites de control). Estos límites críticos serán los que aseguren el control de cada peligro significativo, y la consecuente inocuidad del alimento en cuestión.

Así, un límite crítico debe ser un factor medible, que pueda ser vigilado de manera rutinaria y que brinde resultados rápidamente. La temperatura, el tiempo, el pH y la humedad son algunos ejemplos de variables que pueden tomarse como límites críticos.

A su vez, estos límites deben ser validados, ya sea a partir de la legislación, estudios experimentales o información científica, por ejemplo, y nunca podrán ser menos exigentes que lo establecido en la legislación.

En cuanto al peligro potencial correspondiente a la presencia de la larva del parásito *Anisakis*, se conoce por bibliografía, que la misma es sensible al calor, y que no sobrevive la exposición a una temperatura mayor a 60°C durante más de cinco minutos (Pelayo, 2007 & Oliver et al., 2007).

Por su parte, *Staphylococcus aureus* es un microorganismo patógeno resistente a la congelación pero que puede destruirse a una temperatura de 60°C si se lo expone a la misma durante 6 minutos (Alejo Riveros et al., 2011).

En los límites críticos establecidos para los casos anteriormente mencionados se establecen temperaturas a alcanzar durante cierto tiempo. Para lograr corroborar el cumplimiento de los mismos, se utilizó el gráfico de distribución de temperaturas en un plano infinito (Figura IV.3 del Anexo IV) y las condiciones de temperatura y tiempo del panificado en el horno continuo.

Para el caso del peligro físico que constituyen los metales, se toma un límite de partículas de 0,5 mm (Mettler Toledo, 2016), mientras que para el peligro que significa la presencia de espinas en el producto final, el límite crítico es la ausencia.

Una vez establecidos estos límites críticos, debe establecerse el sistema de monitoreo (vigilancia) para cada PCC, lo que constituye el cuarto principio. El Codex Alimentarius lo define como la acción de llevar a cabo una secuencia planificada de observaciones o mediciones de los parámetros de control (temperatura, tiempo, etc.) para evaluar si un PCC está bajo control. El objetivo de aplicar el monitoreo es detectar una pérdida de control en un PCC, y disponer de una documentación escrita (registro) para demostrar que el plan HACCP se está implementando. Para que el procedimiento sea efectivo se deben tener en cuenta los parámetros establecidos como límites críticos y con qué instrumento y metodología se van a monitorear. A su vez, debe establecerse tanto la frecuencia como el responsable de llevar a cabo la vigilancia. La misma podrá ser continua (avisa inmediatamente en el caso de ocurrir un desvío), discontinua (avisa a determinados intervalos de tiempo) o por lote (se monitorea una vez por lote, teniendo en cuenta una muestra representativa). Además, debe estar bien definido quién realizará esta tarea. Esta persona estará capacitada, entrenada y comprenderá la importancia de su tarea y sabrá qué hacer en caso de que ocurra una desviación del algún límite crítico.

Para ambos PCC, los encargados de realizar los monitoreos serán operarios de las etapas correspondientes (cocción y envasado). Los mismos deberán registrar los resultados y firmarlos en el momento que se realizan.

Estos registros contarán con:

- nombre y dirección de la empresa,
- nombre del formulario (“Registro de monitoreo. PCC 1: Cocción”, por ejemplo),
- fecha y hora,
- identificación del producto,
- límite crítico,
- observaciones,
- firma del responsable del monitoreo,
- firma del responsable de verificar el monitoreo,
- fecha de verificación.

Según el principio 5, una vez establecido el sistema de monitoreo de cada PCC, deben describirse las acciones correctivas para las posibles desviaciones de cada uno. El CAA define a una acción correctiva como aquella que hay que adoptar cuando los resultados del monitoreo de los PCC indican una desviación de los límites críticos establecidos.

Si bien el sistema HACCP define las estrategias apropiadas para controlar los peligros significativos identificados, pueden darse casos en que esto se vea impedido. Allí es donde tiene lugar la acción correctiva, que constituye el procedimiento que debe seguirse cuando se detecta esta desviación.

Las acciones correctivas deben, en primer lugar, identificar al producto que ha sido afectado por la pérdida de control en el PCC y determinar su destino. En ningún caso debe liberarse a la comercialización alimentos que no den garantías de inocuidad. Luego, deben ser capaces de corregir la causa de la desviación, de manera de restablecer el control del proceso.

En el plan HACCP quedarán especificadas las acciones correspondientes a cada PCC. Además, en el caso de ser aplicadas, quedarán registradas en el “Registro de acciones correctivas”, de manera de poder demostrar cómo se solucionó el problema y cuál fue el destino del producto afectado. Dependiendo de la frecuencia en que ocurran los problemas, puede ser necesario realizar modificaciones en el proceso.

El registro de acciones correctivas contará con las siguientes especificaciones:

- nombre y dirección de la empresa,
- nombre del formulario (“Registro de acciones correctivas. PCC 1: Cocción”, por ejemplo),
- fecha y hora,
- identificación del alimento,
- límite crítico excedido,
- descripción de la causa de la desviación,
- acción correctiva realizada (cómo fue corregida y cuál fue la disposición final del producto),
- firma de la persona responsable de realizar la acción correctiva
- firma del responsable de verificar el registro
- fecha de la verificación.

A continuación, en la Tabla 9.2, se muestran las etapas consideradas puntos críticos de control con sus límites críticos, sistemas de monitoreo y acciones correctivas correspondientes.

Tabla 9.2. Planilla maestra de PCC.

PCC	Peligro	Límite crítico	Monitoreo				Acción correctiva	Verificación	Registros
			Qué	Cómo	Frecuencia	Quién			
Cocción	<i>Anisakis spp.</i>	5 min 60°C	Tiempo de exposición y temperatura de horno	Termorregistro (continuo) y cronómetro en computadora	Cada 15 minutos (al comienzo y finalización de cada lote de producción)	Operario responsable de la etapa de cocción	El operario responsable informará al coordinador del equipo HACCP y al personal de mantenimiento. Se deberá retener el lote afectado y parar la producción para verificar el funcionamiento del horno. Luego de calibrarlo y una vez verificado su correcto funcionamiento, continuar con la producción. El lote no deberá ser comercializado	Revisión diaria de los registros de monitoreo y de acciones correctivas del PCC 1 y del registro de calibración del horno, a cargo del coordinador del equipo HACCP	- Registro de monitoreo PCC 1 Cocción.
	<i>S. aureus</i>	6 min 60°C							- Registro de acciones correctivas PCC 1 Cocción.
Inspección por rayos X	Espinas	Ausencia	Presencia de espinas	Planilla de inspección de rayos X	Cada lote de producción	Operario de la etapa de envasado	Retener el lote afectado por la pérdida de control de este PCC. El operario encargado de esa zona productiva deberá calibrar el detector de rayos X, y verificar su correcto funcionamiento. En el caso de detectarse partículas metálicas, luego se deberá hacer pasar nuevamente el lote por el mismo. En caso de detectarse la presencia de espinas, el lote no deberá ser comercializado	Revisión diaria de los registros de monitoreo y de acciones correctivas del PCC 2 y del registro de calibración del detector a cargo del coordinador del equipo HACCP	- Registro de monitoreo PCC 2: Inspección por rayos X
	Metales	Partículas <0,5 mm	Contaminación con partículas de metal						- Registro de calibración del detector de rayos X

4. Principios 6 y 7

Una vez que ha quedado determinado el plan HACCP a seguir, el principio 6 especifica que el mismo debe validarse, es decir, debe poder constatarse que sea efectivo antes de aprobarlo para su utilización. Esto se realiza sobre el plan escrito, antes de comenzar a implementarlo.

A su vez, sobre el plan ya validado debe realizarse una verificación, que consiste en aplicar diversos métodos, procedimientos o ensayos que permitan, mediante muestreos aleatorios o vigilancia, constatar el cumplimiento del mismo, es decir, asegurar que el sistema se encuentre operando de acuerdo al plan validado.

En cuanto a esta última, la misma involucra tanto la verificación de los PCC como del sistema HACCP en su totalidad. Para verificar los PCC, el coordinador del equipo HACCP (jefe de producción) realizará revisiones diarias de los registros de monitoreo, de acciones correctivas y de calibración de los instrumentos involucrados (en este caso el horno continuo y el detector de metales), dejando su firma y la fecha de revisión.

Para determinar si el plan HACCP se está implementando en forma adecuada, a su vez, el sistema se verificará mediante auditorías y análisis sobre el producto terminado, cuyos informes quedarán asentados en los registros correspondientes (registro de informe de auditoría y registros de muestreo y del resultado analítico del producto terminado).

La auditoría se realizará cada 6 meses y estará a cargo de personas capacitadas e independientes, que no estén involucradas en la implementación del sistema. Esta actividad deberá incluir tanto la evaluación del plan como la revisión de diversos registros y la implementación en la planta.

En cuanto a los análisis sobre el producto terminado, se realizarán con una frecuencia diaria, con el objetivo de verificar que estén siendo controlados los peligros significativos que

constituyen la presencia de *Anisakis* spp. y *S. aureus* sobre el producto. El responsable de llevar a cabo estos análisis será el responsable de calidad.

Los resultados de los procedimientos de verificación serán utilizados para corregir las deficiencias que puedan ser detectadas en el plan o en el sistema HACCP. Los mismos quedarán establecidos en el plan, donde se establecerá tanto la forma de verificación, como la frecuencia y los responsables de realizarla.

Para finalizar, el principio 7 del sistema HACCP establece que el mismo debe contar con un sistema de documentación y registro, que evidencie que el plan está desarrollado y siendo implementado. Esta documentación consiste en el plan en sí y el material utilizado para desarrollarlo (bibliografía, validaciones de límites críticos, etc.).

El plan se escribirá de acuerdo a la siguiente estructura:

1. Objetivo
2. Alcance
3. Documentación de referencia
4. Equipo HACCP (nombre y apellido, cargo y responsabilidades asignadas)
5. Descripción del producto
6. Forma de consumo y público consumidor
7. Diagrama de flujo (confirmado "insitu")
8. Descripción del proceso de elaboración
9. Planilla de análisis de peligros e identificación de las medidas de control
10. Planilla maestra del plan HACCP
11. Verificación del sistema HACCP
12. ANEXOS: Formularios de registros (de monitoreo, de acciones correctivas)

Los registros deben ser archivados, de manera de dejar constancia de que el plan está siendo implementado. Según el CAA, los mismos deben guardarse durante un período mínimo que sea igual al tiempo de vida útil del producto. Se toma este tiempo como la vida útil del pescado congelado, que es de aproximadamente 6 meses (Carranza, 2018). En este caso se elige mantenerlos archivados durante 7 meses junto a su copia digitalizada.

CAPÍTULO 10. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y LOCALIZACIÓN

10. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y LOCALIZACIÓN

10.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La disposición o layout consiste en la distribución y ubicación de los distintos elementos físicos que componen las instalaciones de una empresa. Esto incluye oficinas, depósitos, equipos, maquinaria, herramientas, etc. dentro de los límites del predio o terreno (Persarini, 2019).

El objetivo del mismo es obtener el diseño de operaciones óptimas desde el punto de vista económico, social y ambiental, haciendo uso del mínimo espacio e inversión posibles. Además de este objetivo principal, se deben considerar otros aspectos básicos entre los que se encuentran:

- minimizar el costo del manejo de materiales,
- facilitar el proceso productivo,
- agilizar la circulación y evitar congestionamientos,
- minimizar el tiempo de ciclo total del proceso,
- minimizar los riesgos de deterioro del material,
- facilitar la supervisión y seguimiento de la producción,
- posibilitar ampliaciones y modificaciones posteriores,
- posibilitar el cumplimiento de las normas de seguridad, salubridad y control interno.

10.1.1. Modelos de layout existentes

Se pueden clasificar los distintos tipos de layouts según su producción: por producto o en línea; por proceso o funcional; celular; por proyecto o de posición fija (Persarini, 2019).

- *Layout por producto*

Consiste en ordenar secuencialmente en una línea de producción todo el equipo necesario para fabricar un producto. Además, como requisito deben ser productos estandarizados, de volumen de producción suficientemente grande, con adecuado balanceo de las líneas, continuidad y equipamiento de propósitos específicos (Persarini, 2019). Este tipo de layouts el más comúnmente utilizado en industrias de alimentos.

En este tipo de distribución de planta, cada producto sigue una ruta predefinida que requiere la misma secuencia de actividades. Sus ventajas se enumeran a continuación.

- Minimización de costos de manejos de materiales.
- Mayor coordinación del proceso productivo.
- El tiempo de ciclo total de producción se reduce al evitarse las demoras entre procesos.
- Manejo de un menor volumen de materiales.
- No precisa operarios especializados.

A su vez, puede presentar ciertas desventajas.

- La rotura de un equipo implica la parada de la línea.
- Para lograr un cambio en el producto hay que realizar cambios en la mayoría de los equipos.
- Mayores inversiones de maquinaria.

- *Layout por proceso o funcional*

Este tipo de organización consiste en la agrupación funcional de los recursos colocados juntos en torno al proceso, es por tanto, la mejor opción para un proceso de bajo volumen y alta variedad. Se trata de un tipo de distribución muy habitual en los procesos productivos del tipo artesanal o en batch. Como ventajas, requiere menores inversiones, tienen mayor flexibilidad en las tareas, la falta de un equipo no detiene toda la producción y posee mayor posibilidad de adaptación de la estructura a cambios en el mercado.

- *Layout celular*

Se aplica para la elaboración de familia de productos o piezas, definiéndose estas familias en términos de producción, no de mercado. La configuración de células en forma de U busca que todo se encuentre al alcance de la mano del operario, tratando de facilitar tanto su labor como la fluidez del proceso. Las máquinas están situadas juntas de modo que puedan ser atendidas simultáneamente sin que el operario deba desplazarse. En este caso, al estar asociado al producto, se facilita la vinculación con la actividad programada para la cadena de montaje subsiguiente al mecanizado, por lo que se reducen las colas de la producción intermitente y el layout funcional (Persarini, 2019).

- *Layout por posición fija*

Implica una distribución de las instalaciones de tal forma que los recursos necesarios para la producción (maquinaria, capital humano y herramientas) converjan hacia el bien producido. Este tipo de distribución suele utilizarse en productos de gran magnitud e importancia que requieren de una programación específica.

De acuerdo a lo analizado anteriormente, se trabajará con un layout por producto (o en línea) debido a que se elaborará un producto alimenticio de características estandarizadas.

10.1.2. Análisis de los ocho factores de layout

Para llevar a cabo la distribución de la planta, además, se realizará un análisis de los ocho factores que se mencionan a continuación (Donaires, n.d.).

1. Materia

- Materias primas: las materias primas necesarias para la elaboración del panificado son harina 000, filete de merluza, levadura, sal, aceite, propionato de calcio y salsa de tomate.
- Líneas auxiliares: para el lavado de los equipos se utilizará agua caliente.
- Material de envasado: el envasado primario se realiza mediante una bolsa de polietileno de baja densidad (PEBD), mientras que para el envasado secundario se utilizarán cajas de cartón. Estos materiales se almacenarán en un depósito específico para este fin.
- Producto acabado: el producto acabado es una prepizza con pescado, precocida y congelada, la cual se almacenará en una cámara de almacenamiento a temperatura de congelación.
- Desechos y/o desperdicios: se considerarán como desechos a los restos de pescado provenientes de la etapa de emprolijado y como desperdicios a las mermas de masa cruda que puedan quedar en los equipos.

2. Maquinaria

- Equipos de proceso: se utiliza una cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado, horno a vapor, cámara de almacenamiento para filete cocido refrigerado, desmenuzadora, amasadora, heladera, divisora volumétrica, bolladora cónica, cámara de fermentación (para leudado de la masa), laminadora, cámara de fermentación (para descanso de la masa), tanque mezclador de salsa, dosificadora, horno de túnel continuo, cinta transportadora, túnel de enfriamiento, giro-freezer, envasadora y cámara de almacenamiento para producto terminado.

3. Hombre

- Mano de obra directa: se considera como mano de obra directa a los operarios que se encuentran en la zona de producción, entre los cuales se encuentran, los operarios de la zona de elaboración del filete precocido y los operarios de la zona de elaboración del panificado.
- Responsables en el proceso: habrá al menos un responsable de producción y un responsable de calidad durante todo el tiempo de operación en la planta.
 - o Responsable de producción: será la persona a la cual recurrir en caso de que exista algún problema en la producción y quienes establecen los requisitos y objetivos a cumplir.
 - o Responsable de calidad: podrá rechazar lotes de materia prima y retener lotes de producto terminado en caso de detectar defectos en el muestreo de los mismos. Será el encargado de la trazabilidad de los productos elaborados en la planta.
- Personal de limpieza: dentro de este grupo se consideran a las personas responsables de la limpieza profunda en la zona de producción, la zona de servicios de la planta y el exterior de la misma.
- Personal de mantenimiento: es el personal responsable de la revisión de maquinarias e instalaciones y de su reparación en caso de roturas.
- Personal de oficinas: son los empleados que llevan a cabo labores administrativas relativas a la gestión comercial, financiero-contable y de personal, desarrollando el registro, proceso, archivo y transmisión de información en la oficina.
- Seguridad: el responsable de seguridad es el encargado de la recepción de los empleados, proveedores y clientes. Además debe ejercer la vigilancia y protección de bienes muebles e inmuebles en la planta, así como la protección de las personas que puedan encontrarse en la misma.

4. Movimiento

- Entrada del material: cada materia prima ingresa a la planta por zonas específicas a los fines de evitar cualquier tipo de contaminación.
 - o Filete de merluza: ingresa en bins con hielo en la zona de descarga. Esta zona se encuentra separada del resto de la planta mediante una cortina plástica. Al ser recepcionado, se lo almacena en la cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado.
 - o Materia prima seca y levadura (elaboración de masa): se reciben en una sala de descarga separada del resto de la planta y se llevan al sector de almacenamiento de secos. En esta zona se encuentra una heladera destinada al

almacenamiento y conservación de la levadura hasta el momento de su utilización.

- Salsa de tomate y condimentos: la salsa de tomate se recibe en latas y se almacena junto con los condimentos en un sector destinado a este fin.
- Salida del material: el producto terminado se despacha desde la cámara de almacenamiento para producto congelado hacia el camión que realizará su distribución. Este se posicionará a escasos metros de dicha cámara separado por una cortina plástica, favoreciendo así que el trayecto entre ambos sea pequeño y que haya fluidez en el movimiento, libre de obstáculos.
- Movimiento del hombre: el movimiento del personal inicia con el ingreso al establecimiento por una entrada principal. Aquellos que deban ingresar a la zona de producción primero acceden a los vestuarios donde dejan su ropa de calle y se colocan la vestimenta de trabajo. Previo al ingreso a la planta, deben pasar por un filtro sanitario, en los cuales se deben limpiar las suelas de los zapatos o botas, y se deben lavar las manos con la posterior colocación de alcohol en gel.
Los empleados que trabajan en la zona de procesamiento de filete de pescado deben evitar el acceso a la zona limpia de la planta, cuidando así la contaminación cruzada. De manera similar, quienes trabajen en las zonas limpias deben evitar el paso por la zona sucia de la misma.
El espacio para el movimiento del personal dentro de los sectores debe ser amplio para posibilitar el libre acceso y reducir riesgos de accidentes.
- Espacio reservado para pasillos: el espacio reservado para pasillos será de 1,5 metros, de manera de posibilitar tanto el acceso del personal como de maquinarias en caso de ser necesario y evitar el congestionamiento de los mismos.
- Transportadores: en las primeras etapas del proceso donde los equipos operan de forma batch, el transporte de la masa será discontinuo y será llevado a cabo por el personal mediante la utilización de carros panaderos. Luego, a partir de la etapa de cocción, la masa será trasladada por cintas transportadoras. El producto terminado se colocará en pallets que luego se ingresarán a una cámara de almacenamiento para producto congelado por medio de zorras hidráulicas.
- Recipientes sencillos: entre los recipientes sencillos se encuentran los bins para los filetes de merluza, además de las bolsas de PEBD y cajas de cartón para el envasado. Los bins serán marcados para evitar su utilización para otro fin y evitar la contaminación cruzada. Además, una vez recepcionados y almacenados, aquellos recipientes que no se encuentren en uso se almacenarán en un sector destinado a esto, con el objetivo de evitar la obstaculización del tránsito.
- Pallets: los pallets permiten el traslado tanto de la materia prima, como de los envases y de los productos terminados según corresponda.

5. Espera

- Área de recepción del material entrante: debido a que las materias primas se recepcionarán en días específicos, se planificará esta actividad. Esto se hará de modo de poder realizar los controles de calidad necesarios y obtener la documentación correspondiente para su trazabilidad.

Las áreas de recepción deben ser lo suficientemente amplias para evitar los tiempos de espera y la congestión en dichas zonas. Reducir los tiempos de espera en esta etapa será fundamental para aquellas materias primas que requieran conservar la cadena de frío.

- Almacenamiento de las materias primas: los equipos destinados al almacenamiento de materia prima tendrán una capacidad para abastecer la producción durante cuatro días. Esto permite evitar la recepción de materia prima diaria, que requiere una atención constante a la recepción de la misma por parte del personal.
- Demora entre las operaciones: como se ha explicado en el diagrama de Gantt, el proceso de elaboración cuenta con etapas discontinuas que tienen distinta duración y, por lo tanto, se producen demoras o tiempos muertos en el proceso. Así, en etapas como el amasado, en las que el tiempo de procesamiento de un lote es de 20 minutos, se obtiene una demora debido a que etapas como el leudado y descanso de la masa requieren un tiempo de 35 minutos.
- Área de almacenamiento de productos terminados: considerando que la cámara de almacenamiento de productos terminados se diseñó para almacenar la producción estipulada, no se tendrán demoras en esta etapa.
- Área de almacenamiento de material de embalaje, recipientes, etc.: se contará con un depósito para estos insumos, cercanos al sector de envasado y de carga de productos terminados. Este factor no genera tiempos de espera.

6. Servicios

- Relativos al personal:

- Vías de acceso:
 - Entradas: el establecimiento contará con una entrada principal para el personal y una entrada única de acceso a la planta. Existirán otras entradas en la instalación pero serán destinadas únicamente al ingreso de materias primas y envases.
 - Salidas: la salida del personal de la planta y el establecimiento se realizará por las mismas vía de acceso a la entrada respectivamente. Existirán otras salidas en la instalación pero serán destinadas únicamente a la salida de producto y residuos de la producción.
- Instalaciones para uso del personal: el personal contará con vestuarios y un comedor.
 - Los vestuarios permiten a los empleados cambiar su ropa de calle por su ropa de trabajo y viceversa. Además este espacio contará con un área de baños y duchas de características determinadas por la ley N°19587/72 de higiene y seguridad en el trabajo, que se detalla en el punto 7.
 - El comedor es la zona donde los empleados tendrán sus comidas y colaciones, tendrá la capacidad necesaria para lograr acoger a los

trabajadores en cuatro turnos. Contará con mesas, hornos microondas y un área de lavado de utensilios.

- Oficinas: estas serán utilizadas por el personal administrativo para llevar a cabo la gestión comercial, registros, archivos y transmisión de la información. Además, el personal responsable de la producción tendrá su oficina para realizar la organización de la producción y las notificaciones de fallas observadas o incumplimientos en la misma.
- Relativos a las maquinarias: existirá personal responsables del mantenimiento y correcto funcionamiento de las maquinarias, incluyendo su reparación en caso de que fuera necesario.

7. Edificio

El edificio será una construcción edilicia nueva, de forma rectangular y de una sola planta. La misma se encontrará dividida entre la zona correspondiente a vestuarios, comedor, oficinas y recepción; y luego la planta de producción. Para determinar la ubicación de los sectores, se tuvieron en cuenta algunas cuestiones que se explican a continuación.

