



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS  
José Martí Pérez



Facultad de Ciencias  
Técnicas y Empresariales

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERA INDUSTRIAL

PROCEDIMIENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DEL DESPERDICIO DE  
PESCADO EN LA EMPRESA PESQUERA PESCASPIR, SANCTI SPÍRITUS

PROCEDURE FOR THE EXPLOITATION OF FISH WASTE IN THE FISHING  
COMPANY PESCASPIR, SANCTI SPÍRITUS.

Autora: Anisbel Pérez Díaz

Tutores: Profesor Instructor, Ing. Blas Andiel Rodríguez Rodríguez  
Profesora Asistente, MSc. Ing. Yadira Rodríguez Fernández

Sancti Spíritus  
Año 2022

**Copyright©UNISS**

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, y se encuentra depositado en los fondos del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez”, subordinado a la Dirección General de Desarrollo 3 de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

**Atribución- No Comercial- Compartir Igual**



Para cualquier información, contacte con:

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez”.  
Comandante Manuel Fajardo s/n, esquina a Cuartel, Olivos 1. Sancti Spíritus. Cuba.  
CP. 60100

Teléfono: 41-334968

## **AGRADECIMIENTOS**

*Mis agradecimientos a toda mi familia, mis padres por siempre estar ahí y aprender junto conmigo, mis suegros por su gran motivación, mi esposo por darme impulso a continuar esta carrera.*

*A mis tutores Blas y Yadira por su ayuda a cumplir este gran sueño de superarme y ser Ingeniera.*

*A todos los profesores que en el transcurso aportaron todos sus conocimientos para ser hoy una profesional.*

*A ustedes mis compañeros de aula que siempre pero siempre me dieron fuerzas para seguir y avanzar, ese apoyo tan necesario ese que nos unía cada día más para lograr lo que hoy somos. Gracias por tanto cariño en las buenas y en las malas. Nunca olvidaré cada sábado universitario.*

*A todos mis amigos, compañeros de trabajo que siempre aportaron su granito de arena.*

*A todos muchas gracias por confiar en mí.*

## **DEDICATORIA**

*Les dedico mi investigación a mis padres por su total apoyo, amor y dedicación.  
A ustedes les debo lo que soy.*

*A mi esposo por su gran paciencia y ser tan comprensivo en momentos de tensión  
y siempre brindarme su amor a lo largo de este camino.*

## RESUMEN

La pesca y la acuicultura realizan contribuciones importantes al bienestar y la prosperidad mundiales. A escala global casi 50% del consumo actual de peces corresponde a la acuicultura. Por tanto, esta resulta una actividad muy importante ya que contribuye a mitigar el hambre a partir de la gran cantidad de proteínas que aportan los productos pesqueros. Para desarrollar la acuicultura es necesario considerar que los regímenes de alimentación de los peces, no contaminen el medio ambiente, con el fin de lograr que esta actividad sea sostenible y sustentable. La presente investigación sea realizó en la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus (PESCASPIR) con el propósito de buscar darle utilización segura a los desperdicios del procesamiento industrial del pescado y buscar además alimentar adecuadamente los peces en cría intensiva. Para ello se propone un procedimiento que permite la propuesta de una planta de harina de pescado. Para lograr este objetivo con efectividad se emplearon diferentes herramientas como son el método de expertos, mapa de procesos, diagramas OTIDA, balance de carga y capacidad a partir del balance de masa y diagrama de Gantt, diseño de planta a partir del método de Planificación Sistémica de la Distribución, entre otros. Los resultados obtenidos fueron la descripción de los procesos productivos en la industria pesquera, la propuesta efectiva de tecnologías, la localización y diseño de la instalación, así como un estudio de prefactibilidad que avala la propuesta.

## **ABSTRACT**

Fisheries and aquaculture make important contributions to global well-being and prosperity. On a global scale, almost 50% of current fish consumption corresponds to aquaculture. Therefore, this is a very important activity since it helps to mitigate hunger due to the large amount of protein that fish products provide. To develop aquaculture, it is necessary to consider that the fish feeding regimes do not pollute the environment, in order to make this activity maintainable and sustainable. The present investigation was carried out in the Fishing Company of Sancti Spiritus (PESCASPIR) with the purpose of improving the safe use of fish waste from the industrial processing and in order to adequately feed the fish in intensive farming. For this, a procedure is proposed that allows the planning of a fishmeal plant. To achieve this objective effectively, different tools were used, such as the Expert Method, Process Maps, OTIDA diagrams, Load and Capacity Balance based on Mass Balance and Gantt diagram, Plant design based on the Systemic Layout Planning method, among others. The results obtained were the description of production processes in the fishing industry, the effective proposal of technologies, the location and design of the installation, as well as a pre-feasibility study that supports the proposal.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>6</b>
1.1. Administración de cadena de suministros.....	6
1.1.1 Logística inversa.....	8
1.1.2 Logística verde.....	11
1.2. Evaluación del impacto ambiental.....	13
1.2.1. Sistemas de Gestión Ambiental a través de la norma ISO 14000.....	14
1.2.2. Normas Cubanas referidas al impacto ambiental.....	18
1.2.3. Estrategia Ambiental Provincial.....	20
1.3. Situación de los alimentos en el mundo.....	21
1.3.1. Producción de alimento animal.....	22
1.3.2. Métodos y técnicas de obtención de harina de pescado.....	24
1.4. Situación Alimentaria en Cuba.....	26
1.4.1. Producción de alimento animal en Cuba.....	27
1.4.2. Consumo de alimento animal.....	29
1.4.3. Alimento animal que contiene harina de pescado.....	30
1.5. Situación productiva en la Empresa PESCASPIR.....	32
1.5.1. Tratamiento de residuos derivados de la producción (sólidos).....	33
<b>CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESPERDICIOS DE PESCADO DE LA INDUSTRIA PESQUERA.....</b>	<b>35</b>
2.1 Descripción de la entidad objeto de estudio.....	35
2.2 Bases del procedimiento para el aprovechamiento de desperdicios de la industria pesquera.....	37
2.3 Procedimiento para el aprovechamiento de los desperdicios de pescado en la industria pesquera.....	39
2.3.1 Análisis de la situación actual del área objeto de estudio.....	40
2.3.2 Caracterización de la cadena de suministro en la industria pesquera..	43
2.3.3 Planeación de la Instalación.....	44
2.3.4 Evaluación de prefactibilidad económica, social y ambiental de la planta.....	49
<b>CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESPERDICIOS DE PESCADO EN LA EMPRESA PESQUERA PESCASPIR DE SANCTI SPÍRITUS.....</b>	<b>51</b>

<b>3.1. Análisis de la situación actual del área objeto de estudio</b> .....	51
<b>3.1.1. Formación del equipo de trabajo</b> .....	51
<b>3.1.2. Análisis de los documentos legales y ambientales de la inversión a ejecutar</b> 53	
<b>3.2. Caracterización de la cadena de suministro en la industria pesquera</b> .....	53
<b>3.2.1. Caracterización de los procesos</b> .....	53
<b>3.2.2. Descripción de los flujos de producción en la industria pesquera</b> .....	54
<b>3.2.3. Determinación del potencial de materia prima a utilizar</b> .....	57
<b>3.3. Planeación de la instalación</b> .....	58
<b>3.3.1. Localización de la instalación</b> .....	58
<b>3.3.2. Selección de la tecnología</b> .....	58
<b>3.3.3. Balance de carga y capacidad del proceso</b> .....	63
<b>3.3.4. Diseño de la distribución de la Instalación</b> .....	66
<b>3.4. Evaluación de prefactibilidad económica, social y ambiental de la planta</b> ..	70
<b>CONCLUSIONES</b> .....	73
<b>RECOMENDACIONES:</b> .....	74
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	75



## **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo sostenible integra de manera complementaria la protección del medio ambiente y el desarrollo socio – económico de las personas, por lo que el medio ambiente es una parte integrante y fundamental del proceso de desarrollo. El medio ambiente es la base y el soporte de todas las actividades que conllevan el empleo de recursos naturales, por ello el medio ambiente y el desarrollo sostenible son dos conceptos interrelacionados y que no pueden presentarse el uno sin el otro. El medio ambiente es un elemento transversal dentro de los objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. La agenda de las Naciones Unidas para promover el desarrollo sostenible pretende unificar las dimensiones de bienestar social y un medio ambiente saludable (UNESCO, 2017).

La utilización más sostenible de los recursos, los cambios en la producción y los hábitos de consumo, así como la mejora de la gestión y la regulación de las actividades humanas, pueden ayudar a reducir los efectos negativos en el medio ambiente. Desde hace varias décadas los residuos de las industrias han sido un foco de atención para varios investigadores a nivel mundial, debido a que parte de sus constituyentes pueden ser materia prima para generar diversos productos de interés, esta situación sigue prevaleciendo en la actualidad y se prevé que continuará en el futuro. La tendencia mundial es el notable crecimiento en la generación de residuos, derivado del incremento en la generación de productos comercializables (FAO, 2016).

Los desperdicios ya sean en estado sólido o líquido se generan a partir del consumo directo de productos o de su industrialización, y que ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero que son susceptibles de aprovechamiento o transformación para generar otro producto con valor económico, de interés comercial y/o social. El problema al que se enfrentan los desperdicios es que no existe una clara conciencia ambiental para su manejo, además de que falta capacidad tecnológica y recursos económicos para darles un destino final, así como una legislación específica para promover la gestión de este tipo de residuos, que asegure un buen manejo desde su generación hasta su disposición final. Aún en nuestros días, esta problemática prevalece a nivel mundial. Por otro lado, cuando los residuos no son reutilizados y se abandonan en el lugar donde se

generaron, se convierten en contaminantes de suelos y aguas subterráneas (Saval, 2012).

La generación de residuos es parte insoluble de las actividades que realizan las empresas alimentarias. Los residuos provenientes de la actividad productiva de este subsector industrial deben ser tratados adecuadamente, para mitigar y reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente y la implementación de un adecuado manejo en la empresa alimentaria en los procesos productivos no solo evidencia la política ambiental de la empresa sino también se beneficia al generar nuevos recursos desde la estrategia de reciclaje (Salazar de la Rosa, 2018).

Existen diversas investigaciones realizadas (Dirección de Investigación, 2020) sobre los residuos de los productos de la pesca, en las áreas de industrias alimentarias, biomédicas, de fertilizantes, cosmética y empaque, los cuales muestran la utilidad en la pesca, que además de generar nuevos productos o usos, favorecen en la disminución de la contaminación ambiental. Asimismo, se observa en otros países del mundo que la producción pesquera está principalmente destinada a la transformación de sus desperdicios en harina y aceite de pescado (Dirección de Investigación, 2018).

Mejorar la calidad y preparación de estos piensos debería impulsar la productividad y reducir los costos. La **harina de pescado** está compuesta, en promedio, por entre 60% y 72% de proteína, entre 5% y 12% de grasa y un máximo de humedad del 9% (Quijije-Mero et al., 2019), lo que le otorga estabilidad y permite almacenarla y manipularla por un tiempo prolongado, de acuerdo con la Organización Mundial de Ingredientes Marinos (IFFO). Este ingrediente marino tiene entre sus beneficios la fácil digestibilidad de sus proteínas para los organismos que lo consumen, además de ser rica en ácidos grasos poliinsaturados esenciales, como el Omega 3, EPA y DHA (Sanz París et al., 2012).

El principal uso de la harina de pescado es la formulación de alimentos balanceados para el desarrollo de actividades, como acuicultura (la principal), avicultura, ganadería, entre otros. En el mercado la harina de pescado compite con otros concentrados de proteína animal y vegetal como las harinas de la industria cárnica y la producción de soya. Sin embargo, estas últimas no ofrecen los amplios beneficios del ingrediente marino en cuestión (Yovera Paredes, 2020).

En Cuba la alimentación de los peces ha estado sustentada fundamentalmente al empleo de los desechos del procesamiento pesquero como única fuente de proteína animal y algunos subproductos agrícolas disponibles en el país, que son un alimento de alta calidad. En el país no se cuenta con especies dulceacuícolas autóctonas de interés comercial, ni con grandes ríos y lagos naturales, por lo que la acuicultura se basa en especies foráneas, introducidas bajo las regulaciones internacionales y “sembradas” en embalses, construidos para fines agrícolas fundamentalmente y en estanques. Se utilizan los métodos de cultivos extensivos, semi-intensivos e intensivos. Esta actividad se encuentra extendida a las 14 provincias del país, y organizada en empresas acuícolas provinciales, que controlan y regulan la producción de alevines de las diferentes especies en sus laboratorios, de acuerdo a las necesidades de sus territorios (FAO, 2004).

Como en todo el país la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus (PESCASPIR), encargada de las actividades de producción, captura, industrialización y comercialización de los productos de la pesca acuícola (aguas interiores o dulce), tiene como misión cultivar de forma extensiva e intensiva especies acuícolas para su procesamiento industrial. Su actividad económica fundamental la desarrolla a través de cinco procesos claves: reproducción, alevinaje, cultivo, industrialización y comercialización. Esta empresa es reconocida a nivel nacional e internacional por ser una organización puntera en los resultados productivos y representa la segunda mayor productora de peces de agua dulce en el país, desde el año 2003 se encuentra en perfeccionamiento empresarial (Lizano y Keiler, 2018).

En la organización existe un bajo aprovechamiento del uso de los desechos generados en los procesos productivos de la industria pesquera de Sancti Spíritus, como proteína en el proceso de cultivo de peces, dada la ausencia de tecnología para tratar este tipo de residuos, por otra parte, su incorrecta utilización incide en la contaminación ambiental de las aguas y suelos en el área de las granjas, todo esto se detectó como **situación problemática** de la investigación.

Como **problema de investigación** se define: el inadecuado tratamiento de los desperdicios generados en los procesos productivos de la industria pesquera de Sancti Spíritus, limita su aprovechamiento como materia prima en el proceso de cultivo.

El **objetivo general** de la investigación consiste en: proponer una tecnología que permita el aprovechamiento de los residuos de la industria pesquera de Sancti Spíritus para la elaboración de harina de pescado.

Del objetivo general se desglosa los siguientes **objetivos específicos**:

1. Argumentar los aspectos relacionados con el tema de investigación; como son los residuos, impactos de los residuos en el medio ambiente, la deshidratación del pescado, producción de harina de pescado, calidad y acuicultura.
2. Proponer un procedimiento para la identificación de una tecnología que permita el aprovechamiento de los residuos de la industria pesquera, a través de la elaboración de harina de pescado.
3. Analizar la factibilidad de una tecnología para el tratamiento de residuos a través de la elaboración de harina de pescado al caso de estudio de la industria pesquera de Sancti Spíritus.

La investigación posee una significación teórica, metodológica y práctico:

- **Significación teórica**: la actualización de los conceptos referidos a la logística inversa y su importancia para la reducción de los impactos ambientales, las normas internacionales y nacionales sobre la protección del medio ambiente, así como la situación de la producción de alimento animal, específicamente sobre la obtención de harina de pescado, así como la tecnología a emplear para su procesamiento.
- **Metodológico**: se aporta un conjunto de pasos y herramientas que facilitan la identificación de una tecnología que permita el aprovechamiento de los residuos de la industria pesquera a partir de la obtención de harina de pescado, así como la evaluación de la factibilidad de su implementación, los cuales podrán ser utilizados por otras empresas para su expansión o perfección.
- **Práctico**: la aplicación del procedimiento para el aprovechamiento del desperdicio pesquero en la empresa PESCASPIR en Sancti Spíritus, permitirá el análisis de su situación actual, así como la propuesta tecnológica enfocados al aumento productivo y económico de la empresa, la reducción del impacto ambiental y el aumento del desarrollo local sostenible.

La investigación se considera viable ya que no se necesita gran cantidad de recursos materiales, financieros o humanos para su desarrollo y además existe una marcada voluntad de fomentar estudios de este tipo en Cuba reflejado en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido, # 7, 63, 66, 74, 78, 113 y 131. (PCC, 2021)

**Diseño Metodológico de la Investigación:** Para dar solución al problema científico planteado en la presente investigación se acudió a diferentes métodos teóricos y empíricos, además de técnicas y herramientas de la investigación científica, que contribuyeron de una forma sinérgica al desarrollo exitoso de la misma. Entre los métodos utilizados se encuentran los métodos teóricos relacionados con el análisis y síntesis de información obtenida en la literatura; el histórico-lógico para estudiar antecedentes, causas, la inducción para llegar de lo general a lo particular, de los hechos a las causas; deducción para comparar las características comunes de los procedimientos encontrados; así como los métodos empíricos de la observación para caracterizar el objeto de estudio. Se utilizaron además técnicas como la recopilación y análisis de datos, entrevistas y encuestas, herramientas matemáticas, tormenta de ideas, entre otros.

