



**DISEÑO CONCEPTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CAMARÓN Y
CALAMAR EN UNA PLANTA UBICADA EN PUERTO TEJADA, CAUCA**

PRESENTADO POR:

Johan Alexis Holguín Ospina

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de pregrado de:
ingeniero de alimentos

DIRECTORES

José Luís Plaza Dorado Ph.D

Juan José Bravo Ph.D

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
SANTIAGO DE CALI COLOMBIA
JULIO 2025**

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN	3
4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS	4
5.1. Objetivo general	4
5.1.1. Objetivos específicos.....	4
6. HIPÓTESIS.....	4
7. MARCO TEÓRICO.....	5
7.1 Los mariscos	5
7.1.1 Composición química, valor nutricional y morfología de los mariscos.....	5
7.2 El sector pesquero a nivel mundial	9
7.2.1 Consumo y mercado global	9
7.2.2 Estándares de consumo de productos pesqueros.....	10
7.2.3 Proyección mundial de la demanda de productos pesqueros	10
7.3 El sector pesquero en Colombia	11
7.4 El procesamiento de productos pesqueros	13
8. ANTECEDENTES	15
9. METODOLOGÍA	16
9.1 Diseño e Ingeniería de Planta	16
9.1.1 Identificación de Materias Primas, Productos y Subproductos, y Caracterización Física del Proceso	16
9.1.2 Aspectos Legales y Comerciales	16
9.1.3 Definición de la Capacidad Productiva de las líneas de proceso.....	16
9.1.4 Elaboración de Diagramas de Flujo de las Líneas de Producción de Camarón y Calamar.....	16

9.1.5 Evaluación de Variables Críticas de Proceso.....	17
9.1.6 Diseño Conceptual del Layout de la Planta	17
9.1.7 Identificación y Evaluación de los Puntos Críticos de Control (PCC)	17
9.1.8 Propuesta de Diseño Conceptual de las Instalaciones y Equipamientos	17
9.1.9 Operaciones y Procesos	17
9.1.10 Balances de Materia y Energía	17
10. RESULTADOS.....	17
10.1 Diseño e Ingeniería de Planta	17
10.1.1 Identificación de Materias Primas, Productos y Subproductos, y Caracterización Física del Proceso	17
10.1.2 Aspectos Legales y Comerciales	20
10.1.3 Definición de la Capacidad Productiva de las líneas de proceso.....	22
10.1.4 Elaboración de Diagramas de Flujo de las Líneas de Producción de Camarón y Calamar.....	23
10.1.5 Balances de Materia y Energía	26
10.1.6 Evaluación de Variables Críticas de Proceso.....	28
10.1.7 Diseño Conceptual del Layout de la Planta	32
10.1.8 Identificación y Evaluación de los Puntos Críticos de Control (PCC)	35
10.1.9 Propuesta de Diseño Conceptual de las Instalaciones y Equipamientos	36
10.1.10 Operaciones y Procesos	39
11. CONCLUSIONES	40
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

RESUMEN

El consumo de productos pesqueros o acuícolas en Colombia ha aumentado en los últimos años de manera considerable. En los próximos años, se estima un crecimiento anual en la demanda de productos pesqueros de 3,64 millones de toneladas, en este contexto es muy importante que las empresas del sector cuenten con sistemas productivos eficientes que garanticen inocuidad y seguridad alimentaria.

El presente trabajo de grado, se desarrolló en una empresa de la industria pesquera, dedicada a la producción y comercialización de camarón y calamar congelado, la empresa objeto de estudio cuenta con una amplia trayectoria en el mercado nacional, con volúmenes mensuales de aproximadamente 20 y 30 toneladas de camarón y calamar respectivamente. Sin embargo, sus procesos se desarrollaban de manera informal, lo que provocaba ineficiencia y ponía en riesgo la inocuidad de sus productos, por lo que se realizó un análisis integral del proceso productivo de la empresa, con el objetivo de identificar deficiencias técnicas, operativas y normativas. A partir del diagnóstico, se propuso el rediseño del proceso para mejorar su eficiencia y garantizar inocuidad en los productos, asegurando el cumplimiento de la legislación sanitaria vigente. Como parte fundamental de la propuesta, se diseñó una nueva distribución de planta, con el fin de minimizar los riesgos de contaminación, conectando las diferentes áreas de manera lógica contribuyendo así a la mejora continua y sostenibilidad del sistema productivo.

Palabras clave: *camarón, calamar, proceso, planta, inocuidad, normativa, optimización, eficiencia.*

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico a nivel mundial conlleva un aumento en la demanda de fuentes alimenticias de calidad. La demanda de productos pesqueros ha incrementado en los últimos años debido a las propiedades nutritivas que estos alimentos poseen y los beneficios que representan para la salud. Su consumo dentro de una alimentación sana y equilibrada constituye una forma de prevenir padecimientos y enfermedades. La importancia de consumir productos pesqueros ha sido ampliamente documentada en la literatura. Entre los beneficios se destaca la presencia de ácidos grasos poliinsaturados como el EPA (ácido eicosapentaenoico) y el DHA (ácido docosahexaenoico), que ayudan a prevenir enfermedades, proporcionan protección a las membranas plasmáticas neuronales, previniendo enfermedades como el Alzheimer, y contribuyen al correcto funcionamiento del sistema nervioso. Además, el consumo de productos pesqueros se asocia con una menor prevalencia de diabetes (Sotos et al., 2011). La literatura reporta que mayores índices de consumo de pescado en comparación con carne se asocian con una mayor calidad de la dieta y una adecuada ingesta de algunos nutrientes (Alegoría et al. 2014). Una porción semanal de 224 gramos de productos pesqueros, junto con 1,3 gramos de ácidos grasos de la familia Omega 3 como el EPA y el DHA, puede mejorar la calidad de vida y salud de las personas, reduciendo en un 36% la probabilidad de padecer enfermedades cardiovasculares (García, 2019).

En Colombia, el consumo per cápita anual de productos pesqueros o acuícolas en 2017 fue de 8,4 kg/persona/año, cifra que ha ido aumentando en comparación con décadas anteriores, cuando el consumo era de entre 4 y 6 kg/persona/año (AUNAP, 2018). Este incremento probablemente se debe a una mayor oferta del producto en el mercado, a programas de gestión de calidad e inocuidad en la cadena de mercadeo, y a una mayor conciencia de la importancia de consumir productos con alto valor nutricional. Aunque el consumo de productos pesqueros en el país ha aumentado en los últimos años, aún falta aumentar este índice de consumo a 14-15 kg/persona/año para realmente fortalecer la salud pública a través del consumo de este tipo de alimentos (García, 2019). Según la FAO (2018), se estima un crecimiento anual en la demanda de productos pesqueros de 3,64 millones de toneladas. En este contexto, la dinámica demográfica en Colombia, con una tasa de crecimiento del 1,14% entre 2009 y 2019, genera la necesidad de sistemas productivos eficientes que garanticen la inocuidad y seguridad alimentaria.

La empresa caso de estudio se ha destacado por comercializar productos pesqueros como camarón y calamar, con volúmenes aproximados de 20 y 30 toneladas mensuales respectivamente. La compañía se ha consolidado como un actor importante en el mercado local debido a su compromiso con la calidad y la frescura de sus productos, así como a su capacidad de satisfacer la demanda creciente de la población. Sin embargo, a pesar de su gran capacidad productiva y su éxito comercial, la empresa presenta algunos problemas en el diseño de sus procesos. Estos problemas incluyen la falta de eficiencia en la cadena de producción, la subutilización de recursos y la falta de cumplimiento con algunos estándares de calidad y normativas vigentes. Estas deficiencias no solo afectan la eficiencia operativa de la planta, sino que también limitan su potencial de crecimiento y su capacidad para competir en mercados más exigentes.

El objetivo de este trabajo es diseñar el proceso de una planta de mariscos que cumpla con los estándares de calidad y normativa vigente en el país, en la cual se produzcan alimentos inocuos. Para ello, se realizará un análisis detallado de las necesidades y requerimientos técnicos, se propondrá un diseño conceptual que optimice los procesos de producción, y se evaluará la viabilidad técnica y económica del proyecto.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los productos pesqueros han adquirido mayor importancia y preferencia entre los consumidores debido a su reconocida calidad nutricional y las continuas recomendaciones de los profesionales de la salud de incluirlos en la dieta. Sin embargo, el sector pesquero en Colombia presenta bajos niveles de desarrollo, principalmente debido a la carencia de infraestructura, equipos, sistemas de conservación y centros de acopio suficientes. A pesar de estas limitaciones, el mercado de productos pesqueros en Colombia ha incrementado tanto la producción nacional como las importaciones. En los mercados internacionales, el precio de los productos pesqueros es mucho más atractivo, lo que lleva a las empresas pesqueras en Colombia a exportar más del 85% de su producción, dejando un vacío en el mercado local. Actualmente, el consumo per cápita en el país supera ligeramente los 8 kilos (AUNAP, 2018), por debajo del consumo per cápita latinoamericano de 10,5 kilos/año y del consumo per cápita mundial de 16,1 kilos/año. Colombia importa casi el 70% de lo que se consume en productos pesqueros, siendo los principales países de origen Ecuador, Vietnam, Chile y Estados Unidos (Montoya et al., 2014).

Ante esta problemática, surge la necesidad y la oportunidad de diseñar el proceso de una planta de mariscos que aborde estas limitaciones, permitiendo una mejor conservación, calidad y comercialización de los productos pesqueros en el mercado nacional. La empresa caso de estudio se ha destacado por comercializar productos pesqueros como camarón y calamar, con volúmenes aproximados de 20 y 30 toneladas mensuales. No obstante, enfrenta desafíos significativos en el diseño de sus procesos, desafíos como la falta de inocuidad durante el proceso productivo, el no cumplimiento de estándares de calidad, la informalidad de los procesos, y deficiencia en la distribución de la planta, lo que afecta su eficiencia operativa y su capacidad para satisfacer la creciente demanda local. Por tanto, es crucial diseñar líneas de producción de camarón y calamar que cumplan con los estándares de calidad, inocuidad y normativas vigentes, optimizando la infraestructura y los procesos para asegurar un suministro constante y de alta calidad en el mercado nacional.

3. JUSTIFICACIÓN

El consumo de productos pesqueros se ha duplicado en las últimas décadas, y los países en vía de desarrollo como Colombia son los responsables de este crecimiento. La variedad de especies presentes en el océano Pacífico colombiano representa un gran potencial para el mercado nacional, siempre y cuando se procesen en una planta que cumpla con los lineamientos legales para ofrecer productos inocuos. Aunque el sector pesquero contribuye solo con aproximadamente el 0,2% al PIB (FAO, 2015), genera empleo, ingresos y alimentos en zonas costeras donde las oportunidades económicas son escasas.

La empresa caso de estudio, es una empresa con una larga trayectoria en el mercado de pescados y mariscos en la región, recientemente ha aumentado su capacidad productiva considerablemente, convirtiéndose en un importante actor dentro del mercado local y nacional. Su intención de entrar a competir a mercados más exigentes está limitada principalmente por la informalidad de sus procesos, por el no cumplimiento de estándares mínimos de calidad e higiene y por una inadecuada distribución de planta que afecta directamente la productividad. La informalidad generalmente lleva a la ineficiencia a desperdicios y sobrecostos, un proceso rediseñado puede optimizar el uso de recursos, puede reducir costos operativos y mejorar considerablemente la productividad, lo cual es vital para mantener la competitividad en el mercado. La implementación de procesos formales y estandarizados mejorará la calidad de los

productos, esto no sólo aumentará la satisfacción de los clientes, sino que también permitirá a la empresa competir en mercados más exigentes y probablemente acceder a nuevas oportunidades comerciales.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo puede el diseño óptimo del proceso en una planta procesadora de mariscos en Puerto Tejada, Cauca, mejorar la eficiencia operativa?