Según la Ley de higiene y seguridad en el trabajo, la ley N°19587/72 enumera las disposiciones que se deben aplicarse a todos los establecimientos y explotaciones, persigan o no fines de lucro, cualquiera sea la naturaleza económica de las actividades, el medio donde ellas se ejecuten, el carácter de los centros y puestos de trabajo y la índole de las maquinarias, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen o adopten.

En cuanto a las características constructivas de los establecimientos, según el artículo 49 de esta ley, en todo establecimiento, cada unidad funcional independiente tendrá los servicios sanitarios proporcionados al número de personas que trabajan en cada turno. Si en el establecimiento trabajan desde 11 hasta 20 operarios deberá haber:

- a) Para hombres: un inodoro, dos lavabos, un orinal y dos duchas con agua caliente y fría.
- b) Para mujeres: un inodoro, dos lavabos y dos duchas con agua caliente y fría.

Según el artículo 50, los establecimientos que ocupen más de 10 obreros de cada sexo, dispondrán de locales destinados a vestuarios. Estos deberán ubicarse en lo posible junto a los servicios sanitarios, en forma tal que constituyan con éstos un conjunto integrado funcionalmente.

A su vez, el artículo 52 establece que cuando la empresa destine un local para comedor, deberá ubicarse lo más aisladamente posible del resto del establecimiento, preferiblemente en edificio independiente. Los pisos, paredes y techos, serán lisos y susceptibles de fácil limpieza, tendrán iluminación, ventilación y temperatura adecuada.

Otro factor importante a considerar es la protección contra incendios que deberá tener la instalación. Según el artículo 176, en todos los casos deberá instalarse como mínimo un matafuego cada 200 metros cuadrados de superficie a ser protegida. La máxima distancia a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros para fuegos de clase A y 15 metros para fuegos de clase B. También, según el Anexo VII, Sección 3, para las dimensiones previstas en la planta a diseñar, el ancho mínimo de los pasillos de escape debe ser de 1,1 metros. A su vez, el número de salidas de emergencia deberá ser de 2 y las mismas deberán encontrarse a menos de 40 metros una respecto de la otra.

8. Cambio

- Flexibilidad de la distribución: la flexibilidad se alcanzará, en general, manteniendo la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación a las emergencias y variaciones inesperadas de las actividades normales del proceso.
- Cambios en la materia prima: si bien la materia prima se recibe cada tres días, la capacidad volumétrica de almacenamiento de los equipos es tal que permite almacenar los ingredientes a utilizar en cuatro días. Esto fue tenido en cuenta en caso de que alguno de los proveedores falle en la entrega o alguno de los ingredientes no cumpla con el pedido realizado. Esto le da al proveedor un día extra para corregir el pedido y permite a la empresa evitar la parada de producción.
- Cambios en las maquinarias: el equipo de mantenimiento contará con los repuestos necesarios para reparar los equipos en caso de ocurrencia de fallas esporádicas. Además, se realizará el mantenimiento periódico de los mismos a fines de evitar paradas de planta por roturas.
- Cambios en el personal: se contará con operarios back-up, cuya tarea principal es el mantenimiento del orden en la planta y el reemplazo de otros operarios en sus tareas en horarios de comidas y colaciones. En caso de ausencia de alguno de los miembros del personal, los operarios back-up ocuparán la posición de su compañero ausente durante toda la jornada laboral.

Teniendo en cuenta los factores analizados anteriormente, en la Figura 10.1 se muestra el layout de la planta a desarrollar.

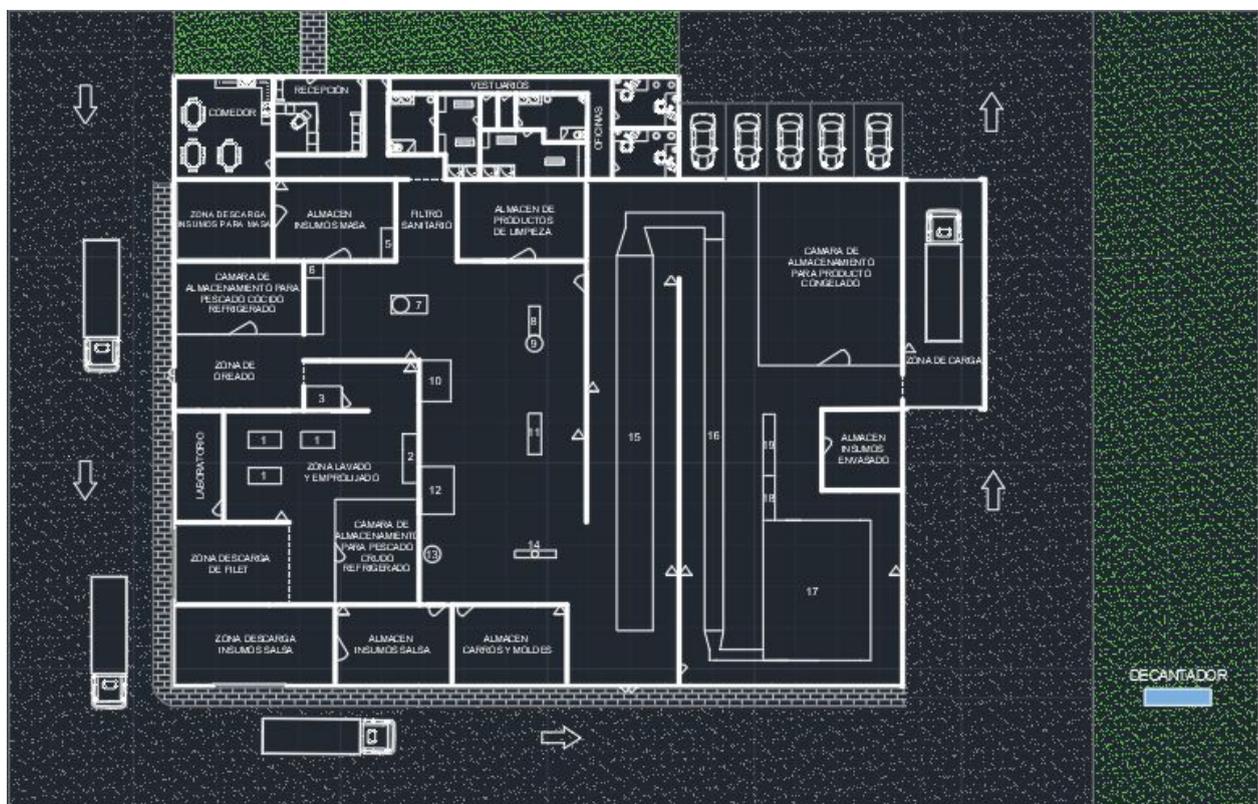


Figura 10.1. Plano de la planta elaboradora del producto.

A continuación se detallan las referencias del mismo:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| 1. Mesas de emprolijado | 11. Laminadora de masa |
| 2. Bacha para lavado de filete | 12. Cámara de descanso |
| 3. Horno a vapor | 13. Tanque agitador de salsa |
| 4. Zona pesaje ingredientes de masa | 14. Dosificadora de salsa |
| 5. Heladera de levadura | 15. Horno de túnel |
| 6. Desmenuzadora | 16. Túnel de enfriamiento |
| 7. Amasadora | 17. Giro-freezer |
| 8. Divisora volumétrica | 18. Detector de metales |
| 9. Bolladora | 19. Envasadora |
| 10. Cámara de leudado | Δ Matafuego portable |

En las Figuras 10.2 y 10.3 se muestra el flujo de materia prima en el proceso de elaboración del filete de pescado precocido y en el proceso de elaboración del panificado respectivamente. A su vez en la Figura 10.4, se puede observar el flujo del personal en el ingreso a la planta y en la Figura 10.5 se detalla la ubicación de las rejillas de drenaje y la circulación de los efluentes líquidos del proceso.

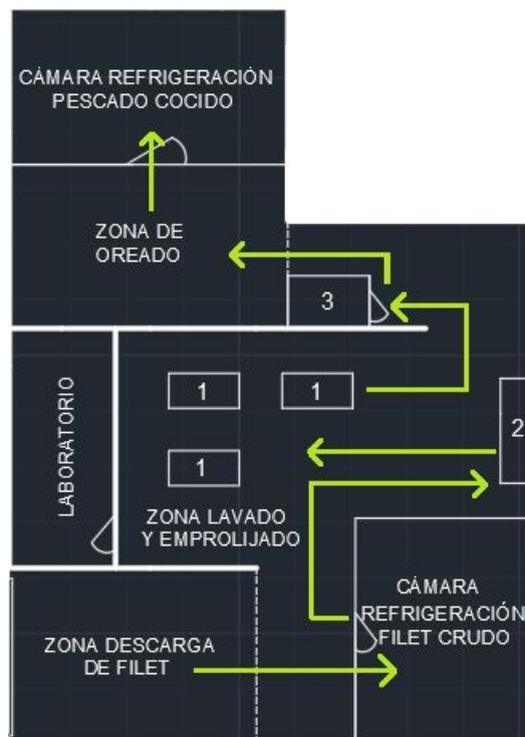


Figura 10.2. Flujo de materia prima en elaboración del filete de merluza precocido.

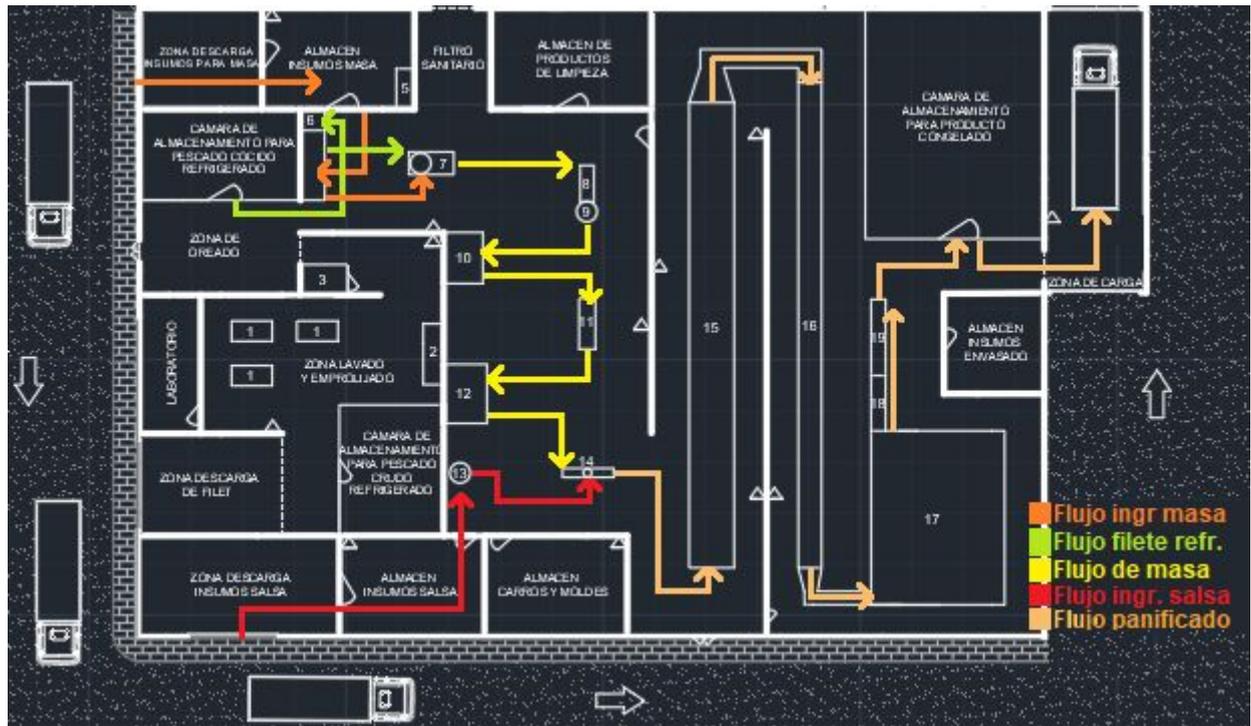


Figura 10.3. Flujo de materia prima en el proceso de elaboración.



Figura 10.4. Flujo del personal en el ingreso a la planta.

Así, se pudo obtener la distribución de la planta elaboradora de prepizza con pescado, precocida y congelada.

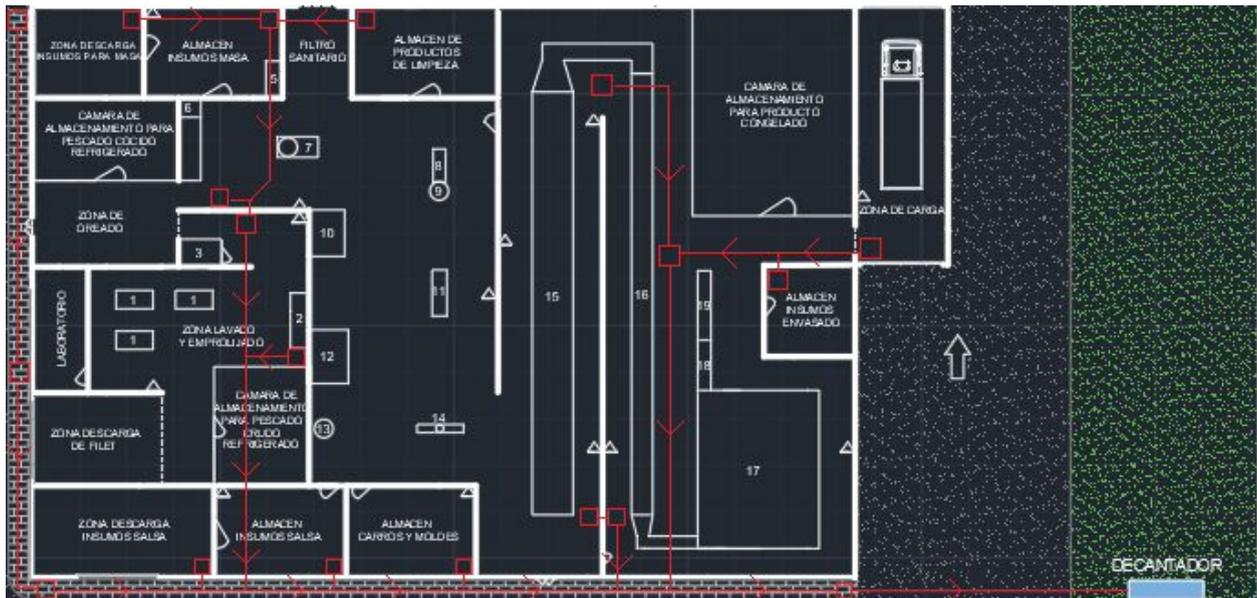


Figura 10.5. Ubicación de las rejillas de drenaje y flujo de efluentes líquidos en la planta.

10.2. LOCALIZACIÓN

A la hora de decidir dónde localizar la planta de producción, entran en juego diversos factores. Si se desea comparar entre distintos sitios, es necesario comparar estos elementos para poder determinar la conveniencia de un lugar por sobre otro. Algunos de estos factores influyentes se resumen a continuación:

- vías de acceso y comunicación,
- acceso a la materia prima,
- acceso a servicios,
- acceso al mercado consumidor,
- cercanía a la mano de obra,
- topografía y condiciones climáticas,
- normativas vigentes,
- beneficios impositivos,
- costo del terreno y de la construcción.

Método de los factores ponderados

Este método consta en realizar un análisis en el que se comparan entre sí los distintos factores de interés asociados a cada localización con el fin de determinar la ubicación que presenta el mayor beneficio (Álvarez, n.d.).

Se debe asignar un peso a cada factor, que refleje su importancia relativa. Luego se les debe fijar una escala (de 1 a 10 puntos, por ejemplo), y evaluarlo para cada una de las localizaciones.

Finalmente, se multiplica la puntuación por los pesos de cada factor, y así se obtiene el puntaje total para cada localización, de manera de poder concluir cuál es la que mejor se ajusta a los factores que se consideran más importantes.

Este método será utilizado para la comparación de distintas opciones de localización de la planta. Se apuntará a la radicación en un parque industrial debido a las ventajas que los mismos brindan en comparación con las zonas no industriales.

Parque industrial

Se entiende por parque industrial a la porción delimitada de la zona industrial, diseñada y subdividida para la radicación de establecimientos manufactureros y de servicios, dotada de la infraestructura, equipamiento y servicios, en las condiciones de funcionamiento que establezca el Poder Ejecutivo Provincial (Buenos Aires Provincia, n.d). Algunos de los beneficios de un Parque Industrial son:

- infraestructura adecuada,
- inversión eficiente en servicios,
- seguridad física e industrial.

Existen ciertas ventajas de radicarse en un agrupamiento industrial. Los agrupamientos industriales son un importante mecanismo de atracción de inversionistas por las ventajas que se brindan a las empresas que se establecen allí. Las principales ventajas para las empresas que deciden radicarse en un agrupamiento industrial son:

- infraestructura necesaria para el funcionamiento de la empresa.
- Concentran usos industriales en un perímetro delimitado. Favorece la planificación urbana y garantiza la protección recíproca entre la actividad industrial y los restantes usos posibles de la tierra.
- Posibilita la reducción de costos operativos.
- Beneficios impositivos.
- Facilita interacción y colaboración empresaria.
- Favorece acceso a políticas públicas de estímulo a la industria, por ser un ámbito propicio para la difusión de las mismas.
- Mejora las condiciones de seguridad en base a tener un único acceso vial y peatonal, protección perimetral y vigilancia permanente.
- Facilita a las empresas la adecuación a la normativa vigente.
- Fomentan el asentamiento de los emprendimientos productivos, cooperativas o asociaciones con participación municipal, sectorial, etc.
- Vinculan funcionalmente al empleo industrial con el residente local (Buenos Aires Provincia, n.d).

Se seleccionaron tres Parques Industriales situados en distintas zonas de la provincia de Buenos Aires a fin de comparar su ubicación por el método de los factores ponderados.

Estos fueron:

- A.** Parque Industrial Gral. Manuel Savio: ubicado en la Ruta Provincial 88 que conecta a Mar del Plata con Necochea, a 9 kilómetros del centro urbano de Mar del Plata, en el sudeste de la provincia.
- B.** Parque Industrial Hudson: ubicado en la ciudad de Berazategui, al noreste de la provincia, con acceso inmediato a la autopista La Plata, Buenos Aires.
- C.** Parque Industrial Olavarría: ubicado en el centro de la Provincia de Buenos Aires, sobre la Ruta Nacional 226 a 10 Kilómetros de la Ruta Provincial 51.

A continuación, en la Figura 10.6, puede observarse la ubicación de los tres lugares dentro de la provincia.



Figura 10.6. Localización de los distintos Parques Industriales a analizar.

Comparación de factores

A continuación, se analizan las distintas ubicaciones con respecto a cada factor de interés. En la Tabla 10.1 pueden observarse los puntajes otorgados a cada ubicación.

- F1. Proximidad a proveedores: Este factor se consideró como el más importante, y por lo tanto se le dió el mayor peso. Encontrarse en cercanía a los proveedores de materia prima presenta una ventaja desde el punto de vista de los costos de distribución. Debido a que el Parque Industrial Gral. Manuel Savio tiene fácil acceso a proveedores y, además, se encuentra en una zona portuaria, donde el filete de merluza es una materia prima de fácil acceso, se le dió el mayor puntaje.
- F2. Proximidad a consumidores: De forma similar al ítem anterior es importante desde el punto de vista económico, que la distribución del producto se realice desde una posición estratégica a los fines de minimizar los costos de transporte. Por esto, en este factor, se dió un mayor puntaje al Parque Industrial de Olavarría, que se encuentra ubicado en el centro de la provincia.
- F3. Disponibilidad de mano de obra capacitada: Si bien en la mayoría de las etapas de producción en el proceso no se considera diferencia de capacitación de la mano de obra de cada localización, esto no puede considerarse en los procesos donde se manipula pescado. Es necesario contar con mano de obra capacitada en este proceso, especialmente en la etapa de emprolijamiento, que constituye un punto crítico de control en el sistema HACCP planteado. Es por esto que se decidió otorgar un mayor puntaje al Parque Industrial Gral. Manuel Savio, debido a su cercanía con el puerto pesquero de Mar del Plata.

F4. Costo del terreno: Se buscaron terrenos de aproximadamente 4000 m², área estimada para la construcción de la planta, obteniéndose así los siguientes valores:

- lote en Parque Industrial Gral. Manuel Savio: 5000 m², 450.000 USD (Zonaprop, 2019),
- lote en Parque Industrial Hudson: 4000 m², 450.000 USD (Zonaprop, 2019),
- lote en Parque Industrial Olavarría: 4000 m² 300.000 USD (Del Valle, 2019).

Puede verse una marcada ventaja del Parque Industrial Gral. Manuel Savio con respecto al Parque Industrial Hudson. Ambos tienen el mismo valor, sin embargo, el primero posee 1000 m² extra. Si bien la estimación del área necesaria para la planta que se desea construir no excede los 4000 m², podría ser una opción adecuada elegir el de mayor terreno, considerando la posible expansión de la planta a lo largo de los años. Por otro lado, analizando el terreno de Olavarría, puede verse que el precio por m² es de 75 USD, siendo menor que el de Mar del Plata, que alcanza los 90 USD. Así, sin realizar ninguna suposición de una posible ampliación, resulta más conveniente, en el análisis de este factor, la opción de Olavarría.

F5. Vías de acceso y comunicación: Se considera que las tres ubicaciones a comparar se encuentran adecuadamente conectadas. Todas las localizaciones tienen acceso directo a rutas importantes en la provincia. Por lo tanto, ninguna ubicación tiene superioridad respecto a las demás en este punto.

F6. Topografía y condiciones climáticas: En este ítem se considera principalmente las temperaturas medias de la zona. Las altas temperaturas representan mayores costos de refrigeración tanto del producto como la materia prima y una mayor degradación sensorial durante el proceso. Así se encontró que el parque ubicado en la zona con clima más frío es el Parque Industrial Gral. Manuel Savio, seguido por el Parque Industrial Olavarría, ubicándose en último lugar el Parque Industrial Hudson (WheatherSpark, n.d.).

Tabla 10.1. Factores ponderados.

Factores	Peso relativo %	Alternativas		
		A	B	C
F1. Proximidad a proveedores	30	10	6	7
F2. Proximidad a consumidores	20	6	8	10
F3. Disponibilidad de mano de obra capacitada	20	10	8	8
F4. Costo del terreno	15	7	6	9
F5. Vías de acceso y comunicación	10	10	10	10
F6. Topografía y condiciones climáticas	5	9	5	7

A continuación se muestra la ecuación a utilizar para la determinación del puntaje final de cada localización:

$$Puntaje\ localización = \sum_{j=1}^6 (Puntaje_{Fj} \cdot Peso\ relativo_{Fj})$$

Así, se obtienen los valores mostrados en la Tabla 10.2.

Tabla 10.2. Puntaje para cada localización.

LOCALIZACIÓN	PUNTAJE
Parque Industrial General Manuel Savio	8,7
Parque Industrial Olavarría	8,4
Parque Industrial Hudson	7,15

Puede concluirse, entonces, del análisis realizado que el Parque Industrial Gral. Manuel Savio, ubicado en la ciudad de Mar del Plata, constituye la mejor opción para la localización de la planta a construir.

CAPÍTULO 11. IMPACTO AMBIENTAL

11. **IMPACTO AMBIENTAL**

El impacto ambiental es un cambio o una alteración en el medio ambiente debido a la actividad y a la intervención humana. Este impacto representa una ruptura en el equilibrio ecológico, causando graves daños y perjuicios en el medio ambiente, así como en la salud de las personas y demás seres vivos (Zita, 2019).