Los **beneficios esperados** serán tangibles a largo plazo a través de las propuestas de mejoras a los métodos de obtención de harina de pescado, así como el empleo a nuevo personal.

Los **límites del alcance de la investigación** son el análisis de factibilidad de una planta para la obtención de harina de pescado a partir del desperdicio de la industria pesquera. Para su presentación, la investigación ha sido estructurada en tres capítulos principales: un primer capítulo donde se ofrecen los elementos básicos que permitieron construir el marco teórico referencial de la investigación, un segundo capítulo donde se describen los pasos y herramientas del procedimiento definido y el capítulo tres muestra los resultados fundamentales de su aplicación. Seguidamente se muestran un conjunto de conclusiones y recomendaciones, y por último se expone un grupo de anexos de necesaria inclusión para fundamentar y facilitar la comprensión de aspectos tratados en la investigación.

## CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

El presente marco teórico referencial establece una guía para el presente trabajo, de esta manera se realiza un estudio bibliográfico del estado del arte y de la práctica a través de literatura nacional e internacional actualizada relacionada con el tema de la investigación con el objetivo de dar respuestas a las incógnitas que se derivan del problema de investigación. La secuencia de pasos a seguir para la construcción del marco teórico se muestra en el hilo conductor que aparece en la figura 1.1



Figura 1.1. Hilo Conductor del Marco Teórico Referencial. Fuente: elaboración propia.

### 1.1. Administración de cadena de suministros

La cadena de suministro es uno de los elementos clave en la logística de cualquier empresa y, dentro de ella, la gestión es el elemento esencial para la eficiencia operativa.

La gestión de la cadena de suministro se debe ejecutar correctamente para garantizar la satisfacción de los clientes y el éxito de la empresa, ya que la importancia de la cadena radica en que engloba aquellas actividades asociadas con el movimiento de bienes desde el suministro de materias primas, la fabricación y la distribución hasta el usuario final (A. Martin, 2018).

Existen varios conceptos de diferentes profesores y científicos de la administración de cadena de suministros tales como:

- Según Longenecker (2009), la Administración de la Cadena de Suministro (*Supply Chain Management*) es un sistema de administración que integra y coordina las formas en que una empresa encuentra las materias primas y los componentes necesarios para elaborar un producto o servicio, y luego lo entrega a los clientes. La administración efectiva de la cadena de suministros puede reducir los costos de inventario, transporte, almacenamiento y empaque, al tiempo que aumenta la satisfacción del cliente.
- De igual manera Ballou (2004), la Administración de la Cadena de Suministros (SCM, por sus siglas en inglés) se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones tradicionales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo.

En este sentido, se define como los esfuerzos de una empresa para mejorar eficiencias a través de cada eslabón de la cadena de abastecimiento de una empresa, desde el proveedor hasta el cliente. En el sentido más general del término, la administración de la cadena de suministro incluye todas las actividades internas y externas de la empresa requeridas para completar la demanda de sus consumidores (Keat y Young, 2004).

Es el proceso para agilizar el tránsito por la cadena de suministro de modo que la empresa pueda satisfacer a sus clientes con productos y servicios de calidad; se concentra en desarrollar relaciones más estrechas con los proveedores. La cadena de suministro es la secuencia completa desde la adquisición de insumos y la producción de bienes hasta la entrega de estos a los clientes (Gitman y McDaniel, 2007).

La cadena de suministro, es una secuencia de eslabones (procesos) que tiene como objetivo principal el satisfacer competitivamente al cliente final así mismo, cada eslabón produce y elabora una parte del producto y, a su vez, cada producto que es elaborado, agrega valor al proceso (Camacho et al., 2012).

Según (Ballou, 2004) citado por Lizano y Keiler (2018) el objetivo de la gestión de la cadena de suministro es garantizar las interacciones adecuadas de los elementos logísticos, para obtener un flujo óptimo de producto e información. Una adecuada gestión es el medio para lograr la integración entre los actores de la cadena, disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones y facilitar el control.

En la actualidad, las cadenas de suministro se están adaptando a cambios (disponibilidad de piezas, canales de venta, transporte, impuestos, cambios monetarios, etcétera) para que los consumidores finales obtengan lo que necesiten, cuándo y dónde quieran, por lo que se vuelve un desafío administrar mejor el inventario y anticipar las necesidades operacionales en tiempo real. La misma no acaba en la entrega del producto ni en su logística inversa, sino que se debe hacer una recopilación de información para poder seguir optimizando tiempo, detectando errores y oportunidades de mejora (A. Martín, 2018).

Por ello, la modernización de los procedimientos mediante el aprovechamiento del análisis de información y la automatización serán fundamentales para ayudar a las cadenas de suministro a proporcionar un seguimiento más detallado de las personas, procesos y activos, así como para generar experiencias más atractivas y personalizadas para los clientes (Afana, 2014). En Cuba el desarrollo de los encadenamientos productivos para alcanzar la gestión de la cadena de suministros constituye un aspecto clave reconocido por la máxima dirección del país, como parte del Modelo Económico Cubano se pretende impulsar el desarrollo de las cadenas de suministro en el proceso de **actualización**.

### **1.1.1 Logística inversa**

En la empresa moderna cada vez es más usual ver como se recuperan productos o materiales de los clientes, ya sea para recuperar valor o como servicios de postventa. Este proceso inverso se denominó ya hace años como “Logística Inversa” según Luttwak (1971), citado por Oltra Badenes (2015). A través de los años el concepto de logística



inversa ha cobrado conocimiento y diferentes formas, por ejemplo: según Guide et al. (2002), la Logística Inversa es parte de una tendencia denominada “la cadena del suministro inversa”, donde los fabricantes inteligentes están diseñando procesos eficaces para reusar sus productos.

Al igual que sucede con el concepto de Logística, y aunque lleva mucho menos tiempo como concepto, también existen múltiples definiciones del concepto de Logística Inversa, también llamada “distribución inversa”, “retrologística” o “logística de la recuperación y el reciclaje”. Entre las definiciones más destacadas se encuentran las siguientes:

- La Logística Inversa consiste en el proceso de planificación, ejecución y control de la eficiencia y eficacia del flujo de las materias primas, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada, desde el punto de consumo hasta el punto de origen, con el fin de recuperar valor o la correcta eliminación (Rogers y Tibben-Lembke, 1999).
- Según De Brito y Dekker (2004) es el conjunto de actividades relacionadas con el manejo y gestión de equipos para la recuperación de productos, componentes, materiales o incluso sistemas técnicos completos (por defecto generalmente se utiliza únicamente el término de productos)
- Otro concepto es que supone integración de los productos usados y obsoletos de nuevo en la cadena de suministro como recursos valiosos (De Brito y Dekker, 2004).
- La Logística Inversa comprende las operaciones relacionadas con la reutilización de productos y materiales incluyendo todas las actividades logísticas de recolección, desensamblaje y proceso de materiales, productos usados, y/o sus partes, para asegurar una recuperación ecológica sostenida (Oltra Badenes, 2015).

De estas definiciones se deduce que, en alguna medida, los diferentes autores revisados concuerdan en el concepto de la Logística Inversa, como un proceso de movimiento de bienes desde su típico destino final, con el propósito de recuperar valor, asegurar su correcta eliminación, o como simple herramienta de marketing (Oltra Badenes, 2015).

Según Autry (2005) la logística inversa no es opcional sino obligatoria para las empresas exitosas. A pesar de esto, muy pocas empresas han implementado políticas para tratar

los materiales que fluyen de atrás hacia adelante en la cadena de suministros. La importancia de la logística inversa ha aumentado debido principalmente a las preocupaciones ambientales, el servicio al cliente y la reducción del costo (Alshamrani et al., 2007). El trabajo de Byrne y Deeb (citado por J. González y González (2001)) puntualiza que la actitud de los consumidores por el impacto medioambiental derivado de los desechos generados por algunos bienes, se evidencia en el consumo de los mismos, por tanto, las organizaciones están adoptando programas de logística inversa, dando lugar al llamado “marketing verde o ecológico” (Bustos, 2015).

La Logística Inversa constituye un importante sector de actividad dentro de la logística, que engloba multitud de actividades. Algunas de estas actividades tienen connotaciones puramente ecológicas, como la recuperación y el reciclaje de los productos, evitando así un deterioro del medio ambiente. Otras buscan mejoras en los procesos productivos y de abastecimiento, así como mayores beneficios (Oltra Badenes, 2015). Podría considerarse que la logística inversa ha sido uno de los aspectos que más ha contribuido a desarrollar el estudio de la función logística en los últimos años (Pokharel y Mutha, 2009), ya que sus aplicaciones se han desarrollado en múltiples sectores productivos (Agrawal et al., 2015), utilizando diferentes aproximaciones para ello, desde la dirección de operaciones, pasando por la investigación operativa, la dirección estratégica o la dirección de marketing.

Según Pokharel y Mutha (2009) citado por Rubio y Jiménez-Parra (2016) la logística inversa se presenta como un factor clave en el desarrollo de la cadena de suministro y la logística. Y se basa principalmente en procesos tales como, reprocesamiento, reciclaje, reutilización y destrucción (Mejía Varón, 2017).

- Reprocesamiento: conjunto de actividades que añaden valor durante el proceso de transformación convirtiendo los productos y partes retornados en productos reciclados.
- Reciclaje: consiste en la recuperación del material contenido en los productos retornados mediante el desensamblado de las partes, su clasificación y su transformación en materias primas, es decir, implica nuevos procesos de producción.

- Reutilización: los productos retomados pueden ser reusados (posiblemente después de limpiarlos o de una reparación menor) sin necesidad, de que sean introducidos en el proceso de producción.
- Destrucción: aunque realmente no sería una alternativa válida de recuperación, este sería el último recurso en la eliminación de los productos al final de su vida útil.

Teniendo en cuenta lo anterior, se define que la logística inversa busca la implementación de nuevos procesos que permitan que el ciclo de vida del producto se alargue en la mayor medida posible, con ello se lograra una mayor rentabilidad económica y se preservara de manera eficiente el medio ambiente (Mejía Varón, 2017).

### **1.1.2 Logística verde**

El uso adecuado de los recursos en cualquier empresa es un factor determinante en su desempeño empresarial, el buen manejo de las materias primas y el adecuado desecho de los sobrantes también son un factor influyente para las organizaciones (Mejía Varón, 2017). Actualmente, el tema de la logística es un tema relevante para los países y empresas, donde se evidencia el nivel de competitividad de cada uno, con el fin de poder generar riqueza, pero lo que realmente menos importa es los costos y las consecuencias que los procesos de producción y logísticos traen a la hora de la comercialización (Ortegón Riveros et al., 2017).

Partiendo de bibliografía especializada (libros - artículos- diarios de noticias) se puede determinar como la logística verde toma relevancia en el mundo actual, y como las problemáticas medioambientales pasan hacer un tema prioritario no solo para el país sino para los actores de la cadena logística. Teniendo en cuenta que la logística abarca todas las áreas de la empresa, es desde esta perspectiva que hoy se debe tomar conciencia sobre el problema medio ambiental que el mundo entero está viviendo, es por esto que surge la necesidad de realizar un cambio de mentalidad en el entorno nacional e internacional que permita utilizar la logística como herramienta para minimizar los daños causados al medio ambiente, este concepto es conocido como **logística verde** (Ortegón Riveros et al., 2017).

Del mismo modo con el paso del tiempo y teniendo en cuenta el uso adecuado de los desechos, los problemas que ha sufrido el ambiente, los cambios climáticos que se han

venido presentado se empiezan a implementar el concepto de **logística verde**, el cual consiste principalmente en los esfuerzos que realizan las empresas para medir y minimizar el impacto ambiental de la actividad logística. Las empresas que practican la logística verde fabrican productos con el mínimo gasto de energía, de una manera para que sean duraderos y fácilmente reciclables. También consumen menos energía durante el transporte, y no liberan más desechos que el sistema puede manejar (Mejía Varón, 2017).

Tener en cuenta el concepto de logística verde en los procesos productivos de las organizaciones repercutirá es el buen comportamiento de la empresa y de la sociedad en general. Este nuevo sistema que busca principalmente garantizar el desarrollo sostenible del medio ambiente (Mejía Varón, 2017). Es por esto, que el objetivo de la logística verde es fomentar planes de acción eficaces y eficientes, donde a la luz de este concepto se pueda prevenir un daño al ambiente en algún punto del proceso, ya que se tiene un control sobre la cadena logística, en donde el flujo de comunicación entre la empresa y los clientes debe ser fluido entendiendo el esfuerzo y el modo de operar de ambas partes (Ortegón Riveros et al., 2017).

También, ligado al concepto de logística verde se encuentra la logística inversa, ya antes explicada la cual se fundamenta principalmente en la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos, así como de los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales. Incluso se adelanta al fin de determinar la vida del producto, con objeto de darle salida en mercados con mayor rotación y así mejorar la competitividad. Estos dos conceptos se asocian debido a que aun cuando es importante preservar el medio ambiente como lo sugiere la logística verde, este proceso se puede hacer en dirección a recuperar inversión, es decir que en el trabajo del buen trato de las materias primas y recuperación de los desechos o productos terminados obsoletos también se puede sacar provecho y lograr maximizar la rentabilidad gracias a estrategias que permitan reutilizar los desechos u obtener un beneficio al ser vendidos a empresas de reciclaje y recuperación de basuras (Mejía Varón, 2017).

Existen empresas que al utilizar este concepto han encontrado grandes desperdicios de materias primas, recursos que no estaban siendo utilizados de manera correcta, usos

innecesarios de materiales y recursos, uso ineficiente de energía, entre otros hallazgos que se pueden dar dentro de la cadena logística (Ortegón Riveros et al., 2017). Los procesos logísticos tienden a enfocarse principalmente en la producción, distribución y reutilización, para llegar finalmente al reciclaje del mismo producto y de esta manera aplicar la logística verde e inversa (Mejía Varón, 2017).

Se deben trabajar de la mano los dos conceptos el de logística verde y el de logística inversa, ya que uno es complemento del otro y la integración de sus objetivos permitirán que la empresa cuente con procesos productivos más favorables y un desarrollo de la cadena de abastecimiento diferenciador, debido a la importancia que se le da al producto desde la adquisición de las materias primas para su fabricación hasta la destrucción final al terminar el ciclo de vida del mismo (Mejía Varón, 2017).

## **1.2. Evaluación del impacto ambiental**

“...la protección ambiental constituye uno de los retos más importantes para la humanidad y no puede plantearse como un dilema frente al desarrollo, sino como uno de sus elementos. Tenemos que visualizar el crecimiento económico y la protección ambiental como aspectos complementarios. Sin una protección adecuada del medio ambiente, el crecimiento se vería menoscabado a como realidad ha sucedido, y por ende sin crecimiento, fracasa la protección ambiental” (Martínez Gutiérrez y Lluveras Pérez Emilio, 2019). Ante esta compleja situación se encuentra el mundo actual y ello requiere de la búsqueda de vías que permitan hacer realidad la posibilidad de satisfacer las necesidades de las actuales generaciones sin comprometer a las futuras, precisando al máximo que con el actual orden económico internacional no es posible alcanzar el tan necesario e imprescindible desarrollo sostenible.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIRA) es el procedimiento que tiene como objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras y actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del ambiente que traerían las mismas y, según proceda, la denegación de la licencia ambiental necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas (Martínez Gutiérrez y Lluveras Pérez Emilio, 2019).

En las últimas décadas se ha logrado un significativo avance en el campo de la legislación ambiental. En efecto, han sido promulgadas importantes normas que sirven como herramientas jurídicas para regular la relación entre el hombre y su ambiente, con el objetivo de lograr el desarrollo sostenible del país. El cumplimiento de estas normas se viene fortaleciendo en los últimos años, en la medida que los actores del desarrollo van tomando conciencia sobre la necesidad de hacer un uso responsable de los recursos naturales y el ambiente en general, así como su interacción con las actividades productivas y de servicio (Martínez Gutiérrez y Lluveras Pérez Emilio, 2019).