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

- Diseñar un proceso de una planta procesadora de mariscos en Puerto Tejada, Cauca que cumpla con los estándares de calidad y normativa vigente en el país

5.1.1. Objetivos específicos

- Elaborar los diagramas de flujo de las líneas de producción de calamar y camarón, detallando cada etapa del proceso.
- Identificar las exigencias normativas que aplican para estos procesos y plantear los cambios que se requieren aplicar.
- Diseñar el proceso de tal manera que se garantice la inocuidad de los productos finales, y que además tenga una capacidad acorde a la demanda actual y futura de la compañía.
- Estimar las variables críticas de proceso, incluyendo tiempos, temperaturas, capacidades y rendimientos, con el fin de optimizar cada etapa de las líneas de producción.
- Diseñar una primera aproximación del layout de la planta, considerando la disposición de equipos y áreas de trabajo para las líneas de producción de camarón y calamar, asegurando un flujo eficiente y seguro de los productos.

6. HIPÓTESIS

-El diseño adecuado del proceso en una planta de mariscos en Puerto Tejada, Cauca, mejora la eficiencia operativa y cumple con la normativa nacional vigente.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 Los mariscos

Los mariscos son animales marinos invertebrados comestibles que no pertenecen a la clase de los peces. El término "mariscos" se utiliza generalmente para referirse tanto a los moluscos, como almejas, mejillones y ostiones, como a los crustáceos, incluyendo camarones, langostas, langostinos y jaibas. Entre los mariscos más consumidos a nivel mundial se encuentran los camarones, las langostas, las almejas y el calamar (Dávalos et al., 2005).

7.1.1 Composición química, valor nutricional y morfología de los mariscos.

El agua es el componente de mayor proporción en los mariscos, representando entre un 75 y 80 por ciento de su composición. El contenido promedio de proteínas es de 18 gramos por cada 100 gramos de alimento, aunque los crustáceos como camarones y langostas pueden superar los 20 gramos. Los nutrientes de los mariscos son de alto valor biológico; a diferencia de los pescados, los mariscos presentan proteínas más fibrosas. El contenido calórico es bajo, debido a que contienen entre 0,5 y 2% de grasa en los moluscos, y entre 2 y 5% en los crustáceos. En general, aportan aproximadamente 90 calorías por cada 100 gramos de alimento. El contenido de carbohidratos es casi insignificante; en la mayoría de las especies no supera el 1%, y solo se encuentra en mayor proporción en moluscos de concha como mejillones y ostras, que contienen entre 1,9 y 4,7 gramos por cada 100 gramos de producto. Los minerales más destacables en los mariscos son el potasio, fósforo, calcio, sodio, magnesio, hierro, yodo y cloro. El valor nutritivo de los mariscos es muy similar al de los pescados en cuanto al contenido de proteínas y grasas, pero poseen un mayor contenido de vitaminas del complejo B y yodo. Además, presentan casi el doble de contenido de sodio que los pescados frescos (Martínez et al., 2005).

El camarón, de nombre científico *Palaemon serratus*, es un crustáceo muy parecido a la gamba, aunque de menor tamaño. Su cuerpo es largo y está comprimido lateralmente. Su cabeza, larga y aserrada, está curvada hacia arriba con antenas. Su cuerpo es casi transparente con bandas

transversales y líneas de pequeños puntos oscuros en el abdomen. La longitud del caparazón oscila entre 5 y 8 centímetros, siendo mayor el tamaño de las hembras. Es el marisco que más se consume, vive generalmente en zonas rocosas y arenosas, poco profundas con abundancia de algas. Normalmente se alimenta de algas y restos de animales, se captura en las aguas cercanas a las costas y debe consumirse dentro de los siguientes 5 días a la captura aunque esté almacenado con hielo. El camarón presenta un alto valor nutritivo, pero no debe consumirse en exceso, pues posee un alto nivel de colesterol que podría provocar enfermedades cardiovasculares.

Tabla 1. Información nutricional de 100 gramos de camarón. Fuente: (Dávalos, et al., 2005)

Energía (Kcal)	95,70
Proteínas(g)	21,0
Lípidos(g)	1,30
Grasas saturadas(g)	0,16
Grasas monoinsaturadas(g)	0,32
Grasas Poliinsaturadas(g)	0,39
Colesterol (Mg)	150,00
Hidratos de carbono(g)	0,00

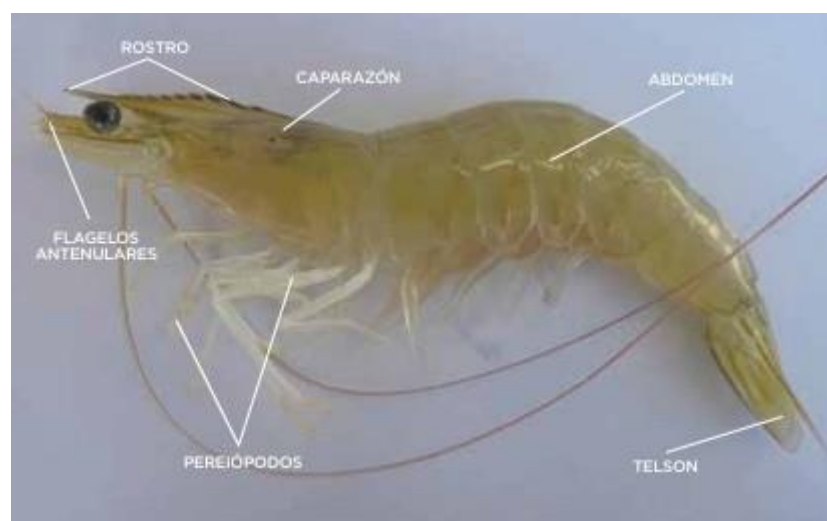


Figura 1. El camarón. Fuente: (Díaz, et al., 2014)

La langosta, de nombre científico *Palinurus elephas* o *Palinurus vulgaris*, posee un cuerpo robusto de color rojo o violeta pardo, con manchas amarillas simétricas en el abdomen. Su cabeza tiene muchas espinas y antenas desarrolladas. La carne de la langosta es rica en proteínas y minerales, destacándose el potasio, fósforo y calcio. Además, contiene apreciables cantidades de vitaminas del grupo B, como la B6 y B3, que intervienen en el metabolismo de proteínas y grasas

Tabla 2. Información nutricional de 100 gramos de langosta. Fuente: (Dávalos, et al 2005)

Energía (Kcal)	91,20
Proteínas(g)	18,30
Lípidos(g)	2,00
Grasas saturadas(g)	0,22
Grasas monoinsaturadas(g)	0,67
Colesterol (Mg)	150,00
Hidratos de carbono(g)	Trazas

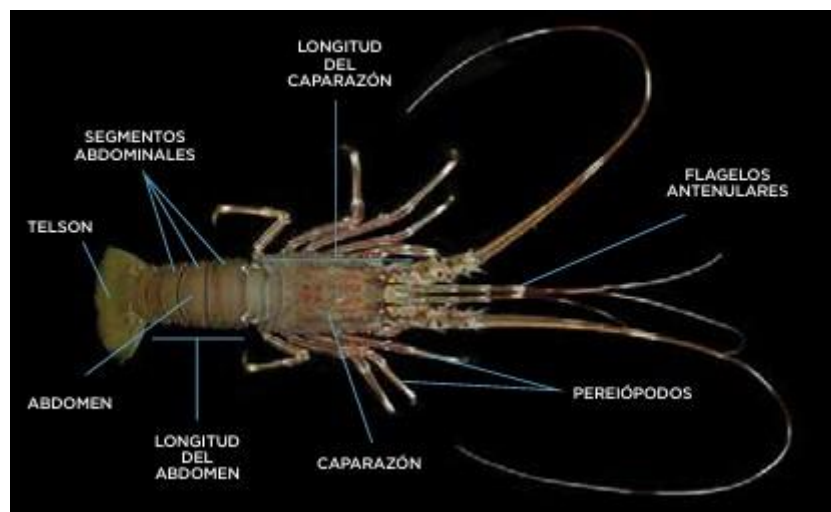


Figura 2. La langosta. Fuente: (Díaz, et., al 2014)

El calamar, de nombre científico *Loligo vulgaris*, es un molusco que se caracteriza por su

cuerpo musculoso, alargado y con forma de cilindro comprimido y afilado, terminado en dos aletas triangulares negras. Está formado por dos regiones: la cabeza, cercana a los brazos, donde se encuentran los ojos con párpados transparentes y la boca; y el manto, donde se aloja la pluma. Los dos brazos más largos, o tentáculos, son flexibles y móviles, con ventosas rodeadas de anillos de garfios y extremos en forma de paleta que le sirven para capturar a sus presas y llevarlas a sus brazos más cortos. Las dos aletas forman un rombo que se extiende desde el extremo final hasta la mitad de su cuerpo. El aporte de energía del calamar es bajo; es rico en proteínas de alto valor biológico y en ácidos grasos poliinsaturados omega 3. Presenta un alto nivel de colesterol y es rico en minerales, especialmente fósforo, selenio, hierro y yodo. Además, aporta cantidades significativas de vitaminas B₁₂ y E.

Tabla 3. Información nutricional de 100 gramos de calamar. Fuente: (Dávalos, et al 2005)

Energía (Kcal)	82,00
Proteínas(g)	17,00
Lípidos(g)	1,30
Sodio (Mg)	236
Colesterol (Mg)	170
Grasas saturadas(g)	0,34
Hidratos de carbono(g)	0,00

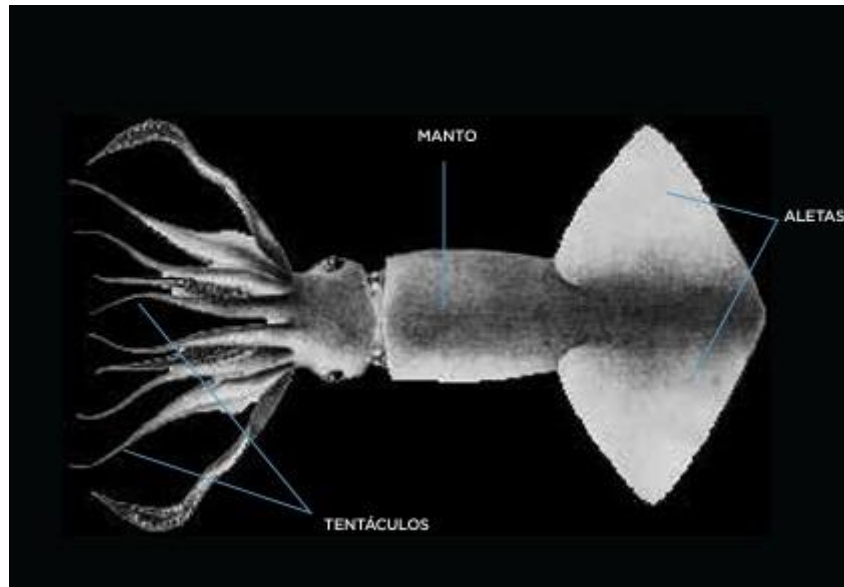


Figura 3. El calamar. Fuente: (Díaz, et al., 2014)

7.2 El sector pesquero a nivel mundial

7.2.1 Consumo y mercado global

La industria pesquera a nivel mundial obtiene cada día mayor importancia dado que es una industria productora de alimentación primaria basada en recursos acuáticos. Por lo tanto, el comercio de los productos obtenidos puede mantenerse estable al encontrar menos influencias restrictivas. El consumo mundial de productos pesqueros ha crecido desde los años 60. Se han observado diferencias de consumo entre países, en donde los países desarrollados presentan un mayor índice que los países en vías de desarrollo (FAO, 2024).

Múltiples estudios prevén que el consumo mundial de productos pesqueros continuará aumentando en los próximos tres decenios, y que la mayor parte de este crecimiento será resultado de la prosperidad económica. Se prevé que los mercados pesqueros de Estados Unidos y la Unión Europea crecerán en los próximos años como consecuencia de la conciencia sanitaria del consumidor y de su creencia en los efectos positivos del consumo de productos pesqueros. La salubridad y la calidad de los alimentos es una preocupación creciente en los países desarrollados; el bajo aporte calórico y el significativo aporte de proteínas de alto valor biológico y “grasas buenas” de los productos pesqueros representan una excelente alternativa de alimentos de calidad para las personas en general (Guagua, 2020).