La gran mayoría de las actividades económicas implican y conllevan un impacto ambiental. En base al tiempo que dura su efecto, se puede diferenciar en las siguientes categorías (Fernandez, 2013):

- Reversible: es aquel impacto ambiental cuyos efectos pueden eliminarse progresivamente mediante mecanismos de depuración naturales siempre y cuando se retire el contaminante. Dentro de este grupo se incluyen los impactos ambientales temporales y los persistentes.
 - o Temporal: es aquel que no tiene consecuencias graves. El medio ambiente puede recuperarse de este tipo de impacto en el corto plazo (1-3 años).
 - o Persistente: sus efectos producen una alteración del medio que tiene influencia a largo plazo (recuperación en 4-10 años).
- Irreversible: los efectos de este tipo de impacto ambiental tienen tanta gravedad y trascendencia que impiden por completo que el medio pueda recuperarse de forma natural de los daños causados.

Si bien el desarrollo industrial de un territorio puede inducir una fuerte reactivación socioeconómica y mejoras en la calidad de vida de la población, también es capaz de ocasionar importantes modificaciones del entorno y diversas formas de contaminación del aire, el agua y el suelo.

Se debe tener en cuenta que no todas las actividades industriales tienen un efecto de igual gravedad sobre el ambiente. El artículo 15 de la Ley 11.459 de Radicación Industrial permite categorizar cualquier planta industrial conforme a su nivel de complejidad ambiental. Según esta clasificación, el establecimiento correspondiente al presente trabajo se encuentra en una "Categoría de Primera", que es la categoría con menores consecuencias sobre el ambiente, debiéndose las mismas principalmente a la generación de efluentes.

Conocer los efluentes generados en el proceso productivo constituye el primer paso para lograr una minimización del efecto que estos generan.

11.1. EFLUENTES GENERADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo generará efluentes del tipo sólido y líquido. Los efluentes de tipo gaseoso no se tendrán en cuenta, dado que se producen únicamente debido a la combustión de gas natural en el horno continuo. Se realizará una inspección periódica del quemador de este equipo para asegurar su correcto funcionamiento.

11.1.1. Efluentes sólidos

Estos efluentes se pueden clasificar como orgánicos e inorgánicos. A continuación se caracterizarán los efluentes sólidos generados en el proceso de producción.

- Orgánicos
 - Cortes del emprolijado de pescado

- Inorgánicos
 - Bolsas de harina (papel Kraft)
 - Bidones de aceite (PEAD)
 - Envases de sal (polipropileno)
 - Envases de azúcar (papel Kraft)
 - Latas de tomate (hojalata/aluminio)
 - Envases de ají molido y orégano (PEBD)

Los efluentes sólidos serán separados y retirados del establecimiento por la empresa "Transervice" dedicada a la recolección de residuos industriales.

11.1.2. Efluentes líquidos

Dentro de los efluentes líquidos se considerarán:

- Agua de lavado del pescado
- Agua de lavado de equipos

Estos efluentes serán tratados previo a su vertido en la red cloacal. Dado que los efluentes correspondientes a baños, vestuarios y comedor no requieren tratamiento, no serán considerados en esta clasificación.

11.1.2.1. Caracterización de los efluentes líquidos

Para lograr la caracterización de los efluentes líquidos, se deben tener en cuenta ciertas consideraciones como son:

- Volúmenes diarios que deben ser tratados: caudales máximos y mínimos.
- Características físico-químicas (DBO, DQO, pH): donde el DBO es la demanda biológica de oxígeno y el DQO la demanda química de oxígeno debido a la materia orgánica. En el anexo II de la Resolución (AGOSBA) 389/98 del 17/7/1998 se establecen parámetros de calidad y límites admisibles para las distintas descargas (Tabla 11.1).

Tabla 11.1. Parámetros de calidad de las descargas (Ecofield, n.d).

Parámetro	Límites máximos para descargar a		
	Cloaca colectora	Absorción por el suelo	Mar abierto
Temperatura (°C)	45	45	45
pH	7-10	6,5-10	6.5-10
Sólidos sedimentables 10 minutos (mL/L)	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos sedimentables 2 horas (mL/L)	5	5	5
Sulfuros (mg/L)	2	5	NE
D.B.O (mg/L)	200	200	200
D.Q.O (mg/L)	700	500	500

El tratamiento de los efluentes líquidos se llevará a cabo en base a los límites máximos permitidos por la resolución (AGOSBA) 389/98.

11.1.2.2. Tratamiento primario de efluentes líquidos: diseño de un sedimentador

El tratamiento de aguas residuales de la industria alimentaria consiste en aplicar procesos, ya sean físicos, químicos o biológicos sobre las mismas a fines de eliminar contaminantes antes de descargarlas a la red cloacal.

El tratamiento de los efluentes líquidos se realizará, en este caso, mediante un proceso de sedimentación. Se entiende por sedimentación a la operación física en la que se aprovecha la fuerza de gravedad para separar partículas sólidas suspendidas en un fluido (Castillo León, 2016). Para lograr esta separación, la densidad del sólido disperso debe ser mayor a la del líquido que lo contiene (Pauna, 2017). A partir de este proceso se obtienen dos fases: por un lado el líquido clarificado y, por el otro, los sólidos sedimentados.

En esta sección se llevará a cabo el diseño del equipo necesario para la clarificación de las aguas residuales provenientes tanto de la etapa de lavado del filete de merluza como de la limpieza de los equipos.

El equipo que se desea diseñar es un decantador rectangular con flujo horizontal que permita separar partículas mayores a 0,05 mm de diámetro. Se decide tomar este valor como una simplificación para el diseño: se asume que todas las partículas, independientemente de su procedencia, tienen un tamaño igual al promedio de tamaño de una partícula de tierra (Redmond, 1996).

Para realizar el diseño, se propone partir de una serie de suposiciones:

- partículas de geometría esférica,
- flujo laminar,
- solución ideal.

- A su vez, el hecho de suponer una solución ideal conlleva las siguientes implicaciones:
- solución diluida: no hay interacción entre partículas, por lo tanto, las mismas sedimentan libremente.
 - Solución homogénea: la densidad (ρ) y viscosidad (μ) del líquido toman valores constantes. En este caso se considerarán iguales a las del agua.
 - Temperatura constante debido a la ausencia de flujo convectivo.

Si se cumplen estas suposiciones, entonces puede aplicarse la Ley de Stokes para predecir la velocidad de sedimentación del sólido. La expresión que describe esta ley se presenta más adelante.

Asimismo, se considerará un decantador ideal. Esta consideración implica:

- flujo pistón: repartimiento uniforme de la velocidad de desplazamiento de partículas,
- ausencia de turbulencia.

En un decantador, la velocidad de una partícula puede expresarse como la suma de su componente vertical y su componente horizontal (Valenzuela 2015):

$$V = V_y + V_x$$

$$V = V_{\text{sedimentación}} + V_{\text{paso}}$$

La velocidad y trayectoria de una partícula cualquiera en un decantador rectangular puede observarse en la Figura 11.1.

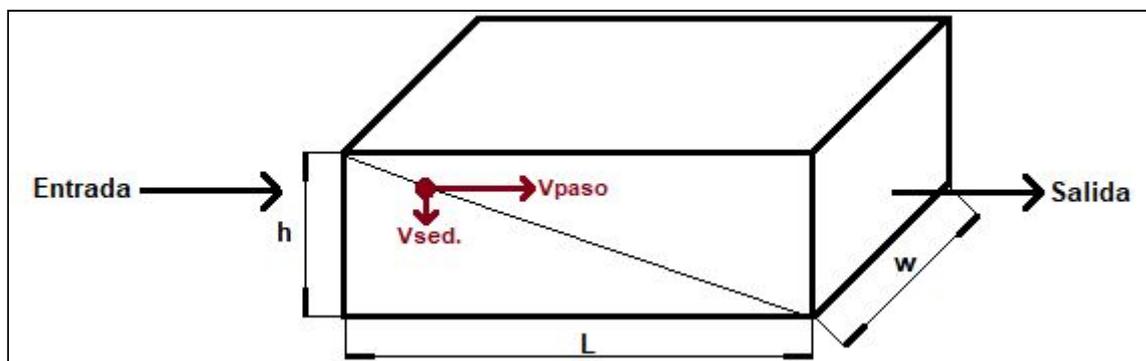


Figura 11.1. Representación de un decantador horizontal.

Toda partícula cuyo tiempo de sedimentación sea menor al tiempo de residencia (o paso) en el equipo, quedará depositada en el fondo del mismo. Por lo tanto, para las partículas a sedimentar, se debe cumplir:

$$t_{\text{sed}} < t_{\text{paso}} \quad (1)$$

A su vez se puede reemplazar las variables temporales por su definición (Valenzuela, 2015) :

- $t_{sed} = \frac{h}{V_{sed}}$
- $t_{paso} = \frac{L}{V_{paso}} = \frac{L \cdot h \cdot w}{Q_{vol}}$

Reemplazando en (1):

$$\frac{h}{V_{sed}} < \frac{L \cdot h \cdot w}{Q_{vol}}$$

$$\frac{Q_{vol}}{V_{sed}} < L \cdot w$$

$$\frac{Q_{max}}{V_{sed}} = L \cdot w \quad (2)$$

Esta última expresión muestra que a partir del caudal volumétrico máximo de los efluentes (Q_{max}) y la velocidad de sedimentación de las partículas de sólido (V_{sed}), puede determinarse el área de la base del decantador. A continuación, se detalla la estimación de estas variables.

Para el cálculo de Q_{max} se tiene en cuenta que la planta cuenta con tres grifos en la línea de procesamiento del filete de merluza y seis en la zona de procesamiento del panificado. Asimismo, se toma al caudal de un grifo como $12 \frac{L}{min}$. De esta forma, el caudal volumétrico máximo de los efluentes queda determinado por la suma del caudal de los grifos cuando se encuentran abiertos todos al mismo tiempo:

$$Q_{max} = 9 \text{ grifos} \cdot 12 \frac{L}{\text{grifo} \cdot \text{min}} = \frac{108 L}{\text{min}} = 6,48 \frac{m^3}{h}$$

A su vez, la velocidad de sedimentación (V_{sed}) puede determinarse mediante la expresión de la ley de Stokes (Ecuación 3), asumiendo el cumplimiento de las suposiciones realizadas:

$$V_{sed} = \frac{(\rho_s - \rho) \cdot g \cdot Dp^2}{18 \cdot \mu} \quad (3)$$

Donde:

$$\rho \text{ (densidad del agua)} = 1.000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\mu \text{ (viscosidad del agua)} = 1.10^{-3} \frac{kg}{m \cdot seg}$$

$$\rho_s \text{ (densidad de las partículas sólidas)} = 2.160 \frac{kg}{m^3} \text{ (Terzaghi \& Peck, n.d.)}$$

$$Dp \text{ (diámetro de la partícula)} = 5.10^{-5} m$$

$$g \text{ (aceleración de la gravedad)} = 9,81 \frac{m}{seg^2}$$

Reemplazando en la ecuación de Stokes:

$$V_{sed} = 1,58.10^{-3} \frac{m}{s} = 5,69 \frac{m}{h}$$

La velocidad de sedimentación de las partículas sólidas es de 5,69 m/h. A partir de este valor se verificará el cumplimiento del régimen de flujo laminar. Como se mencionó anteriormente, ésta es una condición necesaria para poder utilizar la ley de Stokes.

Para ello, se debe verificar que el número de Reynolds (Re) sea menor a 2 (Ramalho, 1990):

$$Re = \frac{D_p \cdot V_{sed} \cdot \rho}{\mu} = 0,079$$

Puesto que el número de Reynolds toma un valor de 0,079, puede afirmarse que resulta válida la utilización de la Ley de Stokes.

Reemplazando los valores de Q_{max} y V_{sed} en la Ecuación 2, se obtiene el área mínima necesaria de la base del decantador:

$$L \cdot w = \frac{6,48 \frac{m^3}{h}}{5,69 \frac{m}{h}}$$

$$L \cdot w = 1,14 m^2$$

De esta forma queda determinado que el área mínima que debe tener el decantador es de 1,14 m².

Utilizando una relación de $\frac{L}{w} = 3$ (Tejero, n.d) y realizando además un sobredimensionamiento que permita el ingreso de una persona al equipo a fines de realizar la limpieza periódica del sedimentador, puede determinarse que el equipo tendrá un largo (L) de 3,5 m y un ancho (w) de 1,15 m.

Para este nuevo área y utilizando la Ecuación 2, se obtiene que Q_{max} permisible por el equipo es de $22,9 \frac{m^3}{h}$. Siendo el caudal de efluentes máximo esperado de $6,48 \frac{m^3}{h}$, se puede asegurar que el equipo efectuará un tratamiento efectivo de los efluentes líquidos.

Para dimensionar la altura del decantador se tomará como criterio la completa eliminación de sólidos sedimentables en 10 minutos. A partir de la velocidad de sedimentación calculada anteriormente, queda establecido que en un período de 10 minutos, la partícula recorre 0,94 metros. Por lo tanto, se define la misma como la altura mínima que debe tener el decantador para cumplir con el requerimiento impuesto.

Para asegurar una separación efectiva de estas partículas, se utilizará una altura de 1,5 metros.

En la Tabla 11.2 se resumen las características del decantador rectangular diseñado.

Tabla 11.2. Características del decantador a utilizar.

Caudal máximo admisible (Q_{max})	22,9 $\frac{m^3}{h}$
Largo (L)	3,5 m
Ancho (w)	1,15 m
Altura (h)	1,5 m

Por lo tanto, a partir de la caracterización de los efluentes líquidos se obtuvo el diseño del decantador necesario para lograr el tratamiento de los mismos.

12. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico del proyecto busca determinar si el mismo cuenta con las bases necesarias para poder ser considerado como factible. Para esto debe contar con: un mercado con una demanda insatisfecha al cual ofrecer un producto, capacidad técnica mediante la cual se pueda lograr la producción de este bien, recursos humanos y financieros que permitan llevar a cabo el proyecto y además el mismo debe ser rentable. Es decir, la relación entre el beneficio obtenido por la actividad y la inversión realizada debe cumplir con las expectativas de los inversores (Sevilla, 2019).

Para lograr determinar la factibilidad del proyecto se hará uso de la ingeniería económica, que es una especialidad que integra conceptos de la ingeniería con elementos básicos de la microeconomía (FAO, 1998). Su objetivo es dar lugar a la toma de decisiones que esté basada en comparaciones económicas de distintas alternativas tecnológicas de inversión.

Para el estudio de factibilidad, la ingeniería económica estudia diversos factores: el mercado, la ingeniería de la producción, la inversión, los costos de producción y la relación entre estas variables (Figura 12.1).

- **Mercado:** determina el volumen de producción de la planta y el precio que el consumidor está dispuesto a pagar por el producto.
- **Ingeniería de la producción:** incluye equipos a utilizar, especificaciones técnicas de los mismos, localización de la planta, cantidad y calidad de insumos a utilizar en el proceso. Este factor se encuentra definido principalmente por el mercado, que determina el volumen de producción, y las características deseadas en el producto.
- **Inversión:** es fuertemente dependiente del precio de los equipos a utilizar, el precio de las construcciones a realizar y el capital de trabajo.
- **Costos de producción:** se divide en costos fijos y costos variables. Dependen de las características del proceso, la inversión realizada y el valor de los insumos a utilizar.

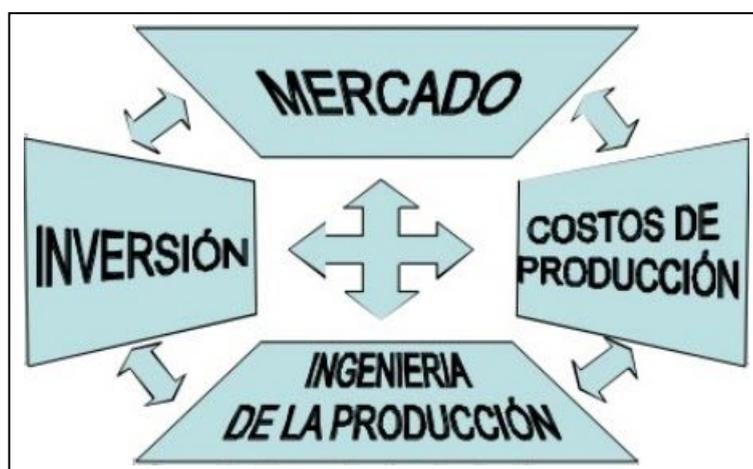


Figura 12.1. Variables estudiadas por la ingeniería económica.

Se puede observar que las variables que permiten la determinación de la factibilidad del proyecto se encuentran fuertemente relacionadas. Es por esto que, si se produjera un cambio en una de las mismas, se daría lugar a variaciones en las demás variables.

La variable *mercado* se encuentra definida en el capítulo “Estudio de mercado”, de la misma forma que la variable *ingeniería de la producción* fue definida en los capítulos “Desarrollo de producto”, “Selección de equipos” y “Layout y localización de planta”.

Entonces, para completar el estudio de factibilidad, se debe lograr estimar la inversión necesaria para la realización del proyecto, así como también los costos de producción que el mismo involucra.

Para el análisis económico se trabajará con valores en dólares estadounidenses (USD). Se utilizará la cotización de la fecha 28/10/2019 del Banco Nación, en la que el precio del dólar fue de 64,44 pesos argentinos (\$).

12.1. INVERSIÓN

La inversión total necesaria (I_T) se compone de la inversión fija total (I_{FT}), que es el dinero necesario para construir la planta de forma que se encuentre en condiciones de comenzar a producir, y el capital de trabajo (I_W), que es el capital necesario para que la planta opere a los niveles previstos.

$$I_T = I_{FT} + I_W$$

A su vez, la I_{FT} se encuentra compuesta por el valor del terreno y la inversión fija (I_F). Esta última es la suma de los activos tangibles, como el edificio, los equipos y cañerías y los activos intangibles, como los estudios y las pruebas planta piloto. Entonces:

$$I_{FT} = I_F + \text{Terreno}$$

12.1.1. Inversión fija

Para la estimación de la inversión fija se utilizará el método de los factores. Este es un método mediante el cual puede extrapolarse la inversión fija de un sistema completo a partir del precio de los equipos principales del proceso con instalación (Chilton, 1949) y determinar así una estimación con un error de 10-15% del valor real, por la selección cuidadosa de los factores dentro del rango dado.

12.1.1.1. Inversión en equipos

A partir de las características de diseño de cada equipo, se contactó a distintos proveedores y se les pidió un presupuesto para cada uno. En el caso de equipos importados, se solicitó el valor CIF (*Cost, Insurance & Freight*), que es aquel que tiene en cuenta la cotización en el puerto de embarque, el flete marítimo hasta el Puerto de Buenos Aires y el correspondiente seguro marítimo. Generalmente, en equipos destinados a la industria alimentaria, los costos de instalación suelen ser bajos o estar incluidos en el precio de venta. Es por esto que la instalación no se calculará como un costo adicional.

Para el caso de las cámaras de refrigeración, se obtuvo el valor del proveedor para la cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado y, a partir de este, se estimó el precio del resto:

➤ **Cámara de almacenamiento para filete cocido refrigerado.**

Para la determinación del precio de este equipo se utilizará un factor costo-capacidad de 0,628 (Zugarramurdi, 1998):

$$\text{Inversión para tamaño } A = \text{Inversión para tamaño } B \cdot \left(\frac{Q_A}{Q_B}\right)^{0,628}$$

Donde:

$$Q_A = 107 \text{ m}^3$$

$$Q_B = 98 \text{ m}^3$$

$$\text{Inversión para tamaño } B = 20.929 \text{ USD (DeFrancesco)}$$

Reemplazando en la fórmula se obtiene:

$$\text{Inversión para tamaño } A = 22.117 \text{ USD}$$

La inversión para la segunda cámara de almacenamiento es de 22.117 USD.

➤ **Cámara de almacenamiento para producto congelado.**

Se realiza un análisis análogo al de la estimación anterior:

$$\text{Inversión para tamaño } A = \text{Inversión para tamaño } B \cdot \left(\frac{Q_A}{Q_B}\right)^{0,628}$$

Donde:

$$Q_A = 343 \text{ m}^3$$

$$Q_B = 98 \text{ m}^3$$

$$\text{Inversión para tamaño } B = 20.929 \text{ USD}$$

Reemplazando en la fórmula se obtiene:

$$\text{Inversión para tamaño } A = 45.965 \text{ USD}$$

La inversión para la tercer cámara de almacenamiento es de 45.965 USD.

En cuanto al resto de los equipos, los presupuestos fueron obtenidos contactando distintos proveedores. Estos valores se presentan plasmados en la Tabla 12.1.

Tabla 12.1. Precios de equipos a utilizar.

EQUIPO (Marca)	PRECIO (USD)
Cámara de almacenamiento para filete crudo refrigerado (<i>DeFrancesco</i>)	20.929
Horno a vapor (<i>BOSSIN</i>)	19.800
Cámara de almacenamiento para filete cocido refrigerado (Estimación)	22.117
Heladera para almacenamiento de levadura (<i>CFG</i>)	2.905
Desmenuzadora (<i>Brunetti</i>)	2.048
Amasadora (<i>MB</i>)	5.200
Divisora volumétrica (<i>Porlanmaz</i>)	5.100
Bolladora cónica (<i>Porlanmaz</i>)	3.960
Cámara de fermentación 1 (<i>Argental</i>)	8.000
Laminadora (<i>IMEPA</i>)	17.600
Cámara de fermentación 2 (<i>Argental</i>)	10.500
Tanque mezclador de salsa (<i>TIA INOX</i>)	2.000
Dosificadora (<i>IMEPA</i>)	6.880
Horno de túnel continuo (<i>BAKENATI</i>)	98.440
Túnel de enfriamiento (<i>AMC</i>)	48.500
Giro-freezer (<i>Albace</i>)	255.000
Envasadora (<i>Brunetti</i>)	45.000
Cámara de almacenamiento para producto congelado (Estimación)	45.965
TOTAL	619.994 USD

Por lo tanto, la inversión total en los equipos (I_E) es de 619.994 USD. Este valor será utilizado para la determinación de la inversión fija total del proyecto.

12.1.1.2. Inversión fija directa e indirecta

Los factores necesarios para el cálculo de la inversión fija directa e indirecta serán estimados a partir de los criterios mostrados las Tablas 12.2 y 12.3 respectivamente.

Tabla 12.2. Factores directos (adaptado de Chilton, 1949).

Valor del Equipo Instalado de Proceso	IE
Factores experimentales como fracción de IE	
<i>Tuberías de Proceso</i>	f_1
Proceso de sólidos	0.07 - 0.10
Proceso mixto	0.10 - 0.30
Proceso de fluidos	0.30 - 0.60
<i>Instrumentación</i>	f_2
Control poco automatizado	0.02 - 0.05
Control parcialmente automatizado	0.05 - 0.10
Control complejo, centralizado	0.10 - 0.15
<i>Edificios de fabricación</i>	f_3
Construcción abierta	0.05 - 0.20
Construcción semiabierta	0.20 - 0.60
Construcción cerrada	0.60 - 1.00
<i>Plantas de servicios</i>	f_4
Escasa adición a las existentes	0.00 - 0.05
Adición considerable a las existentes	0.05 - 0.25
Plantas de servicios totalmente nuevas	0.25 - 1.00
<i>Conexiones entre unidades</i>	f_5
Entre las unidades de servicios	0.00 - 0.05
Entre unidades de proceso separadas	0.05 - 0.15
Entre unidades de proceso dispersas	0.15 - 0.25

Tabla 12.3. Factores indirectos (adaptado de Chilton, 1949).