#### **1.2.1. Sistemas de Gestión Ambiental a través de la norma ISO 14000**

La Organización Internacional de Normalización, ISO, fundada en 1946, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Las normas son necesarias en la actualidad para toda actividad organizada, por esta razón en el mundo, las organizaciones las crean y las siguen con rigidez con el fin de alcanzar con éxito los objetivos de la organización.

En la actualidad a nivel mundial las normas ISO 9000 e ISO 14000 son requeridas, debido a que garantizan la calidad de un producto mediante la implementación de controles exhaustivos, asegurándose de que todos los procesos que han intervenido en su fabricación operan dentro de las características previstas. La Norma ISO 14000, no es una sola norma, sino que forma parte de una familia de normas que se refieren a la gestión ambiental aplicada a la empresa, cuyo objetivo consiste en la estandarización de formas de producir y prestar servicios que protejan al medio ambiente, aumentando la calidad del producto y, como consecuencia, la competitividad del mismo ante la demanda de productos cuyos componentes y procesos de elaboración sean realizados en un contexto donde se respete al ambiente (Prado-Carpio et al., 2018).

Características generales de las normas ISO 14000 citado por (Paz Cortez, 2017)

- Las normas ISO 14000 son estándares voluntarios y no tienen obligación legal.
- Tratan mayormente sobre documentación de procesos e informes de control.
- Han sido diseñadas para ayudar a organizaciones privadas y gubernamentales a establecer y evaluar objetivamente sus SGA.

- Proporcionan, además, una guía para la certificación del sistema por una entidad externa acreditada.
- No establecen objetivos ambientales cuantitativos ni límites en cuanto a emisión de contaminantes.
- No fijan metas para la prevención de la contaminación ni se involucran en el desempeño ambiental a nivel mundial, sino que establecen herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción de una empresa u otra organización, y de las externalidades que de ellos deriven al medio ambiente.
- Los requerimientos de las normas son flexibles y, por lo tanto, pueden ser aplicadas a organizaciones de distinto tamaño y naturaleza.

Muchas organizaciones han adoptado esta visión progresista de la gestión ambiental. El hecho que las emisiones elevadas suelen ser indicio de un mal empleo de insumos, y por lo tanto de un excesivo gasto en estos recursos, ha llevado a la revisión y documentación de los procesos productivos mediante un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) (J. Martin, 2019).

#### **Concepto de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)**

Un SGA es un sistema de gestión que identifica políticas, procedimientos y recursos para cumplir y mantener un gerenciamiento ambiental efectivo, lo que conlleva a evaluaciones rutinarias de impactos ambientales y el compromiso de cumplir con las leyes y regulaciones vigentes en el tema, así como también la oportunidad de continuar mejorando el comportamiento ambiental.

#### **Objetivos de ISO 14000**

Las ISO 14000 son normas internacionales que se refieren a la gestión ambiental de las organizaciones. Su objetivo básico consiste en promover la estandarización de formas de producir y prestar servicios que protejan al medio ambiente, minimizando los efectos dañinos que pueden causar las actividades organizacionales. Los estándares que promueven las normas ISO 14000 están diseñados para proveer un modelo eficaz de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), facilitar el desarrollo comercial y económico mediante el establecimiento de un lenguaje común en lo que se refiere al medio ambiente y promover planes de gestión ambiental estratégico en la industria y el gobierno (Paz Cortez, 2017).

La norma ISO 14000 es un conjunto de documentos de gestión ambiental que, una vez implantados, afectará todos los aspectos de la gestión de una organización en sus responsabilidades ambientales y ayudará a las organizaciones a tratar sistemáticamente asuntos ambientales, con el fin de mejorar el comportamiento ambiental y las oportunidades de beneficio económico. Los estándares son voluntarios, no tienen obligación legal y no establecen un conjunto de metas cuantitativas en cuanto a niveles de emisiones o métodos específicos de medir esas emisiones. Por el contrario, ISO 14000 se centra en la organización proveyendo un conjunto de estándares basados en procedimiento y unas pautas desde las que una empresa puede construir y mantener un sistema de gestión ambiental.

La serie de normas ISO 14000 sobre gestión ambiental (J. Martin, 2019) incluye las siguientes normas:

- De gestión ambiental (SGA): especificaciones y directrices para su utilización.
- ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- ISO 14004:2004 Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
- ISO 14011:2002: Guía para las auditorías de sistemas de gestión de calidad o ambiental.
- ISO 14020 Etiquetado y declaraciones ambientales - Principios Generales
- ISO 14021 Etiquetado y declaraciones ambientales - Autodeclaraciones
- ISO 14024 Etiquetado y declaraciones ambientales -
- ISO/TR 14025 Etiquetado y declaraciones ambientales -
- ISO 14031:1999 Gestión ambiental. Evaluación del rendimiento ambiental. Directrices.
- ISO 14032 Gestión ambiental - Ejemplos de evaluación del rendimiento ambiental (ERA)
- ISO 14040 Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida - Marco de referencia
- ISO 14041. Gestión ambiental - Análisis del ciclo de vida. Definición de la finalidad y el campo y análisis de inventarios.



- ISO 14042 Gestión ambiental - Análisis del ciclo de vida. Evaluación del impacto del ciclo de vida.
- ISO 14043 Gestión ambiental - Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida.
- ISO/TR 14047 Gestión ambiental - Evaluación del impacto del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de ISO 14042.
- ISO/TS 14048 Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida. Formato de documentación de datos.
- ISO/TR 14049 Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida. Ejemplos de la aplicación de ISO 14041 a la definición de objetivo y alcance y análisis de inventario.
- ISO 14062 Gestión ambiental - Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de los productos.

Toda empresa debe tener en cuenta estas normas según (Uribe y Bejarano, 2008) pues son el punto de partida en la estrategia de la calidad, así como para la posterior certificación de la empresa. La calidad de un producto no nace de controles eficientes, nace de un proceso productivo y de soportes que operan adecuadamente, en este espíritu están basadas las normas ISO, por esta razón estas normas se aplican a la empresa y no a los productos de esta. ISO 14001 es la norma internacionalmente reconocida para la Gestión de Sistemas Medioambientales (EMS). Dicha norma proporciona orientación respecto a cómo gestionar los aspectos medioambientales de sus actividades, productos y servicios de una forma más efectiva, teniendo en consideración la protección del Medioambiente, la prevención de la contaminación y las necesidades socio-económicas. Demostrar su compromiso con el Medio Ambiente y el desarrollo sustentable impactará positivamente en el éxito de su organización tanto a corto como largo plazo y proporcionará los siguientes beneficios:

- Mejorar su imagen corporativa y la de su cliente, así como sus relaciones tanto con la opinión pública como con las administraciones y autoridades de su comunidad local.
- Un mejor uso de la energía y la conservación del agua, una cuidadosa selección de las materias primas y un reciclaje controlado de los residuos, todo ello

contribuye sustancialmente a un ahorro en costes que incrementa su ventaja competitiva.

- Reduce la carga financiera consecuencia de la aplicación de estrategias reactivas de gestión, tales como recuperación, limpieza y el pago de penalizaciones por infringir la legislación.
- Asegura el respeto a la legislación medioambiental y reduce el riesgo de multas y de posibles litigios.
- Mejora la calidad de los lugares de trabajo, la moral del empleado y su adhesión a los valores corporativos.
- Puede abrir nuevas oportunidades de negocio en mercados donde la implantación de procesos productivos respetuosos con el Medio Ambiente es importante.

#### **1.2.2. Normas Cubanas referidas al impacto ambiental**

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización. La preparación de las Normas Cubanas se realiza a través de los Comités Técnicos de Normalización (Piñón-Grau, 2009).

La preservación de la calidad de las aguas terrestres adquiere cada vez mayor importancia por lo que implican para la sociedad las pérdidas por concepto de deterioro de aquella, desde los puntos de vista higiene- sanitario, económico, ambiental, social, estético y cultural. Tan solo los riesgos que para la salud del hombre representan el consumo de aguas contaminadas, justifica se regule el vertimiento de residuales a los cuerpos receptores. Téngase en cuenta que un grupo numeroso de patologías en el hombre tienen origen hídrico. Estas pueden ir desde las enfermedades entéricas hasta las derivadas de la ingestión de elementos tóxicos contenidos en las aguas (Oficina Nacional de Normalización, 2012).

Es Política de la Empresa Pesquera de Sancti Spiritus, satisfacer los requisitos del cliente en el cumplimiento de la distribución normada a la población, organismos y el incremento de las ventas en el mercado interno en divisas a partir de la captura, la industrialización y la comercialización de especies de la acuicultura y la plataforma, para ello trabajamos en el mejoramiento continuo de nuestras producciones encontrándonos implantando un Sistema de Gestión de la Calidad eficaz, teniendo en cuenta lo establecido en la Norma

NC ISO 9001:2015, así como un Sistema de Gestión Ambiental, según NC ISO 14001:2004. Con el objetivo de conducir a la organización dentro del concepto de desarrollo sostenible, la más alta dirección se compromete a minimizar los impactos ambientales en su proceso.

La empresa garantiza que los residuales tratados que se dispondrán al ambiente durante la producción, industrialización y comercialización, cumplan los parámetros de vertimiento establecidos por las normas técnicas correspondientes o en su defecto, por la autoridad ambiental correspondiente. Una vez que ha implantado el sistema de gestión ambiental y logrado la mejora continua del desempeño ambiental, estará en condiciones de optar por certificaciones como la establecida por la norma ISO14000, así como por los estímulos a su buen desempeño, tales como el Reconocimiento Ambiental Nacional y el Premio Nacional de Medio Ambiente, los que avalan públicamente los resultados alcanzados en su desempeño ambiental (PESCASPIR, 2020).

Algunas normas utilizadas en la empresa son:

**NC-ISO GUÍA 64:1998 Guía para la inclusión de los aspectos ambientales en las normas de productos.**

Cada producto tiene algún impacto en el ambiente durante su fabricación, distribución, uso o disposición. Estos impactos pueden variar desde ligeros hasta significativos, ellos pueden ser a corto o largo plazo, y pueden ocurrir a niveles global, regional o local. Las disposiciones en las normas de productos pueden tener una influencia significativa en la extensión de estos impactos ambientales.

Al desarrollar normas de producto, es importante reconocer cómo pueden los productos afectar el medio ambiente en las diferentes etapas de su ciclo de vida. Las disposiciones específicas de la norma de producto en alguna medida determinarán los aspectos ambientales importantes peculiares para el producto de que trata la norma. Con el objetivo de evitar el uso excesivo o ineficiente de material o energía, las disposiciones no serán más restrictivas que lo necesario para lograr el propósito del producto a través de su vida esperada. De igual forma, las disposiciones que sean muy flexibles pueden forzar al reemplazo frecuente del producto.

**NC 53-03:2014 Industrias, almacenes y zonas industriales- zonas de protección**

Determinar las zonas de Protección Sanitaria de acuerdo al grado de peligrosidad y nocividad de las industrias y almacenes, para minimizar las afectaciones al medio ambiente.

**NC 27: 1999 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres al alcantarillado.**

Sustituyente NC 27: 2012 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado, la cual establece estos límites para cada parámetro teniendo en cuenta la clasificación del cuerpo receptor que recibe directa o indirectamente la carga o efectos contaminantes producto del vertido de las aguas residuales (Oficina Nacional de Normalización, 2012).

**1.2.3. Estrategia Ambiental Provincial**

En Cuba se implementa una herramienta clave, la Estrategia Ambiental Provincial (EAP) del que hacer ambiental, y para la promoción del desarrollo sostenible, trayendo consigo resultados favorables que rebasaron en diversas áreas las expectativas proyectadas por las autoridades de gobierno (CITMA y PROYECTO, 2016).

La Estrategia Ambiental Provincial en la provincia de Sancti Spíritus constituye el documento implementador de la política ambiental en el territorio de la provincia, que debe propiciar la conducción de acciones en aras de alcanzar las metas del desarrollo sostenible, elevar cualitativamente la complementación y articulación con otras estrategias, planes y programas, así como potenciar la gestión local en la preservación del medio ambiente. Se reconoce, además, la necesidad de combinar adecuadamente las acciones inmediatas, con una perspectiva de mediano y largo plazo (CITMA y PROYECTO, 2016).

Las prácticas predominantes en el desarrollo de la gestión orientada al control de la contaminación son de carácter correctivo y no se aplican de manera eficaz los principios preventivos, consumo y producción sostenibles. Predomina un insuficiente nivel de explotación de las potencialidades de aprovechamiento económico de residuales en la mayoría de las entidades productivas, debido a la carencia de una infraestructura y tecnología adecuada para estos fines y la ausencia de una cultura acerca de la introducción de estas prácticas y los beneficios económicos y ambientales derivados de su aplicación (CITMA y PROYECTO, 2016).

La gestión de residuos sólidos presenta grandes dificultades en las etapas: de recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final, debido a múltiples factores que incluyen la inestabilidad y las deficiencias confrontadas en las operaciones de recogida y transportación; la insuficiente aplicación de prácticas destinadas a la recogida selectiva y la segregación en la fuente de origen, la limitada disponibilidad e insuficiente estado técnico del equipamiento especializado, la limitada cantidad de rellenos sanitarios con un diseño, operación y desempeño capaz de alcanzar el manejo satisfactorio de los residuos, la insuficiente infraestructura y tecnología para garantizar el reuso/reciclaje a niveles apropiados, la indisciplina, así como la falta de educación y de cultura ambiental por parte de directivos, técnicos, operarios y población en general (CITMA y PROYECTO, 2016).

En los últimos años se han incrementado los esfuerzos para revertir la situación a partir de la implementación de programas a corto, mediano y largo plazo para solucionar la problemática existente en un grupo de fuentes contaminantes. Se ha hecho énfasis en aquellas que afectan fuentes de abasto de agua y la adopción de políticas de manejo y ejecución de planes de acción para diferentes líneas de desechos, consideradas prioritarias, en atención a su peligrosidad y dispersión en el ámbito provincial (CITMA y PROYECTO, 2016).

### **1.3. Situación de los alimentos en el mundo**

Alimentarse es un derecho humano fundamental. Todos los ciudadanos del mundo tienen derecho a acceder en todo momento y con seguridad, al agua y a alimentos nutritivos y libres de peligros para la salud, en la medida necesaria para sostener con dignidad una vida sana y activa (A. N. González, 2019).

Cada año se desperdician en todo el mundo unos 1.300 millones de toneladas de comida, mientras que casi mil millones de personas no tienen acceso a los alimentos y mueren de hambre en el mundo. Detrás de este título que pretende captar su atención, se esconde un grave problema de importancia global para la seguridad alimentaria, del que se derivan a su vez impactos negativos desde el punto de vista medioambiental (energía, cambio climático, agua, disponibilidad de recursos, etc.); económico (volatilidad de precios, incremento de costes, consumo, gestión de residuos, mercado de materias primas, etc.); y social (salud e igualdad principalmente) (García, 2016).

La mayoría de los alimentos se pierden en las etapas de la cadena de suministros de alimentos que van de la producción al procesamiento porque no poseen la capacidad necesaria para transportar, transformar y preservar los alimentos frescos. Por otra parte, la tierra es destinada a la producción de grandes cantidades de piensos para animales en lugar de a la producción de alimentos para los seres humanos (sin olvidar que también existen intereses especulativos en la fijación del precio de las materias primas) (García, 2016).

La industria globalizada facilita el acceso continuo a productos fuera de temporada, extratempranos y a múltiples alimentos exóticos y tropicales, pero ello conlleva un largo recorrido de los alimentos antes de llegar a nuestros platos que contribuye al deterioro del medio ambiente durante su transporte. Asimismo, la necesidad de utilizar envases y material de embalaje aumenta cuando los productos tienen que recorrer grandes distancias, incrementando significativamente el número de desechos y residuos (García, 2016).

La agroindustria opera con costes de producción bajos o moderados y márgenes elevados, algo que le permite producir de forma excedentaria sin perder beneficios. Incluso los alimentos “defectuosos” o producidos en exceso pueden ser desechados sin importantes pérdidas económicas. La enorme cantidad de despilfarro indica que la capacidad de alimentar al mundo no depende sólo de la cantidad de comida producida, sino también de cómo se produce, cómo se distribuye, cómo se consume y cómo se utilizan los recursos ambientales, económicos y humanos necesarios para ello (García, 2016).