7.2.2 Estándares de consumo de productos pesqueros

El promedio anual de consumo en el mundo es de aproximadamente 16,1 kg/persona/año, con un rango que va de 1 a 90 kg/persona/año, dependiendo del país. Este promedio anual de 16,1 kg/persona/año se distribuye en 70% pescados y 30% mariscos, subdivididos en 35% crustáceos, 55% moluscos y 10% cefalópodos (FAO, 2018).

Los mercados están definidos por la conjunción entre el consumo per cápita y los factores demográficos. El mayor mercado de productos pesqueros en el mundo está en Asia, donde domina China con casi 1,2 mil millones de habitantes. La posibilidad de comprar productos pesqueros no parece ser una razón suficiente para explicar un consumo alto o bajo, pues existe una gran variedad de productos y precios. El alto consumo per cápita en países como Senegal, Filipinas y Malasia, y el relativamente bajo consumo per cápita en países como Alemania, muestran que no existe una relación aparente entre el consumo per cápita y el PIB nacional.

La disponibilidad de productos pesqueros depende principalmente de las cadenas mayoristas y minoristas y de cómo se organiza la distribución. La distribución de estos productos es un trabajo para personas especializadas, mayoristas y minoristas, sin dejar de lado a los productores de quienes depende la calidad inicial del producto, la industria procesadora que debe mantenerse en contacto con el consumidor final para brindarles los productos que requieran, y las cadenas de supermercados que tienen una presencia importante en la distribución de alimentos en muchos países, pero donde el alimento de origen marino no se ve en su estado fresco, sino como un producto enlatado, congelado, refrigerado, salado y seco.

A día de hoy, el consumo de carnes de cerdo, pollo y res es todavía 2,5 veces mayor al consumo de productos pesqueros. A su vez, el comercio mundial de productos pesqueros es 2,7 veces más que el comercio internacional de carnes de cerdo, pollo y res. La comercialización de alimentos aumenta la diversidad de productos ofrecidos, lo que favorece positivamente el consumo total. El consumo de productos pesqueros en los últimos años ha aumentado conjuntamente con su comercialización internacional (Guagua, 2020).

7.2.3 Proyección mundial de la demanda de productos pesqueros

Se estima un aumento en la demanda de productos pesqueros de aproximadamente 3,6 millones de toneladas por año (FAO, 2018). Las capturas tradicionales están llegando a sus límites máximos y se están convirtiendo en una actividad insostenible para el planeta. Por lo tanto, el aumento en la producción dependerá de la rápida expansión de la acuicultura, como en el caso de China, que logró aumentar su producción 34 veces en 31 años. La hipótesis de duplicar la producción mundial para cubrir la creciente demanda mediante la acuicultura no parece imposible. Sin embargo, para duplicar la producción mundial se necesitan grandes esfuerzos, ya que el principal obstáculo para lograr esto es la estructura de la comercialización de los productos pesqueros. En general, la constante expansión del consumo de productos pesqueros y su comercialización han ido acompañadas de un importante desarrollo en las normas de calidad e inocuidad de los alimentos. El sector pesquero se ha vuelto más complejo y dinámico y su evolución se ha visto impulsada por la gran demanda de la industria minorista, la diversificación de las especies, la externalización de la elaboración y el fortalecimiento de los vínculos de suministro entre productores, elaboradores y minoristas. La expansión y crecimiento de las cadenas de supermercados y de los grandes minoristas ha incrementado su papel como elementos claves en los requisitos y normas de acceso a los mercados (FAO, 2022).

7.3 El sector pesquero en Colombia

La pesca y la acuicultura tienen lugar a lo largo de las costas del Pacífico y el Atlántico Colombiano, así como en fuentes hídricas interiores, especialmente en ríos como Magdalena, Amazonas, Orinoco y Sinú, donde se capturan los pescados para su consumo y para el mercado tradicional. Generalmente, las flotas industriales operan en las costas mientras que en los ríos predomina la pesca artesanal. Los pescadores y acuicultores artesanales representan aproximadamente un tercio de la producción combinada de acuicultura y captura. El sector pesquero hace solo una pequeña contribución al PIB nacional, del 0,2% en 2012 (FAO, 2015), pero genera empleo, oportunidades de ingreso y alimento a las personas que viven en las costas y que generalmente presentan dificultades económicas. Existe una ausencia de datos que permita comprender de manera crítica el aporte del sector en cuestiones de empleo, reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria. Sin embargo, se estima que aproximadamente 1,5 millones de personas trabajan en el sector pesquero. El sector pesquero, entonces, tiene un

papel importante en la economía local de las regiones costeras y rurales pobres, y posee el potencial, si se gestiona adecuadamente, para contribuir a la meta del gobierno de promover el desarrollo sostenible en todo el territorio nacional.

En Colombia, hay una ausencia de estadísticas confiables, necesarias para caracterizar el sector pesquero. En los últimos años, no se ha llevado a cabo ningún tipo de censo y no existen datos de volúmenes cultivados, cosechados, generación de empleo y valor. Calcular la competitividad y productividad de los diferentes subsectores o su aporte a los ingresos y la seguridad alimentaria resulta aún más complejo. La naturaleza informal de la acuicultura y la pesca en Colombia, y la dispersión de acuicultores y pescadores por todo el territorio nacional explican en parte esta situación. Esto es particularmente cierto para la pesca continental, donde los pescadores actúan en grandes regiones con poco volumen de concentraciones urbanas. Además, la naturaleza estacional de la pesca, con periodos de abundancia en los cambios de marea, significa que el número de pescadores varía a lo largo de todo un año. Es así que se espera que las cifras actuales sean una subestimación del esfuerzo y la producción. Según los datos de MADR (2014), Colombia capturó 70 mil toneladas de productos pesqueros en 2013; la cifra para 2014 es de 48 mil toneladas. La discrepancia entre estas cifras indica las dificultades para recopilar información y no una disminución en la captura. De acuerdo a los datos de 2013, la pesca marina representa cerca del 90% del volumen total de capturas, la mayoría en el océano Pacífico. La flota industrial tiene como objetivo principalmente el camarón y el atún para exportación, mientras que los pescadores artesanales tienen como objetivo el pescado para consumo local. En términos de evolución, la acuicultura y la pesca han seguido caminos opuestos de crecimiento: la pesca ha disminuido su volumen mientras la acuicultura lo ha aumentado. Es probable que el crecimiento futuro en la producción de productos pesqueros provenga principalmente de la acuicultura. La producción de la pesca de captura ha disminuido significativamente en los últimos 10 años, principalmente por la sobreexplotación de las principales especies capturadas. Un gran porcentaje de la actividad pesquera del país tiene lugar en las regiones más pobres. La mitad de las personas que participan en actividades pesqueras tienen solo un nivel de educación básica primaria y más de tres cuartas partes ganan menos de un salario mínimo. Los subsectores más valiosos son los dirigidos a la exportación.

El mercado de productos pesqueros está diversificado según las regiones, los estratos

económicos y los hábitos de consumo. Las personas con ingresos altos prefieren los mariscos, pescados de mar y los productos importados de alto valor agregado, mientras que las personas de bajos ingresos prefieren los pescados de río y de cultivo. La demanda está muy ligada a la estacionalidad del año; se incrementa en el periodo de cuaresma y presenta menor proporción en la temporada de Navidad y Año Nuevo. Hoy en día, el país produce 170 mil toneladas de pescados y mariscos, importa 140 mil toneladas y exporta 70 mil toneladas; por lo tanto, en el mercado nacional existen 239 mil toneladas de pescados y mariscos (Cardozo, 2014)

7.4 El procesamiento de productos pesqueros

La industria de productos pesqueros corresponde a aquella dedicada a la recolección, procesamiento y distribución de peces y mariscos. Esta industria puede estar orientada tanto a productos para consumo humano como a otros fines industriales, como la alimentación animal. El sector pesquero se puede definir en una serie de etapas previas y posteriores que, en conjunto, conforman la cadena de valor de la industria pesquera.

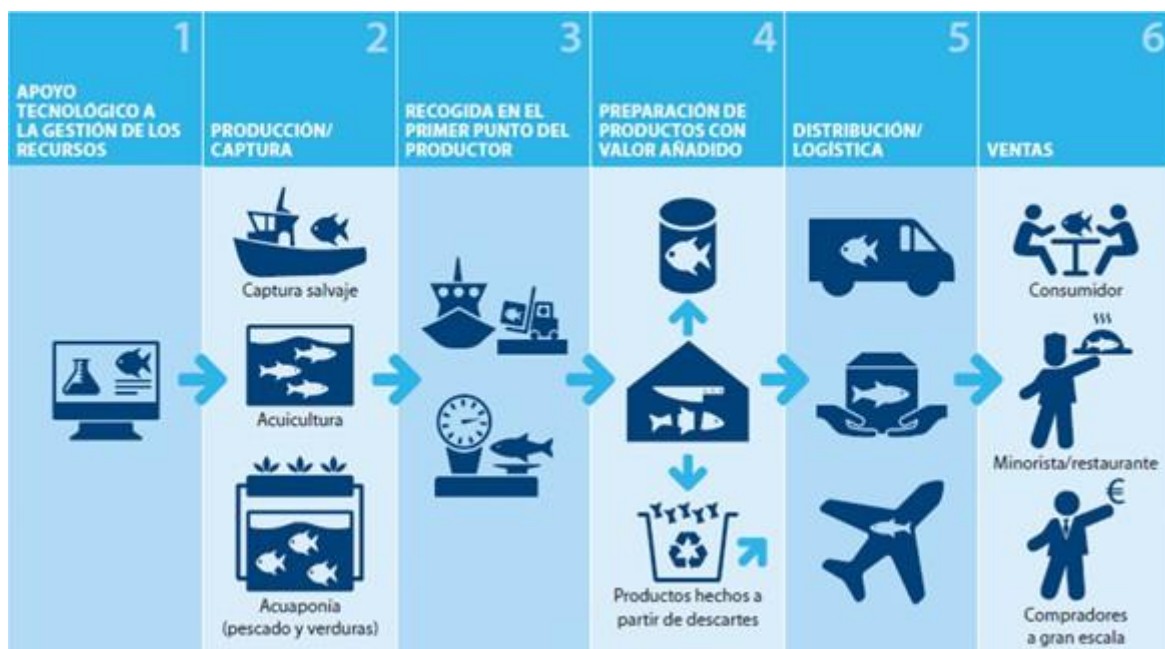


Figura 4. Cadena de valor de la industria pesquera. Fuente: (Bravo, et al., 2021)

Existen 4 grupos de tecnologías de transformación de productos pesqueros: tecnología de productos pesqueros congelados, tecnología de productos pesqueros curados, tecnologías generales de transformación de productos pesqueros y tecnologías especiales de transformación de productos pesqueros.

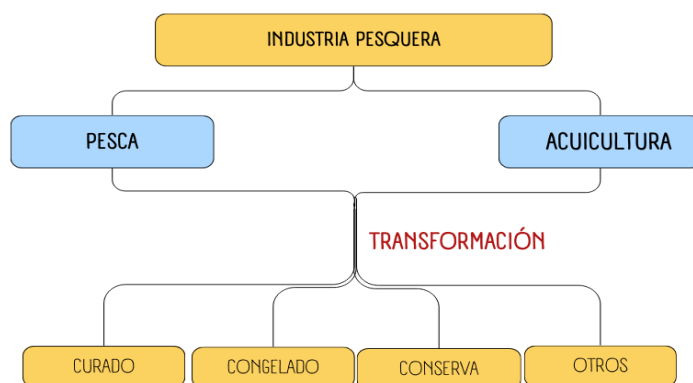


Figura 5. Esquema de procesamiento en la industria pesquera. Fuente: Elaboración propia.

-Tecnologías de transformación de productos congelados: estas tecnologías pueden comprender, además del tratamiento característico en alrededor de unos -18°C , técnicas de descongelación posterior y agregado de productos químicos.

-Tecnologías de transformación de productos curados: estas tecnologías se relacionan generalmente con procesos de secado, salado y ahumado.