Factores experimentales como fracción de la inversión directa	
<i>Ingeniería y construcción</i>	f_{11}
Ingeniería Inmediata	0.20 - 0.35
Ingeniería compleja	0.35 - 0.50
<i>Factores de tamaño</i>	f_{12}
Unidad comercial grande	0.00 - 0.05
Unidad comercial pequeña	0.05 - 0.15
Unidad experimental	0.15 - 0.35
<i>Contingencias</i>	f_{13}
De la compañía	0.10 - 0.20
Variaciones imprevistas	0.20 - 0.30
Procesos exploratorios	0.30 - 0.50

Factores directos (f)

- f1. Se considera que no habrá cañerías destinadas al transporte de fluidos. Al tratarse de un proceso de sólidos, para este factor se toma el valor promedio del intervalo correspondiente (0,085).
- f2. El proceso no requiere instrumentación compleja, siendo la temperatura la principal variable a medir en las distintas etapas. Es por esto que se considera que habrá un control poco automatizado. Por lo tanto, se decide tomar el valor promedio del intervalo que presenta dicha opción (0,035).
- f3. Para el caso del edificio de fabricación, no se llevará a cabo una estimación por factores, sino que se utilizará el valor directo obtenido mediante el sistema de cálculo ofrecido por la empresa *Leza, Escriña & Asociados S.A.*:

Teniendo en cuenta:

- Estructura de hormigón armado *in situ*, cerramientos de mampostería sobre piso/radier de hormigón alisado, losa de hormigón armado.
- Con más de dos divisiones internas en su longitud.
- Superficie de construcción de 1600 m².
- Edificio de 5 metros de altura.
- Ubicado en la provincia de Buenos Aires.

El valor de construcción es de 750 USD/m². Por lo tanto, la construcción del edificio toma un valor de 1.200.000 USD.

- f4. Debido a que el vapor utilizado en el horno para la cocción del filete y las cámaras de fermentación es generado por los mismos equipos, no se considerará una planta de servicios. Entonces, para este factor se toma un valor nulo.
- f5. Dado que no habrá unidades de proceso separadas, se toma también un valor nulo para este factor.

Habiendo obtenido los factores directos y conociendo la inversión en equipos, puede calcularse la inversión fija directa (IF_D).

$$IF_D = I_E \cdot (1 + \sum_{i=1}^5 f_i) + Valor_{construcción}$$

$$IF_D = 619.994 \text{ USD} \cdot (1 + 0,12) + 1.200.000 \text{ USD}$$

$$IF_D = 1.894.393 \text{ USD}$$

La inversión fija directa toma un valor de 1.894.393 USD.

Factores indirectos (f_i)

- f1. Se considera ingeniería y construcción inmediata. Por lo tanto, se toma para este factor el valor promedio del intervalo (0,275).
- f2. Para el factor de tamaño se considerará una unidad comercial pequeña, tomándose el valor promedio del intervalo (0,1).
- f3. En la industria alimentaria, los incidentes, accidentes, estados de emergencia u otras contingencias de la compañía suelen tener una menor frecuencia en comparación al resto de las industrias. Es por esto que para este factor se decide tomar el valor inferior del intervalo correspondiente (0,1).

A partir de la obtención de los factores indirectos se puede determinar el valor de la inversión fija (I_F).

$$I_F = IF_D \cdot (1 + \sum_{i=1}^5 f_i)$$

$$I_F = 1.894.393 \text{ USD} \cdot (1 + 0,475)$$

$$I_F = 2.794.230 \text{ USD}$$

Por lo tanto, la inversión fija es de 2.794.230 USD.

12.1.2. Terreno

Se adquiere un lote en el Parque Industrial Gral. Manuel Savio ubicado en la ciudad de Mar del Plata. El mismo cuenta con una superficie de 5000 m² y se encuentra valuado en

450.000 USD (Zonaprop, 2019). A partir de este valor se puede calcular la inversión fija total (I_{FT}).

$$I_{FT} = I_F + \text{Terreno}$$

$$I_{FT} = 2.794.230 \text{ USD} + 450.000 \text{ USD} = 3.244.230 \text{ USD}$$

De esta forma, la inversión fija total es de 3.244.230 USD.

12.1.3. Capital de trabajo

El capital de trabajo (I_w) también llamado "capital de giro", comprende las disponibilidades de capital necesario para que una vez que la planta se encuentre instalada y puesta en régimen normal de operación, pueda operar a los niveles previstos en los estudios técnico-económicos (Ynfante, 2009). Es el capital adicional con el que se debe contar para que comience a funcionar el proyecto antes de percibir ingresos por ventas. El monto de este capital varía dentro de límites muy amplios, dependiendo de la modalidad del mercado al cual va dirigida la producción, de las características del proceso y las condiciones establecidas por la procedencia y disponibilidades de las materias primas. Se considerará como el 10% de la inversión fija total. Entonces:

$$I_w = I_{FT} \cdot 0,1$$

$$I_w = 324.423 \text{ USD}$$

El capital de trabajo toma un valor de 324.423 USD.

Entonces, se obtiene el valor de la Inversión total (I_T):

$$I_T = I_{FT} + I_w$$

$$I_T = 3.568.653 \text{ USD}$$

Así, la cantidad de dinero necesaria para poner el proyecto en operación es de 3.568.653 USD.

12.2. INGRESOS POR VENTAS

Los ingresos por ventas se encuentran determinados por el precio unitario en fábrica del producto (P_U) y la cantidad de unidades vendidas. Para el análisis económico del proyecto se considerará que todas las unidades producidas se venden.

A los fines de determinar un precio de venta al consumidor final que sea competitivo en el mercado, se tiene en cuenta el precio en góndola de productos afines. Estos se muestran en la Tabla 12.4.

Tabla 12.4. Precio en góndola de productos afines.

Producto	Precio en góndola (USD)
Prepizza "IGEА" (270 g)	0,76
Prepizza "Te llevo" (250 g)	0,66
Prepizza "Pizzamanía" (250 g)	0,93

Considerando que el producto a desarrollar es un panificado congelado con agregado de pescado y, que cuenta con un peso de 340 g, se escogerá un precio en góndola de 1,5 USD.

Debido a que los intermediarios de los canales de distribución del producto encarecen el precio del mismo, se considerará que este incremento en el valor es del 50% del precio en fábrica (Harrison, 1976). Por lo tanto, el precio de venta unitario del producto en fábrica es de 1,0 USD. Este valor será utilizado en los cálculos de costos de producción y en el resto del análisis económico.

12.3. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción o costos de operación son los gastos involucrados en mantener un proyecto en operación. Los mismos pueden dividirse en "costos variables", que son proporcionales al volumen de producción alcanzado en la planta o "costos fijos", que son independientes del volumen de producción (Nuño, 2017). En la Tabla 12.5 se muestran los costos fijos y variables que serán considerados en el proyecto.

Tabla 12.5. Clasificación de los costos de producción.

COSTOS VARIABLES	COSTOS FIJOS
Materia prima	Costos de Inversión: <ul style="list-style-type: none"> ● Depreciación ● Impuestos ● Seguros ● Financiación
Envases	
Mano de obra directa	
Supervisión	
Servicios	
Mantenimiento	
Suministro	Ventas y distribución
Laboratorio	Dirección y administración
Regalías y patentes	Investigación y desarrollo

Para el análisis de los costos de producción se tomará como base de cálculo un período de tiempo de un año.

12.3.1. Costos variables

Como se expresó anteriormente, estos costos son proporcionales al nivel de producción de la planta. Por lo tanto, dependen del porcentaje de utilización de la misma. A continuación se calcularán los costos variables para un porcentaje de utilización del 100%.

Materia prima

Este rubro está integrado por los gastos en las materias primas que intervienen directa o indirectamente en los procesos de transformación. Para realizar la estimación de este costo, se utilizará la información obtenida en los balances de materia desarrollados en el capítulo 6 y el precio de cada materia prima obtenido mediante consulta a distintos proveedores.

En la Tabla 12.6 se muestran los usos y costos anuales asociados a cada materia prima.

Tabla 12.6. Usos y costos anuales de materia prima.

Materia prima	Cantidad utilizada (kg)	Precio (USD/kg)	Costo anual (USD)
Filete de merluza crudo	1.072.499	1,30	1.394.248
Harina	854.494	0,30	256.348
Tomate triturado	191.486	0,50	94.977
Levadura	41.516	1,36	56.462
Aceite	31.728	0,91	28.990
Orégano	11.578	2,14	24.723
Propionato de calcio	3.711	4,73	17.551
Ají molido	6.234	1,95	12.152
Azúcar	11.133	0,38	4.275
Sal	19.343	0,11	2.064
-	-	Total	1.891.791

Por lo tanto, el costo anual de materia prima es de 1.891.791 USD.

Envases

El costo de envases considera todos los gastos en los que se incurre para contener el producto para su comercialización. Para esto se considerará el envase primario, que consta en una bolsa de PEBD y el envase secundario, que constituye una caja de cartón capaz de contener diez unidades de panificado. Las especificaciones de cada envase se muestran en la sección 4.7.

Para el cálculo de este costo se debe conocer la cantidad de envases a utilizar y los precios unitarios (P_U) de cada material de embalaje.

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ bolsas PEBD} &= 4.453.152 \text{ unidades} \cdot \frac{\text{bolsa PEBD}}{1 \text{ unidad}} = 4.453.152 \text{ bolsas PEBD} \\ N^{\circ} \text{ cajas} &= 4.453.152 \text{ unidades} \cdot \frac{\text{caja}}{10 \text{ unidades}} = 445.315 \text{ cajas} \end{aligned}$$

Se utilizarán 4.453.152 bolsas de PEBD y 445.315 cajas de cartón anualmente.

Entonces:

$$\text{Costos anuales por envase} = N^{\circ} \text{ bolsas PEBD} \cdot P_U \text{ bolsa PEBD} + N^{\circ} \text{ cajas} \cdot P_U \text{ cajas}$$

Donde:

$$P_U \text{ bolsa PEBD} = 0,024 \frac{\text{USD}}{\text{unidad}} \text{ (Beniplast)}$$

$$P_U \text{ cajas} = 0,3075 \frac{\text{USD}}{\text{unidad}} \text{ (Zelasque)}$$

Reemplazando en la ecuación:

$$\text{Costos anuales por envase} = 106.876 \text{ USD} + 136.934 \text{ USD} = 243.810 \text{ USD}$$

Los costos anuales por envase toman el valor de 243.810 USD.

Mano de obra directa

Los costos de mano de obra directa (MOD) incluyen los sueldos de los operarios cuyo trabajo está directamente asociado a la fabricación del producto. Para estimar el costo de MOD se debe conocer el número de horas-hombre requeridas diariamente en el proceso y el precio de las mismas (Martinez, 2015).

El número de horas-hombre necesarias para llevar a cabo las tareas de la producción diaria es 312,5 (Tabla 7.1). Teniendo en cuenta que el funcionamiento de la fábrica es de 5 días a la semana, el número de horas-hombre por año es 81.250.

A partir de las tablas de escala salarial del gremio STIA (Sindicato de Trabajadores de Industrias Alimentarias) y considerando operarios calificados, se obtiene que el valor de la hora-hombre es de 2,8 USD. Además, se considera que en Argentina las cargas sociales representan el 43% del sueldo bruto (IDESIA, 2016). Por lo tanto, el precio de la hora-hombre es de 4,0 USD.

Teniendo en cuenta este valor y el precio de cada hora, se puede obtener el costo anual de mano de obra directa:

$$\text{Costos anuales MOD} = N^{\circ} \text{ horas - hombre} \cdot \text{Precio hora - hombre}$$

$$\text{Costos anuales MOD} = 81.250 \text{ horas - hombre} \cdot 4 \frac{\text{USD}}{\text{hora-hombre}}$$

$$\text{Costos anuales MOD} = 325.000 \text{ USD}$$

Los costos anuales de mano de obra son 325.000 USD.

Supervisión

Comprende los salarios del personal responsable de la supervisión directa de las distintas operaciones. La magnitud de la supervisión del proceso que se implementa en una planta está estrechamente vinculada con la cantidad total de mano de obra, la complejidad de la operación y los niveles de calidad de los productos. Para la determinación de este costo se puede tomar entre el 10-25% de los costos por MOD. Se decide tomar el valor promedio del rango (17,5%), por lo tanto:

$$\text{Costos anuales supervisión} = 325.000 \text{ USD} \cdot 0,175$$

$$\text{Costos anuales supervisión} = 56.875 \text{ USD}$$

Los costos anuales de supervisión son 56.875 USD.

Servicios

Este componente del costo total contempla los servicios que se requieren para realizar la producción del bien. Entre los servicios se incluye la energía eléctrica, gas natural y agua.

Se deben distinguir dos tipos de uso de servicios:

- Los utilizados por los equipos del proceso para la producción del bien.
- Usos fuera del área de producción como la iluminación del establecimiento, utilización de agua en vestuarios, calefacción, entre otros. Este consumo se tendrá en cuenta en los costos de administración y dirección.

Energía eléctrica

La mayoría de los equipos empleados en la producción del panificado utilizan energía eléctrica. Es por esto que los costos por consumo eléctrico tienen mayor peso que los correspondientes al gas y agua. En la Tabla 12.7 se muestran los consumos eléctricos de los distintos equipos utilizados.

Tabla 12.7. Consumo eléctrico de los distintos equipos.

Equipo	Consumo eléctrico [kW]	Tiempo funcionamiento [h/día]	Consumo diario [kWh]
Giro-freezer	55	14	770
Túnel de enfriamiento	35	14	490
Horno a vapor	34	11	374
Cámara de almacenamiento para producto congelado	4,5	24	108
Cámara de almacenamiento para filete refrigerado	3,6	24	86,4
Cámara de fermentación 1	6	14	84
Cámara de fermentación 2	6	14	84
Envasadora	2,6	14	36,4
Amasadora	3,72	7,5	27,9
Cámara de almacenamiento para filete cocido refrigerado	2,1	12	25,2
Laminadora	1,5	14	21
Dosificadora	1,3	14	18,2
Desmenuzadora	4	4,5	18
Divisora volumétrica	1,5	7,5	11,25
Heladera levadura	0,38	24	9,12
Bolladora cónica	1,1	7,5	8,25
Tanque mezclador salsa	1,3	0,3	0,4
Total	-	-	2.172

El consumo diario de energía eléctrica de los equipos utilizados en el proceso es 2.172 kWh. Por lo tanto, anualmente se obtiene un consumo de 564.749 kWh.

Utilizando la información para la categoría T3 del cuadro tarifario de EDEA, se obtuvo la Tabla 12.8.

Tabla 12.8. Costos eléctricos de los equipos del proceso.

Consumo diario [kWh]	Costo fijo mensual [USD]	Costo variable mensual [USD]	Total mensual [USD]	Total anual [USD]
2.172	919,4	1.706,3	2.591	31.094

Gas natural

En el proceso de cocción del panificado se emplea un horno continuo que funciona con gas natural. En la Tabla 12.9 se muestra el consumo energético del mismo.

Tabla 12.9. Consumo energético del horno de túnel continuo.

Equipo	Consumo energético [kW]	Tiempo de funcionamiento [h/día]	Consumo diario [kWh]
Horno de túnel	150	14	2.100

Puede observarse que el requerimiento energético diario del horno continuo es de 2100 kWh. Para obtener el consumo en m³ de gas se debe tener en cuenta el poder calorífico del gas natural, que es de 10,7 $\frac{kWh}{m^3}$ (Czajkowski, n.d.).

$$\text{Consumo diario gas} = 2.100 \text{ kWh} \cdot \frac{1}{10,7 \frac{kWh}{m^3}} = 196,3 \text{ m}^3$$

Entonces, diariamente se utilizan 196,3 m³ de gas natural. Además, se estima que el gas utilizado en el calentamiento del agua para el lavado de equipos representa el 20% del consumo del horno continuo. Por lo tanto, el requerimiento diario de gas natural es de 235,5 m³, mientras que el anual alcanza los 61.230 m³.

Utilizando la información para la categoría G del cuadro tarifario de Camuzzi, se elaboró la Tabla 12.10.

Tabla 12.10. Costos por uso de gas natural en la planta.

Consumo diario [m ³]	Costo fijo mensual [USD]	Costo variable mensual [USD]	Total mensual [USD]	Total anual [USD]
235,51	237,13	45,68	282,82	3.393,8

Agua corriente

El agua corriente será utilizada en el proceso de elaboración del panificado y en las etapas de lavado.

En la Tabla 12.11 se muestra la estimación del consumo de este suministro en el establecimiento.

Tabla 12.11. Consumo de agua en la planta.

Uso	Consumo agua [m ³ /h]	Tiempo de utilización [h/día]	Consumo diario [m ³]
Limpieza equipos	6,5	2	13
Horno a vapor	0,1478	11	1,62
Como ingrediente	-	-	0,785
Total	-	-	15,41

Diariamente se utilizan 15,41 m³ de agua. Por lo tanto, el consumo anual de agua es de 4.007 m³ de agua. Utilizando la información obtenida para la categoría D del cuadro tarifario de O.S.S.E. se obtuvo la Tabla 12.12.

Tabla 12.12. Costos por uso de agua en la planta.

Consumo diario [m ³]	Costo fijo mensual [USD]	Costo variable mensual [USD]	Subtotal mensual [USD]	IB 8% [USD]	Total mensual [USD]	Total anual [USD]
15,41	15,41	148,89	164,3	13,14	177,45	1.370

Entonces, se puede calcular el costo anual debido a la utilización de servicios en la planta:

$$\text{Costo anual servicios} = \text{Costo eléctrico} + \text{Costo gas} + \text{Costo agua}$$

$$\text{Costo anual servicios} = 31.507,9 \text{ USD} + 3.393,8 \text{ USD} + 1.370 \text{ USD}$$

$$\text{Costo anual servicios} = 36.272 \text{ USD}$$

Por lo tanto, los costos por servicios son de 36.272 USD.

Mantenimiento

Este rubro incluye los costos de materiales y mano de obra (directa y supervisión) empleados en planes de mantenimiento preventivos y en reparaciones a debidas a roturas o desperfectos en el funcionamiento.

El costo anual de mantenimiento puede estimarse como el 2-10% de la inversión fija realizada en el proyecto. En este caso se tomará el valor promedio del intervalo (6%). Entonces:

$$\text{Costo anual mantenimiento} = 2.767.810 \text{ USD} \cdot 0,06 = 166.069 \text{ USD}$$

Por lo tanto, los costos de mantenimiento son de 166.069 USD.

Suministros

Incluye los materiales usados por la planta industrial excluyendo los ítems que ya fueron considerados en los rubros correspondientes a materia prima, materiales de reparación o embalaje. En este rubro se incluyen ítems como los materiales de limpieza, elementos de protección personal, guantes y barbijos.

El costo anual por suministros puede estimarse como el 0,5-1% de la inversión fija realizada en el proyecto. En este caso se tomará el valor promedio del intervalo (0,75%). Entonces:

$$\text{Costo anual suministros} = 2.767.810 \text{ USD} \cdot 0,0075 = 20.759 \text{ USD}$$

Los costos anuales destinados a suministros son 20.759 USD.

Laboratorio

Incluye el gasto de los ensayos de laboratorio para el control de las operaciones y el control de la calidad de los productos. En este caso, representa los gastos de funcionamiento en materiales y personal del laboratorio.

Este costo se puede estimar como un porcentaje (2 al 20%) del costo de la mano de obra directa. Debido a que habrá solo un encargado del laboratorio y teniendo en cuenta que los ensayos a realizar sobre la materia prima y el producto son de baja complejidad, se tomará este costo como el 10% de los costos de mano de obra directa. Por lo tanto

$$\text{Costo anual laboratorio} = 325.000 \text{ USD} \cdot 0,1 = 32.500 \text{ USD}$$

Los costos anuales de laboratorio alcanzan los 32.500 USD.

Regalías y patentes

Este costo incluye el pago de licencias de producción en caso de que la tecnología utilizada no sea propia. Por lo general suele considerarse como un porcentaje del ingreso por ventas del producto. Debido a que en este proyecto no se utiliza tecnología patentada, no se considerará este costo.

Por lo tanto, los costos variables totales, considerando un porcentaje de utilización de la planta del 100%, toman un valor de 2.563.938 USD.

12.3.2. Costos fijos

Estos costos representan los gastos del proyecto que son independientes del nivel de producción de la planta. En los casos donde se calculen a partir de costos variables, se realizará para un porcentaje de utilización del 100%.

Costos de inversión

Estos costos son proporcionales a la inversión fija realizada e incluyen a la depreciación, impuestos, seguros y financiación.

11. *Depreciación*

La depreciación de los bienes de producción representa la disminución de su valor a lo largo del tiempo. La mayoría de los bienes pierden valor a medida que crece su antigüedad. Los bienes de producción comprados recientemente, tienen la ventaja de contar con las últimas mejoras y operan con menores posibilidades de roturas o necesidad de reparaciones. Esta pérdida progresiva de valor se toma como un gasto de operación. El principal objetivo de tener en cuenta los costos de depreciación es recuperar el dinero invertido en los equipos una vez que estos pasan a ser obsoletos.

Entonces, el costo de depreciación anual puede calcularse como:

$$\text{Costo depreciación anual} = e \cdot (I_F - L) \quad (1)$$

Donde:

I_F = inversión fija (2.767.810 USD),

L = valor residual o de reventa al final de la vida útil del proyecto. Se considerará como el 15% de I_F (415.172 USD),

e = factor de depreciación anual. Se utilizará el método de depreciación por línea recta.

Por lo tanto:

$$e = \frac{1}{n}$$

Donde n representa el tiempo de extensión del proyecto, que en este caso son 10 años.

Reemplazando los datos en la Ecuación 1 se obtiene:

$$\text{Costo depreciación anual} = 235.264 \text{ USD}$$

El costo anual de depreciación es de 235.264 USD.

12. Impuestos a la propiedad

Los impuestos a la propiedad dependen principalmente de las características de la planta, ubicación de la misma y leyes vigentes. Este costo suele estimarse como el 1-2% de la inversión fija realizada. Se tomará el valor promedio del intervalo (1,5%). Entonces:

$$\text{Costo anual impuestos} = 2.767.810 \text{ USD} \cdot 0,015 = 41.517 \text{ USD}$$

Los costos anuales por impuestos a la propiedad toman un valor de 41.517 USD.

13. Seguros

Estos costos dependen del tipo de proceso e incluyen los seguros sobre la propiedad (incendio, robo parcial o total), para el personal y para las mercaderías (pérdidas parciales y totales), entre otros. En la industria alimentaria suele considerarse entre el 0,1 al 1% de la inversión fija. En este caso se considerará como el 0,5% de la misma:

$$\text{Costo anual seguros} = 2.767.810 \text{ USD} \cdot 0,005 = 13.839 \text{ USD}$$

Los costos anuales por seguros toman un valor de 13.839 USD.

14. Financiación

Los costos de financiación representan el interés por el uso del capital prestado. Al solicitar un crédito, se establece una tasa de interés, fija o ajustable, de acuerdo a las circunstancias económicas del país. En este caso, no se considerarán costos de financiación debido a que se asume que la inversión se afronta con capital propio.

Habiendo obtenido todos los componentes de los costos de inversión, se puede calcular su valor total:

$$\text{Costo anual inversión} = \text{Costo depreciación} + \text{Costo impuestos} + \text{Costo seguros}$$

$$\text{Costo anual inversión} = 235.264 \text{ USD} + 41.517 \text{ USD} + 13.839 \text{ USD}$$

$$\text{Costo anual inversión} = 290.620 \text{ USD}$$

Los costos anuales de inversión alcanzan un valor de 290.620 USD.

Ventas y distribución

Los costos por ventas y distribución incluyen los salarios y gastos generales de oficinas de ventas, los salarios, comisiones y gastos de viaje para empleados del departamento ventas, los gastos de transporte, entre otros.

En general, este costo se calcula como un porcentaje (del 1 al 5%) de los ingresos por ventas anuales. En este caso, se considerará como el 5% de los ingresos por venta anuales debido principalmente a que la ubicación de la planta (Parque Industrial Gral. Manuel Savio) no es la óptima para la distribución del producto a toda la provincia de Buenos Aires. Por lo tanto:

$$\text{Costo anual por VyD} = \text{Ingresos por ventas} \cdot 0,05$$

$$\text{Costo anual por VyD} = P_U \cdot N^\circ \text{ unidades producidas} \cdot 0,05$$

Donde

P_U = Precio unitario de venta en fábrica (1,0 USD).