En definitiva, no sólo es necesario impulsar y garantizar la sostenibilidad de los modelos de producción, sino también la sostenibilidad de los modelos de consumo. Deberíamos ser capaces de ajustar nuestros hábitos de consumo a nuestras necesidades reales a través de opciones que, en los procesos productivos, de transporte, etc. contribuyan a generar sociedades más respetuosas con el medio ambiente y los derechos sociales (García, 2016).

### **1.3.1. Producción de alimento animal**

La alimentación animal constituye el primer eslabón de la cadena alimentaria. En consecuencia, la obtención de alimentos seguros depende en parte del uso de piensos

seguros. Teniendo en cuenta la demanda por parte de los consumidores europeos de alimentos más seguros se procedió a una revisión de toda la normativa alimentaria, en la que se integraba la normativa referente a los piensos como primera fase de la producción de alimentos. (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación)

La producción de piensos para animales de desechos de productos de pescados y mariscos es beneficioso para reducir la contaminación ambiental y para proveer piensos baratos para los animales (Aquahoy, 2020). La comercialización de los alimentos para animales, señala que los fabricantes han de garantizar que los alimentos para animales son sanos, genuinos, no están adulterados, son adecuados a sus objetivos y de calidad comercializable (Díaz Peralta, 2017).

Existen leyes como la de seguridad alimentaria que señala que sólo pueden comercializarse piensos que, en condiciones de uso normales, sean seguros; y que no podrá comercializarse ni darse a ningún animal destinado a la producción de alimentos ningún pienso que no cumpla los requisitos de seguridad alimentaria establecidos. Además, la Ley de sanidad animal establece las obligaciones de los especialistas en relación con la seguridad de la alimentación animal, por ejemplo: los especialistas tienen la obligación de vigilar y mantener en buen estado los alimentos para animales, y facilitar toda clase de información que les sea requerida por la autoridad competente sobre estos productos; además, califica las infracciones por el incumplimiento de las obligaciones de custodia de los alimentos de los animales por parte del responsable de su control (Codex Alimentarius, 1995).

Por otra parte, las leyes de sanidad animal indica que los controles en la fabricación, elaboración, comercialización y utilización de los productos para la alimentación animal han de prestar especial atención al cumplimiento de las buenas prácticas de fabricación y al control de los niveles de residuos y de sustancias prohibidas, presentes en los animales y productos de origen animal (Codex Alimentarius, 1995).

La Fermentación en Estado Sólido (FES), se consolida como una alternativa para la alimentación animal, gracias a este proceso biotecnológico los residuos de cosecha y desechos agroindustriales se pueden convertir en alimentos energético -proteicos, de alto valor nutricional que en un momento dado sustituyan total o parcialmente los alimentos balanceados, que encarecen sensiblemente los costos de producción, haciendo cada vez

menos rentables las explotaciones pecuarias, es por esto que la FES, se convierte no solo en una alternativa económicamente viable, sino ambientalmente sostenible, a partir del manejo de residuos de alto potencial contaminante (Borrás-Sandoval y Torres-Vidales, 2016).

Es necesario plantear alternativas de alimentación animal basada en fuentes y alimentos no convencionales (residuos de cosecha, materiales fibrosos, desechos de la industria, etc.) y es aquí, donde opciones biotecnológicas como las fermentaciones y en especial la fermentación en estado sólido (FES), se consolidan como una alternativa para la generación de alimentos proteico-energéticos de buena calidad y de bajo costo (Borrás-Sandoval y Torres-Vidales, 2016).

Los países tropicales con gran diversidad de climas, que tienen vastos territorios dedicados a la producción de gran variedad de frutas, hortalizas y cultivos de cereales, gramíneas y leguminosas que generan residuales especialmente de cosecha y de la agroindustria. Esta gran biomasa de residuos tiene un potencial uso en la alimentación animal, pero al no ser utilizada se puede convertir en un factor contaminante del medio ambiente. Por lo tanto, con procesos biotecnológicos sencillos como la fermentación en estado sólido (FES), se puede lograr transformar dichos residuos en alimentos con altos niveles energético- proteicos, económicos, de gran valor nutricional y ambiental para que sean suministrados a diversas especies animales (Borrás-Sandoval y Torres-Vidales, 2016).

### **1.3.2. Métodos y técnicas de obtención de harina de pescado**

Aproximadamente un tercio de la pesca mundial anual se utiliza para elaborar subproductos de pescado, como harina y aceite. La producción de harina de pescado es un proceso continuo que involucra la separación de tres componentes del pescado: sólidos, aceite y líquidos. Esto se logra mediante el cocido, prensado, secado y molido del pescado. En la actualidad la harina de pescado se ha convertido en materia prima para muchos de los alimentos de animales como el camarón, peces, cerdos, ganado y domésticos, cada vez más intensivos procesos de producción animal exigen dietas más completas, exigiendo a la materia prima ser más rigurosa en sus sistemas de producción, estándares operativos, técnicos y de calidad como en sus impactos ambientales (Salazar Arroba y Barquet Zea, 2018).



Con el cambio de la matriz productiva y cuidado al medio ambiente se da un giro mayor a este sector ya que sus procesos rudimentarios han excluidos a muchas empresas a dejar de producir, sobresaliendo las empresas que han invertido en tecnologías amigables, siendo certificadas internacionalmente para la exportación de sus productos, más aún que las grandes empresas de balanceados están en crecimiento, es una oportunidad para que empresas nuevas inviertan en tecnología, en procesos amigables con el ecosistema, siendo los costos la principal limitante para que las pequeñas y medianas industrias crezcan en este sector (Salazar Arroba y Barquet Zea, 2018).

Las regulaciones y normativas nacionales e internacionales vigentes que rigen este sector de la pesca están enfocados principalmente en el cuidado y máximo aprovechamiento del recurso natural que se utiliza para industrializar la Harina de Pescado. Este producto puede producirse a pequeña o gran escala, en condiciones rurales o en fábricas especializadas, todo depende del proceso que se le dé y tenemos como resultado una harina de variedad de calidades y las empresas de balanceados según el tipo de porcentaje de proteínas lo necesitan, ya que es la materia prima para de alimentos para aves, cerdos, ganado y el sector de acuicultura (Salazar Arroba y Barquet Zea, 2018).

Las plantas de harina de pescado obtienen su producto básicamente por un proceso de cocido y secado a partir de pescado entero, recortes y residuos del fileteado y conservas; mientras que, por distintos procesos industriales, se utiliza también la parte del pescado no utilizada para el consumo humano, en la obtención de aceites de pescado ricos en Omega (Pagani y Gualdoni, 2018). Ya sea por proceso industrial continuo con secado indirecto al vapor o mediante el proceso semiindustrial de cocción y secado al estilo del Daruma, se obtendrán diversos productos con rangos de concentración de proteína y digestibilidad que no se pueden obtener con otras especies hidrobiológicas. Mediante el proceso Industrial Continuo de secado indirecto se obtiene un producto de altísima calidad para combinar en el alimento de animales, mascotas y principalmente peces, camarones y langostinos (Chu Esquivel, 2017).

Los parámetros de humedad idóneos para ser comercializada en el mercado deben estar entre 6% y 10% de humedad, mediante la implementación del secador a vapor que junto al secador de fuego directo se logrará obtener un producto terminado en óptimas

condiciones con alto porcentaje en proteínas y una humedad adecuada que satisfaga al mercado. También con la implementación del secador a vapor rotadisc se muestran cambios tanto en la mejora del producto elaborado como la optimización de recursos, bajara el impacto ambiental debido a que el secador es más amigable con el medio ambiente se dejara de emanar grandes cantidades de vapor que esto representa una mala imagen a la empresa. En la parte económica que es el punto de atención de todo cambio en una empresa representará cambios y beneficios mediante los indicadores citado por (Córdova Ponce, 2018).

#### **1.4. Situación Alimentaria en Cuba**

En Cuba el problema de la seguridad alimentaria y nutricional está señalado por las autoridades y especialistas como un problema estratégico de seguridad nacional. Los principales desafíos que aún enfrenta la nación están relacionados con lograr la sostenibilidad de la alimentación por esfuerzo propio en lugar de basarse en la importación de alimentos, en tal sentido una de las dimensiones en las cuales se debe trabajar es en sistematizar la concepción, diseño e implementación de las políticas públicas dedicadas a alcanzar la seguridad alimentaria y nutricional de los cubanos, sin dejar de lado las características culturales de su alimentación (Leiva Cárdenas, 2016).

A pesar de que la mayoría de productos podrían producirse nacionalmente en condiciones de competitividad (alrededor del 40 %). Cuba necesita elevadas cantidades de divisas para la importación de alimentos. Además, enfrenta desafíos persistentes que impiden un aumento mayor de la producción y productividad agraria nacional. La isla presenta un número importante de áreas agrícolas cultivables ociosas (más de 2 millones de ha), requiere una mejor definición de la propiedad de los usufructuarios, y el reconocimiento y aceptación del mercado como mecanismo complementario de coordinación económica. A su vez, el sector agrario cubano carece de un enfoque integral para conseguir el ciclo de producción completo de manera exitosa (Botella Rodríguez, 2018).

En la actualidad la disponibilidad de alimentos se refiere a la existencia oportuna de cantidades suficientes de alimentos de calidad adecuada provenientes de la producción nacional y de las importaciones, incluyéndose también la ayuda alimentaria (Leiva Cárdenas, 2016) .La agricultura nacional juega un importante rol para garantizarla, así

como las posibilidades tecnológicas con las que se cuenta, los precios de los insumos, además de las políticas comerciales, la infraestructura, la relación entre la producción nacional y las exportaciones e importaciones y la disponibilidad de divisas para importar alimentos. También se puede estimar tanto a nivel regional, nacional y local; y está compuesta por la cantidad de alimentos provenientes de todas las fuentes internas de producción, importaciones y asistencia alimentaria que están físicamente presentes en el nivel que se está analizando. Se determina por la cantidad de alimentos producidos en el área en cuestión, el comercio de alimentos traídos mediante los mecanismos de mercado, las existencias en alimentos (stock) de comerciantes y reservas gubernamentales, las transferencias de alimentos suministrados por el gobierno y/o agencias que brindan asistencia.

Su consecución presupone incrementos significativos en la producción agropecuaria, sin olvidar el manejo sostenible de los recursos naturales con los que cuenta el país, con el objetivo de lograr la suficiente cantidad y calidad de alimentos para la población. Asegurar la disponibilidad de alimentos es responsabilidad de los gobiernos nacionales, independientemente del modelo político y económico a que se adhieran. A nivel territorial, la responsabilidad y liderazgo recae sobre las instituciones de gobierno local que deben asumir las funciones que le permitan contribuir a la satisfacción de las necesidades de la población. No obstante, la sociedad civil, y sus organizaciones, juegan un papel importante en tales propósitos (Leiva Cárdenas, 2016).

#### **1.4.1. Producción de alimento animal en Cuba**

En Cuba se aprueba las regulaciones higiénico sanitarias y especificaciones bromatológicas de las materias primas de origen animal, vegetal o mineral, aditivos, piensos compuestos balanceados y reemplazantes lecheros importados y de producción nacional, para la producción de alimentos destinados al consumo animal (MINJUS, 2016). Sobre la comercialización y la utilización de los piensos o alimentos para animales define las "materias primas para piensos" como los productos de origen vegetal o animal, cuyo principal objetivo es satisfacer las necesidades nutritivas de los animales, en estado natural, fresco o conservado, y los productos derivados de su transformación industrial, así como las sustancias orgánicas o inorgánicas, tanto si contienen aditivos para piensos como si no, destinadas a la alimentación de los animales.

Los desechos de la industria agroalimentaria (que pueden ser de origen vegetal, animal o mineral) pueden ser bien residuos bien subproductos. Los subproductos de la industria agroalimentaria se pueden emplear en la alimentación de los animales (Restrepo Gallego, 2006). Fuentes de proteína como la harina y los concentrados de soya, así como también otras fuentes de proteína animal como la harina de carne y hueso, y la harina de subproductos de aves de corral han sido evaluadas en dietas para pescados (Dorado y Ceballos, 2017).

Por otro lado, el propósito de usar los desechos de pescado puede ser rentable y fructífero mediante el uso de diferentes técnicas para obtener compuestos bioactivos que pueden ser usados para la producción de harina y aceite de pescado para la alimentación animal. La industria pesquera y acuícola puede usar los desechos de pescado para desarrollar productos alimenticios altamente nutritivos que provean nutrientes para la alimentación animal. Los hidrolizados de proteína de pescado y los ensilados de pescado son preparados en base a las partes digestivas de pescados. Estos órganos proveen nitrógeno para la producción de piensos para mascotas y especies acuícolas. Muchos científicos han demostrado que el hidrolizado de proteína de pescado puede ser usado en la industria de alimentación animal (Aquahoy, 2020).

En Cuba, los mayores aportes a la alimentación animal con residuos de la agricultura no cañera, los han realizado los cultivos de cítricos, arroz, café, raíces, tubérculos y hortalizas. Para la ganadería vacuna, los residuos del cítrico y del café son de gran importancia, particularmente en la época seca del año. Por lo general, salvo la paja y las hortalizas, todos estos residuos son buenos aportadores de energía, y en el caso de los cítricos, también aportan una cantidad importante de nitrógeno, lo cual los hace adecuados para mantener adecuadas producciones animales.

También, se han desarrollado varios alimentos a partir de la caña residual o para demolición por bajos rendimientos, los residuos de la cosecha y los residuales fibrosos de la industria azucarera. La caña ha sido utilizada en forma fresca, ensilada, deshidratada y enriquecida a través de procesos biotecnológicos.

Muy variados son los alimentos obtenidos a partir de los residuales de otras actividades económicas como por ejemplo en la industria de la pesca, alimenticia, mataderos, comedores, restaurantes entre otros (P. Martín, 2009).

#### **1.4.2. Consumo de alimento animal**

Los animales como seres vivos que son necesitan de alimento para sobrevivir. En condiciones de explotaciones pecuarias se suministra alimento a los animales con fines económicos para lograr una conversión en carne, leche, huevos, lana, piel, etc. Los alimentos para animales provienen principalmente de las plantas. Hay forrajes verdes, forrajes ensilados (para rumiantes), concentrados para alimentación animal a base de soya, maíz, sorgo y otras especies altas en proteínas y carbohidratos. Pero también en la producción de concentrados se utilizan otros animales o sus residuos como es el caso de algunos alimentos utilizados en piscicultura (Marcos, 2017).

El objetivo de la alimentación de los animales es determinar la combinación óptima de los ingredientes disponibles para formar raciones que cumplan determinadas condiciones; condiciones que suelen ser diferentes dependiendo del animal de que se trate. Así, en el caso de animales de producción es fundamental que la ración proporcione al animal todos los nutrientes que necesita para conseguir un máximo rendimiento productivo en cuanto a cantidad y calidad de los productos, su costo sea el más bajo posible y prevenga la aparición de trastornos digestivos o metabólicos. En el caso de animales de compañía no suele ser especialmente importante el costo de la alimentación, por lo que el objetivo básico de la ración es la prevención (y a veces el tratamiento) de trastornos para conseguir la mayor longevidad y bienestar del animal (Marcos, 2017).

La nutrición y alimentación animal, es un factor muy importante, dentro de cualquier explotación pecuaria, por lo que no debemos descuidar por ningún motivo lo que al final será el resultado de un arduo trabajo de cualquier crianza que efectuemos, teniendo en cuenta que representa alrededor del 60-70% del gasto invertido. La Nutrición y Alimentación siempre estarán en conjunto, para darnos como resultado, una explotación de calidad, por lo que se debe tener en cuenta factores como estos (Marcos, 2017):

- El aporte de nutrientes, que hacen los recursos alimenticios utilizados para un tipo de población animal y rendimiento biológico.
- La potencialidad genética de la población animal.
- La calidad del microambiente.

Todos estos factores van de la mano para conseguir el éxito de producción, es evidente que el aporte de nutrientes que hacen los recursos alimenticios es el factor ambiental que

en mayor medida afecta la expresión biológica y la viabilidad económica de la producción animal. Por lo que es importante establecer estrategias de alimentación que no altere ninguno de los factores mencionados ya que de ello depende que nuestra explotación tenga buenos resultados al finalizar la crianza (Marcos, 2017).