-Tecnologías generales de transformación de productos pesqueros: se basa principalmente en el desarrollo de conservas, empaques y algunos tipos de tratamiento térmico.

-Tecnologías especiales de transformación de productos pesqueros: se asocian con el uso de técnicas de calentamiento especiales, técnicas de recubrimiento, procesos fermentativos y el uso de compuestos orgánicos especiales, así como microorganismos o enzimas.

8. ANTECEDENTES

Los antecedentes son trabajos realizados anteriormente con respecto a o las variables de estudio y permiten orientar al investigador durante su trabajo e investigación (Orozco, 2018).

Tabla 4. Antecedentes

Título	Análisis	Resultados	Autor
Estudio de factibilidad de una planta procesadora y comercializadora de pescado en el municipio de Tumaco, Nariño, Colombia.	En este estudio se identificaron los elementos necesarios para crear una planta procesadora de pescado en Tumaco, se planteó una investigación cuantitativa utilizando la encuesta estructurada y la entrevista, como técnicas de recolección de información. Los sujetos de muestra fueron plantas procesadoras de pescado, pescadores y empresas de producción acuícola, también familias de estratos 3,4 y 5.	De acuerdo con el análisis realizado en el proyecto, se determinó que es factible la instalación de una planta procesadora de pescado en Tumaco.	Cardozo, 2012.
Diseño conceptual de una planta de procesamiento de camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>) en Taxisco, Santa Rosa, Guatemala.	Se realizó un análisis de mercado, se evaluó la disponibilidad de materia prima y se estableció la capacidad de la camaronera Mar Adentro, para dimensionar la planta de acuerdo a la necesidad. Se eligió un sitio adecuado para el establecimiento de la planta.	Se diseñó conceptualmente una planta para procesar camarón, con base en la producción de la camaronera Mar Adentro, ubicada en Taxisco, Santa Rosa, Guatemala.	Castillo, 2021.
Diseño de una planta procesadora de langostinos para la comercializadora internacional Agrosolidad S.A	Se desarrolló un estudio técnico apoyado en la ingeniería industrial, con el fin de disminuir costos de procesamiento y dependencia de otras plantas procesadoras. Inicialmente se hizo un análisis del entorno en donde se iba a implementar el proyecto y también se hizo un estudio detallado de las características de los langostinos y	Se concluyó, que el diseño realizado permite un fácil manejo del producto y una disminución de costos de procesamiento, además la planta también tiene la posibilidad de vender sus servicios a otras empresas que no cuenten con todas las fases de producción.	Avena & Gómez, 1997.

	cuál era el estado mundial del mercado de estos.		
Estudio técnico y económico para la creación de una planta procesadora de pescado y camarón de mar en el cantón Santo Domingo.	En este estudio se realizó un análisis de la situación actual del procesamiento de pescado y camarón de mar en el mercado mayorista de mariscos en Santo Domingo de los Colorados. También se realizaron visitas a empresas y hoteles que consumen este tipo de productos pesqueros.	Se determinó que es factible la implementación de una planta, ya que existe un mercado donde pueden ofrecer los productos con facilidad. Además de que la presencia de infraestructura adecuada en Santo Domingo para procesar pescados y mariscos es deficiente.	Vaca, 2015.

9. METODOLOGÍA

9.1 Diseño e Ingeniería de Planta

9.1.1 Identificación de Materias Primas, Productos y Subproductos, y Caracterización Física del Proceso

Se identificaron las materias primas en la empresa caso de estudio, los aditivos empleados, las concentraciones permitidas, y los subproductos del proceso. Se realizó una caracterización física de cada área del proceso.

9.1.2 Aspectos Legales y Comerciales

Se revisó toda la normatividad relacionada con el proceso, incluyendo las licencias necesarias para la operación de la planta y los estándares de calidad que se deben cumplir para la comercialización de los productos.

9.1.3 Definición de la Capacidad Productiva de las líneas de proceso

Se estableció la capacidad productiva de los procesos, considerando variables como la disponibilidad de materias primas, áreas de trabajo y el personal necesario.

9.1.4 Elaboración de Diagramas de Flujo de las Líneas de Producción de Camarón y Calamar

Se elaboraron los diagramas de flujo de las líneas de producción de camarón y calamar, detallando cada etapa del proceso para asegurando una comprensión integral de las operaciones.

9.1.5 Evaluación de Variables Críticas de Proceso

Se estimaron las variables críticas del proceso, incluyendo tiempos, temperaturas, capacidades y rendimientos, con el fin de optimizar cada etapa de las líneas de producción.

9.1.6 Diseño Conceptual del Layout de la Planta

Se diseñó una primera aproximación de la disposición de las líneas de proceso, considerando la disposición de equipos y áreas de trabajo para las líneas de producción de camarón y calamar, asegurando un flujo eficiente y seguro de los productos.

9.1.7 Identificación y Evaluación de los Puntos Críticos de Control (PCC)

Se identificaron y evaluaron los puntos críticos de control (PCC) en las líneas de producción garantizando la inocuidad de los productos procesados, cumpliendo con las normativas vigentes.

9.1.8 Propuesta de Diseño Conceptual de las Instalaciones y Equipamientos

Se propuso un diseño conceptual de las instalaciones y equipamientos necesarios para las líneas de producción de camarón y calamar, asegurando la viabilidad técnica del proyecto.

9.1.9 Operaciones y Procesos

Se realizó una caracterización detallada del modelo de producción seleccionado

9.1.10 Balances de Materia y Energía

Se realizaron balances de masa y energía del proceso productivo de la empresa objeto de estudio.

10. RESULTADOS

10.1 Diseño e Ingeniería de Planta

10.1.1 Identificación de Materias Primas, Productos y Subproductos, y Caracterización Física del Proceso

Línea de camarón congelado IQF

Se identificaron las materias primas utilizadas en la empresa caso de estudio, los aditivos empleados, las concentraciones permitidas y los subproductos generados durante el proceso. Asimismo, se realizó una caracterización física de cada etapa del proceso productivo.

En la línea de producción de camarón crudo congelado mediante la técnica de congelación rápida individual (IQF), la materia prima principal es el camarón crudo de la especie *Litopenaeus vannamei*, recibido en estado fresco o congelado, descabezado y tallado, es decir, clasificado por tamaños comerciales como 51/60, 41/50, 36/40, 31/35, entre otros. Este insumo es importado directamente desde Ecuador o Perú.

Además del camarón, se emplean otras materias primas como agua potable y hielo, los cuales se utilizan en las etapas de lavado, pelado y desvenado, tratamiento químico y glaseado. El único aditivo alimentario utilizado en el proceso es el tripolifosfato de sodio (STP), cuya función principal es evitar la pérdida de humedad. Adicionalmente, mejora la textura y el sabor del producto. Para potenciar su efecto, el STP se combina con cloruro de sodio (sal común), el cual incrementa la capacidad de retención de agua mediante la presión osmótica ejercida sobre la solución. La presencia de hexametáfosfato de sodio, u otros fosfatos, eleva la fuerza iónica, favoreciendo la solubilización proteica mediante un efecto de salado (Quimis et al., 2018).

La dosis habitual de STP es de 1,5 kg por cada 500 litros de agua. Es fundamental no exceder esta concentración, ya que un uso excesivo de fosfatos puede impedir la cocción adecuada del camarón, provocando que su carne se vuelva traslúcida y adquiera una textura endurecida (Veas, 2018). Los fosfatos tienen una amplia aplicación en la industria pesquera como agentes mejoradores de calidad. Según la Norma General para los Aditivos Alimentarios (CODEX STAN 192-1995, revisada en 2017), la dosis máxima permitida de polifosfatos en el tejido muscular es de 2200 mg de P_2O_5 /kg. No obstante, este valor puede variar según la legislación local. Por ejemplo, en Brasil se permite hasta 5000 mg de P_2O_5 /kg en productos pesqueros (De Almeida Lemos y Gonçalves, 2019).

Para el empaque del producto se utilizan bolsas plásticas de polietileno de alta densidad, y cajas de cartón corrugado para su almacenamiento y distribución. Las presentaciones comerciales varían según los requerimientos del cliente e incluyen formatos de 500 g, 1 kg y 2 kg, los cuales se embalan en cajas de 20 kg.

El principal subproducto del proceso de producción de camarón congelado IQF es la cáscara, la cual puede ser valorizada para la obtención de compuestos de interés industrial como la quitina y

el quitosano (Velasco et al., 2019). En la actualidad, la empresa caso de estudio destina este subproducto a procesos de compostaje.

Caracterización física del proceso

- **Recepción:** Se realiza una inspección de calidad donde se verifica la temperatura, el color, el olor y el tamaño del producto.
- **Pelado y desvenado:** Esta etapa, ejecutada manualmente, consiste en la remoción de la cáscara y la vena intestinal del camarón crudo. Generalmente es llevada a cabo por personal femenino.
- **Lavado:** El camarón pelado y desvenado se somete a un lavado con agua clorada, con el fin de eliminar impurezas y reducir la carga microbiana que podría afectar la calidad y favorecer procesos de descomposición.
- **Hidratación:** Se prepara una solución de tripolifosfato de sodio y sal en tanques de 500 litros, en la cual los camarones se sumergen durante una hora, asegurando una hidratación homogénea mediante agitación continua.
- **Decorado:** Los camarones hidratados se escurren y se disponen individualmente en mallas plásticas de 60 × 40 cm. Posteriormente, las mallas se apilan de cuatro a cinco unidades dentro de canastas plásticas de 60 × 40 × 13 cm.
- **Congelación IQF:** Las canastas se trasladan a los túneles de congelación, donde permanecen a -20 °C durante aproximadamente 20 horas.
- **Tumbado:** Una vez congelados, los camarones se retiran de las mallas, se colocan en canastas de 60 × 40 × 18 cm y se pesan en lotes de 10 kg.
- **Glaseado:** Las canastas se sumergen en tanques con agua e hielo a aproximadamente 1 °C, generando una capa de glaseo de unos 2 mm de espesor que recubre los camarones y protege su superficie.
- **Congelación final:** Con el fin de consolidar la capa de hielo, las canastas se someten nuevamente a congelación a -20 °C por 20 horas adicionales.
- **Empaque:** El producto congelado se empaca en bolsas plásticas de 500 g, 1 kg o 2 kg, y se embala en cajas de cartón de 20 kg.
- **Almacenamiento:** Las cajas se apilan sobre estibas, con un peso máximo de 800 kg por estiba, hasta su posterior distribución.

Línea de anillas de calamar congeladas IQF

La principal materia prima utilizada es el tubo de calamar (*Dosidicus gigas*), importado desde Ecuador o Perú. Su peso varía entre 100 y 300 g, según disponibilidad en el mercado. Durante el proceso se emplean agua e hielo, y para el empaque se utilizan bolsas plásticas de polietileno de alta densidad y cajas de cartón corrugado. El producto se presenta en empaques de 500 g, 1 kg o 2 kg, y se embala en cajas de 20 kg. Los subproductos generados, como los picos y labios, son reutilizados en la elaboración de mezclas de mariscos.

Caracterización física del proceso:

- Recepción: Se efectúa una inspección inicial en la que se verifican el tamaño, color y temperatura de la materia prima.
- Corte: Los tubos de calamar se cortan transversalmente en anillas de 5 a 10 mm de grosor. Las anillas se depositan en canastas de 60 × 40 × 18 cm, en porciones de 10 kg por canasta.
- Congelación IQF: Las canastas se trasladan a los túneles de congelación, donde permanecen a –20 °C durante aproximadamente 20 horas.
- Glaseado: Las canastas se sumergen en tanques con agua e hielo a aproximadamente 1 °C para formar una capa de hielo protectora de 2 a 4 mm de espesor.
- Congelación: Se realiza una congelación adicional a –20 °C durante 20 horas para asegurar la integridad del glaseo.
- Empaque: El producto se empaca en bolsas plásticas de 500 g, 1 kg o 2 kg, y se embala en cajas de cartón corrugado de 20 kg.
- Almacenamiento: Las cajas se apilan en estibas con un peso total de hasta 800 kg, a la espera de su distribución.