$N^\circ \text{ unidades producidas}$ = Unidades vendidas al 100% de capacidad (4.453.152 unidades).

$$\text{Costo anual por VyD} = 222.658 \text{ USD}$$

El costo anual por ventas y distribución toma un valor de 222.658 USD.

Administración y dirección

Los costos administrativos de la empresa incluyen a los salarios del personal administrativo y los gastos generales, tanto de insumos como de servicios de telefonía, internet, energía eléctrica, seguridad, entre otros.

Los gastos de dirección de la empresa tienen en cuenta al salario de la conducción superior, el pago a servicios de asesoramiento legal, contable y de auditoría.

Este costo puede estimarse como un porcentaje (20 a 40%) del costo de mano de obra directa. Se tomará el valor promedio de intervalo (30%). Entonces:

$$\text{Costos anuales administración y dirección} = 325.000 \text{ USD} \cdot 0,3 = 97.500 \text{ USD}$$

Los costos anuales de administración y dirección toman un valor de 97.500 USD.

Investigación y desarrollo

Se realizarán actividades de investigación y desarrollo orientadas a la innovación de los procesos. Estos costos incluyen los salarios del personal directamente relacionado con este tipo de tarea, los gastos fijos y de operación de toda la maquinaria y equipos utilizados, el costo de materiales y suministros, gastos generales directos y costos varios. Este componente del costo puede estimarse como un porcentaje (0 a 5%) del valor de los ingresos por ventas anuales. En este caso se tomará el valor promedio del intervalo (2,5%). Entonces:

$$\text{Costo anual por IyD} = \text{Ingresos por ventas} \cdot 0,025$$

$$\text{Costo anual por IyD} = P_U \cdot N^\circ \text{ unidades producidas} \cdot 0,025$$

Donde

P_U = Precio unitario de venta en fábrica (1,0 USD).

$N^\circ \text{ unidades producidas}$ = Unidades vendidas al 100% de capacidad (4.453.152 unidades).

$$\text{Costo anual IyD} = \text{Ingresos por ventas} \cdot 0,025$$

$$\text{Costo anual IyD} = 111.328 \text{ USD}$$

El costo anual de investigación y desarrollo toma un valor de 111.328 USD.

Finalmente, los costos fijos totales anuales toman un valor de 722.106 USD.

Habiendo calculado los costos variables y fijos se obtiene la Tabla 12.13, donde se resumen los costos de cada uno.

Tabla 12.13. Costos de producción.

COSTOS VARIABLES	USD/año
Materia prima	1.891.791
Envases	243.810
Mano de obra directa	325.000
Supervisión	56.875
Servicios	36.271
Mantenimiento	166.069
Suministros	20.759
Laboratorio	32.500
Regalías y patentes	0
TOTAL COSTOS VARIABLES	2.772.662
COSTOS FIJOS	
Depreciación	235.264
Impuestos a propiedad	41.517
Seguros	13.839
Financiación	0
Ventas y distribución	222.658
Dirección y administración	97.500
Investigación y desarrollo	111.329
TOTAL COSTOS FIJOS	722.106
TOTAL COSTOS	3.494.768

Los costos de producción anuales cuando el punto de operación de la planta es del 100% toman un valor de 3.949.768 USD. Se debe tener en cuenta que en los casos donde el nivel de producción de la planta sea menor, los costos variables disminuirán proporcionalmente.

En la Figura 12.2 se muestra la distribución de los costos de forma porcentual. En este gráfico de torta puede observarse que la materia prima utilizada representa el 54,1% de los costos del proyecto. Si se quisiera aumentar el beneficio económico, debería apuntarse primordialmente a la reducción de este costo (Galán, n.d.).

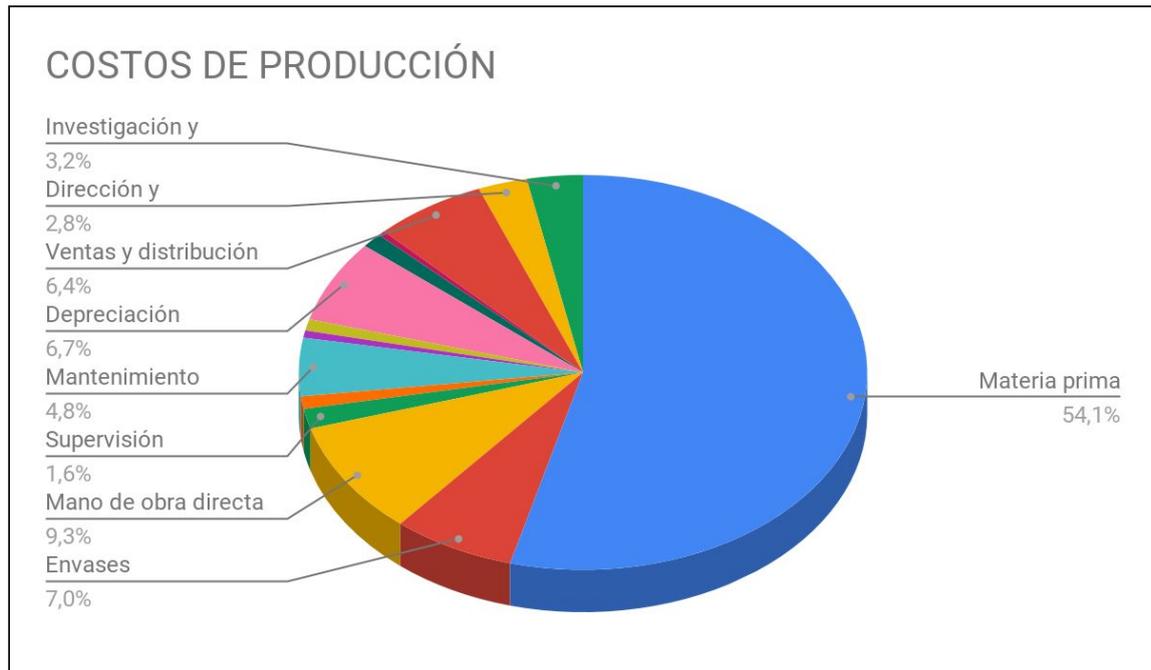


Figura 12.2. Distribución de los costos de producción.

12.4. PUNTO DE EQUILIBRIO

En el nivel de operación correspondiente al punto de equilibrio, los ingresos por ventas igualan a la sumatoria de costos y gastos operacionales. Es decir que, en el punto de equilibrio, la utilidad operacional es igual a cero (Váquiro, 2018).

Una de las formas de determinar el punto de equilibrio (PE), es realizando un análisis de equilibrio lineal (Riggs, 2002). Para ello deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los costos variables e ingresos son directamente proporcionales a la producción.
- Los ingresos provienen únicamente de la venta de unidades producidas.
- Tanto los costos fijos, como los costos variables unitarios y el precio de venta permanecen constantes en el tiempo y para todos los niveles de producción.
- Todas las unidades producidas se venden.

A continuación se realiza el cálculo del número de unidades que es necesario vender para alcanzar el punto de equilibrio:

$$\begin{aligned} \text{Ingresos por ventas} &= \text{Costos totales} \\ N_{PE} \cdot P_v &= N_{PE} \cdot CV_u + CFT \end{aligned}$$

Donde:

N_{PE} = número de unidades producidas y vendidas en el punto de equilibrio,

P_v = precio de venta de cada unidad (1,0 USD),

CV_u = costo variable unitario (0,623 USD),

CFT = costo fijo total (722.635 USD).

Trabajando sobre la expresión anterior, se obtiene la siguiente ecuación:

$$N_{PE} = \frac{CFT}{P_v - CV_u}$$

Y reemplazando los valores en la misma se obtiene:

$$N_{PE} = 1.916.804$$

Por lo tanto, para alcanzar el punto de equilibrio, se deben producir 1.916.804 unidades por año, lo cual corresponde a un porcentaje de utilización de la planta del 43%.

12.5. ESTUDIO DE RENTABILIDAD

La rentabilidad es la relación que existe entre el beneficio obtenido por la actividad y la inversión realizada en la misma. En función de los resultados obtenidos de la evaluación de la rentabilidad, el proyecto se acepta, se rechaza, o bien se proponen cambios para ajustar los puntos que determinan un retorno sobre la inversión (Sevilla 2019).

Si bien existen distintas estrategias de evaluación de rentabilidad, se hará uso de dos métodos:

- Tiempo de repago (n_R): es el período de tiempo teórico necesario para lograr recuperar el dinero de la inversión fija depreciable mediante flujos de caja (Morales, 2018). Este método es estático, es decir que no tiene en cuenta el valor temporal del dinero.
- Tasa interna de retorno (TIR): establece la tasa de retorno aplicable a los distintos flujos de caja, de tal modo que la inversión original se reduzca a cero durante la vida útil del proyecto (Torres, 2019). Este método es dinámico, es decir que considera el valor temporal del dinero.

Si el proyecto cumple simultáneamente con el criterio de rentabilidad impuesto por cada método se lo considerará rentable.

Ambos métodos utilizan los flujos de caja anuales del proyecto para determinar su rentabilidad. Los flujos de caja se definen como la diferencia entre los ingresos por ventas y los costos de producción sin tener en cuenta la depreciación y descontando los impuestos a las ganancias (Kiziryan, 2018).

Mediante la utilización de un cuadro de fuentes y usos de fondos se puede observar la distribución de los mismos a lo largo de los años de duración del proyecto.

Cuadro de fuentes y usos de fondos

Esta herramienta permite observar cuál es la fuente del capital que ingresa al proyecto y los usos a los cuales se destina. Además, detalla los flujos de caja pertenecientes a cada año.

El cuadro de fuentes y usos de fondos para el proyecto se muestra en la Tabla 12.14.

Se tomó una posición conservadora y se asumió que en los primeros años del proyecto el nivel de producción y ventas es menor al 100% de la capacidad de la planta. El producto debe penetrar en el mercado y para esto requiere tiempo (Mafra, 2019). Es por esto que los flujos de caja en estos primeros años son menores que los que pueden observarse en los últimos años del proyecto.

También puede observarse que en el último año del proyecto se obtiene una recuperación del valor del terreno, del capital de trabajo y del valor residual (L) de la inversión

fija (que representa un 15% de I_F). Esto se ve reflejado en un flujo de caja mayor al resto de los años.

Tabla 12.14. Cuadro de fuentes y usos de fondos.

Punto de Operación	0,70	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fuente	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Capital Propio (Activo Fijo + IW)	3.568.653	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ventas Totales	3.117.206	3.562.522	4.007.837	4.453.152	4.453.152	4.453.152	4.453.152	4.453.152	4.453.152	4.453.152
Total (a)	6.685.859	3.562.522	4.007.837	4.453.152	4.453.152	4.453.152	4.453.152	4.453.152	4.453.152	4.453.152
Usos										
Activo Fijo (IFT)	3.244.230	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Activo de Trabajo (IW)	324.423	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos Producción Total (CV+CF+D)	2.664.747	2.942.191	3.219.636	3.497.080	3.497.080	3.497.080	3.497.080	3.497.080	3.497.080	3.497.080
Total (b)	6.233.400	2.942.191	3.219.636	3.497.080	3.497.080	3.497.080	3.497.080	3.497.080	3.497.080	3.497.080
BNAI (a-b)	452.460	620.331	788.201	956.072	956.072	956.072	956.072	956.072	956.072	956.072
Beneficio Neto	271.476	372.198	472.921	573.643	573.643	573.643	573.643	573.643	573.643	573.643
Impuestos a las ganancias	203.607	279.149	354.691	430.232	430.232	430.232	430.232	430.232	430.232	430.232
Depreciación	235.264	235.264	235.264	235.264	235.264	235.264	235.264	235.264	235.264	235.264
Flujo de Caja	506.740	607.462	708.185	808.907	808.907	808.907	808.907	808.907	808.907	2.002.465

El Beneficio Neto (BN) representa la diferencia entre el total de las fuentes y los usos de capital descontando los impuestos siempre y cuando este sea positivo. Para calcularlo se utilizó la siguiente ecuación:

$$BN = BNAI \cdot (1 - t)$$

Donde:

$BNAI$ = Beneficio neto antes de impuestos.

t = tasa impositiva (40%).

A continuación, se determinará si el proyecto es rentable mediante el cálculo del n_R y la TIR.

12.5.1. Tiempo de repago (n_R)

Para que el proyecto pueda considerarse como rentable, el flujo de caja acumulado debe ser igual a cero en un período de tiempo menor a la mitad de la vida útil del mismo. En este caso el proyecto tiene una vida útil de 10 años, por lo tanto, el n_R debe ser menor a 5 años.

Debido a que los flujos de caja del proyecto varían año a año, el n_R no puede determinarse de forma analítica. Entonces, para la determinación del mismo se utilizará un método gráfico.

En la Figura 12.3 se observa el flujo de caja acumulado en el proyecto a través del tiempo.

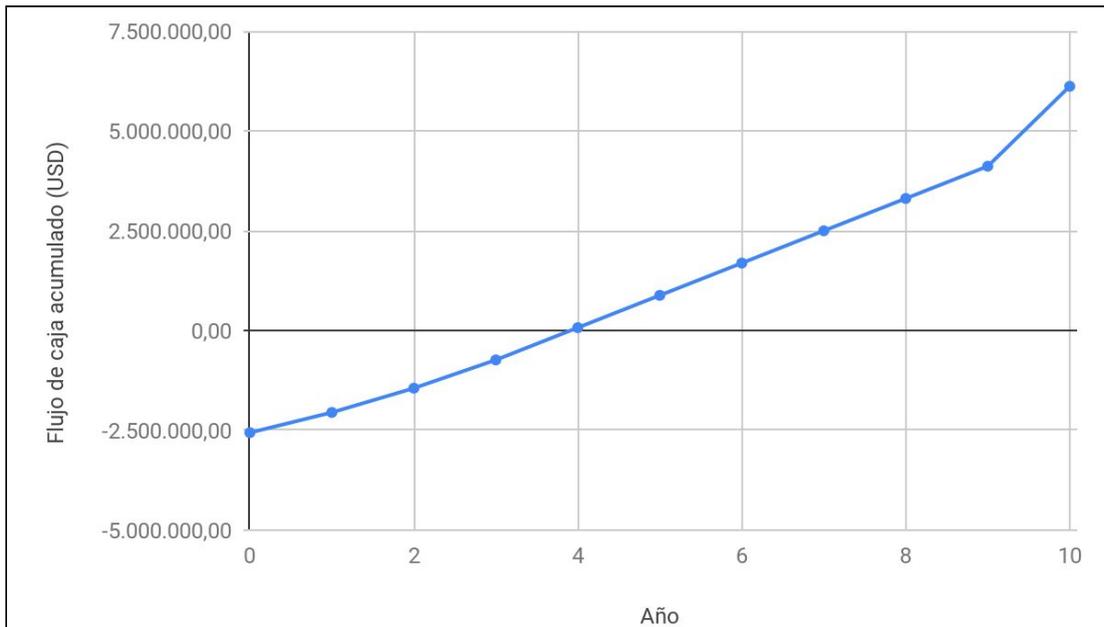


Figura 12.3. Flujo de caja acumulado vs. tiempo.

Puede observarse que el flujo de caja acumulado se iguala a cero en un período de tiempo de aproximadamente 4 años. Por lo tanto, el proyecto cumple con el criterio de rentabilidad correspondiente al tiempo de repago. Sin embargo, para poder considerar al proyecto como rentable, también debe analizarse la tasa interna de retorno (TIR) del mismo.

12.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Para determinar la rentabilidad de un proyecto utilizando la TIR, debe definirse una tasa de rentabilidad mínima aceptable (TRMA).

En proyectos que incluyan nuevas instalaciones e involucren un producto nuevo, es decir, proyectos de alto riesgo, se espera tener una TRMA mayor al 20% (Happel y Jordan, 1981). Se considerará al proyecto como rentable si el valor de la TIR es mayor al valor de TRMA.

Como se expresó anteriormente, la TIR es equivalente a la máxima tasa de interés que podría pagarse para obtener el dinero necesario para financiar la inversión y tenerla totalmente paga al final de la vida útil del proyecto. Esta tasa puede obtenerse mediante la siguiente ecuación:

$$\sum_{j=1}^{10} \frac{FC_j}{(1+r)^j} - I_T = 0$$

Donde:

j = Año del proyecto.

FC_j = Flujo de caja para el año j .

r = Tasa de interés o TIR.

El valor de la TIR se obtuvo mediante la utilización de la función "IRR" en una planilla de cálculo de excel. En la Tabla 12.15 se muestran los flujos de caja para los distintos años del proyecto y la TIR obtenida.

Tabla 12.15. Flujos de caja y TIR obtenida.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	
Inversión Total	-3.568.653
Flujo de Caja año 1	506.740
Flujo de Caja año 2	607.462
Flujo de Caja año 3	708.185
Flujo de Caja año 4	808.907
Flujo de Caja año 5	808.907
Flujo de Caja año 6	808.907
Flujo de Caja año 7	808.907
Flujo de Caja año 8	808.907
Flujo de Caja año 9	808.907
Flujo de Caja año 10 + L + lw + Terr	2.002.465
TIR	16,87%

Dado que el valor de la TIR es mayor al valor de la TRMA, se puede decir que el proyecto cumple con los criterios de rentabilidad de este método.

A modo de conclusión, teniendo en cuenta que el proyecto cuenta con un n_r menor a la mitad de la vida útil del proyecto y el valor de su TIR es mayor que la TRMA, se puede afirmar que el mismo es rentable.

12.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad de un proyecto mide el efecto que tiene el cambio en una de las variables del mismo sobre la rentabilidad (Navarro, 2018). Siempre que uno de los factores económicos de un proyecto se modifique, manteniéndose el resto constantes, habrá un impacto positivo o negativo sobre la rentabilidad del mismo.

Si un cambio relativo en una de las variables produce una variación aún mayor en alguno de los indicadores de rentabilidad, se dice que el proyecto es sensible a esta variable (Lledó, 2003).

En una primera instancia se realizará un análisis de sensibilidad sobre la TIR con respecto a variaciones en los ingresos por ventas. Cabe destacar que esta variación es debida a un aumento del precio del producto manteniéndose el volumen de producción constante. En la Figura 12.4 se muestra el valor que toma la TIR para distintos valores de precio de venta.

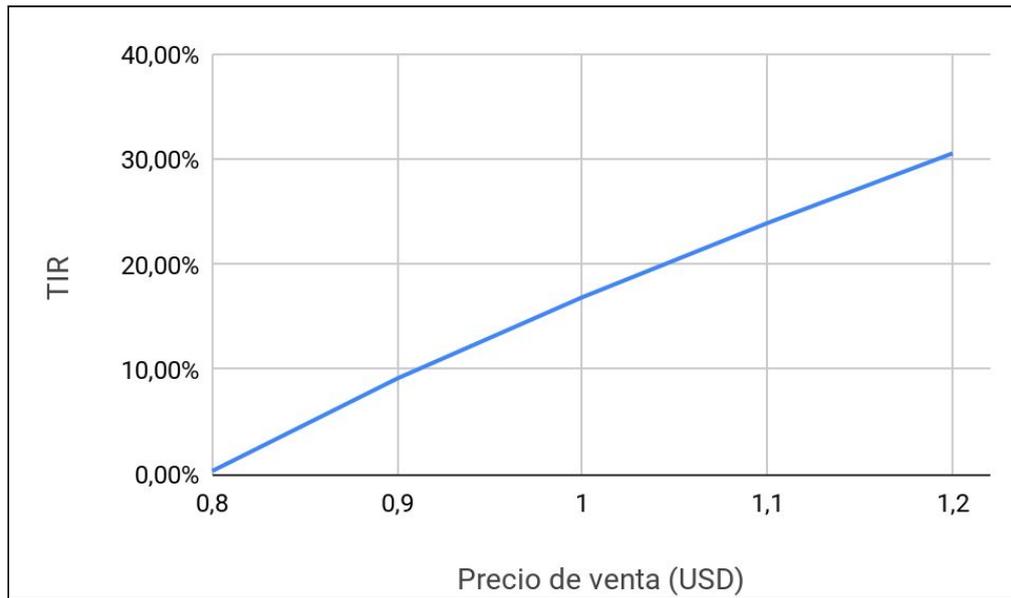


Figura 12.4. TIR vs. Precio de venta.

En la Tabla 12.16 puede observarse que al aumentar o disminuir en un 20% el precio del producto, la TIR tiene variaciones mayores con respecto a su valor base. Por lo tanto, se puede afirmar que la TIR es sensible a cambios a los ingresos por ventas.

Tabla 12.16. Análisis de sensibilidad sobre la TIR con respecto a los ingresos por ventas.

	Ingresos Ventas	Variación Relativa	TIR	Variación Relativa
Base	4.453.152		16,87%	
		1,2		1,81
20%	5.343.782		30,56%	
Base	4.453.152		16,87%	
		0,8		0,02
-20%	3562522		0,33%	

A continuación se lleva a cabo un análisis de sensibilidad sobre la TIR con respecto a variaciones en los precios de la materia prima, que representan el mayor costo variable del proyecto. En la Figura 12.5 se muestra el valor que toma la TIR para distintos valores de costo de materia prima.

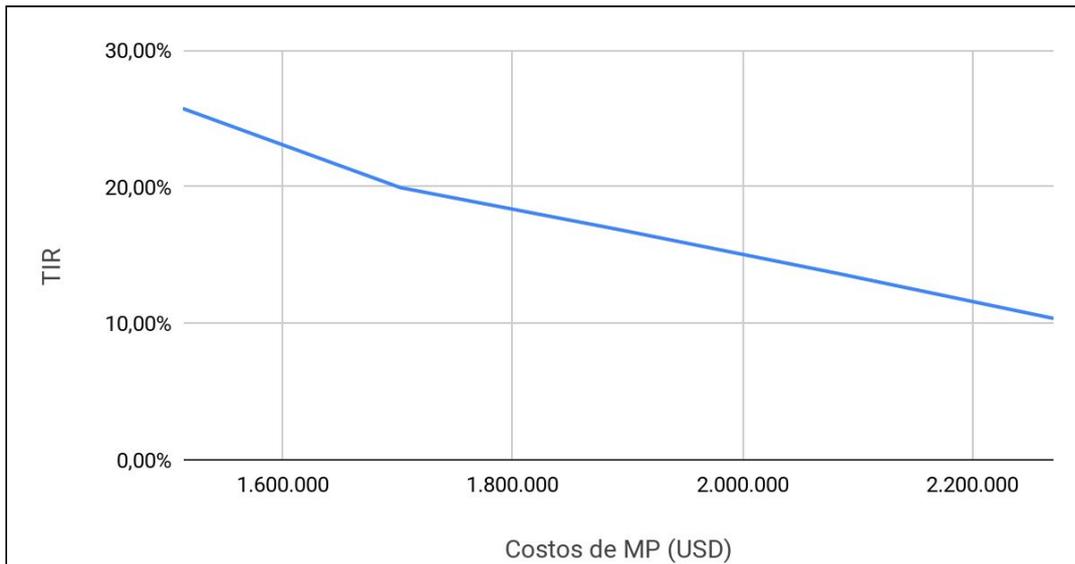


Figura 12.5. TIR vs Costos de MP.

Se observa que cuando el precio de la materia prima aumenta o disminuye en un 20%, las variaciones en la TIR aumentan su magnitud. Es por esto que se puede afirmar que el proyecto es sensible a cambios en los costos de materia prima.

Tabla 12.17. Análisis de sensibilidad sobre la TIR con respecto a los costos de materia prima.