#### **1.4.3. Alimento animal que contiene harina de pescado**

La pesca y la acuicultura constituyen importantes fuentes de alimentos, nutrición, ingresos y medios de vida para cientos de millones de personas en todo el mundo. Con la actualización de los lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución para el período 2016-2021 aprobados en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC), se define como parte de la política agroindustrial, desarrollar la acuicultura aplicando técnicas modernas de cultivo, con elevada disciplina tecnológica y mejora constante genética. Reanimar la industria pesquera e incrementar la oferta, variedad y calidad de productos al mercado interno (Consultoría Económica CANEC, 2018).

Cuba se encuentra entre los países que mantienen la acuicultura como actividad económica sostenida. En nuestros litorales existen variadas especies con posibilidades de ser cultivadas, sin embargo, la diversificación de la acuicultura en nuestro país se ha estado limitada por la carencia de paquetes tecnológicos que permitan la reproducción y el cultivo comercial de peces (Dorado y Ceballos, 2017).

La harina de pescado tiene como principales cualidades, la rápida digestibilidad de las proteínas para los organismos vivos que lo consumen, también cuenta con ácidos grasos poliinsaturados principales, como son el Omega 3, EPA y DHA. La harina de pescado proveniente de la anchoveta se obtiene mediante el retiro de contenido de agua y la mayoría de las grasas y aceites que posee el pescado, permaneciendo luego de este tratamiento sólo la proteína a manera de porción sólida, la cual es secada y prontamente molida al grado de una harina (R.M. Pillaca Lagos, 2018).

La elaboración de la harina de pescado tiene como objetivo principal la formulación de alimentos balanceados destinados principalmente para la acuicultura, avicultura, ganadería, entre otros, esto debido a su alto contenido proteico, por tal motivo, los nutrientes que brinda la anchoveta son usados por los consumidores principalmente como proteína, que a su vez tienen como destino final el consumo humado, es por tal

motivo que la harina de pescado es considerada de consumo humano indirecto (R.M. Pillaca Lagos, 2018).

La harina de pescado proveniente de la anchoveta es usada en el desarrollo de la acuicultura, además de ser un complemento dietético para la alimentación de animales, por tal motivo es un producto de demanda mundial. Es una fuente primaria de proteína, en los alimentos balanceados para actividades como la acuicultura, este insumo es primordial en las dietas completas, para satisfacer las elevadas exigencias nutricionales de los peces se requieren altos niveles de proteína de alta calidad, con convenientes balances de aminoácidos esenciales, ácidos grasos esenciales y demás nutrientes que la harina de pescado puede brindar. La cantidad y calidad de harina de pescado producida varía, esto es debido a los métodos de fabricación y las especies que son utilizados de materia prima (R. M Pillaca Lagos, 2018).

La tecnología de fabricación afecta la calidad de la harina, influyendo sobre su contenido de humedad y proteína, digestibilidad, contenido de lípidos y anti nutrientes, y también en la granulometría; las especies utilizadas intervendrán sobre el contenido de aceite de la harina, minerales y granulometría (huesos), esencialmente. La principal manera de ratificar la calidad de la harina utilizada, es saber el tipo de proceso de su fabricación, los controles de calidad utilizadas en la fábrica y país de origen, conjuntamente de los análisis que corresponden de ejecutar por el usuario para corroborar que el alto precio pagado por la harina pertenezca con la calidad esperada (R. M Pillaca Lagos, 2018).

El ensilado biológico de residuos de pescado, es sin duda una alternativa para subsistir la harina de pescado y la harina de carne en la preparación de raciones para aves, peces, ganado vacuno, porcinos, ovino, y otros animales. La mayor importancia del ensilado radica en su utilización para la formulación de raciones de bajo costo y alto valor nutricional. Puede ser utilizado en la piscicultura, disminuyendo de ese modo los costos de producción. Para la obtención del ensilado biológico son utilizados residuos de pescado resultantes del fileteado, así como aquellos peces impropios para el consumo (Padilla-Pérez, 1996). Así, se ha probado su uso en dietas de cerdos (Kjos et al., 1999), pollos broiler (Kjos et al., 2000), gallinas ponedoras (Kjos et al., 2001) y codorniz (Ramírez et al., 2013), siendo una buena alternativa para la utilización de los desechos de pescado

como componente de piensos destinados a la mejora de la producción animal (Dirección de Investigación, 2018).

### **1.5. Situación productiva en la Empresa PESCASPIR**

Se considera que una de las principales actividades económicas del presente siglo es la acuicultura, ubicándose entre las industrias alimentarias más importantes en el consumo de la población; la cual compite de cerca con la industria alimentaria bovina, porcina y aviar (Botero Silva et al., 2009). En este sector en Cuba, se destaca la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus "PESCASPIR" la cual tiene un rol importante en la producción y comercialización de productos derivados de la pesca acuícola (Rodríguez Fernández et al., 2019).

La Empresa Pesquera de Sancti Spíritus (PESCASPIR) aumenta sus niveles de producción evidenciados en el aumento de la captura total con relación a los estimados del presente año en un 120.3 %. Además, la captura extensiva, crece en un 48.5 % y el cultivo intensivo en un 59 % teniendo en cuenta las estimaciones para el año. Esta empresa es reconocida a nivel nacional e internacional por ser una organización puntera en los resultados productivos. Aporta el 19 % de la producción acuícola nacional para convertirse en una empresa puntera en este sector (PESCASPIR, 2016).

La Empresa Pesquera perteneciente al Grupo Empresarial INDIPES; constituye el segundo potencial más alto del país. Esta produce anualmente más de 4 mil toneladas de especies de agua dulce, que constituyen una fuente de proteínas de alta calidad y valor proteico. Sus principales producciones acuícolas las desarrolla en dos tipos de cultivo: el extensivo, que se realiza en los embalses y alcanza el 83% del total de la producción y el intensivo, que comprende la ceiba de tilapia en jaulas y de clarias en estanques y alcanza el 17% de la producción en el territorio. Perteneciente a la misma se encuentra la estación de alevinaje de la Sierpe (UEB Acuiser), la cual aporta cada año más de 800 toneladas de clarias al proceso productivo (Lizano y Keiler, 2018).

Según datos estadísticos correspondientes al año 2016, en Sancti Spíritus se producen anualmente más de 5 551,2 toneladas de especies de agua dulce que constituyen una fuente de proteína de alta calidad, lo cual constituye más del 22 % del total producido por el país (24 455,1 toneladas) en el mismo periodo (Oficina Nacional de Estadística e



Información, 2017a). De esta actividad en la provincia está encargada la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus (PESCASPIR) (Rodríguez Fernández et al., 2018).

#### **1.5.1. Tratamiento de residuos derivados de la producción (sólidos)**

Los residuos sólidos son el subproducto de la actividad del hombre y se han producido desde los albores de la humanidad; los problemas generados por su inadecuado manejo impactan sensiblemente en la calidad de vida de la población, especialmente sus condiciones de salud, afectando, además, las capacidades económicas, sociales y ambientales locales (Muñoz Vilela, 2019).

La Empresa Pesquera de Sancti Spíritus “PESCASPIR” alcanzó en 2020 una producción de 3 771,3 toneladas (ONEI, 2021b), lo cual representa más del 17% de las 21,768.8 toneladas totales producidas por el país en igual periodo (ONEI, 2021a).

En el proceso productivo surge un retorno planificado, es decir a través de los índices de merma por surtido trazados por la dirección productiva pesquera (perteneciente al Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria) y registrados en el documento GI 053-2018 se puede predecir por tonelada de materia prima que por ciento de esta se desperdicia. Este desecho generado en la industria a su vez es utilizado como consumo animal, principalmente en el cultivo intensivo de la Claria (Lizano y Keiler, 2018).

La demanda del pescado para consumo acarrea mayor producción de residuos (vísceras, cabezas, escamas), este material carece de valor económico y de tecnologías para el aprovechamiento de residuos pesqueros en alimentación animal. Esta forma se determinó que estas vísceras resultan un material adecuado para la obtención de harina de vísceras de pescado gracias a su calidad nutricional. A través de determinadas operaciones unitarias se obtuvo dicha harina, a la cual se le evaluó su composición nutricional y parámetros microbiológicos encontrando que su información nutricional la convierte en una opción proteica favorable en la elaboración de piensos para animales. Sus características de digestibilidad calculadas en un 80%, su nivel de proteína del 54%, su aporte en ácidos grasos esenciales, EPA, DPA, DHA y en los de la serie omega 3, 6 y 9, así como también sus aminoácidos, de gran importancia y de características esenciales como lisina, treonina, valina, fenilalanina, isoleucina, leucina y tirosina confirman esta alternativa (Lúquez Pérez, 2018).

En la provincia predomina un insuficiente nivel de explotación de las potencialidades de aprovechamiento económico de residuales en la mayoría de las entidades productivas, debido a la carencia de una infraestructura y tecnología adecuada para estos fines y la ausencia de una cultura acerca de la introducción de estas prácticas y los beneficios económicos y ambientales derivados de su aplicación.

La gestión de residuos sólidos presenta grandes dificultades en las etapas: de recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final, debido a múltiples factores que incluyen la inestabilidad y las deficiencias confrontadas en las operaciones de recogida y transportación; la insuficiente aplicación de prácticas destinadas a la recogida selectiva y la segregación en la fuente de origen, la limitada disponibilidad e insuficiente estado técnico del equipamiento especializado, la limitada cantidad de rellenos sanitarios con un diseño, operación y desempeño capaz de alcanzar el manejo satisfactorio de los residuos, la insuficiente infraestructura y tecnología para garantizar el reúso/reciclaje a niveles apropiados, la indisciplina, así como la falta de educación y de cultura ambiental por parte de directivos, técnicos, operarios y población en general (CITMA y PROYECTO, 2016).

## **CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESPERDICIOS DE PESCADO DE LA INDUSTRIA PESQUERA**

En la actualidad, es una necesidad de la industria pesquera el aprovechamiento de los desperdicios de pescado partiendo del bajo nivel de aprovechamiento industrial que posee el pescado como producto, siendo ésta la base para crear políticas y estrategias sólidas. Se requieren métodos que se basen en estudios biológicos, tecnológicos y económicos que al integrarse logren que las empresas pesqueras cubanas gestionen e integren sus cadenas productivas adecuadamente, lo cual permite rediseñar y mejorar el flujo de trabajo, para hacerlo cada día más eficiente y adaptar la institución a las necesidades de los clientes, logrando con ello su satisfacción total. Por esta razón, el presente capítulo tiene como objetivo la fundamentación teórica del procedimiento que se utilizará para el aprovechamiento de los desperdicios de pescado en la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus "PESCASPIR", y de esta forma contribuir a la obtención de divisas, como garantía para elevar la eficiencia de la acuicultura.

### **2.1 Descripción de la entidad objeto de estudio**

La Empresa Pesquera de Sancti Spíritus es una organización con más de 25 años de experiencia, rectorando las actividades de alevinaje, cultivo, captura de especies acuícolas, industrialización y comercialización de productos de la pesca. Cuenta con 5 UEB las cuales son INDUPIR, COMESPIR, SERVIPIR, ACUIZA y ACUISIER, más la oficina central, las cuales responden a las principales actividades productivas. Además, cuenta con un capital humano formado y adiestrado en los procesos operacionales de trabajo y productivos, con bajos niveles de fluctuación. Se cuenta con una infraestructura técnica-productiva adecuada que da respuesta de manera eficaz y eficiente a las exigencias de inocuidad de los alimentos convenidas con los clientes y partes interesadas.

En el año 2000, tras los cambios originados por las reestructuraciones planteadas por el Perfeccionamiento Empresarial en el Ministerio de la Industria Pesquera (MIP), se constituyó la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus PESCASPIR perteneciente al Grupo Empresarial INDIPES. El 20 de mayo del año 2003, se comienza la aplicación del perfeccionamiento empresarial hasta la actualidad de forma continua e ininterrumpida con avances en su gestión que la distinguen con la de su tipo a nivel de país.

Tras los cambios estructurales llevados a cabo por la máxima dirección del Consejo de Estado de La República de Cuba, bajo lo estipulado en La Resolución No. 264/2009 quedan extinguidos los Ministerios de La Industria Alimenticia y de La Industria Pesquera subrogados por el Ministerio de La Industria Alimentaria, subordinados al Grupo Empresarial Industrial de la alimentaria a partir del 10 marzo de 2011.

La **misión** de la empresa es cultivar de forma extensiva e intensiva especies acuícolas para su procesamiento industrial, que permita comercializar productos con altos estándares de calidad en el mercado dentro y fuera de frontera en ambas monedas, garantizado por un capital humano con alto sentido de pertenencia y responsabilidad, así como con una infraestructura tecnológica que permita un desarrollo sostenido y sustentable.

Su **visión** es ser una empresa distinguida por su liderazgo en la producción de especies acuícolas, procesamiento industrial y comercialización dentro y fuera de frontera, mostrando niveles de excelencia por la certificación del Sistema de Gestión de la Calidad Total y la utilización de las más modernas tecnologías, que garanticen la plena satisfacción y confianza de los clientes y proveedores, basado en un colectivo de trabajadores y directivos con alto sentido de pertenencia y comprometidos con el desarrollo de la organización y el país.

Para ello está aprobado el **objeto social** de la organización según la Resolución 557/06 del Ministerio de Economía y Planificación. A continuación, se relacionan las funciones que realiza:

- reproducción y alevinaje de las especies ciprínidos, tilapias y clarias.
- cultivo extensivo en presas y micro presas.
- cultivo intensivo de tilapias en jaulas y clarias en estanques.
- captura de las especies ciprínidos, tilapias y clarias en presas, micro presas, jaulas y estanques.
- industrialización de las especies ciprínidos, tilapias y clarias, de acuicultura, así como especies de la plataforma.
- comercialización de: tenca descabezada, eviscerada y congelada, en su forma abreviada, tenca HG (fondo exportable), tilapia entera eviscerada escamada congelada, minuta de tilapia congelada, filete de tilapia congelado, filete de Claria

congelado, picadillo de pescado congelado, picadillo condimentado congelado, cóctel de pescado, paté de pescado, mortadela de pescado, perro caliente de pescado, chorizo de pescado y hamburguesa de pescado.

Sus **principales clientes** son clientes minoristas (pescaderías especializadas), organismos del territorio, Empresa comercializadora de alimentos del mar COPMAR, comercio y gastronomía, entidades pertenecientes a la Administración Central del Estado, tiendas recaudadoras de divisas (TRD), turismo, Empresa comercial CARIBEX.

## 2.2 Bases del procedimiento para el aprovechamiento de desperdicios de la industria pesquera

Como base para el proyecto de la planta de elaboración de harina de pescado a partir de desperdicios de la industria pesquera, se selecciona y adapta el procedimiento general para el diseño de instalaciones de Saure Rodríguez (2010). Este considera las decisiones de la planeación de instalaciones que incluyen: diseño del producto, diseño del proceso, mano de obra, selección de tecnologías, capacidad, distribución en planta y aprovisionamiento; todos estos elementos fueron combinados, para aplicarlos al emplazamiento de infraestructuras, tal como se describirá más adelante.

### El procedimiento se realizó sobre las premisas siguientes:

1. Su concepción permite considerarlo de forma dialéctica y en continuo perfeccionamiento.
2. Se apoya en la determinación de la correcta planeación y utilización de los recursos y de cómo se llevan a cabo la gestión de los diferentes procesos y actividades logísticas presentes en cada eslabón de la cadena productiva.

### Objetivos del procedimiento

El objetivo general del procedimiento es facilitar el proceso de diseño a través de la planeación de instalaciones, para el procesamiento de desperdicios de pescado, de forma que tengan un uso adecuado que no afecte al medio ambiente y genere ganancias al obtener un nuevo producto terminado.

### El procedimiento desarrollado se basa en los principios siguientes:

- Mejoramiento continuo: el procedimiento contempla el regreso a etapas anteriores con el propósito de ir mejorando diferentes aspectos que puedan presentarse con deficiencia.

**Commented [Y1]:** IDEA A FUTURO, revisar varios estudios similares y hacer una tabla de comparación que fundamenten teóricamente la validez de la propuesta en este estudio.