10.1.2 Aspectos Legales y Comerciales

Se revisó la normativa aplicable al proceso productivo, incluyendo las licencias necesarias para la operación de la planta y los estándares de calidad exigidos para la comercialización de productos pesqueros en Colombia.

La producción y comercialización de alimentos en el país se rige por un marco normativo estricto que busca garantizar la inocuidad alimentaria, la calidad del producto y la sostenibilidad ambiental. El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) es la entidad encargada de regular y supervisar el cumplimiento de las disposiciones legales aplicables al sector alimentario. Entre las normativas más relevantes se encuentran:

1. Decreto 3075 de 1997: establece las condiciones sanitarias que debe cumplir un establecimiento dedicado a la producción y comercialización de alimentos. Se precisa los procedimientos para controles de calidad, y registro sanitario.
2. Resolución 2674 de 2013: modifica el decreto 3075 de 1997, estableciendo todos los requisitos sanitarios que se deben adoptar durante todas las etapas del proceso para la fabricación y comercialización de alimentos, desde la fabricación hasta su comercialización, con el propósito de proteger la salud pública.
3. Resolución 0631 de 2015: de carácter obligatorio para todas las entidades y personas que generen aguas residuales, definiendo criterios para su vertido en cuerpos de agua superficiales o el alcantarillado público.
4. Resolución 719 de 2015: en donde se clasifican los alimentos de acuerdo con el riesgo que representan para la salud pública.
5. Resolución 2492 de 2022: se definen los parámetros técnicos y los requerimientos para el etiquetado nutricional y frontal de alimentos envasados, además se precisa información sobre los sellos de advertencia para alimentos o productos que contengan edulcorantes, exceso de sodio, exceso de azúcares, grasas saturadas y grasas trans.
6. Resolución 2184 de 2019: se promueve el uso racional de bolsas plásticas y se define un código de colores para la recolección y gestión de residuos sólidos, promoviendo una práctica y un proceso orientada a la sostenibilidad ambiental.
7. Resolución 776 de 2008: fija los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir los productos pesqueros destinados al consumo humano. Incluye límites para coliformes, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, entre otros.
8. Resolución 730 de 1998: Adopta el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) para productos pesqueros y acuícolas, con el fin de prevenir peligros que comprometan la inocuidad de los alimentos.

En el diagnóstico inicial, se evidenció que la empresa caso de estudio no cumplía con varios de los lineamientos establecidos por la normativa vigente, y además desconocía su importancia en el marco de la operación legal y segura de una planta procesadora de alimentos. En la industria alimentaria, el cumplimiento de la legislación no solo constituye una obligación legal, sino que es un pilar fundamental para garantizar la inocuidad, la calidad del producto final y la sostenibilidad del proceso productivo.

La implementación de estas normativas permite mejorar la trazabilidad, la eficiencia operativa y la aceptación del producto en mercados más exigentes, generando mayor viabilidad comercial. Actualmente, la empresa se encuentra en proceso de transición hacia la formalización, adoptando progresivamente los requerimientos técnicos y sanitarios necesarios para operar conforme a la legislación nacional y avanzar hacia la consolidación de una planta moderna, segura y competitiva.

10.1.3 Definición de la Capacidad Productiva de las líneas de proceso

Se definió la capacidad productiva de los procesos considerando variables como la disponibilidad de materias primas, el área de trabajo y el personal requerido. Para ello, se recolectaron datos durante varios meses con el fin de estimar dicha capacidad. Sin embargo, la empresa objeto de estudio presentó constantes cambios en el personal, lo que dificultó la recolección continua de información. Por tal motivo, la capacidad productiva se estableció bajo “condiciones normales”, es decir, cuando la planta cuenta con el personal necesario en todas las áreas del proceso para garantizar un flujo óptimo de producción, sin retrasos ni contratiempos.

Para la línea de camarón, la capacidad se estimó en 1100 kg por día para camarones de tamaño 41/50 y 36/40. Este valor, determinado bajo condiciones normales, varía según el tamaño del camarón: se reduce en aproximadamente un 18 % cuando se procesan camarones de tamaños 51/60 y 61/70, y aumenta en alrededor del 36 % para tamaños 16/20 y U15.

En el caso de la línea de calamar, la capacidad se estimó en 1000 kg por día bajo condiciones normales. Esta estimación se basó en promedios de producción obtenidos a lo largo de varios meses. Sin embargo, la disponibilidad de esta materia prima presenta variaciones estacionales, lo

que limita la producción en ciertos meses del año. Adicionalmente, esta línea opera solo algunos días a la semana, de acuerdo con la demanda del producto.

10.1.4 Elaboración de Diagramas de Flujo de las Líneas de Producción de Camarón y Calamar

Se elaboraron los diagramas de flujo correspondientes a las líneas de producción de camarón y calamar presentados en la Figura 6 y Figura 7 respectivamente, detallando cada etapa del proceso para asegurar una comprensión integral de las operaciones. Estos diagramas fueron construidos con base en la dinámica operativa y lógica del proceso, incorporando condiciones, etapas y ajustes recientes orientados a optimizar los rendimientos y garantizar la inocuidad del producto.

En particular, en la línea de producción de camarón congelado IQF, se identificaron diversos problemas que afectaban directamente la productividad y la viabilidad económica del proceso. Uno de los principales inconvenientes se presentó en la etapa de pelado y desvenado, donde se observó una disminución inusual en el peso del producto. De acuerdo con la literatura, esta pérdida debe situarse entre el 13 % y el 20 % (Castillo, 2021); sin embargo, en la empresa caso de estudio se encontraron valores entre el 24 % y el 26 %. Esta anomalía se debía a que los operarios dejaban el producto expuesto por largos periodos al ambiente, sin protección térmica ni mecanismos de conservación por debajo de 4 °C, lo que provocaba una pérdida excesiva de humedad.

Tras identificar el problema, se capacitó al personal de esta área y se dotaron los puestos de trabajo con hielo triturado, lo que permitió mantener la temperatura del producto por debajo de 4 °C. Esta acción corrigió la desviación, ubicando nuevamente los rangos de pérdida de peso dentro del intervalo esperado. Adicionalmente, esta exposición térmica también ocasionaba alteraciones en el color y el olor del camarón, ya que incrementaba el riesgo de melanosis, una reacción enzimática que afecta negativamente la calidad del producto (Thanasak & Soottawat, 2019).

Otro problema identificado correspondía a quejas frecuentes de los clientes sobre deficiencias en el pelado y desvenado. Para abordarlo, se reforzó la formación del personal en buenas prácticas operativas, lo que contribuyó a mejorar la calidad del producto final.

Como parte de las mejoras implementadas, se incorporó una nueva etapa de lavado con agua clorada y hielo, con el objetivo de eliminar residuos de cáscara y venas remanentes tras el pelado y desvenado. Esta operación también permite controlar la temperatura del producto, minimizando el riesgo microbiológico y evitando pérdidas adicionales de humedad por deshidratación (Guía para el procesamiento de camarón, 2021).

En la etapa de hidratación, se redujo el tiempo de agitación manual de tres a una hora, con base en lo reportado por Quimis et al. (2018), quienes establecen que una hora de agitación constante es suficiente para lograr una hidratación completa y homogénea. Esta modificación fue verificada en planta, observándose rendimientos óptimos con el nuevo parámetro.

En la etapa de decorado, se detectó el uso de un material poroso, absorbente y de difícil limpieza, no apto según la normativa vigente, lo que comprometía la inocuidad del proceso. Este fue reemplazado por mallas de nailon, material adecuado para contacto con alimentos (Guía para el procesamiento de camarón, 2021). Esta mejora también facilitó la congelación IQF al permitir una mejor circulación del frío en los túneles, y optimizó la etapa de tumbado al simplificar la remoción del producto. Además, eliminó las quejas de los clientes relacionadas con la presencia de cuerpos extraños adheridos al camarón, originados por el anterior material de decorado.

Los cambios en esta línea de proceso, influyeron de manera positiva en la empresa caso de estudio, ya que la productividad de esta aumentó en un 14%, lo que significa 160 kg más de rendimiento por tonelada procesada, además de reducir los costos de aditivos en un 28%. La empresa caso de estudio reportó un crecimiento en sus ventas del 15,6% en el año 2024 comparado con el año 2023, y un crecimiento parcial del 30% en el presente año en comparación al año 2024.

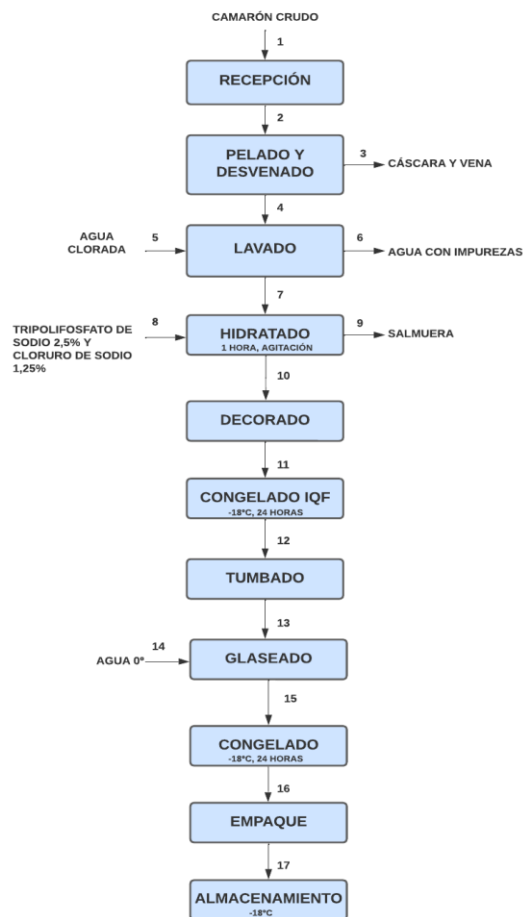


Figura 6. Diagrama de flujo para la producción de camarón congelado IQF. Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la línea de anillos de calamar IQF, no se identificaron problemas operativos. No obstante, se realizó una caracterización completa del proceso para estimar con precisión su capacidad productiva. Esta información fue utilizada por la empresa para ajustar sus precios de venta con base en datos técnicos y de rendimiento.

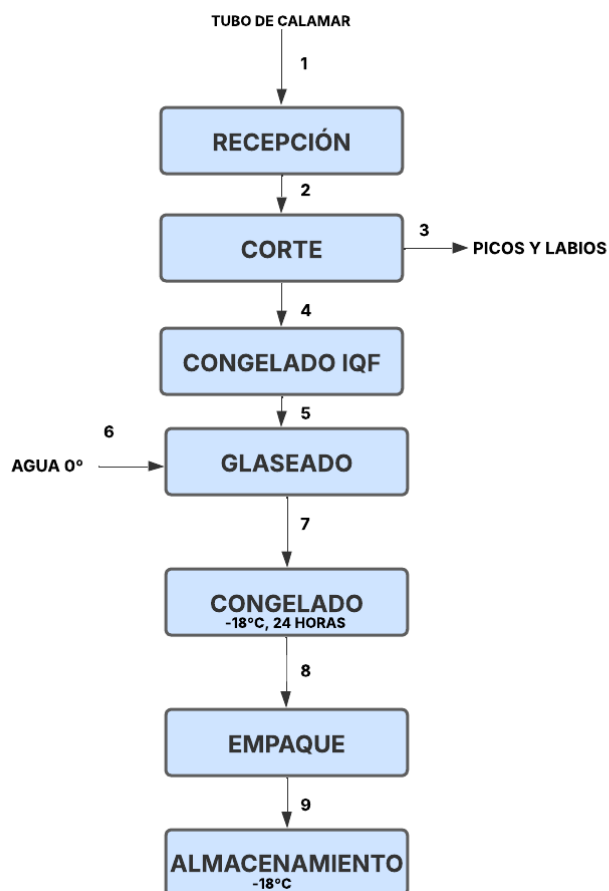


Figura 7. Diagrama de flujo de la elaboración de anillos de calamar congelados IQF. Fuente: elaboración propia.

10.1.5 Balances de Materia y Energía

Se realizaron balances de masa y energía del proceso modelo.