	Costos de materia prima	Variación Relativa	TIR	Variación Relativa
Base	1.891.791		16,87%	
		1,2		0,61
20%	2.270.149		10,36%	
Base	1.891.791		16,87%	
		0,8		1,36
-20%	1.513.433		22,9%	

De este análisis puede concluirse que el proyecto es sensible tanto al precio de venta como al precio de la materia prima. En el primer caso, si bien un mayor precio a un volumen de venta constante conduce a un crecimiento en la TIR, debe considerarse que el producto es nuevo y, por lo tanto, debe tener un precio competitivo para lograr penetrar en el mercado. En cuanto a la materia prima, deberá realizarse un estudio continuo de precios en el mercado a los fines de seleccionar a los proveedores que ofrezcan productos de calidad al menor precio posible.

CAPÍTULO 13. CONCLUSIÓN

13. CONCLUSIÓN

Para concluir el presente trabajo puede decirse que se alcanzaron los objetivos propuestos al comienzo del mismo. Mediante el análisis técnico-económico de un proyecto productivo, basado en el desarrollo de un producto alimenticio y el diseño de su planta elaboradora, fue posible integrar los conocimientos adquiridos durante los años de estudio de la carrera Ingeniería en Alimentos.

A partir de experiencias realizadas en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata fue posible realizar el desarrollo de una prepizza con pescado precocida y congelada, producto que, por su composición, puede ser denominado como “fuente de proteínas”.

El análisis sensorial realizado en la escuela EGB N° 21 “Esteban Echeverría” de la localidad de Mar de Cobo, en el que participaron 146 niños, permitió concluir que el producto tuvo una alta aceptabilidad por parte de los alumnos. Este resultado fue de gran importancia, ya que respalda el cumplimiento de los objetivos propuestos por el proyecto de extensión en el cual se enmarca este trabajo final. A nivel personal, haber tenido la posibilidad de presentar el producto a los niños, resultó una experiencia enriquecedora que permitió dimensionar lo que conllevaría la implementación del proyecto en los comedores escolares.

Por otra parte, fue posible caracterizar fisicoquímica, sensorial y microbiológicamente al producto y determinar su estabilidad en el tiempo en condiciones de refrigeración (a una temperatura de $4\pm 1^{\circ}\text{C}$). Se evidenció que el deterioro del panificado estaba determinado por el desarrollo de mohos y levaduras, y que el mismo sobrepasaba el valor límite establecido luego del séptimo día. También es importante destacar que el producto no presentó desarrollo de microorganismos patógenos.

Si bien se comercializará congelado, este análisis permitió establecer la duración del producto almacenado en refrigeración luego de ser descongelado.

Se llevó a cabo el diseño de una planta elaboradora, que incluyó: el diseño del proceso de producción y sus etapas, la determinación del equipamiento necesario, su diseño y distribución en la planta, el desarrollo de sistemas de control de la inocuidad del proceso, la determinación de la localización física de la misma y el análisis de su impacto ambiental. Adicionalmente, se pudo verificar tanto la factibilidad como la rentabilidad del proyecto, obteniéndose una TIR del 20,48% y un tiempo de repago menor a 5 años, siendo la vida útil del mismo de 10 años.

Teniendo en cuenta los resultados que se desprenden de este trabajo, puede decirse, en primer lugar, que en caso de que el producto desarrollado fuera incorporado en el menú de comedores de escuelas primarias en la provincia de Buenos Aires, éste tendría buena aceptación por parte de los niños. Asimismo, esto generaría un impacto positivo en su alimentación y, por lo tanto, sobre su salud. Como consecuencia, no sólo se estaría proporcionando a los niños un alimento que constituye una fuente de proteínas, sino que también se estaría fomentando el consumo de pescado y la incorporación de este hábito alimenticio desde edades tempranas.

ANEXO I: Planillas de análisis sensoriales

Pruebas de aceptabilidad

Se le presentan cuatro muestras codificadas. Pruebe una por vez y evalúe apariencia, aroma, sabor, textura en boca y aceptabilidad global. Coloque el código de cada muestra en la escala según su preferencia:

- Apariencia (incluyendo color)



Comentarios: _____

- Aroma



Comentarios: _____

- Sabor



Comentarios: _____

- Textura en boca



Comentarios: _____

- Aceptabilidad global



Prueba de ordenamiento

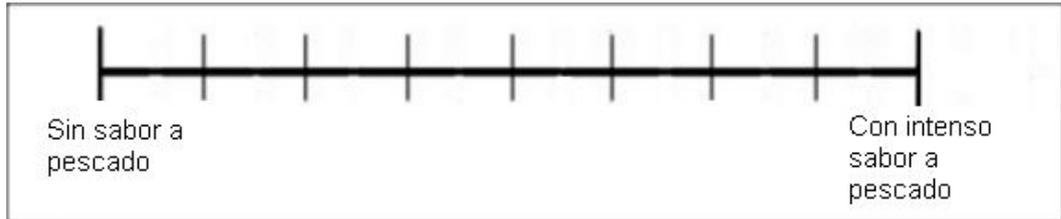
Evalúe las muestras que se le presentan según su preferencia, siendo 1 el más preferido y 4 el de menor agrado.

Prefiero la muestra:

393 964 582 864

Prueba descriptiva

Frente a usted hay cuatro muestras, una referencia (R) que corresponde a “sin sabor a pescado” y tres codificadas. Utilizando la escala que se muestra a continuación, ubique las muestras en la misma. En la misma escala evalúe la intensidad del aroma a pescado.



Comentarios: _____

ANEXO II: Experiencias prácticas durante el desarrollo del producto

Tabla II.1. Resultados de ANOVA para pruebas descriptivas.

Prueba	Muestras		Panelistas	
	F	F crítico	F	F crítico
Apariencia	14	2,96	2,16	2,25
Aroma	1,18	3,0	1,61	2,35
Sabor	0,20	2,96	1,9	2,25
Textura en boca	0,45	2,96	1,66	2,25

Como se presentaron diferencias significativas en la apariencia, se realizó el test de Tukey, por lo que se le asignaron letras a las muestras: A=M2, B=M3, C=M4 y D=M1.

Tabla II.2. Resultados de ANOVA de un factor para apariencia.

Diferencias en valor absoluto		Comparación con DHS
A-B	0,14	<1,35
A-C	0,19	<1,35
A-D	2,23	>1,35
B-C	0,05	<1,35
B-D	2,37	>1,35
C-D	2,42	>1,35

Tabla II.3. Resultado final del Test de Tukey.

Muestra	Resultado
M2	a
M3	a
M4	a
M1	b

Tabla II.4. Resultados obtenidos a partir de los datos del colorímetro.

Muestra	L*	a*	b*	ΔE respecto al blanco
Blanco	7.31	2.38	20.78	-
150 g pescado	66.455	2.446	27.465	59.52
200 g pescado	65.78	4.99	31.31	59.46
250 g pescado	66.09	3.09	28.15	59.24

- Prueba descriptiva de intensidad

Tabla II.5. Resultados de ANOVA de 1 factor para intensidad de sabor.

	Muestra	Promedio	Diferencia entre medias tratamientos	Valor absoluto	Comparación con DHS	Resultado
A	M4	6,60	A-B	2,09	>1,95	a
B	M3	4,51	A-C	3,74	>1,95	b
C	M2	2,86	B-C	1,65	<1,95	b

Tabla II.6. Resultados de ANOVA de 1 factor para intensidad de aroma.

	Muestra	Promedio	Diferencia entre medias de tratamientos	Valor absoluto	Comparación con DHS	Resultado
A	M4	6,11	A-B	2,08	>1,835	a
B	M3	4,03	A-C	3,63	>1,835	b
C	M2	2,48	B-C	1,55	<1,835	b

Tercer experiencia

a) *Resumen*

En esta experiencia se cocinaron dos panificados de la misma composición. Se analizó la posibilidad de una reducción de la masa empleada para el panificado en comparación a la masa utilizada en experiencias anteriores. La reducción de la masa tuvo un efecto positivo en el panificado. Además se calculó el rendimiento en la etapa de cocción, se obtuvieron las medidas y la formulación del producto.

b) *Introducción*

En experiencias anteriores se notó que el tamaño del panificado era excesivo como para ser sustituto de una pizza tradicional. Es por eso que se apuntó a la reducción de la masa empleada para el mismo a fines de disminuir el espesor y la humedad de la misma luego de la cocción. Al realizar esto se producirían cambios en el rendimiento de la masa en el proceso de cocción. Dado que este parámetro es necesario para el cálculo de la formulación del producto, también fue calculado.

c) *Materiales y métodos*

- | | |
|---|-------------------------------------|
| - Vaso medidor | - Agua (140 mL) |
| - Balanza granataria | - Pescado cocido al vapor (280 g) |
| - Utensilios de cocina (cuchara y cuchillo) | - Harina 000 "Favorita" (350 g) |
| - Horno industrial | - Levadura prensada "Paneo" (17 g) |
| - 2 moldes | - Aceite vegetal "Cocinero" (20 mL) |
| - Papel film | - Sal fina "Celusal" (5,2 g) |
| - Salsa "Knorr" (102,4 g) | |

d) *Desarrollo*

Se siguió la misma metodología que en la segunda experiencia. Se elaboró en este caso una sola masa de aproximadamente 800 gramos que luego fue pesada y dividida en dos bollos de 400 gramos antes de la etapa de fermentación. Luego de mantenerlos a 25°C durante 30 minutos envueltos en papel film, los bollos fueron estirados a mano sobre moldes previamente aceitados. Se los dejó reposar otra media hora y luego se los pintó con salsa de tomate (51,2 g a cada uno) antes de colocarlos en el horno. Se los cocinó durante 15 minutos a 200°C y se los dejó llegar a temperatura ambiente. Para el cálculo de rendimiento se pesaron las muestras antes y luego de la etapa de cocción.

e) *Análisis de resultados*

Medidas del panificado

Se realizaron medidas de espesor y diámetro sobre el panificado (Tabla II.10).

Tabla II.10. Medidas del producto luego de la cocción.

	Espesor borde (mm)	Espesor en el medio (mm)	Diámetro (mm)
Panificado 1	10,1	9,1	280
	9,8	9,5	283
	10,0	11	281
	9,3	10,2	278
	10,5	10,1	280
	10,6	10,5	279
Panificado 2	9,3	10,1	275
	9,7	10,3	277
	10,0	9,9	277
	10,2	9,8	278
	10,1	10,4	279
	9,9	10,3	278
Promedio	9,96 ± 0,40	10,10 ± 0,49	278,75 ± 2,09

Formulación del producto

Si bien las composiciones utilizadas en las muestras fueron iguales a las de la segunda experiencia, el contenido absoluto fue menor debido a la reducción de tamaño.

Rendimiento (η)

En la Tabla II.11. puede observarse el rendimiento (η) obtenido en la etapa de cocción para ambas muestras.

Tabla II.11. Rendimiento de ambas muestras.

Muestra	Peso (g)		η (%)
	Antes de cocción	Producto final	
1	454,3	354,9	78,12
2	454,9	346,7	76,22

A partir de los resultados obtenidos, se puede afirmar que el η en la etapa de cocción toma un valor de $77,17 \pm 1,34$ %.

ANEXO III: Estabilidad microbiológica del producto refrigerado

A continuación se presentarán los métodos de siembra utilizados para cada microorganismo y también los materiales y reactivos necesarios.

- Recuento total de aerobios mesófilos: Se puede realizar para tener idea de la carga microbiana presente en el alimento. Se espera que no supere valores de 10^5 ufc/g. Se utiliza medio de cultivo PCA. Si la siembra se realiza en profundidad, se siembra 1 mL, se coloca el medio de cultivo, se invierte la placa y se lo deja incubar a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 48 hs para las mesófilas. Se cuentan todas las colonias que pudieron haber crecido.
- Recuento total de aerobios psicrótrofos: Se realiza su estudio ya que la microbiota nativa del pescado es principalmente psicrótrofa, por lo que podría llegar a desarrollarse en el producto.
Se siembra de igual manera que los mesófilos, pero se diferencian en la temperatura y tiempo de incubación: Se incuban a 7°C durante 10 días.
- Recuento de coliformes totales: ($n=5$, $c=2$, $m=100$, $M=500$) Los coliformes totales son indicadores de contaminación o de malas condiciones de higiene y/o manipulación. Se realiza la siembra en profundidad de 1 mL de muestra, se agregan 10 mL el cultivo agar Cristal Violeta-Rojo Neutro-Bilis y posteriormente se realiza el agregado de 5 ml de capa virgen. Se deja incubar a 35°C durante 24 - 48 hs. Se espera encontrar colonias rojizas de 1 a 2 mm de diámetro en caso de que resulte positivo este recuento. (2 por día, 8 placas).
- Recuento de Enterobacterias: Crecen bien en distintos medios de cultivo selectivos y diferenciales. Se utilizó el medio Violeta Rojo y Bilis Glucosa Agar, en el que se realizó la siembra en superficie, colocando luego una capa virgen de agar con el fin de darle las condiciones adecuadas para el desarrollo en caso que hubiera presencia del microorganismo.
- Investigación de *E. coli*: Se espera ausencia de este microorganismo. Caldo Verde brillante bilis, 10 mL por tubo con campana de Durham. Si hay presencia de burbujas, es presunto positivo. Se dejó incubar a 35°C , se verifica a las 24 y 48 hs (ICS).
- Recuento de presuntos *Bacillus cereus* (UFC/g): $n=5$, $c=1$, $m=10^2$ y $M=10^3$
Se realiza ya que es un patógeno esporulado generador de enterotoxinas. Cuando el microorganismo está en un medio rico, amiláceo y a 30°C ocurre la germinación de las esporas, produciéndose así su dispersión. Se produce en alimentos con baja actividad de agua. Se utiliza un agar selectivo para *Bacillus cereus* con la previa adición de 1 mL de polimixina, que es un antibiótico responsable de la inhibición del resto de la flora bacteriana. Se siembra 0,1 mL en superficie con ayuda de la espátula de Drigalsky. Se deja incubar a $35-37^\circ\text{C}$ durante 24 hs.

Se esperan encontrar colonias cremosas, filamentosas de aproximadamente 5 mm de diámetro a las 24 hs de incubación y que tuvieran un color turquesa. A las 48 hs de incubación deberían presentar un color con centro grisáceo (ICMSF, 1983).

- Recuento de *Clostridium perfringens* (Sulfitoreductores): $n=5$, $c=1$, $m=10^2$, $M=10^3$
Se inocula el tubo con 1 mL de dilución 10^{-1} del producto en agua peptonada. Se agrega agar diferencial para clostridios (SPS) previamente entibiado a 50°C y se cubre el tubo con una capa de parafina con el fin de generar anaerobiosis (ICMSF, 1983). Se realizó por duplicado sólo a tiempo 0.

- Investigación de *Staphylococcus aureus*: Es un microorganismo patógeno. Su principal causa de aparición son las malas prácticas de manufactura debido a la falta de higiene (se encuentra en las mucosas y piel de los seres humanos). Se realiza una previa adición de 0,5 mL de solución de Telurito de potasio (0,2% p/v) a la placa, luego se adicionan 10 ml del medio de cultivo Baird Parker. Una vez solidificado, se siembra 0,1 mL de la dilución en superficie con ayuda de una espátula de Drigalsky. Se incuba a 37°C durante 24-48 hs (ICMSF, 1983).

Se esperan encontrar colonias negras, brillosas, convexas, de 1 a 5 mm de diámetro, rodeadas por un borde estrecho blanquecino y un halo claro de 2-5 mm de ancho. El color negro se debe a que el TeO_3^{-2} se reduce a Te. ($n=5$, $c=1$, $m<100$ y $M=500$).

- Recuento de mohos y levaduras: Se utilizan como indicadores ambientales, dando idea de las condiciones de higiene del lugar. En este caso se realizó una siembra en profundidad utilizando el medio HyL. Se incuba a $22-25^{\circ}\text{C}$ durante 3 a 5 días (ICMSF, 1983).

- Investigación de Salmonella: Este microorganismo es un patógeno, por lo que debe realizarse este análisis. Si bien es un microorganismo mesófilo, puede estar latente hasta en temperaturas de 4°C . Se destruye por cocción a 66°C durante 12 minutos.

Para la investigación de Salmonella, se inicia con una etapa de pre-enriquecimiento en la cual se colocan 25 gramos de la pieza terminada en 225 mL de agua peptonada. Se deja incubar por 24 hs a 37°C . Posteriormente, se realiza la etapa de enriquecimiento utilizando medios selectivos para favorecer el crecimiento y desarrollo de Salmonella frente a coliformes. Para esto se tomó una alícuota de 1 mL del caldo lactosado y se colocaron en 10 mL de Selenito.

Se lo dejó incubar 24 hs a 42°C , actuando como medio inhibidor de *S. tify* y *S. paratify*. Luego, se siembra por estría la superficie del medio de cultivo SS (Agar para *Salmonella* y *Shigella*). Se deja incubar 18-24 hs a $35-37^{\circ}\text{C}$. Si se observan colonias rojas-anaranjadas se tratan de colonias de Salmonella. Esto se debe a la alcalinización del indicador (rojo de fenol). Algunas colonias podrían presentar centro de color negro como consecuencia de la reducción de Fe^{+3} a Fe^{+2} por la presencia de citrato férrico y sulfuro, pero sería, en dicho caso, más propio de *Proteus* y algunas *Salmonellas* (ICMSF, 1983).

Materiales necesarios:

- Placas de petri

- Pipetas de 0,1 mL para los medios que se siembra en superficie
- Pipetas de 1 mL
- Pipetas de 2 mL
- Pipetas de 10 mL
- 4 frascos para diluciones
- Tubos de ensayo para diluciones, *E. Coli* y *Salmonella*
- Erlenmeyers para preparación de agar a esterilizar y *Salmonella*
- 2 tubos para Clostridios
- Balanza granataria
- Cuchara-Espátula
- Espátula de Drigalsky estéril
- Cuchillo y tenedor para tomar cada muestra estéril
- Algodón
- Alcohol al 70%
- Servilletas y papel de diario
- Fósforos

ANEXO IV: Balances de materia y energía

- **Oreado**

El filete de merluza se retira del horno a 100°C y se deja reposar en la sala de oreado a 25°C durante 20 minutos. Para la determinación de la temperatura en el centro del filete se utilizaron las medidas mostradas en la Figura IV.1. y se utilizó el diagrama de distribuciones de temperatura en estado transitorio (Figura IV.3.).

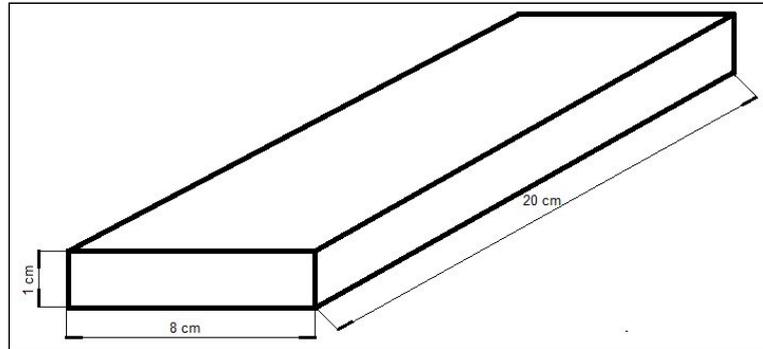


Figura IV.1. Medidas de un filete de merluza estándar (Osanz Mur, 2001).

Considerando los siguientes valores para cada variable:

- T_i (temperatura inicial) = 100°C
- T (temperatura final del panificado) = es la incógnita del cálculo
- T_∞ (temperatura del aire de enfriado) = 25°C
- K_s (conductividad del alimento) = 0,47 $\frac{W}{m^\circ C}$ (Choi y Okos, 1986)
- h (coeficiente de convección) = 20 $\frac{W}{m^\circ C}$ (Martinez, 2019)
- α (coeficiente de difusividad) = 1,27.10⁻⁷ $\frac{m^2}{seg}$
- t (tiempo) = 20 min = 1200 seg
- $D_c = \delta$ (longitud característica) = para un plano infinito es la mitad del espesor del mismo.
- Bi (número de Biot) = $\frac{K_s}{h \cdot \delta}$

A partir de estos valores y utilizando el gráfico en la Figura IV.3, se obtiene la Tabla IV.1.

Tabla IV.1. Valores obtenidos para el análisis no estacionario.

Espesor	$\tau \left(\frac{\alpha \cdot t}{\delta^2} \right)$	$\frac{K_s}{h \cdot \delta}$	θ
1 cm	5,28	4,7	0,3
8 cm	0,95	0,59	0,8
20 cm	0,015	0,24	0,9

Por lo tanto, puede obtenerse la temperatura final en el centro de cada filete de merluza:

$$\theta_1 \cdot \theta_2 \cdot \theta_3 = \frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty}$$

Reemplazando los valores, se obtiene que la temperatura final en el centro del filete de merluza es de 41,2 °C.

- *Enfriado*

Para estimar el perfil de temperaturas del panificado en la etapa de enfriamiento, y luego el tiempo requerido para que el mismo alcance la temperatura deseada, se aproximó su forma a la de un plano infinito. Esta aproximación pudo realizarse debido a que el diámetro del panificado (28 cm) es mayor a veinte veces su espesor (1 cm) (Rovedo, 2000). Por lo tanto, se asumió que la transferencia de calor se da únicamente a través de sus caras superior e inferior, despreciando el intercambio de calor entre sus bordes laterales y el ambiente (Figura IV.2).

Se utilizó el diagrama de distribuciones de temperatura en estado transitorio correspondiente a esta geometría (Figura IV.3) para poder llevar a cabo esta estimación.

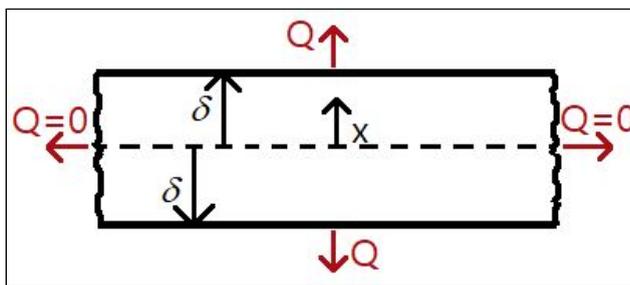


Figura IV.2. Sistema de referencia adoptado en el espesor del panificado

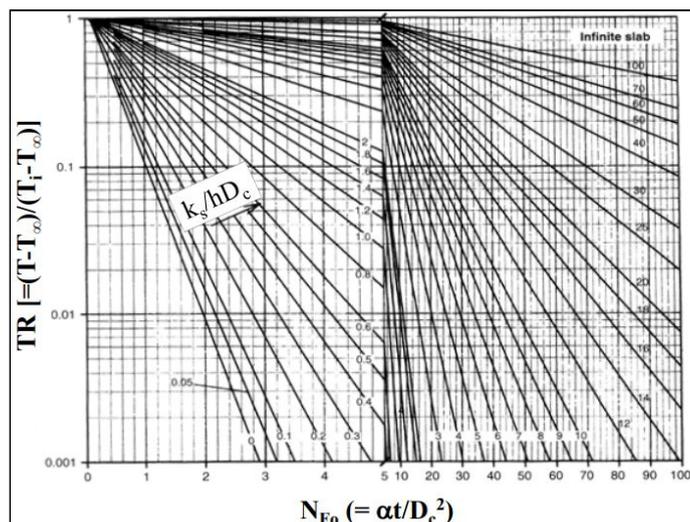


Figura IV.3. Gráfico de distribución de temperaturas en un plano infinito (Foust, 1960).