- Adaptabilidad: es lo suficientemente general para poderse aplicar a cualquier cadena de suministros.
- Aprendizaje: contempla técnicas y herramientas de trabajo, que para su aplicación se requiere de la capacitación de los involucrados y del ejercicio del método en reiteradas ocasiones.
- Parsimonia: la estructuración del procedimiento, su consistencia lógica y flexible, permite llevar a cabo un proceso complejo de forma relativamente simple.
- Pertinencia: la posibilidad que tiene el procedimiento de ser aplicado integralmente en las condiciones que presenta la cadena de suministros objeto de estudio, sin consecuencia negativas para los clientes del sistema logístico analizado.
- Flexibilidad: la posibilidad de aplicarse a otras empresas de producción de alimentos, con características no necesariamente idénticas.
- Suficiencia: referida a la disponibilidad de toda la información (y su tratamiento) que se requiere para su aplicación en estos procesos.
- Consistencia lógica: en función de la ejecución de sus pasos en la secuencia planteada, en correspondencia con la lógica de ejecución de este tipo de estudio.
- Perspectiva o generalidad: dada la posibilidad de su extensión como instrumento metodológico para ejecutar estos estudios en otros procesos similares.

**Como entrada el procedimiento tiene:**

- Características de las operaciones del proceso, manipulación, transporte y almacenamiento del producto a obtener.
- Opiniones de los expertos sobre tipos de residuos a utilizar, criterios de selección de la tecnología, etc.
- Datos sobre los espacios y relaciones entre las actividades y operaciones correspondientes según el tipo de tecnología a utilizar, así como de los recursos que intervienen en ellos.

**Las salidas principales del procedimiento son:**

- Caracterización del proceso.
- Determinación del potencial de materia prima a utilizar.
- Localización de la instalación.
- Selección de la tecnología a utilizar.

- Diseño preliminar de la planta.
- Propuesta de mejora para aumentar la efectividad de la cadena pesquera.

### **2.3 Procedimiento para el aprovechamiento de los desperdicios de pescado en la industria pesquera.**

La herramienta metodológica propuesta para el aprovechamiento de los desperdicios de pescado en la industria pesquera, está basada en el método de Planificación Sistemática de la Distribución, en inglés *Systemic Layout Planning* (SLP). Esta, se enfoca en definir el flujo de materiales, la relación entre actividades, la relación de espacio y el diseño de alternativas de distribución con el fin de eliminar tanto interrupciones como desperdicios y reducir los ciclos al mínimo. Para ello se adaptó la metodología propuesta por (Saure Rodríguez, 2010) la cual está estructurada en 4 etapas, como se muestra en la figura 2.1.

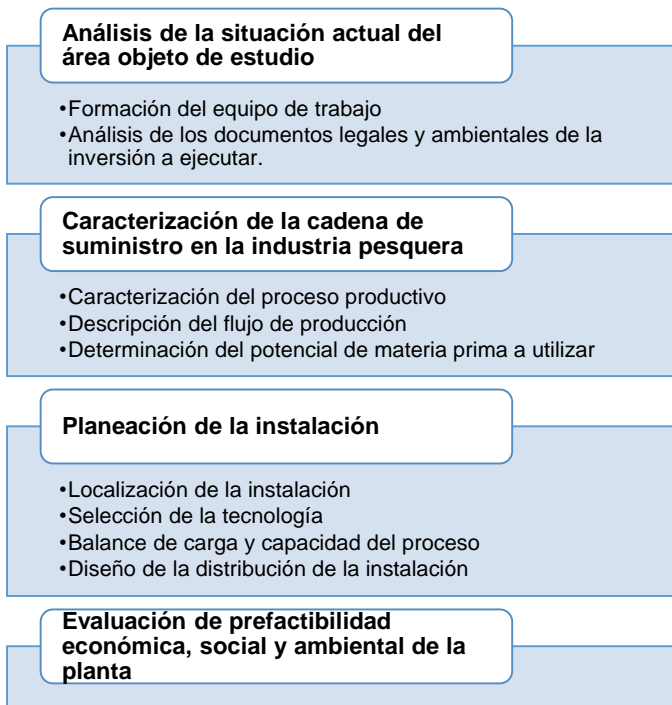


Figura 2.1. Procedimiento para el aprovechamiento de los desperdicios de pescado en la industria pesquera. Fuente: adaptado de Saure Rodríguez (2010).

### 2.3.1 Análisis de la situación actual del área objeto de estudio

Esta primera etapa tiene particular importancia, pues a diferencia de Saure Rodríguez (2010), se realizará un análisis más contextualizado del área en estudio, que releve las condiciones actuales y describa su función futura, las cual será empleada para las etapas que suceden a esta.

Para el estudio de esta etapa es necesario partir de 2 aspectos fundamentales:

- Formación del equipo de trabajo.
- Análisis de los documentos legales ambientales de la inversión a ejecutar.

#### Formación del equipo de trabajo

Con el fin de formar el equipo de trabajo adecuado para lograr el buen diseño y la eficiente implementación del procedimiento propuesto, se recomienda como herramienta principal el Método de Selección de Expertos dado por (Hurtado de Mendoza, 2003) que permitirá determinar la cantidad de expertos y quiénes serán éstos.

Para desarrollarlo se aplicará una encuesta que permitirá realizar un análisis de los candidatos mediante la determinación del coeficiente de competencia de los mismos, luego se calculará la cantidad de expertos necesarios para la investigación y con estos dos elementos se determinarán finalmente los integrantes del equipo de trabajo. (Hurtado de Mendoza, 2003)

De esta manera, se deberá:

1. Confeccionar una lista inicial de personas que cumplan con los requisitos para ser expertos en la materia a trabajar.
2. Realizar una valoración sobre el nivel de experiencia, a través de los niveles de conocimiento que poseen sobre la materia, donde se realiza una primera pregunta para una autoevaluación de los niveles de información y argumentación que tienen sobre el tema en cuestión. En esta pregunta se les pide que marquen con una X, en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema.

En la tabla 2.1 se muestra el resumen de la información obtenida, lo cual permite calcular el coeficiente de conocimiento o información (Kc), según la expresión 1.

Tabla 2.1. Resumen de la encuesta inicial para calcular el coeficiente de conocimiento

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----



1										
.....										
15										

Fuente: (Hurtado de Mendoza, 2003)

$K_{cj} = n(0,1)(1)$

Donde:

Kcj: Coeficiente de conocimiento o información del experto "j"

n: Rango seleccionado por el experto "j"

3. Se realizará una segunda pregunta que permitirá valorar un grupo de aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar, marcando con una X el nivel que posean. Esta pregunta se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Pregunta que permite valorar aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados			
Experiencia obtenida			
Conocimientos de trabajo en Cuba			
Conocimientos de trabajo en el extranjero			
Consultas bibliográficas			
Cursos de actualización			

Fuente: Adaptado de Hurtado de Mendoza (2003) por Medina León (2008).

En este paso se determinarán los elementos de mayor influencia, las casillas marcadas por cada experto en la tabla se llevarán a los valores de una tabla patrón, como se muestra a continuación en tabla 2.3.

Tabla 2.3. Tabla patrón para determinar el nivel de argumentación del tema a estudiar

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados	0.27	0.21	0.13
Experiencia obtenida	0.24	0.22	0.12
Conocimientos de trabajo en Cuba	0.14	0.10	0.06
Conocimientos de trabajo en el extranjero	0.08	0.06	0.04
Consultas bibliográficas	0.09	0.07	0.05
Cursos de actualización	0.18	0.14	0.10

Fuente: Medina León (2008)

4. Los aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación del tema a estudiar permiten calcular el coeficiente de argumentación ( $K_a$ ) de cada experto utilizando, por la expresión 2.

Donde:

$K_{aj}$ : Coeficiente de argumentación del experto "j"

$n_i$ : Valor correspondiente a la fuente de argumentación "i" (i: 1 hasta 6)

A partir de los valores del coeficiente de conocimiento ( $K_c$ ) y el coeficiente de argumentación ( $K_a$ ), se obtendrá el valor del coeficiente de competencia ( $K$ ) de cada experto. Este coeficiente ( $K$ ) se determina por la expresión 3.

$$K = 0,5 * (K_c + K_a) \quad (3)$$

Donde:

K: Coeficiente de Competencia

$K_c$ : Cociente de Conocimiento

$K_a$ : Coeficiente de Argumentación

5. El coeficiente de competencia se valora en la escala siguiente:

$0,8 < K < 1,0$  Coeficiente de competencia Alto

$0,5 < K < 0,8$  Coeficiente de competencia Medio

$K < 0,5$  Coeficiente de competencia Bajo

6. El número de expertos necesarios, se calculará por la por la expresión 4. Se seleccionan los de mayor coeficiente de competencia.

Donde:

M: número de expertos

$$k = (Z_{\alpha/2})^2$$

$Z_{\alpha/2}$ : percentil de la distribución normal relacionado con el nivel de confianza  $(1-\alpha)$ . Los valores más utilizados en la tabla 2.4.

$d^2$ : error admisible en la estimación, es decir, cuánto estoy dispuesto a desviarme del valor real que se está estimando, puede oscilar entre  $(0,05 - 0,10)$ , incluso puede tomar valores menores a  $0,05$ , todo depende de los recursos con que cuenta el investigador.

p: es la proporción estimada que está relacionada con la variabilidad de la población,  $p = 0,5$  significa que existe la mayor variabilidad en las opiniones, o es un tema nuevo donde

no se conoce nada al respecto, con este valor se obtiene el resultado más alto de la multiplicación de  $p(1-p) = 0,25$ , con lo que obtenemos el tamaño óptimo de muestra.

$p^*(1-p)$ : se obtiene de la distribución Binomial.

Tabla 2.4. Valores de K según el nivel de confianza

Nivel de confianza	$\alpha$	Z $\alpha/2$	Valor de K
99	0.01	2.57	6.6564
95	0.05	1.96	3.8416
90	0.10	1.64	2.6896

Fuente: (Medina León, 2008)

### **Análisis de los documentos legales y ambientales de la inversión a ejecutar**

En este paso se deben verificar los requisitos legales para la producción de alimento animal, regulaciones de procesos productivos industriales, así como para la construcción de locales industriales. Además, es estrictamente necesario realizar por la entidad ejecutora de la inversión, un proceso de evaluación de impacto ambiental, que resultará de un estudio futuro, el cual tendrá como resultado el otorgamiento de la Licencia Ambiental, para luego proceder a implementar la propuesta que se describe en esta investigación.

### **2.3.2 Caracterización de la cadena de suministro en la industria pesquera**

En este paso se hará una descripción de los procesos en la empresa, de forma tal que quede demostrada la necesidad de manipular los desperdicios en aras de obtener mayores índices de ganancias en el proceso productivo y también reducir el impacto medioambiental de la empresa a través de la aplicación de técnicas de logística inversa.

Para el desarrollo de esta etapa es necesario partir de 3 aspectos fundamentales:

- Caracterización del proceso productivo.
- Descripción del flujo de producción.
- Determinación del potencial de materia prima a utilizar.

### **Caracterización del proceso productivo**

En cuanto a la caracterización del proceso productivo, el objetivo es describir las características generales de los procesos claves en la industria pesquera. Este paso se puede apoyar en el uso del Mapa de Procesos, el cual es una representación gráfica de la estructura de procesos que conforman en sistema de gestión.

### **Descripción del flujo de producción**

En cuanto a los flujos de producción, en primer lugar, es necesario describir los procesos productivos que generan la mayor cantidad de desperdicios en la industria, haciendo referencia a sus principales operaciones y cómo tiene lugar el flujo de materiales, demostrando la cantidad de desperdicio que sale del proceso, así como la propuesta del nuevo flujo productivo a implementar para el aprovechamiento de dichos desperdicios. El cumplimiento de este paso se puede apoyar de la técnica Diagrama de OTIDA.

### **Determinación del potencial de materia prima a utilizar**

La determinación del potencial de materia prima a utilizar en el área investigada, estará dado por el volumen de producción a ser procesado, teniendo en cuenta la proyección de la empresa PESCASPIR desde el año 2022 hasta el 2030, a partir de los volúmenes de capturas con los cuáles se trabaja en la Agenda 2030 de la ONU para la sostenibilidad. Se debe tener en cuenta el rendimiento industrial de la empresa y determinar además las especies acuícolas que se procesan en ella ya que cada especie aporta un valor diferente en el rendimiento industrial lo que hace que aporte mayor o menor volumen de desperdicio a ser procesado.

### **2.3.3 Planeación de la Instalación**

En la Administración de Operaciones se incluye tanto las decisiones relativas al diseño del sistema de operaciones como las relativas a la operación y control de éste. Las decisiones relativas al diseño del sistema de operaciones incluyen el diseño del producto, del proceso y de las tareas, la planeación de la capacidad, la localización y la distribución física. Las decisiones referentes a las operaciones y el control influyen en aspectos como la planeación, programación y control de la producción y del inventario, las compras, el mantenimiento y el control de la calidad (Heizer, 2005).

### **Localización de la Instalación**

Para Schroeder (2006) la Administración de Operaciones tiene la responsabilidad de cinco importantes áreas de decisión, en las cuales se influye a través del procedimiento, en algunas con más incidencias que en otras, según el objetivo seguido por esta investigación, y estas son:

- Proceso: determinarán el proceso físico o instalación que se utiliza para producir el producto, incluyendo decisiones del tipo de equipo y tecnología, flujo de proceso, la

**Commented [Y2]:** Recordar A FUTURO, proponer el uso de métodos estadísticos para corroborar la proyección de producción de la empresa

distribución de la planta, así como, todos los demás aspectos de las instalaciones físicas.

- Capacidad: determinará el tamaño de la instalación física a construir y entre otras, la cantidad de personas en la función de operaciones.
- Inventarios: los sistemas de control de inventarios se utilizarán para administrar los materiales (tipos de residuos a utilizar, entre otros) desde su compra o adquisición.
- Fuerza de trabajo: estas decisiones incluyen la selección, contratación, despido, capacitación, supervisión y compensación del personal a trabajar.
- Calidad: se deberá asegurar que la calidad se mantenga en el producto en todas las etapas de las operaciones: como establecer estándares, capacitar gente e inspeccionar los productos para obtener un resultado de calidad.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente se tendrán en cuenta los tres primeros para el desarrollo de esta investigación.

#### **Selección de la tecnología**

En este caso la selección de la tecnología a utilizar, se realizará a partir de los equipos que utiliza la industria pesquera actual en el mundo de acuerdo a las posibilidades adquisitiva que tiene la empresa, esta dependerá de la proyección futura que tiene la entidad objeto de estudio según la agenda 2030 señala anteriormente en la investigación.

#### **Balance de carga y capacidad del proceso**

El balance de carga y capacidad o balance de línea se basa en la sincronización de un grupo de puestos y estaciones de trabajo a fin de equilibrar sus cargas. Este método consiste en reducir tiempos de esperas e inventarios en procesos, minimizar las esperas por recibir trabajo de un puesto precedente, disminuir los inventarios en el proceso (acumulación entre puestos) y eliminar cuellos de botella (Ramirez Asis, 2017).

Analizar las capacidades de producción implica determinar el nivel de utilización, así como identificar los factores que determinan las magnitudes de estas y definir las reservas existentes para aumentar la magnitud y el nivel de utilización de las capacidades de producción. Una de las formas más tradicionales de identificar cuello de botella es el Balance de Carga y Capacidad consiste en la determinación y comparación de las cargas y capacidad de la empresa y constituye un elemento fundamental para la correcta dirección de la producción (Chase Richard, 2000).

Dada las características del tipo de producción objeto de estudio, se utilizará el diagrama de Gantt. Este diagrama es muy útil para mostrar la secuencia de ejecución de operaciones de todo un paquete de trabajo y tiene la virtud de que puede utilizarse tanto como una herramienta de planificación, así como una herramienta de seguimiento y control (Terrazas Pastor, 2011) .

### **Diseño de la distribución de la instalación**

La distribución de la instalación se desarrolla a través de la Planificación Sistemática de la Distribución (ver figura 2.2), escogida como herramienta para el diseño a partir de la literatura científica especializada. Dicha herramienta ya ha sido utilizada exitosamente en la entidad objeto de estudio (Rodríguez Fernández et al., 2018).