En la tabla 5 y 6, se presentan los balances de masa y energía correspondientes a la línea de camarón congelado, este proceso se ha estandarizado y optimizado producto de este trabajo de investigación, permitiendo a la empresa caso de estudio mejores rendimientos sobre sus productos, así mismo esto les permite ser más competitivos en cuestión de precios de venta al consumidor final, cabe resaltar que normalmente se obtienen menores valores de reducción de peso en la etapa de pelado y desvenado, y valores más altos en la etapa de hidratado, pero en la tabla 5, se exponen valores promedio.

Igualmente, en la tabla 7 y 8 se presentan los balances de masa y energía para la línea de anillos de calamar congelados IQF.

Tabla 5. Balance de masa para las operaciones de camarón congelado IQF.

ETAPA	CORRIENTES		FLUJOS (kg/día)
	ENTRADA	SALIDA	
RECEPCIÓN	F1		1000
		F2	1000
PELADO Y DESVENADO	F2		1000
		F3	150
		F4	850
LAVADO	F4		850
	F5		1500
		F6	1502
		F7	848
HIDRATADO	F7		848
	F8		1006
		F9	854
		F10	1000
DECORADO	F10		1000
		F11	1000
CONGELADO IQF	F11		1000
		F12	1000
TUMBADO	F12		1000
		F13	1000
GLASEADO	F13		1000
	F14		300
		F15	1300
CONGELADO	F15		1300
		F16	1300
EMPAQUE	F16		1300
		F17	1300

Tabla 6. Balance de energía para las operaciones de camarón congelado IQF.

CONGELADO	Q requerido(kJ)	421010
-----------	-----------------	--------

Tabla 7. Balance de masa para las operaciones de anillos de calamar congelado IQF.

ETAPA	CORRIENTES		FLUJOS (kg/día)
	ENTRADA	SALIDA	
RECEPCIÓN	F1		1000
		F2	1000

CORTE	F2	1000
	F3	200
	F4	800
CONGELADO IQF	F4	800
	F5	800
GLASEADO	F5	800
	F6	240
	F7	1040
CONGELADO	F7	1040
	F8	1040
EMPAQUE	F8	1040
	F9	1040

Tabla 8. Balance de energía para las operaciones de anillos de calamar congelados IQF.

CONGELADO	Qrequerido(kJ)	335060
-----------	----------------	--------

10.1.6 Evaluación de Variables Críticas de Proceso

La producción de camarón y calamar congelado mediante tecnología IQF depende del estricto control de variables críticas que afectan directamente la calidad, inocuidad, estabilidad y presentación del producto final. Estas variables incluyen parámetros térmicos, temporales, operacionales y de rendimiento, los cuales deben mantenerse dentro de rangos técnicamente validados y respaldados por la normativa sanitaria vigente (Decreto 3075 de 1997, Resolución 2674 de 2013, Resolución 776 de 2008).

A continuación, se presenta una evaluación técnica de las principales variables críticas para cada etapa de proceso, diferenciando por línea de producción. La tabla 9 presenta la evaluación de la línea de camarón congelado IQF y la tabla 10 presenta la línea de anillos de calamar congelado IQF.

Tabla 9. Variables críticas de proceso para la línea de camarón congelado IQF.

Etapa	Variable Crítica	Rango Operativo Establecido	Observaciones Técnicas
Recepción	Temperatura (producto fresco)	< 4 °C	Requiere medición con termómetro infrarrojo y auditoría sensorial.

Recepción	Temperatura (producto congelado)	< -18 °C	El incumplimiento genera ruptura de cadena de frío.
Pelado y desvenado	Rendimiento	13–20 % de pérdida de peso	Rendimientos fuera de este rango sugieren pérdidas excesivas o defectos en calidad.
Pelado y desvenado	Temperatura del producto	< 4 °C	La exposición prolongada genera melanosis y deterioro sensorial.
Lavado	Tiempo de inmersión	2–5 minutos	Inmersión prolongada afecta textura.
Lavado	Cambio de agua e hielo	Cada 2 horas	Mantiene calidad microbiológica del agua.
Hidratado	Tiempo de inmersión en salmuera	1 hora	Exposición prolongada puede producir sobrehidratación.
Hidratado	Agitación	1 hora constante	Favorece distribución homogénea de fosfatos.
Hidratado	Rendimiento posthidratación	15–20 % de aumento	Indicador de efectividad del tratamiento.
Hidratado	Temperatura del producto	< 4 °C	Se mantiene mediante adición de hielo cada 15 minutos.
Decorado	Tiempo de exposición al ambiente	≤ 5 minutos	Minimiza deshidratación antes del congelado.
Decorado	Mallas por canasta	Máximo 3	Evita deformaciones y facilita flujo de aire frío.
Congelado IQF	Temperatura del túnel	< -18 °C	Óptimo: -21 °C para lograr microcristales.
Congelado IQF	Tiempo de residencia	20 horas	Validado por pruebas internas de núcleo frío.
Congelado IQF	Temperatura del producto (salida)	< -18 °C	Debe verificarse con termómetro de penetración.
Congelado IQF	Carga máxima por túnel	1000 kg	Exceso disminuye eficiencia térmica.
Tumbado	Tiempo de espera	≤ 10 minutos	Acumulación excesiva puede

			generar recongelación superficial.
Tumbado	Acumulación en tanque	Máximo 1 arrume	Permite manipulación sin daño estructural.
Glaseado	Temperatura del agua	$< 4^{\circ}\text{C}$	Asegura formación adecuada de la capa protectora.
Glaseado	Porcentaje de glaseo	$\leq 30\%$	Excesos afectan percepción del consumidor.
Glaseado	Tiempo de inmersión	≤ 25 segundos	Exposición mayor genera engrosamiento no deseado.
Empaque	Temperatura del producto	$\leq -18^{\circ}\text{C}$	Empaque con producto más caliente rompe cadena de frío.
Almacenamiento	Temperatura	$\leq -18^{\circ}\text{C}$	Revisión diaria por panel digital y data logger.
Almacenamiento	Tiempo máximo	12 meses	Posterior a este tiempo pueden perderse atributos sensoriales.

Línea de Anillos de Calamar Congelado IQF

Tabla 10. Variables críticas de proceso para la línea de anillos de calamar IQF.

Etapas	Variable Crítica	Rango Operativo Establecido	Observaciones Técnicas
Recepción	Temperatura (fresco/congelado)	$< 4^{\circ}\text{C}$ / $< -18^{\circ}\text{C}$	Mismo criterio que línea de camarón.
Corte	Grosor de los anillos	5–10 mm	Uniformidad asegura cocción homogénea.
Corte	Temperatura del producto	$< 4^{\circ}\text{C}$	Previene ablandamiento enzimático.
Corte	Rendimiento	75–80 % del peso inicial	Bajo rendimiento indica mala técnica o materia prima inadecuada.
Congelado IQF	Ver tabla anterior		Parámetros análogos a

			línea de camarón.
Glaseado	Ver tabla anterior		Igual procedimiento técnico.
Empaque	Ver tabla anterior		Igual exigencia térmica.
Almacenamiento	Ver tabla anterior		Igual límite de conservación.

El control de variables críticas en ambas líneas productivas juega un papel fundamental para garantizar la estandarización, trazabilidad y viabilidad técnico-económica del proceso. Desde una perspectiva de ingeniería de alimentos, se destacan los siguientes puntos clave:

1. **Seguridad Térmica como Pilar del Proceso:** La cadena de frío es la variable de mayor impacto en inocuidad y estabilidad. Un solo desvío en las temperaturas de recepción, procesamiento, glaseo o almacenamiento puede activar rutas de degradación microbiológica o fisicoquímica, afectando la calidad del lote completo.
2. **Control de Rendimiento:** El rendimiento en etapas como pelado/desvenado (camarón) o corte (calamar) influye directamente sobre la rentabilidad. Desviaciones fuera del rango óptimo no solo implican pérdidas de materia prima, sino también alteración del balance de masas y sobre costos en insumos y energía.
3. **Validación de Glaseo:** Aunque el glaseo protege contra quemaduras por congelación y deshidratación, su exceso puede generar desconfianza en el consumidor y pérdida de margen comercial. Por tanto, debe establecerse una correlación técnico-sensorial que defina el porcentaje óptimo de glaseo por especie y presentación.
4. **Monitoreo continuo y registros:** Las variables críticas aquí descritas deben formar parte del sistema HACCP de la planta, y su cumplimiento validarse mediante registros diarios, uso de sensores térmicos calibrados y verificación cruzada con criterios sensoriales. La trazabilidad y la acción correctiva oportuna son claves para evitar reprocesos o pérdidas.
5. **Optimización energética:** La eficiencia del túnel de congelación y los equipos asociados al glaseo y almacenamiento debe considerarse dentro del balance energético general. Cargas superiores a la recomendada pueden comprometer la calidad y aumentar el consumo eléctrico, afectando la sostenibilidad del proceso.

10.1.7 Diseño Conceptual del Layout de la Planta

Se elaboró una primera propuesta del layout de la planta, considerando la distribución de áreas y puestos de trabajo para las líneas de producción, con el objetivo de garantizar un flujo eficiente y seguro de los productos.

Inicialmente, se presenta en la Figura 8 la disposición actual de los espacios y áreas con los que cuenta la empresa objeto de estudio. Esta distribución impide un flujo lógico y eficiente del proceso, lo que genera sobrecostos operativos y pone en riesgo la calidad del producto. Además, incumple varios aspectos establecidos en la Resolución 2674 de 2013. La deficiente organización espacial dificulta el control del proceso, incrementando el riesgo de contaminación cruzada. Por lo tanto, se requiere un rediseño que optimice los flujos de trabajo, reduzca los tiempos improductivos y establezca condiciones que garanticen la inocuidad del producto.

La propuesta actual de distribución de planta se plantea como una alternativa que responde a las limitaciones identificadas en la empresa objeto de estudio. Su finalidad es optimizar el proceso, minimizando los recorridos y conectando de manera lógica y secuencial las distintas áreas de producción, favoreciendo así la productividad y la eficiencia. Esta nueva disposición disminuye el riesgo de contaminación, ya que evita el cruce de flujos de personal, materias primas y productos terminados, en concordancia con los requerimientos de la normativa nacional vigente. Además, facilita una supervisión más eficaz del proceso, permitiendo respuestas rápidas ante posibles contingencias.

La propuesta se fundamenta en un análisis detallado del proceso productivo actual, considerando el uso del espacio, los tiempos improductivos y los riesgos sanitarios. A partir de estos elementos se formuló el diseño conceptual del layout, presentado en la Figura 9.

Finalmente, esta propuesta se proyecta como una herramienta estratégica para fortalecer la competitividad de la empresa. El rediseño del layout implica una reorganización espacial y, además, representa un paso clave hacia la formalización y modernización de la planta.