Considerando los siguientes valores para cada variable:

- T_i (temperatura inicial) = 96°C
- T (temperatura final en el centro del panificado) = 25°C

- T_{∞} (temperatura del aire de enfriado) = 10°C
- K_s (conductividad del alimento) = 0,32 $\frac{W}{m^{\circ}C}$ (Choi y Okos, 1986)
- h (coeficiente de convección en el túnel) = a una velocidad del aire de 10 m/seg (Mirade, 2004) es de 75 $\frac{W}{m^{\circ}C}$ (Ferrantelli, 2013)
- $D_c = \delta$ (longitud característica) = Para un plano infinito es la mitad del espesor del mismo. Toma un valor de 5 mm (Anexo II, Experiencia 3)
- Bi (número de Biot) = $\frac{K_s}{h \cdot \delta} = 0,853$
- α (coeficiente de difusividad) = $1,0675 \cdot 10^{-7} \frac{m^2}{seg}$
- t = es el tiempo necesario para alcanzar la temperatura final. Es la incógnita del cálculo

Con los datos que se presentan anteriormente y haciendo uso del gráfico de la Figura IV.3, se puede determinar que el tiempo necesario para que el centro del panificado alcance los 25°C es de 8 minutos.

Dado que el Número de Biot (Bi) toma un valor mayor a 0,1, lo que significa que se trata de un sistema no concentrado, puede decirse que el producto sale de la etapa de enfriado con un perfil de temperaturas. Este perfil se presenta representado en la Figura IV.4.

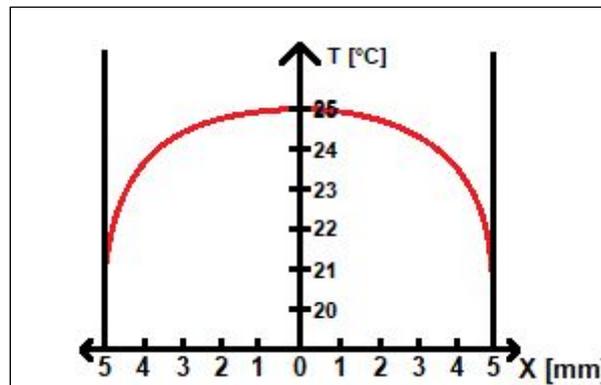


Figura IV.4. Perfil de temperaturas en el panificado a la salida de la etapa de enfriamiento.

Congelado

A continuación se realizará la estimación del tiempo necesario para lograr la congelación de cada unidad de producto.

En esta etapa se debe disminuir la temperatura del alimento desde los 23°C hasta el punto de congelación, y extraer calor latente para lograr el cambio de fase (a). Posteriormente se debe disminuir la temperatura del centro del panificado hasta los -18°C (b).

a)

El tiempo de congelamiento del panificado se calculará utilizando una fórmula obtenida a partir de la ecuación de Plank para un plano infinito (Salvadori, 1995). Esta expresión considera que el tiempo de congelación depende de variables como temperatura inicial, temperatura ambiente, temperatura de congelación del producto y número de Biot:

$$t = \frac{L^2}{\alpha_0} \cdot (-1,272 \cdot T_C + 65,489) \cdot (Bi^{-1} + 0,184) \cdot (1 + T_i)^{0,096} \cdot (-1 - T_a)^{-1,070}$$

Ésta puede ser utilizada bajo los siguientes rangos de operación:

$$2\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_i \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$-45\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq -25\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$1 \leq Bi \leq 50$$

Considerando los siguientes valores para cada variable:

- L (longitud característica) = 5 mm
- α_0 (coeficiente de difusividad) = $1,0675 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^2}{\text{seg}}$
- T_i (temperatura inicial) = 23°C
- T_C (temperatura de congelación) = $-3,8^{\circ}\text{C}$ (Salvadori, 1995)
- T_a (temperatura del aire de enfriado) = -30°C
- h (coeficiente de convección en la cinta) = $65 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}}$
- K_s (conductividad del alimento) = $0,32 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}}$ (Choi y Okos, 1986)
- Bi (número de Biot) = $\frac{h \cdot L}{K_s} = 1,015$
- t = es el tiempo necesario para alcanzar la temperatura final. Es la incógnita del cálculo.

Queda determinado, mediante el uso de la ecuación presentada previamente, que el tiempo necesario para lograr el cambio de fase del producto es de 13 minutos.

b)

A continuación, se determinará el tiempo necesario para disminuir la temperatura del panificado desde los $-3,8^{\circ}\text{C}$ hasta los -18°C . Para esto, se utiliza nuevamente la Figura IV.3.

Considerando los siguientes valores para cada variable:

- T_i (temperatura inicial) = $-3,8^{\circ}\text{C}$
- T (temperatura final en el centro del panificado) = -18°C
- T_{∞} (temperatura del aire de enfriado) = -30°C
- K_s (conductividad del alimento) = $0,57 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}}$ (Choi y Okos, 1986)
- h (coeficiente de convección en la cinta) = $65 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}}$
- $D_c = \delta$ (longitud característica) = 5 mm
- α (coeficiente de difusividad) = $2,629 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{seg}}$
- Bi (número de Biot) = $\frac{h \cdot L}{K_s} = 1,015$
- t = es el tiempo necesario para alcanzar la temperatura final. Es la incógnita del cálculo.

Puede determinarse, entonces, que el tiempo necesario para que el centro del panificado pase de -4°C a -18°C es de 4 minutos. En este caso, debido a que el número de Biot (Bi) toma un valor mayor a 0,1 (sistema no concentrado), puede decirse que el producto saldrá de la etapa con un perfil de temperaturas. El mismo se ve representado en la Figura IV.5.

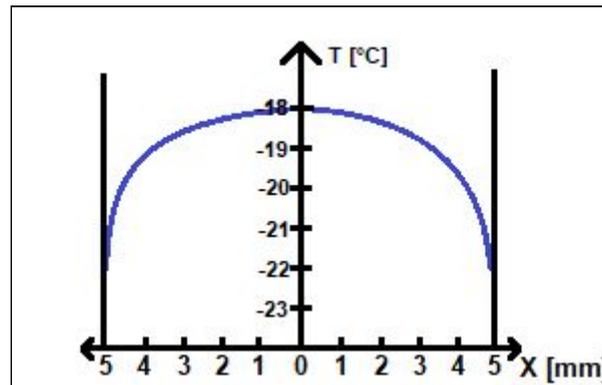


Figura IV.5. Perfil de temperaturas en el panificado a la salida de la etapa de congelación.

Por lo tanto, puede concluirse que serán requeridos 17 minutos para lograr que el centro del panificado descienda desde los 25°C hasta los -18°C.

Predicción de propiedades termofísicas

Las propiedades termofísicas del panificado fueron estimadas mediante la utilización de los modelos de Choi y Okos a temperatura constante e igual a 25°C. Las mismas pueden observarse en la Figura IV.6.

Thermal Property	Food Component	Thermal Property Model
Thermal Conductivity, W/(m·K)	Protein	$k = 1.7881 \times 10^{-1} + 1.1958 \times 10^{-3}t - 2.7178 \times 10^{-6}t^2$
	Fat	$k = 1.8071 \times 10^{-1} - 2.7604 \times 10^{-3}t - 1.7749 \times 10^{-7}t^2$
	Carbohydrate	$k = 2.0141 \times 10^{-1} + 1.3874 \times 10^{-3}t - 4.3312 \times 10^{-6}t^2$
	Fiber	$k = 1.8331 \times 10^{-1} + 1.2497 \times 10^{-3}t - 3.1683 \times 10^{-6}t^2$
	Ash	$k = 3.2962 \times 10^{-1} + 1.4011 \times 10^{-3}t - 2.9069 \times 10^{-6}t^2$
Thermal Diffusivity, m ² /s	Protein	$\alpha = 6.8714 \times 10^{-8} + 4.7578 \times 10^{-10}t - 1.4646 \times 10^{-12}t^2$
	Fat	$\alpha = 9.8777 \times 10^{-8} - 1.2569 \times 10^{-10}t - 3.8286 \times 10^{-14}t^2$
	Carbohydrate	$\alpha = 8.0842 \times 10^{-8} + 5.3052 \times 10^{-10}t - 2.3218 \times 10^{-12}t^2$
	Fiber	$\alpha = 7.3976 \times 10^{-8} + 5.1902 \times 10^{-10}t - 2.2202 \times 10^{-12}t^2$
	Ash	$\alpha = 1.2461 \times 10^{-7} + 3.7321 \times 10^{-10}t - 1.2244 \times 10^{-12}t^2$
Density, kg/m ³	Protein	$\rho = 1.3299 \times 10^3 - 5.1840 \times 10^{-1}t$
	Fat	$\rho = 9.2559 \times 10^2 - 4.1757 \times 10^{-1}t$
	Carbohydrate	$\rho = 1.5991 \times 10^3 - 3.1046 \times 10^{-1}t$
	Fiber	$\rho = 1.3115 \times 10^3 - 3.6589 \times 10^{-1}t$
	Ash	$\rho = 2.4238 \times 10^3 - 2.8063 \times 10^{-1}t$
Specific Heat, J/(kg·K)	Protein	$c_p = 2.0082 \times 10^3 + 1.2089t - 1.3129 \times 10^{-3}t^2$
	Fat	$c_p = 1.9842 \times 10^3 + 1.4733t - 4.8008 \times 10^{-3}t^2$
	Carbohydrate	$c_p = 1.5488 \times 10^3 + 1.9625t - 5.9399 \times 10^{-3}t^2$
	Fiber	$c_p = 1.8459 \times 10^3 + 1.8306t - 4.6509 \times 10^{-3}t^2$
	Ash	$c_p = 1.0926 \times 10^3 + 1.8896t - 3.6817 \times 10^{-3}t^2$

^aFrom Choi and Okos (1986).

Figura IV.6. Expresiones de Choi y Okos para la predicción de propiedades termofísicas.

ANEXO V: Instructivo POES

INSTRUCTIVO PARA HISOPADO

Método del hisopo

a) Descripción: Consiste en frotar con un hisopo estéril previamente humedecido en una solución diluyente, el área determinada en el muestreo. Se utiliza para superficies inertes regulares e irregulares.

b) Materiales:

- Hisopos de algodón u otro material equivalente, de largo aproximado de 12 cm.
- Tubo de ensayo con tapa hermética conteniendo 10 mL de solución buffer diluyente estéril.
- Plantilla estéril, con un área en el centro de 100 cm² (10cm x 10cm)
- Gradillas.
- Guantes descartables de primer uso.
- Protector de cabello.
- Mascarillas descartables.
- Plumón marcador para vidrio.
- Caja térmica.
- Refrigerante.

c) Procedimiento de toma de muestras

1. Colocar la plantilla (10cm x 10cm) sobre la superficie a muestrear.
2. Humedecer el hisopo en la solución diluyente y presionar ligeramente en la pared del tubo con un movimiento de rotación para quitar el exceso de solución.
3. Con el hisopo inclinado en un ángulo de 30°, frotar 4 veces la superficie delimitada por la plantilla, cada una en dirección opuesta a la anterior.
4. En el caso de utilizar la plantilla de 5cm x 5cm, repetir esta operación en 3 lugares diferentes de la misma superficie, para obtener 100 cm².
5. Colocar el hisopo en el tubo con la solución diluyente, quebrando la parte del hisopo que estuvo en contacto con los dedos del muestreador, la cual debe ser eliminada.

d) Conservación y transporte de la muestra

1. Las muestras se colocarán en un contenedor isotérmico con gel refrigerante, el cual se distribuirá uniformemente en la base y en los laterales, de tal manera de asegurar que la temperatura del contenedor no sea mayor de 10°C, a fin de asegurar la vida útil de la muestra hasta su llegada al laboratorio.
2. El tiempo de transporte entre la toma de muestra y la recepción en el laboratorio estará en función estricta de dicha temperatura, no debiendo exceder las 24 horas y excepcionalmente las 36 horas.
3. Se debe registrar la temperatura del contenedor al colocar las muestras y a la llegada al laboratorio a fin de asegurar que las mismas hayan sido transportadas a la temperatura indicada. Temperaturas superiores a 10°C invalidan la muestra para su análisis.

e) Procedimiento para el control microbiológico

- Procedimiento de análisis microbiológicos

Sea por métodos rápidos o convencionales, los ensayos microbiológicos se realizarán utilizando métodos normalizados por organismos internacionales como la ISO, AOAC, FDA/BAM, ICMSF, APHA/CMMEF utilizando la técnica de recuento en placa.

- Cálculo de resultados

a) Para superficies regulares: el número de colonias obtenidas (ufc) se multiplicará por el factor de dilución y por el volumen de solución diluyente utilizada en el muestreo (10 mL) y se dividirá entre el área de la superficie hisopada o muestreada (100 cm²).

b) Para superficies irregulares: el número de colonias obtenido (ufc) se multiplicará por el factor de dilución y por el volumen de la solución diluyente usada.

- Expresión de resultados

Los resultados se expresarán:

- Para superficies regulares en: ufc / cm².
- Para superficies irregulares en: ufc/ superficie muestreada (ej. cuchilla de licuadora, cuchara, etc.). Se deberá expresar la cantidad de superficies muestreadas. (ej. ufc/ 4 cucharas).

- Interpretación de resultados de acuerdo a los límites microbiológicos

SUPERFICIES INERTES				
MÉTODO HISOPO	Superficie Regular		Superficie Irregular	
ENSAYO	Límite de Detección del Método	Límite Permisible (*)	Límite de Detección del Método	Límite Permisible (*)
Coliformes totales	< 0,1 ufc / cm ²	< 1 ufc / cm ²	< 10 ufc / superficie muestreada	< 10 ufc / superficie muestreada
Patógeno	Ausencia / superficie muestreada en cm ² (**)	Ausencia / superficie muestreada en cm ² (**)	Ausencia / superficie muestreada	Ausencia / superficie muestreada

(*) En las operaciones analíticas, estos valores son indicadores de ausencia.

(**) Indicar el área muestreada, la cual debe ser mayor o igual a 100 cm².

HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL

Se presenta, a continuación un formato de registro para las revisión de superficies de los equipos.

FECHA	EQUIPO	OPERADOR	INSPECCIÓN VISUAL ACEPTABLE (SÍ/NO)	OBSERVACIÓN	FIRMA
-------	--------	----------	-------------------------------------	-------------	-------

HOJA DE REGISTRO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y PRODUCTOS QUÍMICOS

FECHA	EQUIPO	OPERADOR	RESULTADO TEST QUÍMICO ACEPTABLE (SÍ/NO)	RESULTADO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ACEPTABLE (SÍ/NO)	OBSERVACIÓN	FIRMA

14. **REFERENCIAS**

- A.A. Salgado-Nava (2012). *Métodos de control de crecimiento microbiano en el pan* [En línea] Disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Salgado-Nava-et-al-2012.pdf> [Consulta: 16 junio 2019].
- Acosta, A. (2017). *Ley de las proporciones recíprocas de J.B. Ritcher y C.F. Wenzel (1702)*. [En línea] Disponible en <https://ayag57.wordpress.com/2017/05/16/balanceo/>. [Consulta: 1 octubre 2019].
- Alejo Riveros, J.C et al. (2011). *Evaluación de riesgos de Staphylococcus aureus enterotoxigénico en alimentos preparados no industriales en Colombia*. [En línea] Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Er-staphylococcus.pdf>. [Consulta: 10 octubre 2019].
- Almonte, K. (2011). *Mercado, Oferta y Demanda*. [En línea] Disponible en: <https://www.eoi.es/blogs/karlasugeilyalmonete/2011/12/15/mercado-oferta-y-demanda/> [Consulta: 6 de mayo 2019].
- Altamirano, P. (2009) *Guía para la presentación de gráficos estadísticos* [En línea] Disponible en <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/metodologias/libro.pdf> [Consulta: 10 agosto 2019].
- Araujo, S (2013) *Tecnología de envase y empaque* [En línea] Disponible en <https://es.slideshare.net/hectorhmontenegro/empaque-y-envase-de-alimentos> [Consulta: 24 julio 2019].
- Arcand, Y. (2012). *Green Technologies in Food Production and Processing*. [En línea] Disponible en https://books.google.com.ar/books?id=jK5rYHlmoEwC&pg=PA140&lpg=PA140&dq=how+much+ethanol+is+generated+per+kg+of+dough&source=bl&ots=T4cEOCINYY&sig=ACfU3U3-ny9EX1Rt75s1flpy_jCVqvCNnA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiq_MaNvaLmAhXAHbkGHSiZCCIQ6AEwCXoECAgQAQ#v=onepage&q=how%20much%20ethanol%20is%20generated%20per%20kg%20of%20dough&f=false. [Consulta: 6 diciembre 2019].
- Ares, S. (2018) *Buenos Aires igualó a Italia en pizzerías por habitante*. [En línea] Disponible en <https://www.perfil.com/noticias/sociedad/buenos-aires-igualado-a-italia-en-pizzerias-por-habitante-20121209-0014.phtml> [Consulta: 17 julio 2019].
- Armada, M; Del Castillo, V; Lescano, G. (2009). *Formulación de alimentos para celíacos con base en mezclas de harinas de quinoa, cereales y almidones*. [En línea] Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000300015. [Consulta: 30 noviembre 2019].
- Arroyave, M. C.; Miranda, J. A. (2009). *Diseño y elaboración de un programa de limpieza y desinfección para la panadería Panamparo dentro del marco del plan de saneamiento básico de las buenas prácticas de manufactura*. [En línea] Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8463/tesis429.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Consulta: 13 octubre 2019].
- Axioma Group. (2018). *Sellado de flexibles por calor constante: teoría básica para películas*. [En línea] Disponible en

- <<http://www.elempaque.com/blogs/Sellado-de-flexibles-por-calor-constante-teoria-basica-p-ara-peliculas+126132>>. [Consulta: 24 julio 2019].
- Barboff, C. (2009). *Procesos - Horneado*. [En línea] Disponible en <<http://panisnostrum.blogspot.com/2009/10/procesos-horneado.html>> [Consulta: 27 agosto 2019].
 - Bartolomeo, J. (2015). *Capacidad ociosa*. [En línea] Disponible en <<https://www.adconsultora.com.ar/contable-y-administracion/capacidad-ociosa-que-es/>> . [Consulta: 27 septiembre 2019].
 - Bognar, A. (1998). *Comparative study of frying to other cooking techniques influence on the nutritive value* [En línea] Disponible en <<https://pdfs.semanticscholar.org/0943/f705eb20a2636dcb8a97d011744bf3dd3a34.pdf>> [Consulta: 18 junio 2019].
 - Bot, B. (2008). *Estudio del efecto de las reacciones químicas y biológicas sobre la masa panaria*. [En línea] Disponible en <<http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/125/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 17 junio 2019].
 - Brishtar (2010) *Aditivos alimenticios. Ácido Sórbico (E 200)*. [En línea] Disponible en <<http://www.brishtar.com.ve/acidosor.html>> [Consulta: 22 junio 2019].
 - BTSA (n.d). *El proceso de oxidación de las grasas*. [En línea] Disponible en <<https://www.btsa.com/el-proceso-de-oxidacion-de-los-lipidos/>>. [Consulta: 22 junio 2019].
 - Buenos Aires Provincia. (n.d). *Agrupamientos industriales*. [En línea] Disponible en <https://www.gba.gob.ar/produccion/area_de_trabajo/agrupamientos_industriales>. [Consulta: 10 octubre 2019].
 - Cabrera, J. (2013). *Criterios microbiológicos para alimentos Código Alimentario Argentino y sus últimas actualizaciones*. [En línea] Disponible en <https://www.aam.org.ar/src/img_up/21072014.4.pdf>. [Consulta: 3 diciembre 2019].
 - Calvel, R. (1983). *La Panadería Moderna*. Ed. AméricaLee, Buenos Aires. [Consulta: 15 junio 2019].
 - Camuzzi (2019). *Tarifas vigentes*. [En línea] Disponible en <<http://www.camuzzigas.com/tarifas-vigentes>>. [Consulta: 10 noviembre 2019].
 - Carlos Donaires, S. (2016). *Distribución de planta*. [En línea] Disponible en <<https://www.monografias.com/trabajos109/distribucion-de-planta/distribucion-de-planta.shtm>>. [Consulta: 22 octubre 2019].
 - Carranza, B. (2018) *Estudio de vida útil en productos del mar*. [En línea] Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/326645996_ESTUDIO_DE_VIDA_UTIL_EN_PRODUCTOS_DEL_MAR> [Consulta: 10 noviembre 2019].
 - Casas, X. (2018). *El índice de la pizza porteña: cuánto cuesta barrio por barrio*. Infobae. [Diario] [En línea] Disponible en <<https://www.infobae.com/economia/2018/10/06/el-indice-de-la-pizza-portena-cuanto-cuesta-barrio-por-barrio/>> [Consulta: 10 de septiembre 2019].
 - Castillo León, M. (2016) *Proyecto de diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales especiales* [En línea] Disponible en <<https://www.repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13494/Proyecto%20de%20Graduaci%C3%B3n%20Melissa%20C%20Ignacio%20L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 30 de octubre 2019].

- CEUPE (2018) *¿Qué es el envasado y en qué consiste?* [En línea] Disponible en <<https://www.ceupe.com/blog/el-ensado-de-alimentos.html>> [Consulta: 24 julio 2019].
- Choi, Y. y Okos, M.R. (1986). *Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods, Food Engineering and Process Applications. Vol 1.* [Consulta: 1 octubre 2019].
- Cimientos (2011). *La educación argentina en números - Documento N° 6* [En línea] Disponible en <http://www.cimientos.org/archivos/educacion_6.pdf> [Consulta: 16 de mayo 2019].
- Cippec (2014). *Los modelos de gestión de los servicios de comedores escolares en Argentina.* [En línea] Disponible en <<https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/1352.pdf>> [Consulta: 16 de mayo 2019].
- Clinical Nutrition (2016). *Fish consumption in mid-childhood and its relationship to neuropsychological outcomes measured in 7–9 year old children using a NUTRIMENTHE neuropsychological battery.* [En línea] Disponible en <[https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614\(16\)00065-0/abstract](https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614(16)00065-0/abstract)> [Consulta: 6 de mayo 2019].
- Código Alimentario Argentino. (2019). *Capítulo IX: Alimentos Farináceos- Cereales, Harina y Derivados.* [En línea] Disponible en <<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat-cap-9-harinas.pdf>> [Consulta: 1 de abril 2019].
- Código Alimentario Argentino. (2019). *Capítulo VI: Alimentos Cárneos y Afines.* [En línea] Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_vi_carneosactualiz_2019-2_.pdf> [Consulta: 31 de marzo 2019].
- Código Alimentario Argentino (1992) *Capítulo V: Utensilios, recipientes, envases, envolturas, aparatos y accesorios.* [En línea] Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_iv_envasesactualiz_2019-1.pdf> [Consulta: 24 julio 2019].
- Cordara, M. (2009). *Tecnología de Panificados.* [Consulta: 16 de junio 2019].
- Corina, C. (2016). *The thermodynamic benefits of the integration of cogeneration installations in bakery ovens.* [En línea] Disponible en <researchgate.net/publication/314280194>. [Consulta: 27 septiembre 2019].
- Coronado Muñoz, E. (n.d.) *Manual buenas prácticas de manufactura (BPM) para el alumno.* [En línea] Disponible en <https://www.academia.edu/26783177/MANUAL_BUENAS_PRÁCTICAS_DE_MANUFACTURA_BPM_ERICA_CRISTINA_CORONADO_MUÑOZ_MANUAL_PARA_EL_ALUMNO> [Consulta: 10 octubre 2019].
- Dátilo, S (2011). *Pan lactal concentrado: Bimbo compró Fargo.* [En línea] Disponible en <<https://www.ambito.com/pan-lactal-concentrado-bimbo-compro-fargo-n3702771>> [Consulta: 9 de mayo 2019].
- De La Vega Ruiz, G. (2009). *Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales.* [En línea] Disponible en <http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf>. [Consulta: 30 mayo 2019].