Esta consiste en una estructura que comienza con el estudio de los datos de entrada para determinar el flujo de materiales; para el actual objeto de estudio se escoge el **diagrama OTIDA** descrito en el primer paso de este procedimiento. Una vez que se conocen las consideraciones con respecto al flujo de materiales, la relación de actividades, y se ha generado el diagrama de relaciones correspondiente, es el momento de evaluar los requerimientos de espacio para la distribución. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, frecuentemente se encuentra que la solución está restringida por la cantidad y configuración del espacio disponible. Dichas restricciones pueden representarse en la forma de una instalación existente o la disponibilidad de capital para una nueva instalación (siendo este el caso, una instalación existente). Por lo cual, se considera no solo los requerimientos de espacio, sino también la disponibilidad de espacio. Todos estos pasos se realizarán con las herramientas que soporta la Planificación Sistemática de la Distribución, las cuales son: flujo de materiales, matriz de relaciones entre actividades, diagrama de relaciones, necesidades de espacio (cálculo de cada área según la tecnología), diagrama de relaciones de espacio y la representación de la distribución en planta través de un modelo tridimensional con apoyo del software Sketchup, versión 2019.

Además, la evaluación de distribuciones alternativas: con el objetivo de establecer un compromiso de los diversos factores, consideraciones y tipos de distribución, se establece realizar una lista de ventajas e inconvenientes, para lograr la distribución final de la instalación.

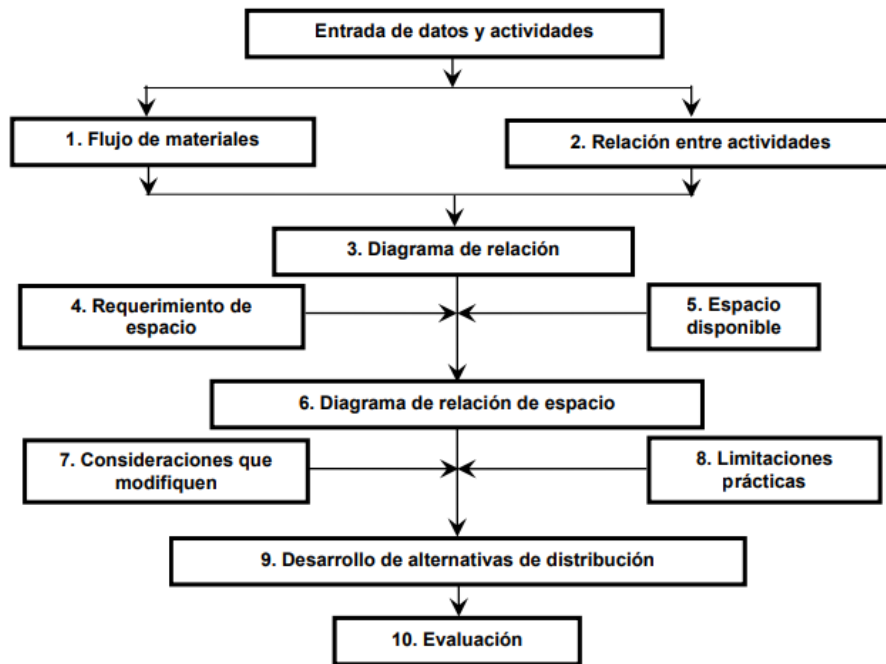


Figura 2.2 Planificación Sistemática de la Distribución. Fuente: Muther (1961).

En el caso de la **matriz de relación entre actividades** (2), en esta se especifican todas las actividades del proceso incluyendo los servicios anexos. En ella se especifican las relaciones de proximidad entre una actividad o área y el resto, utilizando las siguientes valoraciones de proximidad: **A**: Absolutamente necesario, **E**: Especialmente importante, **I**: Importante, **O**: ordinario, **U**: Sin importancia, **X**: indeseable, **XX**: muy indeseable.

En la mayoría de los casos la valoración más utilizada es **U**: sin importancia, a su vez, cada valoración de proximidad excepto la **U**, se justifica con un determinado motivo, que pueden ser muy variados: generación de ruidos, olores proximidad en diagrama de proceso, uso de los mismos equipos, higiene, accesibilidad, etc....

En el **diagrama de relación de áreas funcionales** se visualizan las posiciones relativas de unas áreas frente a otras utilizando los datos de la matriz de relaciones y trazando las valoraciones de proximidad de la siguiente manera:

<b>A</b>	=====	4 líneas
<b>E</b>	=====	3 líneas
<b>I</b>	=====	2 líneas
<b>O</b>	=====	1 línea
<b>U</b>		ninguna línea
<b>X</b>	vvvvvvvvvvvvvv	línea zig-zag
<b>XX</b>	XXXXXXXXXXXXXX	doble zig-zag

Finalmente se obtiene una representación gráfica que se aproxima a la distribución en planta. Lo más aconsejable es representar el diagrama al menos con los valores A, E, I.

Para abordar el **cálculo de los requerimientos de espacio** se consideran las necesidades de superficie para los equipos, maquinaria e instalaciones que van a implementar el proceso, así como todos los servicios anexos, departamentos y oficinas.

De entre todos los métodos para calcular el espacio podemos mencionar los siguientes:

- **Determinación de los espacios por extrapolación:** se basa en el estudio y análisis de espacios dedicados a la misma actividad en otras fábricas ya existentes y extrapolarlos al diseño que estamos ejecutando. Es adecuado para elaborar un proyecto con rapidez, o cuando no se dispone de la suficiente información para abordar un método de cálculo preciso.
- **Utilización de las normas de espacio:** se basa en normas estándar de espacio preestablecidas que se van a determinar las necesidades de espacio. Por ejemplo, la Norma de Espacio aplicable para determinar la superficie mínima por máquina sería:
  - longitud x anchura.
  - más 45 cm. por tres de sus lados para limpieza y reglajes.
  - más 60 cm. en el lado donde se sitúe el operario.



- Coeficiente que multiplica a la superficie obtenida para considerar pasillos, vías de acceso y servicios:
  - $1.3 \leq C \leq 1.8$
  - $C = 1.3$  movimiento sólo de personas.
  - $C = 1.8$  movimiento de carretillas, mayor necesidad de mantenimiento.

#### **2.3.4 Evaluación de prefactibilidad económica, social y ambiental de la planta**

El estudio de factibilidad se lleva a cabo a partir de un nivel de conocimiento sobre la inversión y de la proyección de sus beneficios tal que, constituye la última oportunidad de disminuir la incertidumbre de la inversión en cuestión a un estado mínimo, y como resultado de su evaluación se toma la decisión de invertir.

Para realizar el balance económico, social y ambiental de la puesta en marcha de la planta para la elaboración de harina de pescado, hay que considerar por un lado todos los beneficios asociados a dicha actividad y por el otro, todos los gastos que se generan, además de la determinación del costo total invertido.

Dentro de los beneficios se encuentran:

- Harina de pescado con alto por ciento de proteína.

Como gastos se destacan:

- Capital Fijo invertido (CFI).
- Imprevistos: se estima para el fondo de reserva para cubrir posibles omisiones e incrementos de precios, el costo de imprevistos sea hasta un 10 % de la partida antes señalada.
- Vida útil de la planta: 20 años.
- Mano de Obra: dependerá del trabajo a realizar, el valor de cada unidad de tiempo invertida dependerá de la calificación, del nivel salarial del personal que desempeñe estas labores, para poder regular adecuadamente los parámetros de funcionamiento de la planta.
- Mantenimiento: 10% Capital Fijo Invertido (CFI).
- Servicios: en este caso los servicios están dados por los consumos de Energía Eléctrica y Agua durante el proceso de producción y Diesel para la transportación de los productos terminados.

- Depreciación: según el método de línea recta.
- Tasa impositiva: 35 % (sobre la utilidad antes de impuestos).

Desde el primer año se considerará la construcción de la instalación y el montaje del equipamiento, trabajando a un 100% de su capacidad productiva, pues la industria (PESCASPIR) tiene experiencia reconocida en el país y un volumen de desperdicios considerable para el inicio del proceso propuesto.

Además, se calcularán como indicadores de factibilidad los indicadores dinámicos de inversión VAN, TIR y Período de Recuperación se calculan con ayuda de la hoja de cálculo Excel.

### CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESPERDICIOS DE PESCADO EN LA EMPRESA PESQUERA PESCASPIR DE SANCTI SPÍRITUS

En el presente capítulo se orienta a la comprobación práctica del diseño de una planta para el aprovechamiento de los desperdicios de pescado, con la aplicación de las etapas del procedimiento descrito en el capítulo II, donde el objeto de estudio resultó la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus PESCASPIR.

#### 3.1. Análisis de la situación actual del área objeto de estudio

##### 3.1.1. Formación del equipo de trabajo

Para formar el equipo de trabajo utilizando el Método de Expertos propuesto por (Hurtado de Mendoza, 2003) se confeccionó una lista de personas que cumplen con los requisitos para ser expertos y además que estén dispuestos a aprender sobre lo relacionado con el tema, los datos de los candidatos se relacionan en el [Anexo 1](#). A continuación, se realizaron encuestas para conocer el grado de conocimiento y argumentación que conocen los expertos sobre el tema objeto de estudio y teniendo en cuenta los valores de la tabla patrón, se mostrarán los resultados obtenidos de los coeficientes (**Kc y Ka**) en el Anexo 1 y calcular así el coeficiente de competencia (**K**) según se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Determinación del coeficiente K

Cálculo del coeficiente de competencia (K)	Valoración de K
$K1=0.5*(0,3+0,92)= 0,61$	Coeficiente de Competencia Medio
$K2=0.5*(0,9+0,82)= 0,86$	Coeficiente de Competencia Alto
$K3=0.5*(0,4+0,92)= 0,66$	Coeficiente de Competencia Medio
$K4=0.5*(0,7+0,68)= 0,69$	Coeficiente de Competencia Medio
$K5=0.5*(0,6+0,78)= 0,69$	Coeficiente de Competencia Medio
$K6=0.5*(0,8+0,88)= 0,84$	Coeficiente de Competencia Alto
$K7=0.5*(0,4+0,84)= 0,62$	Coeficiente de Competencia Medio
$K8=0.5*(0,7+0,98)= 0,84$	Coeficiente de Competencia Alto
$K9=0.5*(0,4+0,74)= 0,57$	Coeficiente de Competencia Medio
$K10=0.5*(0,3+0,68)= 0,49$	Coeficiente de Competencia Bajo
$K11=0.5*(0,8+0,98)= 0,89$	Coeficiente de Competencia Alto
$K12=0.5*(0,9+0,94)= 0,92$	Coeficiente de Competencia Alto
$K13=0.5*(0,4+0,78)= 0,59$	Coeficiente de Competencia Medio

Para la selección del número de expertos necesarios, se fijan los valores siguientes:

- Nivel de precisión deseado ( $i=0,1$ )
- Nivel de confianza (99%)
- Proporción estimada de errores de los expertos ( $p= 0.01$ )
- Constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido (6,6564).

Finalmente se calcula el número de expertos necesarios:

$$n = \frac{k * p(1 - p)}{d^2} = \frac{6,6564 * 0,01(1 - 0,01)}{0,1^2} = 6,5898$$

Obteniéndose en el último paso el número de expertos necesarios con un valor de 6,5898 expertos, decidiéndose entonces trabajar con un total de siete expertos. Teniendo en consideración este análisis se seleccionan aquellos con un mayor coeficiente de competencia, quedando conformado el equipo de trabajo para la investigación según se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Datos de los expertos seleccionados.

No.	Ocupación
2.	Director Producción
4.	Director UEB INDUPIR
5.	Jefe Planta Escama
6.	Especialista B en Gestión de la Calidad
8.	Técnico de Calidad fondo exportable
11.	Director Técnico
12.	Especialista en Inversiones

Los expertos en su mayoría, solo poseen conocimientos generales sobre el aprovechamiento de los desperdicios para la producción de harina de pescado, por lo que es necesaria una preparación inicial, con herramientas y técnicas relacionadas con el tema, mostrando la importancia que tiene para facilitar su trabajo y los beneficios de un adecuado aprovechamiento. Además, se les ofrece una explicación de las etapas del procedimiento y se pide su opinión sobre la aplicación del mismo, obteniendo su consentimiento para la aplicación. Con esta preparación del equipo de trabajo, se procede entonces a una descripción del flujo de producción.

### 3.1.2. Análisis de los documentos legales y ambientales de la inversión a ejecutar

En este paso, se analizaron primeramente un conjunto de normas cubanas que regulan las buenas prácticas para la manipulación de alimento animal y los requisitos sanitarios generales ([anexo 2](#)). Además, se analizaron un conjunto de normas y regulaciones que reglamentan la construcción de instalaciones productivas (anexo 2).

## 3.2. Caracterización de la cadena de suministro en la industria pesquera

### 3.2.1. Caracterización de los procesos

Para el correcto funcionamiento de PESCASPIR se cuenta con un conjunto de procesos estratégicos, claves y de apoyo, los cuales se han relacionado en la tabla 3.3. Su interrelación se muestra en el mapa de procesos que se encuentra en el [anexo 3](#). Dada la relevancia del proceso de elaboración de harina de pescado, se propone agregar un nuevo proceso clave a la gestión de PESCASPIR, siendo este el Tratamiento de desperdicios. Su interrelación con el resto de los procesos se observa en el nuevo mapa de procesos propuesto a continuación (figura 3.1).

Tabla 3.3: Clasificación de los procesos de PESCASPIR. Fuente: (Pérez Mendoza, 2014).

Clasificación	Proceso
Estratégicos	Gestión de la calidad Dirección estratégica
Clave	Alevinaje Cultivo Industrialización Comercialización
Apoyo	Gestión contable financiera Aseguramiento logístico Gestión de recursos humanos Gestión de Asesoría jurídica Acuicultura

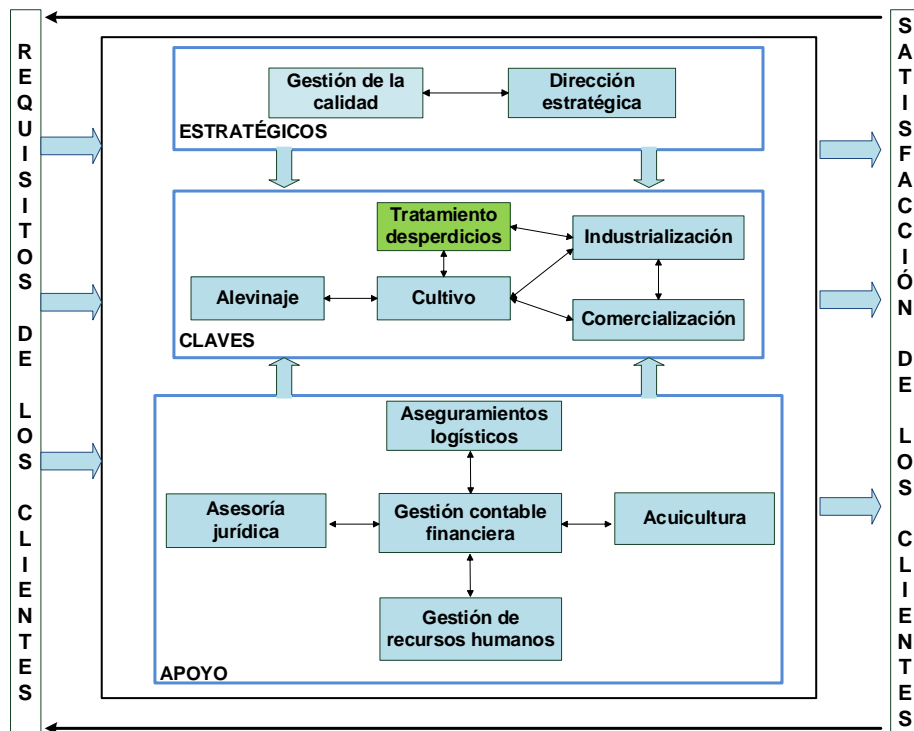


Figura 3.1: Mapa de procesos futuros de PESCASPIR. Fuente: adaptado de: (Pérez Mendoza, 2014).

### 3.2.2. Descripción de los flujos de producción en la industria pesquera

Dada la importancia de la industrialización de pescado como gran generador de desperdicios y fuente de materia prima para la elaboración de harina de pescado, se describe su flujo productivo a continuación.

- **Flujo productivo de la industrialización del pescado**

En la tabla 3.4 se muestra un resumen del proceso productivo de industrialización del pescado en PESCASPIR, el cual se representa en el diagrama OTIDA ([anexo 4](#)) y se describe a continuación.

Tabla 3.4: Resumen del flujo productivo de la industrialización del pescado.