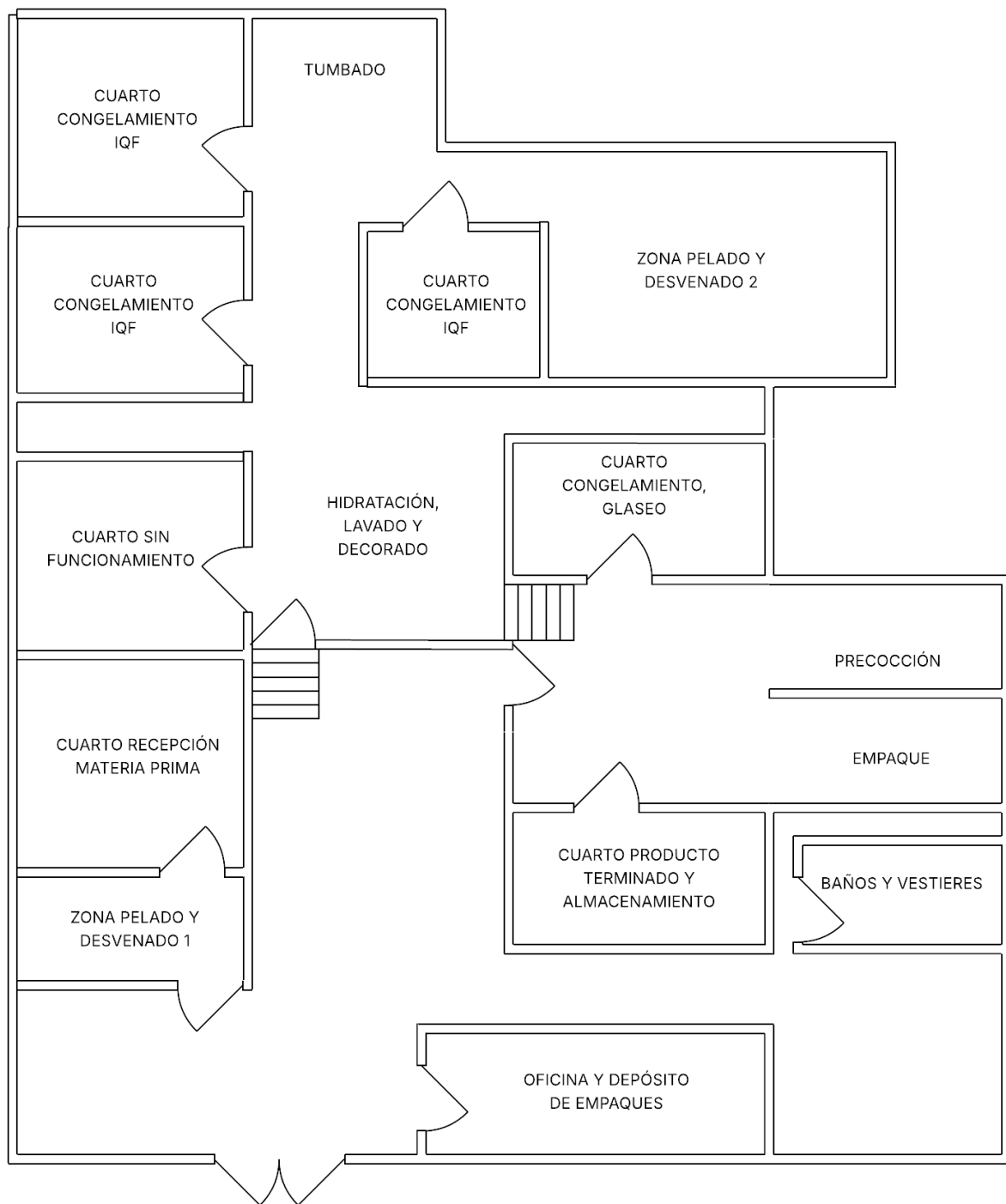


Figura 8. Distribución de planta actual de la empresa caso de estudio. Fuente: elaboración propia.

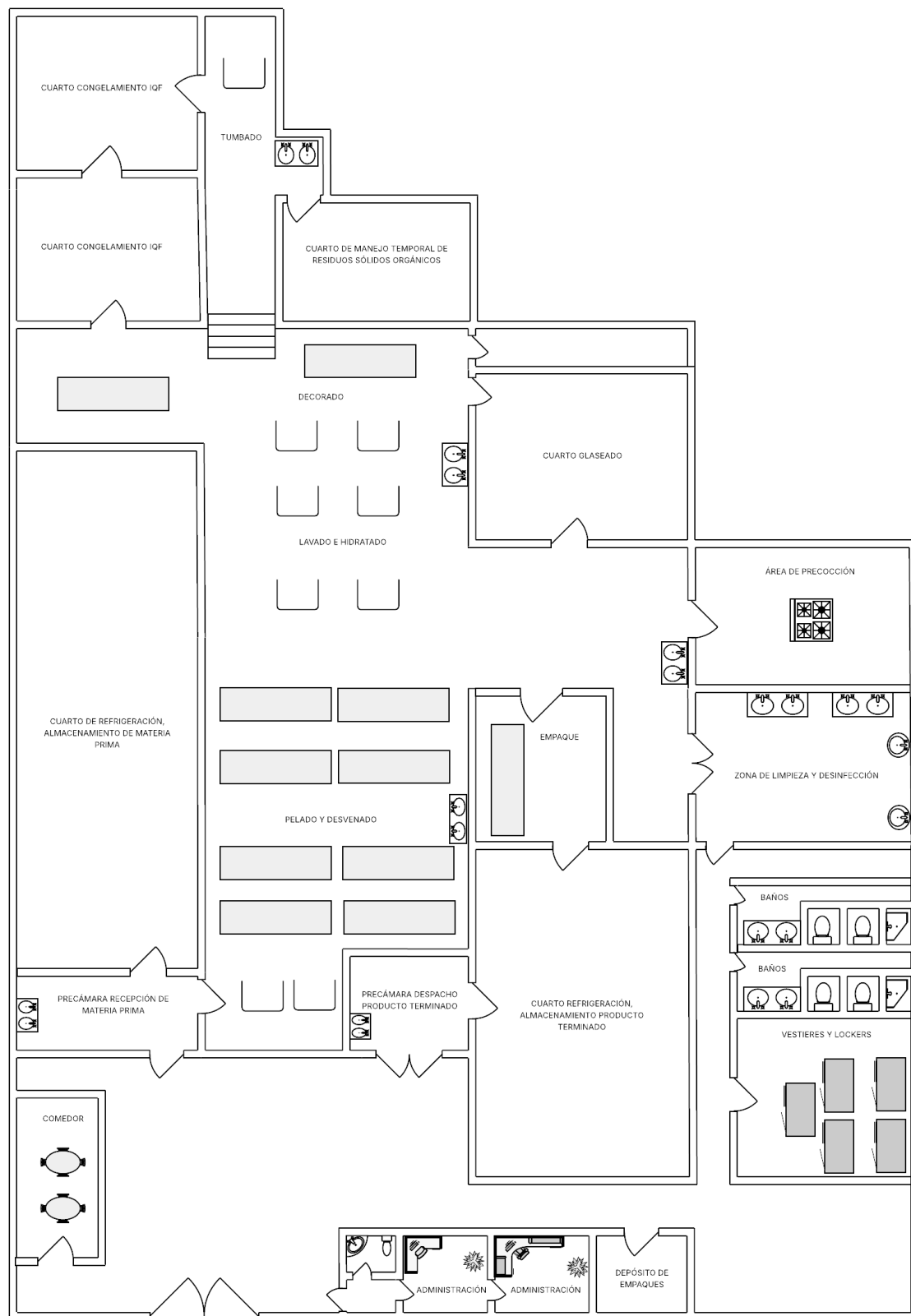


Figura 9. Propuesta de distribución de planta para la empresa caso de estudio. Fuente: elaboración propia

10.1.8 Identificación y Evaluación de los Puntos Críticos de Control (PCC)

Se identificaron y evaluaron los puntos críticos de control (PCC) en las líneas de producción para garantizar la inocuidad de los productos procesados, cumpliendo con las normativas vigentes.

La aplicación de un sistema HACCP, en las líneas de producción de camarón y calamar congelados IQF en la empresa caso de estudio, puede ser una herramienta que permita identificar los puntos donde pueden presentarse peligros significativos que afecten la inocuidad de los productos, y establecer medidas de control específicas que permitan controlar posibles desviaciones. El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP), se fundamenta en el principio de que los peligros que afectan la inocuidad de los alimentos pueden verse reducidos o eliminados mediante la prevención, durante la producción, más que en la inspección del producto final, su propósito es prevenir los peligros en el primer punto de la cadena alimentaria (Narváez, 2009).

En el caso de la empresa caso de estudio, en la tabla 11 se presentan los tres puntos críticos de control identificado, además se han establecido límites críticos, y medidas correctivas en caso de desviaciones en los límites críticos.

Tabla 11. Identificación y evaluación de los puntos críticos de control (PCC) en la planta procesadora de camarón y calamar congelado IQF.

PCC	Etapas del proceso	Peligro identificado	Límite crítico	Monitoreo	Frecuencia	Acción correctiva	Justificación técnica
1	Recepción de materia prima	Contaminación microbiana por ruptura de cadena de frío; deterioro sensorial	< 4 °C (fresco) < -18 °C (congelado)	Termómetro digital calibrado y evaluación sensorial (color, olor, textura)	Por lote recibido	Rechazo total o parcial del lote; devolución al proveedor; registro de no conformidad	La temperatura de recepción define la carga microbiana inicial; un incumplimiento compromete todo el proceso (Resolución 2674 de

							2013; Narváez, 2009)
2	Congelación IQF	Congelación incompleta que favorece proliferación microbiana y formación de cristales grandes	Temperatura del túnel $\leq -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (óptimo: $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$); temperatura del producto a la salida $\leq -18\text{ }^{\circ}\text{C}$	Panel de control del túnel y termómetro de penetración	Por ciclo de congelación	Aviso al técnico; traslado del lote a túnel auxiliar; reinspección del lote	La congelación rápida inhibe el crecimiento microbiano y conserva la calidad estructural (Narváez, 2009)
3	Almacenamiento final	Descongelación parcial y recongelación por falla de refrigeración; aumento de carga microbiana	Temperatura $\leq -18\text{ }^{\circ}\text{C}$	Panel digital y respaldo con data logger	Cada turno + monitoreo continuo automático	Activación del sistema auxiliar; aviso al técnico.	Cambios en la temperatura de almacenamiento, provoca recristalización de hielo, pérdida de calidad (Narváez, 2009)

10.1.9 Propuesta de Diseño Conceptual de las Instalaciones y Equipamientos

Se propuso un diseño conceptual para las instalaciones y equipamientos requeridos en las líneas de producción de camarón y calamar, garantizando la viabilidad técnica y económica del proyecto.

Para dar cumplimiento a la normativa vigente en el territorio nacional, la empresa caso de estudio debe implementar varios cambios en sus instalaciones y equipamientos, ya que actualmente no se ajusta a los requisitos legales. En primer lugar, se propone eliminar las puertas que actualmente permiten el acceso directo desde el exterior a las áreas de elaboración. En su lugar, se debe

incorporar una zona de acceso destinada a limpieza y desinfección, dotada de grifos de accionamiento no manual y una estación de lavado de botas, previo al ingreso a las áreas de procesamiento. Como se indica en la Figura 9, al menos las dos primeras puertas hacia la zona de elaboración deben ser de doble servicio, cierre automático y hermético, con superficies lisas, no absorbentes, resistentes y de adecuada amplitud.

Con el fin de evitar cruces de flujos y riesgos de contaminación cruzada, se recomienda reubicar y unificar las dos zonas de pelado actualmente existentes en una única área, localizada al inicio del proceso. Esta reorganización facilita una secuencia lógica de las operaciones y mejora la eficiencia.

La planta no cuenta con un área destinada al manejo de residuos sólidos. Dado que los subproductos generados son de origen orgánico y altamente perecederos, se sugiere habilitar un cuarto frío exclusivo para su almacenamiento temporal, con el fin de evitar la proliferación de olores, insectos y plagas.

Las instalaciones deben cumplir los requisitos estipulados por la legislación nacional. Los pisos deben ser continuos, contruidos en resina epóxica, resistentes, no porosos, impermeables, antideslizantes y sin grietas. Deben tener una pendiente mínima del 2 % en zonas húmedas y del 1 % en zonas secas, y contar con al menos un drenaje de 10 cm de diámetro por cada 40 m². Las paredes deben estar revestidas con paneles aislados en láminas acrílicas o de PVC, y las uniones entre paredes y pisos deben ser redondeadas para facilitar la limpieza. Los techos deben seguir la misma lógica, con uniones redondeadas utilizando media caña de PVC.

Se requiere la instalación de grifos de accionamiento no manual, dispensadores de jabón desinfectante, implementos desechables o equipos automáticos de secado de manos, distribuidos en puntos estratégicos. Además, deben colocarse avisos visibles recordando al personal la importancia del lavado de manos antes de iniciar labores, después de cambios de actividad y al salir del sanitario.

Dado que la empresa cuenta con más de seis colaboradores, es obligatoria la instalación de servicios sanitarios separados por género, así como de vestidores adecuados para el cambio de

ropa. Estos sanitarios deben estar ubicados fuera de las zonas de elaboración, como se muestra en la Figura 9.