- Del Castillo et, al. (2009) *Formulación de alimentos para celíacos con base en mezclas de harinas de quínoa, cereales y almidones*. [En línea] Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/237814670_Formulacion_de_alimentos_para_celíacos_con_base_en_mezclas_de_harinas_de_quinoa_cereales_y_almidones> [Consulta: 30 noviembre 2019].
- Delvalle, M. (2019). [Comunicación personal: 23 octubre 2019].
- Diabetes al día (n.d). *¿Cómo se clasifican los pescados según su contenido graso?*. [En línea] Disponible en <<http://www.diabetesaldia.com/como-se-clasifican-los-pescados-segun-su-contenido-graso/>> [Consulta: 4 de abril 2019].
- Dirección General de Cultura y Educación (2018). *Relevamiento Inicial 2018*. [En línea] Disponible en <<http://mapaescolar.abc.gob.ar/mapaescolar/pdf/Estadistica%20Educativa%20Inicial%202018.pdf>> [Consulta: 16 de mayo 2019].
- Ecofield. (n.d). *Ministerio de obras y servicios públicos, administración general de obras sanitarias. Resolución 389/98*. [En línea] Disponible en <http://www.ecofield.net/Legales/BsAs/res389-98_AGOSBA.htm> [Consulta: 14 noviembre 2019].
- EDEA (2019). *Cuadro tarifario*. [En línea] Disponible en <<https://edeaweb.com.ar/data/pdf/Edea%20-%20Cuadro%20Tarifario%20Hoja%201.pdf>>. [Consulta: 10 noviembre 2019].
- El Cronista. (2017). *Los argentinos piden unas 160 pizzas por hora a domicilio solo por internet*. [En línea] Disponible en <<https://www.cronista.com/negocios/Los-argentinos-piden-unas-160-pizzas-por-hora-a-domicilio-solo-por-internet-20170718-0001.html>>. [Consulta: 27 septiembre 2019].
- El espectador (2018). *El infinito universo de la pizza*. [En línea] Disponible en <<https://www.elespectador.com/vivir/el-infinito-universo-de-la-pizza-articulo-789295>>. [Consulta: 27 septiembre 2019].
- EROSKI CONSUMER.(n.d). *Pescados y Mariscos: El valor nutritivo de pescados y mariscos*. [En línea] Disponible en <<http://pescadosymariscos.consumer.es/>> [Consulta: 29 de marzo 2019].
- FAO (n.d). *Establecimientos para la elaboración de productos pesqueros*. [En línea] Disponible en <<http://www.fao.org/3/t1768s/T1768S09.htm>>. [Consulta: 7 octubre 2019].
- FAO (1998). *Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera*. [En línea] Disponible en <fao.org/3/V8490S/v8490s00.htm#Contents>. [Consulta: 8 noviembre 2019].
- Feidman et al., (2016). *Sistemas de gestión de calidad en el sector alimentario: BPM-POES-MIP-HACCP*. [En línea] Disponible en <https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/archivos/000010_Alimento_s/000000_Sistemas%20de%20Gestion%20de%20Calidad%20en%20el%20Sector%20Agroalimentario.pdf> [Consulta: 5 octubre 2019].
- Fernandez, A. (2017) *La industria de los cereales*. [En línea] Disponible en <<https://slideplayer.es/slide/11132544/>> [Consulta: 19 junio 2019].
- Fernandez, M. (2013). *Impactos ambientales y su clasificación*. [En línea] Disponible en <<https://es.slideshare.net/elambientesano/22-impactos-ambientales-y-su-clasificacin>> [Consulta: 18 noviembre 2019].

- Ferrantelli, A (2013). *Sensitivity studies of heat transfer: forced convection across a cylindrical pipe and duct flow*. [En línea] Disponible en <https://www.researchgate.net/figure/Air-convection-coefficient-in-function-of-the-velocity-for-T-1-15-C_fig9_255787211>. [Consulta: 27 agosto 2019].
- Flecha (2015). *Procesos y técnicas de panificación*. [En línea] Disponible en <https://www.edu.xunta.gal/centros/cfrourense/aulavirtual2/pluginfile.php/8180/mod_resource/content/0/Procesos_y_tecnicas_de_panificacion-MANUAL.pdf> [Consulta: 21 agosto 2019].
- Flores, R. (2014). *El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación*. [En línea] Disponible en <<http://www.redalyc.org/pdf/3374/337432679010.pdf>>. [Consulta: 30 mayo 2019].
- Flynt, J (2019) *Different types of Polyethylene (HDPE vs LDPE)*. [En línea] Disponible en <<https://3dinsider.com/polyethylene-types/>> [Consulta: 24 julio 2019].
- Fuentes, E. (2019). *Por la cosecha récord de trigo cada argentino podría comer casi un kilo de pan por día en 2019*. *Clarín Rural* [Diario]. 8 de enero. [En línea] Diponible en <https://www.clarin.com/rural/argentino-podria-comer-kilo-pan-dia-2019_0_NGOLKtJx3.html> [Consulta: 7 de mayo 2019].
- Hacer Familia (n.d). *La importancia del pescado en la dieta de los niños*. [En línea] Disponible en <<https://www.hacerfamilia.com/nutricion/importancia-pescado-dieta-ninos-20170223104339.html>>. [Consulta: 3 abril 2019].
- Harrison, M. (1976). *Mejoramiento de los sistemas de comercialización de alimentos en los países en desarrollo*. [En línea] Disponible en <https://books.google.com.ar/books?id=cCAPuI9yYIqC&pg=PA18&lpg=PA18&dq=intermediarios+alimentos&source=bl&ots=AymQxFosvh&sig=ACfU3U1ZD8DQh2IbAYc32e3Aw_ZorWf1Nw&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjgk5vijOjIAhUuE7kGHQcPBcY4ChDoATAFegQICRAB#v=onepage&q=intermediarios%20alimentos&f=false>. [Consulta: 10 noviembre 2019].
- Herrero Muralles, M. (2007). *Manual de mantenimiento preventivo para equipos de panificadora Buena Vista*. [En línea] Disponible en <<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5165/1/MARTIN%20MANUEL%20HERRERA%20MURALLES.pdf><http://www.repositorio.usac.edu.gt/5165/1/MARTIN%20MANUEL%20HERRERA%20MURALLES.pdf><http://www.repositorio.usac.edu.gt/5165/1/MARTIN%20MANUEL%20HERRERA%20MURALLES.pdf>> [Consulta: 10 octubre 2019].
<<https://www.emprendepyme.net/desarrollo-de-nuevos-productos.html>>
- Huss, H. (1997). *Aspectos de la calidad asociados con los productos pesqueros*. [En línea] Disponible en <<http://www.fao.org/3/t1768s/T1768S03.htm>>. [Consulta: 20 noviembre 2019].
- ICMSF. (1983). *Microorganismos de los alimentos 1: Técnicas de análisis microbiológico*. 2nd ed. Zaragoza: ACRIBIA. [Consulta: 30 junio 2019].
- IDESA (2016). *Cargas sociales representan 43% de los salarios*. [En línea] Disponible en <<https://idesa.org/cargas-sociales-representan-43-de-los-salarios/>>. [Consulta: 8 noviembre 2019].
- INDEC. (2018). *Valorización mensual de la canasta básica alimentaria y de la canasta básica total Gran Buenos Aires*. [En línea] Disponible en

- <https://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/canasta_07_18.pdf> [Consulta: 12 julio 2019].
- Infocampo (05/2018). *Argentina exporta más pescado que carne*. [En línea] Disponible en <https://www.infocampo.com.ar/argentina-exporta-mas-pescado-que-carne/> [Consulta: 4 de abril 2019].
 - INTA (2018). *Distribución: canales, logística y punto de venta*. [En línea] Disponible en <<https://inta.gov.ar/sites/default/files/8-distribucion-canales-logistica.pdf>> [Consulta: 9 de mayo 2019].
 - Kackzmarek, H. (2002) *Materiales para envasado de alimentos. Clasificación incluyendo materiales biodegradables* [En línea] Disponible en <[http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/950B6ED17881D76EC1256F250063FAD0/\\$FILE/Article%20Materials%20_NCU_%20Spanish%20.pdf?OpenElement](http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/950B6ED17881D76EC1256F250063FAD0/$FILE/Article%20Materials%20_NCU_%20Spanish%20.pdf?OpenElement)> [Consulta: 24 julio 2019].
 - Kiziryán, M. (2018). *Flujo de caja*. [En línea] Disponible en <<https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-caja.html>>. [Consulta: 11 noviembre 2019].
 - Lavigne, S. et al. (2017) *Verificación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) en una planta elaboradora de chacinados*. [En línea] Disponible en <<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1468/LAVIGNE%20C%20SOFIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 10 de octubre 2019].
 - Lledó, P. (2003). *Análisis de sensibilidad*. [En línea] Disponible en <<http://pablolledo.com/content/articulos/03-03-06-Sensibilidad-Lledo.PDF>>. [Consulta: 12 noviembre 2019].
 - Luchini, L. (2010) *Beneficios nutricionales y de salud del producto "pescado"*. Dirección de Acuicultura.
 - Mafra, E. (2019). *Ciclo de vida de un producto*. [En línea] Disponible en <<https://rockcontent.com/es/blog/ciclo-de-vida-de-un-producto/>>. [Consulta: 8 noviembre 2019].
 - Mangialavori, G. et al. (2005). *Resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud – ENNyS 2005*. [En línea] Disponible en <<http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000000259cnt-a10-alimentos-consumidos-en-argentina.pdf>> [Consulta: 17 julio 2019].
 - Manterola. (2017). *Determinación de histamina en conservas de pescado mediante la técnica de cromatografía en capa delgada*. [En línea] Disponible en <<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1433/Manterola.%200Julieta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. [Consulta: 27 agosto 2019].
 - Martínez, A. (2019). *Estudio del comportamiento térmico y refrigeración de un motor*. [En línea] Disponible en <http://oa.upm.es/54419/1/TFG_AITOR_ESCUDIER_MARTINEZ.pdf> [Consulta: 10 octubre 2019].
 - Martínez, D. (2008). *Reacciones químicas generadas en el proceso de panificación*. [en línea] Disponible en <<https://www.scribd.com/doc/172865980/Reacciones-quimicas-Proceso-de-Panificacion>> [Consulta: 22 junio 2019]

- Martínez, Y. (2015). *Mano de obra (costos)*. [En línea] disponible en <es.slideshare.net/yenasuvari/mano-de-obra-costos>. [Consulta: 8 noviembre 2019].
- Mesas, J. M. (2002). *El pan y su proceso de elaboración*. [En línea] Disponible en <<http://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>>. [Consulta: 18 junio 2019]
- Mettler Toledo. (2016). *Guía para la detección de metales. Elaboración de un programa eficaz*. [En línea] disponible en <https://www.mt.com/dam/product_organizations/pi/Guides/MD/Metal-Detection-Guide-ES.pdf>. [Consulta: 27 octubre 2019].
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2015). *Guía de aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura en panaderías y confiterías*. [En línea] disponible en <<http://copal.org.ar/wp-content/uploads/2015/06/bpmpanificados2011.pdf>>. [Consulta: 12 octubre 2019].
- Mirade, P S (2004). *Characterization and CFD modelling of air temperature and velocity profiles in an industrial biscuit baking tunnel oven*. [En línea] disponible en <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996904001516>> [Consulta: 27 agosto 2019].
- Molina, S. (2009) *Efecto de tiempo y temperatura de cocción en chorizo inoculados artificialmente con Listeria monocytogenes*. [En línea] Disponible en <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-74832009000300003> [Consulta: 23 octubre 2019].
- Morales, J. (2013). *Las horas-hombre*. [En línea] disponible en <<https://matematicasempresariales.wordpress.com/2013/06/13/las-horas-hombre/>>. [Consulta: 01 octubre 2019].
- Morales, V. (2018). *Payback o plazo de recuperación*. [En línea] disponible en <<https://economipedia.com/definiciones/payback.html>>. [Consulta: 11 noviembre 2019].
- Navarro, J. (2018). *¿Qué es un análisis de sensibilidad?*. [En línea] disponible en <<https://www.abcfinanzas.com/administracion-financiera/que-es-un-analisis-de-sensibilidad>>. [Consulta: 8 noviembre 2019].
- Nuño, P. (2017). *Costes variables*. [En línea] disponible en <<https://www.emprendepyme.net/costes-variables.html>>. [Consulta: 11 noviembre 2019].
- Ojeda, M. (2013). *Tecnología de los plásticos*. [En línea] Disponible en <<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/12/termosellado.html>> [Consulta: 24 julio 2019].
- Oliver, A. et al. (2007). *Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre medidas para reducir el riesgo asociado a la presencia de Anisakis*. [En línea] disponible en <http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/TRATAMIENTOS_ANISAKIS.pdf> [Consulta: 10 octubre 2019].
- OPS. (n.d). *Buenas prácticas: control de operaciones*. [En línea] disponible en <https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10564:2015-buenas-practicas-control-operaciones&Itemid=42210&lang=es>. [Consulta: 23 noviembre 2019].

- Osanz Mur, A. (2001). *Presencia de larvas de anisákidos en pescado de consumo* [en línea] Disponible en <<https://core.ac.uk/download/pdf/13276846.pdf>>. [Consulta: 1 octubre 2019]
- OSSE. (2019). *Ordenanza*. [En línea] disponible en <https://www.osmcp.gov.ar/osse/PDF/presupuesto2019/Reglamentacion_Servicio_Sanitario_2019.OSSE.pdf>. [Consulta: 14 de noviembre 2019].
- Parada, A. et al. (2010). *El gluten. Su historia y efectos en la enfermedad celíaca* [en línea] Disponible en <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v138n10/art%2018.pdf>>. [Consulta: 30 mayo 2019].
- Pauna, I. (2017) *DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LA SEDIMENTACIÓN TIPO II CON DIFERENTES COAGULANTES COMERCIALES A NIVEL LABORATORIO*. [en línea] Disponible en <<https://www.repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13494/Proyecto%20de%20Graduaci%C3%B3n%20Melissa%20C%20Ignacio%20L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 30 de octubre 2019].
- Pelayo, M. (2007) *Inactivación de Anisakis en pescado* [En línea] disponible en <<https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/inactivacion-de-anisakis-en-pescado.html>> [Consulta: 26 octubre 2019].
- Peña Hernández, I. (2017). *Pizza, el plato más consumido del mundo*. [en línea] disponible en <<http://relatosdetinta-e.blogspot.com/2017/10/pizza-el-plato-mas-consumido-del-mundo.html>>. [Consulta: 27 septiembre 2019].
- Peñaloza-Espinosa, J. et al (2017) Efecto de las condiciones de horneado sobre el desarrollo de color y su relación con la capacidad antioxidante en pan dulce [en línea] Disponible en <<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/1/2.pdf>> [Consulta: 19 junio 2019]
- Persarini, C. (2019). *Distribución y disposición de instalaciones (lay-out)*. [Consulta: 24 octubre 2019].
- Peryam y Pilgrim. (1957). *Análisis sensorial*. [Consulta: 13 de junio 2019].
- Pescanova (2018). Alimentación saludable para niños: Pescado para niños [en línea] Disponible en <<https://www.pescanova.es/nutricion/alimentacion-saludable/alimentacion-saludable-para-ninos-pescado-para-ninos/>> [Consulta: 2 de abril 2019].
- Pescare (2018). *FAO proyecta para 2030 alzas en la producción de pescado, consumo y precios*. [en línea] Disponible en <<https://www.pescare.com.ar/fao-proyecta-para-2030-alzas-en-la-produccion-de-pescado-consumo-y-precios/>> [Consulta: 2 de abril 2019].
- Quiminet (2016) Usos y Aplicaciones del Sorbato de Potasio, el aditivo más rentable en la industria Alimentaria [en línea] Disponible en <<https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-sorbato-de-potasio-el-aditivo-mas-rentable-en-la-industria-alimentaria-4167767.htm>> [Consulta: 22 junio 2019]
- Quiminet (2016) Usos y Aplicaciones del Sorbato de Potasio, el aditivo más rentable en la industria Alimentaria [en línea] Disponible en <<https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-sorbato-de-potasio-el-aditivo-mas-rentable-en-la-industria-alimentaria-4167767.htm>> [Consulta: 22 junio 2019].
- Ramalho, R.S. (1990). *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona: Reverté S.A.

- Rincón, A. (2017) Conceptos básicos para coextrusión de películas de alta barrera [en línea] Disponible en <<http://www.plastico.com/temas/Conceptos-basicos-para-coextrusion-de-peliculas-de-alta-barrera+3055937>> [Consulta: 24 julio 2019].
- Rocha, L.C. (2009). *Determinación de la concentración de alfa y beta amilasas comerciales en en la producción de etanol a partir de almidón de cebada empleando Saccharomyces cerevisiae* [en línea] Disponible en <<https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis206.pdf>> [Consulta: 30 mayo 2019]
- Roldán, P. (n.d). *Bien sustitutivo*. [en línea] Disponible en <<https://economipedia.com/definiciones/bien-sustitutivo.html>> [Consulta: 9 de mayo 2019].
- Russo, H. (2011). *El consumo de pizza alrededor del mundo*. [en línea] disponible en :<<https://geeksroom.com/2011/04/el-consumo-de-pizza-alrededor-del-mundo-infografia/48378/>>. [Consulta: 27 septiembre 2019].
- Russo, H (2011) El consumo de pizza alrededor del mundo [en línea] Disponible en <<http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000257cnt-a08-ennys-documento-de-resultados-2007.pdf>> [Consulta: 17 julio 2019].
- Salazar, J. (2013) *Sellado: la clave de un empaque resistente* [en línea] Disponible en <<http://www.elempaque.com/temas/Sellado-la-clave-de-un-empaque-resistente+4094980>> [Consulta: 24 julio 2019].
- Salvadori et al. (1995). *Prediction of Freezing Times for Regular Multi-dimensional Foods using Simple Formulae*. [En línea] disponible en <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643896901334>>. [Consulta: 16 octubre 2019].
- Sanchez, J (1994) *MARKETING: EL ENVASE* [en línea] Disponible en <http://brd.unid.edu.mx/recursos/Mercadotecnia%20de%20productos%20de%20consumo/bloque03/lecturas%20PDF/EL_ENVASE.pdf> [Consulta: 24 julio 2019].
- Santamaría, J (2004). *Balance de Masa para la Cuantificación de Mermas en la Planta de Concentrados de Zamorano*. [en línea] disponible en <<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1912/1/AGI-2004-T012.pdf>> [Consulta: 27 agosto 2019].
- ScienceDirect (2012). *Eating the right amount of fish: Inverted U-shape association between fish consumption and cognitive performance and academic achievement in Dutch adolescents* [en línea] Disponible en <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952327812000038>> [Consulta: 6 de mayo 2019].
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2019). *Informe de coyuntura - Febrero 2019*. [en línea] disponible en <https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/informes/coyuntura/archivos//190000_2019/190201_Informe%20de%20coyuntura%20-%20Febrero%202019.pdf> [Consulta: 31 de marzo 2019].
- Secretaría de Agroindustria. (2016). *Guía de BPM para pequeños establecimientos cerveceros*. [En línea] disponible en <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/documentos/guias/Guia_Cerveza_2016.pdf>. [Consulta: 10 octubre 2019].

- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2015). *Decreto 4238/68*. Versión 80. Capítulo XXIII. [en línea] Disponible en <<http://www.senasa.gob.ar/decreto-423868>> [Consulta: 1 de abril 2019].
- Sevilla, A. (n.d.). *Rentabilidad*. [En línea] disponible en <<https://economipedia.com/definiciones/rentabilidad.html>>. [Consulta: 8 noviembre 2019].
- Silva, G. (2016) DESENVOLVIMENTO DE PÃO SEM GLÚTEN COM FARINHA DE ARROZ E DE BATATA-DOCE [en línea] Disponible en <<https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1312/1/Luana%20Priscila%20Azevedo%20Guimarães%20Silva.pdf>> [Consulta: 19 junio 2019]
- Soltero, N. (2015) *Empaques y embajales* [en línea] Disponible en <<https://slideplayer.es/slide/3790655/>> [Consulta: 24 julio 2019].
- Suarez et al. (2016). *Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol*. [En línea] disponible en <<https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>>. [Consulta: 6 diciembre 2019].
- Tejero, J (n.d.) *Tratamientos primarios* [en línea] Disponible en <https://ceres.udc.es/Ingenieria_Sanitaria_Ambiental> TEMA29-rev120525-ajb> [Consulta: 30 de octubre 2019].
- Terzaghi & Peck (n.d.) *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica* [en línea] Disponible en <<https://es.slideshare.net/a170450/mecanica-de-suelos-en-la-ingenieria-practicakarl-terzaghi-y-realph-b>> [Consulta: 30 de octubre 2019].
- Tomac, A.; Rodríguez Mallo, S.; Perez, S.; Garcia Loredo, A.B. & Yeannes, M.I. (2020). Vacuum impregnation in Merluccius hubbsi hake fillets brining. Effect on mass transfer kinetics, texture and colour. LWT - Food Sci and Technol, 119, 1-7.
- Torres, M. (2019). *Tasa Interna de Retorno (TIR)*. [En línea] disponible en <<https://www.rankia.cl/blog/mejores-opiniones-chile/3391122-tasa-interna-retorno-tir-definicion-calculo-ejemplos>>. [Consulta: 11 noviembre 2019].
- Valenzuela, M. (2015) *Teoría de Sedimentación* [en línea] Disponible en <<http://www.tratamientodelagua.com.mx/teoria-de-sedimentacion/>> [Consulta: 30 de octubre 2019].
- Váquiro, C. (2018). *Punto de equilibrio*. [En línea] disponible en <<https://www.pymesfuturo.com/puntodeequilibrio.htm>>. [Consulta: 12 noviembre 2019].
- Vargas, J. (2011) Efecto del propionato de calcio y del biocitro sobre el crecimiento de mohos en el pan de molde blanco [en línea] Disponible en <https://www.academia.edu/9576139/Expo_Final_Tesis_Efecto_del_Propionato_de_Calcio_y_Biocitro_sobre_le_crecimiento_de_Mohos_en_el_Pan_de_Molde> [Consulta: 17 junio 2019]
- Velázquez, J. (n.d.) Libro de panadería [en línea] Disponible en <https://www.academia.edu/5900326/Libro_de_panaderia_1> [Consulta: 17 junio 2019]
- Villanueva, C. (2018). *¿Qué es y para qué sirve un diagrama de Gantt?* [En línea] disponible en <<https://blog.teamleader.es/diagrama-de-gantt>>. [Consulta: 25 septiembre 2019].
- Villaroel, P. et al. (2018) Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. [en línea] Disponible en

- <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000400271&lng=es&nrm=iso>. [Consulta: 30 mayo 2019]
- Zita, A. (n.d.). *Impacto ambiental*. [En línea] Disponible en <<https://www.todamateria.com/impacto-ambiental/>> [Consulta: 18 noviembre 2019].
 - Zonaprop (2019). *Area 226*. [En línea] disponible en <<https://www.zonaprop.com.ar/propiedades/millennium-propiedades-construyendo-el-futuro-44823298.html>>. [Consulta: 23 octubre 2019].
 - Zonaprop (2019). *Lote en Venta en Polo Maderero - 4000 m²* [En línea] disponible en <<https://www.zonaprop.com.ar/propiedades/lote-en-parque-industrial-en-venta-4000-m-super2--zona-45122765.html>>. [Consulta: 23 octubre 2019].
 - Zonaprop (2019). *Parque Industrial Batán* [En línea] disponible en <<https://www.zonaprop.com.ar/propiedades/parque-industrial-batan-excelente-nave-44988420.html>>. [Consulta: 23 octubre 2019].
 - Zugarramurdi (1981). *Inversión*. [En línea] disponible en <<http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s05.htm#3.3.1.2%20factor%20costo%20%20%20capacidad>>. [Consulta: 8 noviembre 2019].