Según la normativa vigente, las áreas de elaboración deben disponer de sistemas de ventilación directa o indirecta que eviten la condensación de vapor y acumulación de polvo. Se recomienda instalar ventiladores o, en su defecto, sistemas de aire acondicionado con filtros que mantengan presión positiva en las zonas donde el producto esté expuesto. Es indispensable que el flujo de aire se dirija siempre desde zonas limpias hacia zonas de menor higiene, y que estos sistemas sean accesibles para mantenimiento y limpieza periódica.

La iluminación debe ser adecuada para las tareas productivas: 540 lux en puntos de inspección, 220 lux en áreas de elaboración y 110 lux en otras zonas. Las luminarias situadas sobre líneas de proceso deben contar con protección que evite contaminación en caso de rotura, así como diseños que prevengan la acumulación de polvo o insectos y que sean de fácil limpieza.

Respecto a los equipos y utensilios empleados en la fabricación de alimentos, estos deben cumplir los siguientes requisitos técnicos:

- Estar fabricados con materiales resistentes al uso, a la corrosión y a los agentes de limpieza y desinfección.
- Las superficies en contacto con el alimento deben ser lisas, no porosas, no absorbentes y sin grietas o defectos que puedan retener contaminantes.
- Deben ser accesibles o desmontables para facilitar la limpieza, desinfección e inspección.
- Los ángulos internos deben tener curvaturas suaves y continuas.
- No deben incorporar partes que requieran lubricación ni conexiones roscadas en áreas de contacto con el alimento.
- No deben estar recubiertos con pinturas u otros materiales desprendibles.
- Las superficies exteriores deben estar diseñadas para evitar acumulación de residuos y permitir su limpieza eficiente.
- Mesas y mesones deben tener bordes redondeados, ser de materiales impermeables y fácilmente lavables.

- Los recipientes para residuos no comestibles deben ser estancos, rotulados, fabricados en material impermeable, fáciles de limpiar y con tapa hermética. No deben usarse bajo ninguna circunstancia para contener productos destinados al consumo.

10.1.10 Operaciones y Procesos

Se realizó una caracterización detallada del modelo de producción seleccionado.

La empresa caso de estudio emplea la congelación rápida individual, también conocida como congelación IQF (Individually Quick Freezing), como modelo de producción para el camarón y el calamar, este sistema de congelación fue desarrollado con el propósito de garantizar al consumidor, alimentos con características muy similares a las originales después de la congelación, lo que no es posible obtener con sistemas lentos de congelación tradicionales, debido a las transformaciones que sufren los alimentos en este proceso lento.

Se ha evidenciado, que la congelación IQF, conserva la calidad inicial de los alimentos, debido a que se obtienen estructuras microcristalinas en los tejidos de los alimentos, lo cual garantiza que, durante el proceso de descongelación, los alimentos no van a presentar cambios significativos en el volumen y las pérdidas de humedad se verán reducidas; así mismo, el valor nutricional de los productos se conserva intacto durante y después de la congelación IQF (Montes, et al., 2005). Actualmente la congelación IQF, es una de las tecnologías más aplicadas en la industria de alimentos, los productos congelados mediante esta técnica tienen en general mejores características de calidad con comparación a los sometidos a congelaciones lentas. El propósito de esta tecnología es disminuir rápidamente la temperatura de los alimentos los cuales se encuentran en pequeñas porciones para favorecer la transferencia de calor, mediante sistemas de enfriamiento que se encuentran a muy bajas temperaturas (Plotean, 2017).

Los sistemas empleados en la congelación IQF, tienen asociados coeficientes de transferencia térmica elevados, por lo tanto, los procesos de congelación se dan en lapsos de tiempo muy cortos, en algunos casos, y algunos equipos, dicha congelación ocurre en segundos. Dado a la eficiencia del proceso, los cristales que se forman son de menor tamaño, por lo que los daños en el tejido celular de los alimentos y en compuestos específicos se ve reducido (Plotean, 2017).

11. CONCLUSIONES

La evaluación integral de las líneas de proceso de la empresa caso de estudio, permitió identificar problemáticas que afectaban directamente la productividad y eficiencia de estas, y en donde a partir de este análisis se plantearon cambios para mejorar el proceso todo esto siguiendo la normativa legal vigente. Se propuso una nueva distribución de planta, que pretende optimizar los flujos de procesos, los flujos de materias primas, de producto terminado, y de personal, garantizando un flujo seguro para los productos, además se propuso un diseño conceptual de las instalaciones y equipamientos que debe cumplir la planta para poder competir en mercados más exigentes. Actualmente la empresa caso de estudio, se encuentra en una etapa de transición, en donde se están adaptando las sugerencias y propuestas estipuladas en este proyecto para no solo contribuir al cumplimiento de la norma, sino que también posicionar la empresa frente a mayores exigencias de un mercado que cada día crece más, y que demanda competitividad e inocuidad de los productos.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alegría L, Rocandio A, Telletxea S, Rincón E, Arroyo-Izaga M (2014) Relación entre el índice de consumo de pescado y carne y la adecuación y calidad de la dieta en mujeres jóvenes universitarias. *Nutr Hosp.* 30(5):1135-43.
2. AUNAP. (2018). Boletín de Prensa. Se acerca la Semana Mayor. En el país, el consumo de pescado por persona supera los ocho kilos al año. Recuperado de <https://aunap.gov.co/attachments/article/140/401.%20Se%20acerca%20la%20Semana%20Mayor.pdf>
3. Avena P. & Gómez M. (1997). Diseño de una planta procesadora de langostinos para la comercializadora internacional Agrosoledad S.A. Recuperado de: <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1359/0058010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Bravo G, Osorio P, Cruz M (2021). Tecnologías aplicadas a la industria transformadora de productos del mar para consumo humano. Disponible en: https://www.inapi.cl/docs/default-source/default-document-library/informe_vt_2.pdf?sfvrsn=3e72574f_0

5. Cardozo J. Estudio de factibilidad de una planta procesadora y comercializadora de pescado en el municipio de Tumaco, Nariño, Colombia. (2014). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Pasto, Colombia.
6. Castillo J (2021). Diseño conceptual de una planta de procesamiento de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en Taxisco, Santa Rosa, Guatemala. Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b648e85c-e11f-4be0-a18d-632b63b4bcf0/cont>
7. CODEX STAN 192-1995 (2017). Norma general para los aditivos alimentarios.
8. Dávalos G, Zamora D, Natividad I, Alburo J, Vázquez C, Quiñonez E. (2005). Alimentos marinos: tipificación y proceso de almacenamiento. Disponible en: https://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art90/sep_art90.pdf
9. Decreto 3075 de 1997. Ministerio de salud y protección social. Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones. Diciembre 23 de 1997.
10. De Almeida Lemos L.L., Gonçalves A.A. (2019). Can pH and Water-to-Protein Ratio be Good Instruments to Evaluate the Abusive Water Added in Seafood by Phosphate Addition? Journal of Aquatic Food Product Technology 28:298-313. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1580809>.
11. FAO (2015). Colombia. Pesca en cifras 2014, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.
12. FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma.
13. FAO. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Hacia la transformación azul. Roma.
14. FAO. (2024). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. La transformación azul en acción. Roma.
15. García N (2019). Comamos más pescados y mariscos. Universidad del Pacífico. Tecnología en acuicultura.
16. Guagua R. (2020). Investigación de mercado para conocer la dinámica de comercialización de pescado y camarón tití en los municipios de Tumaco, Pasto Popayán y Cali. San Andrés de Tumaco, Colombia. Disponible en: <https://pdtনারino.org/wp-content/uploads/2021/08/ESTUDIO-DE-MERCADO-PESCA.pdf>

17. Guía para el procesamiento de camarón. EcoBussinesFund. (2021). Disponible en: https://www.ecobusiness.fund/fileadmin/user_upload/Sustainability_Academy/Recursos/Guia_para_el_procesamiento_de_camaron_con_resumen.pdf
18. MADR (2014), Tablas Estadísticas del Anuario Estadístico del Sector Agropecuario 2013. Resultados Evaluaciones Agropecuarias Municipales, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá
19. Martínez J, Gómez C. Aranceta J, Villarino A, Moreno P, Iglesias C, Arpe C, Ortuño I, Pons P, Cáceres M. (2005). El pescado en la dieta. Colección Nutrición y Salud N° 6. Ed. Comunidad de Madrid. Disponible en: http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/el_pescado.pdf
20. Montes R, Castaño C, Orrego C (2005). Evaluación del sistema de congelación rápida IQF (Individually Quick Freezing) para la conservación de mora de Castilla. Cenicafé. Manizales, Colombia. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056%2804%29365-380.pdf>
21. Montoya Baena, G. P., Duque Restrepo, J. C., & Prieto Delgadillo, M. F. (2014). Comercialización de productos de tilapia en la ciudad de Bogotá.
22. Narvaéz A. (2009). Seguimiento y verificación del sistema de análisis de riesgos y puntos de control crítico HACCP implementado en la empresa colombiana pesquera de tolú, pestolú S.A. Sincelejo, Colombia. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/entities/publication/d646240b-cfee-4235-8a26-90ef27eb787d>
23. Orozco F (2018). Antecedentes de la Investigación. Disponible en: <https://riofaponencias.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/04/antecedentes.pdf>
24. Plotean, S. (2017). Design and technical features increasing food safety of fan IQF freezer. Journal of Hygienic Engineering and Design, 19, 3–7. Disponible en: <https://n9.cl/s5y7x>
25. Quimis E, Cabezas J, Macías J, Martillo E, Veleña J. (2018). Efecto de sustancias hidratantes en el rendimiento del camarón. Universidad agraria del Ecuador. Ecuador.
26. Resolución 2674 de 2013. Ministerio de salud y protección social. Por el cuál se reglamenta el artículo 126 del decreto ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones. Julio 22 de 2013.
27. Resolución 0631 de 2015. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos

- puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Marzo 17 de 2015.
28. Resolución 719 de 2015. Ministerio de salud y protección social. Por la cual se establece la clasificación de alimentos para consumo humano de acuerdo con el riesgo en salud pública. Marzo 11 de 2015.
 29. Resolución 2492 de 2022. Ministerio de salud y protección social. Por la cual se modifican los artículos 2, 3, 16, 25, 32, 37 y 40 de la Resolución 810 de 2021 que establece el reglamento técnico sobre los requisitos de etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos envasados y empacados para consumo humano. Diciembre 13 de 2022.
 30. Resolución 2184 de 2019. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones. Diciembre 26 de 2019.
 31. Resolución 776 de 2008. Ministerio de salud y protección social. Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir los productos de la pesca, en particular pescados, moluscos y crustáceos para consumo humano. Marzo 6 de 2008.
 32. Resolución 730 de 1998. Ministerio de salud y protección social. Por la cual se adopta el Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control - HACCP-, en los productos pesqueros y acuícolas para consumo humano, de exportación e importación. Marzo 6 de 1998.
 33. Sotos M, Guillén M, Sorlí J, Asensio E, Guillem P, González J, Corella D (2011). Consumo de carne y pescado en población mediterránea española de edad avanzada y alto riesgo cardiovascular. *Nutr Hosp. Universidad de Valencia, España*. 26(5):1033-40.
 34. Thanasak, S. Soottawat B. (2019). Prevención de la melanosis en crustáceos mediante polifenoles vegetales: una revisión. Songlka, Tailandia. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224418305016>
 35. Vaca M. (2015). Estudio técnico y económico para la creación de una planta procesadora de pescado y camarón en el cantón de Santo Domingo. Quevedo, Ecuador.
 36. Veas R, J. (2004). Informe de prácticas profesionales, previo a la obtención del título de tecnología en alimentos. Escuela superior politécnica del litoral. Guayaquil, Ecuador.

37. Velasco Reyes, J. F., Díaz Narváez, G. C., Ramírez Carrillo, R. E., y Pérez Cabrera, L. E. (2019). Producción de quitosano a partir de desechos de camarón generados del procesamiento industrial. Universidad autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/10/127.pdf>