O	T	I	D	A
10	5	4	0	2

El proceso productivo comienza con la recepción y pesaje del pescado y auto seguido se realiza una prueba de calidad al mismo tiempo con el objetivo de comprobar si no ha perdido sus características ya que el pescado es un producto altamente perecedero, para ello debe estar fresco lo que está estrechamente relacionado con la cadena de frío a seguir desde su captura que puede ser mediante pesca extensiva o intensiva hasta la entrega en la industria.

Luego pasa al área de producción para allí ser procesado en dependencia del producto final que se quiera obtener, esto depende de los volúmenes de producción realizados anteriormente y también de la cantidad de ordenes de pedidos que existan en la empresa lo que nos lleva a dividir este proceso en tres áreas de producción fundamentales. La primera de estas áreas de producción es donde se extraen los filetes y las minutas, la segunda es donde se obtiene el picadillo y en la tercera existen dos productos finales que son la tilapia entera eviscerada y la tilapia entera eviscerada escamada. Estas tres áreas de producción generan grandes salidas del proceso y además en cada una de ellas se procesan diferentes especies acuícolas lo que influye directamente en el rendimiento industrial que van tener cada una de estas actividades.

En la obtención de filetes y minutas se realiza la actividad y luego el producto obtenido pasa a ser desinfectado, después se envasa, se congela y por último se almacena. Para la obtención de picadillo primero se descabeza y se eviscera el pescado para después ser molido, luego se envasa, se congela y se almacena. El tercer proceso de producción que se realiza empieza en dependencia del producto que se desea obtener y en esto influye los pedidos que se hagan a la empresa lo que trae consigo el tipo de actividad a realizar ya sea pescado entero eviscerado o pescado entero eviscerado escamado, luego se desinfecta el producto, se envasa, se congela y se almacena.

Actualmente, el desperdicio en la industria se almacena al final de la línea productiva con objetivo de ser transportado al final del día hacia los estanques de Claria ubicados en La Sierpe. En la presente investigación, se propone el tratamiento de estos para su mejor aprovechamiento.

- **Flujo productivo de la elaboración de harina de pescado**

En la tabla 3.5 se muestra un resumen del proceso productivo de harina de pescado a partir de los desperdicios generados por la industrialización del pescado, el cual se representa en el diagrama OTIDA ([anexo 5](#)) y se describe a continuación.

Tabla 3.5: Resumen del flujo productivo de la industrialización del pescado.

<b>O</b>	<b>T</b>	<b>I</b>	<b>D</b>	<b>A</b>
11	17	2	1	5

El flujo productivo de la elaboración de la harina de pescado comenzaría en el área de almacenamiento de la industria pesquera, desde donde se transportarían a la planta de harina de pescado mediante una estera transportadora. Una vez llegados a la planta se inspeccionan, se pesan y se almacenan para luego ser transportados al cocedor donde son sometidos a un proceso térmico con el objetivo de detener la actividad microbiológica y enzimática que permite que se degrade el pescado.

La próxima actividad es el prensado y separa el proceso en dos caminos, esta es la encargada de separar la torta de pescado y el licor de prensa, la torta de pescado es una masa sólida, aunque aún tiene alto por ciento de humedad y el licor de prensa sigue un camino más largo. El licor de prensa primero pasa a un decantador para extraerle partes sólidas que quedaron del prensado (torta del decantador) y también del decantador sale licor del decantador con un alto contenido de agua y en menor proporción de aceite. Luego de esto el licor de prensa pasa al centrifugador donde se obtiene el aceite de pescado y el agua de cola, el aceite luego pasa a un tanque para pasar al purificador y obtener aceite puro mientras que el agua de cola siendo un líquido viscoso pasa al evaporador donde se obtiene un porcentaje de concentrados que luego junto con la torta del decantador y la torta de la prensa pasa al área de secado. En el secado se le reduce considerablemente la humedad a la torta de pescado hasta llevarla de un cinco a un diez por ciento donde quedará como torta seca lista para ser molida y convertida en harina. En el molino se convierte la torta seca en harina de pescado al ser triturada en pequeñas partículas y luego pasa al área de extrusado donde se le inyectará aceite a la harina para lograr pellets desde 2 a 12 milímetros con el objetivo de que flote en el agua y que sirva de alimentación principalmente al pescado. Las últimas actividades son el



pesaje y envasado de la harina en sacos de 50 kg que queda como producto final para su posterior almacenamiento.

### **3.2.3. Determinación del potencial de materia prima a utilizar**

La empresa objeto de estudio está inmersa en la Planificación de Desarrollo Acuícola 2030 como respuesta a la agenda 2030 de la Organización de Naciones Unidas (ONU) para el desarrollo sostenible. Mediante los objetivos de esta agenda la empresa se ha trazado un plan de desarrollo con el objetivo de crecer en torno a sus producciones el cuál responde directamente a la captura total prevista por la empresa hasta el año 2030. Como se observa en el [anexo 6](#), existirá un crecimiento en las capturas de la empresa, por lo que la presente investigación trabajará con los datos que responden a la Planificación de Desarrollo Acuícola. El crecimiento en las capturas será logrado con el cumplimiento de una serie de tareas que se deben realizar ya sea en la captura intensiva o en la captura extensiva.

Para la captura extensiva se calcula el potencial de producciones a obtener para poder determinar la siembra de alevines en dependencia de la cantidad de hectáreas disponibles para ser sembradas para luego decidir donde se hará la siembra mientras que en la captura intensiva se prevé un incremento que estará dado por el aumento de jaulas en estanques para la captura de tilapia y también por el incremento de hectáreas de estanques para el cultivo de Claria.

Está planificado que la materia prima a utilizar para la producción de harina de pescado no se le realice ninguna operación extra por lo que a medida que vaya saliendo en el proceso productivo se debe ir trabajando con ella en la planta que se propone en esta investigación. La transportación se realizará mediante el uso de esteras transportadoras.

Dada el volumen de industrialización promedio de la industria pesquera (7351.5 toneladas/día) y su rendimiento industrial (38%), se calcula el volumen de materia prima para la producción de la harina de pescado de 12 toneladas diarias. Mientras que, según el rendimiento de este tipo de desperdicio en la producción de harina de pescado, se obtendrán en principio 2,64 toneladas diarias de harina de pescado, como se muestra en el balance de masa presentado en el [anexo 7](#). Mientras que dada la proyección de crecimiento de PESCASPIR, el volumen de materia prima

aumentará en los años siguientes como se muestra en la figura 3.2, por lo cual el volumen diario de materia prima será de 15.5 toneladas diarias.

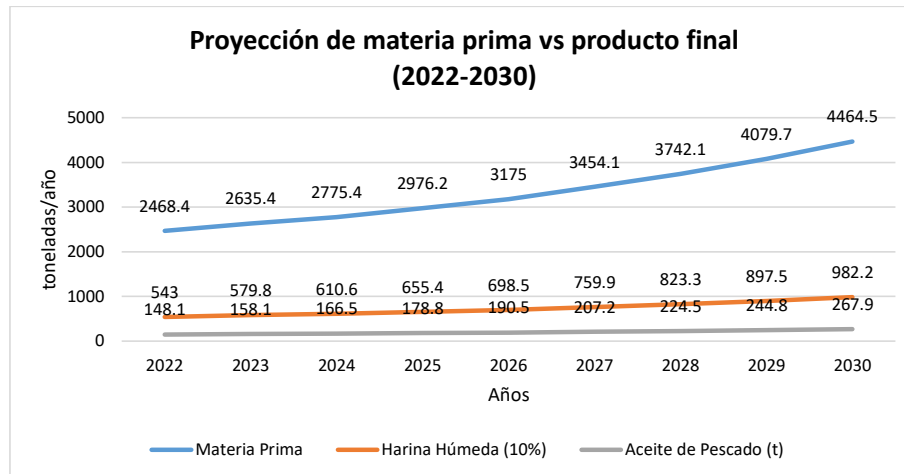


Figura 3.2: Estimación del potencial de materia prima a utilizar.

### 3.3. Planeación de la instalación

#### 3.3.1. Localización de la instalación

En este caso se realizará la planta en la propia entidad debido a que dispone de espacio suficiente con el objetivo de disminuir costos de transportación, almacenamiento y de disminuir el impacto ambiental de la actividad a realizar.

La instalación será ubicada en un área de la empresa de forma que no genere gastos de transporte como respuesta (Lean Manufacturing 8 desperdicios). El lugar seleccionado se muestra en la foto satelital presentada en el [anexo 8](#), este se manifiesta en sentido al flujo de procesos que sigue la industria actualmente.

#### 3.3.2. Selección de la tecnología

Este paso se ha desarrollado teniendo en cuenta los datos de la agenda en la cual se hizo referencia en el [anexo 6](#), para determinar la posible cantidad de desperdicio a generar en los próximos. Esto nos beneficia porque la inversión en las maquinas tendría en cuenta el próximo aumento de las capturas y a su vez la creciente generación de desperdicios a procesar donde la selección de la tecnología correcta no implicaría una inversión en nuevas máquinas en un futuro cercano. La planta de harina de pescado depende de ocho equipos como se muestra en la tabla 3.6.

Tabla 3.6: Resumen de equipos por procesos y sus capacidades (tecnología referencial).

Proceso	Equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Capacidad	Precio (USD)
Cocinado	Cocedor de pescado	1	Fish Batch cooker		1-2 t/h	80 000,00
Prensado	Prensadora de doble husillo	1	Beihai	P-XH-50	2-3 t/h	18 000,00
Centrifugado	Centrifuga	1	Fivemen	ZYDH430	3000 l/h	15 000,00
Evaporado	Caldera de vapor	1	Bidragon	¡WNS1.5-1!0-Y/Q/	1,5 T/H	12 860,00
Secado	Horno de secado	1	KINKAY	Double JK12RD	3500 kg por batch	25 000,00
Molienda	Molino de martillo	1	YUDA	SFSP50-1	1 - 2 t/h	2 500,00
Purificado	Purificador	1	Zonelink	PS-1200	530 kg7h	12 000,00
Extrusado	Extrusora	1	SL	SLK120	450-550 kg/h Granulación (1.2 – 20 mm)	5 000,00
<b>Importe total</b>						<b>157 500,00</b>

Para la obtención de harina y aceite de pescado, se necesitan los siguientes equipos en los cuales se realizan las operaciones siguientes:

**Operación de cocción:** tiene como objetivo coagular las proteínas, esterilizar los pescados con el fin de detener la actividad enzimática y microbiana, liberar la grasa de las adiposas y el agua.



Figura 3.3: Cocedor de pescado.

**Operación de prensado:** tiene como objetivo separar agua y grasa de tal manera que la torta de prensa tenga la menor cantidad posible de estos dos componentes.



Figura 3.4: Prensadora de doble husillo.

**Operación de centrifugación:** tiene como objetivo separar los diversos componentes que tiene el licor de prensa como son la grasa, sólidos solubles e

insolubles y agua, en razón de su diferencia de densidades. Principalmente se separa el aceite de pescado y el agua.



Figura 3.5: Centrífuga.

**Operación de evaporado:** tiene el objetivo de reducir el volumen del agua de cola para concentrarlo mejor y obtener sólidos.



Figura 3.6: Caldera de evaporación.

**Operación de secado:** tiene el objetivo de deshidratar la torta de prensada a niveles de humedad donde no sea posible el crecimiento microbiano ni se produzcan cambios que puedan deteriorar el producto.



Figura 3.7: Horno de secado.

**Operación de purificado:** el objetivo es la purificación del aceite de pescado extraído en la operación anterior, para su uso como aditivo en el extrusado de la harina para la producción de pellets.



Figura 3.8: Purificador de aceite de pescado.

**Operación de molienda:** El objetivo es la reducción del tamaño de los sólidos, de manera que satisfagan las condiciones y especificaciones para la producción de piensos para peces.



Figura 3.9: Molino de martillo

**Extrusora para pienso de peces:** el objetivo es conformar piensos que flotan en el agua con diámetros entre 2 y 12 milímetros.



Figura 3.10: Extrusadora.

### 3.3.3. Balance de carga y capacidad del proceso

El proceso productivo se ha planificado para doce toneladas diarias de subproducto (como se muestra el [Anexo 9](#)) en dependencia del promedio calculado para el

período comprendido hasta 2030, promedio además con un comportamiento muy parecido al de los picos productivos en los períodos de mayor captura. El inicio de la producción comienza con una transportación desde el área de desperdicios de la planta de procesamiento industrial hasta el área de recepción y pesaje en la planta procesadora de harina donde es pesado y envasado el subproducto de pescado en cajas plásticas para luego ser transportadas en carretillas de cuatro ruedas al área de cocido. Desde que comienza el procesamiento en cuestión los trabajadores deben estar equipados de trajes, botas, delantales, guantes, naso bucos y gorros al tratarse de manipulación de alimentos. El área de cocido se define como punto fundamental y limitante de todo el proceso debido a su vital importancia en el proceso y al costo de la máquina. En esta área se definen los lotes de dos toneladas por hora ya que es la capacidad real de la máquina. Luego dos estibadores mediante un transporte en carretillas de cuatro ruedas de las cajas plásticas se desplaza el subproducto cocido a la prensa. En la prensa entran dos toneladas por lote y además se separa la torta de prensa del licor de prensa dividiendo el proceso en dos caminos que se desarrollaran en paralelo. La torta de prensa es almacenada en cajas plásticas para ser trasladada por estibadores al área secado mientras que el licor de presa pasa por tuberías al decantador. En el decantador sale también torta del decantador que se agrega a la torta de prensa para luego pasar al secado mientras que por otra parte sale licor del decantador el cual es transportado mediante tuberías al proceso de decantación. En la decantación sale como resultado aceite de pescado el cuál luego es purificado y además sale agua de cola, liquido viscoso que se la aplica un proceso de evaporación para obtener concentrado que también pasa al secado. Toda la operación de transporte en esta operación se realiza mediante bombeo de líquidos por tuberías. Una vez en el área de secado la torta resultante se le aplica calor hasta obtener una humedad entre el cinco y el diez por ciento. Luego de terminado el proceso la torta seca es transportada hasta el molino y al realizarle la operación el producto resultante es la harina de pescado. La harina pasa mediante un transporte en las carretillas de cuatro ruedas al área de extrusado donde se obtienen pellets de dos a doce milímetros para que después de otro transporte pase al área de envasado en sacos



y pesado. El aceite resultante en el purificador es envasado en tanques y transportado sobre pallets con un transpaleta al almacén de productos terminados. Los sacos de harina en forma de pellets son transportados sobre pallets mediante un transpaleta al almacén de productos terminados.

Según las necesidades del proceso se calculó la cantidad de fuerza de trabajo necesaria, la cual se muestra en la tabla 3.7. La planta contará con un jefe de brigada encargado de controlar todo el proceso de principio a fin, un técnico de calidad que evaluará la materia prima cuando se realiza su recepción, también evaluará la torta de pescado antes de pasar al molido donde controlará la humedad necesaria para pasar al molido y un almacenero que será el encargado del almacén de productos terminados. Directamente en el proceso estarán involucrados seis procesadores de productos pesqueros encargados principalmente en operar las máquinas involucradas en el proceso y cuatro auxiliares de proceso encargados de abastecer de materia prima las diferentes maquinas que lo necesiten.

Tabla 3.7: Fuerza de trabajo para el funcionamiento de la planta de harina de pescado.

<b>Plantilla</b>	<b>Cantidad</b>
Jefe de brigada	1
Procesador de productos de la pesca	4
Auxiliares del proceso	6
Técnico de calidad	1
Almacenero	1
<b>Total</b>	<b>13</b>

Se calcularon además las necesidades de equipamiento operativo, como se muestra en la tabla 3.8.

Tabla 3.8: Equipamiento operativo del proceso de elaboración de harina de pescado.

<b>Equipamiento operativo</b>	<b>U. Medida</b>	<b>CANT</b>
Cajas Plásticas	Udad	350
Carretillas de 4 ruedas	Udad	6
Palas de aluminio	Udad	3
Palas Cuadradas	Udad	6
Mangueras para agua	metros	120
Guantes de amianto	Udad	25

Cubos Plásticos	Udad	5
Transpaleta	Udad	2
Paletas	Udad	20
Delantales color amarillo industriales	Udad	20
Botas de Gomas marca Hunter corte Alto	Udad	23
Guantes Látex de Corte Largo (Altura del Codo)	Udad	25
Naso Bucos	Udad	25
Tuberías acero inoxidable	Toneladas	1,5
Tanque	Udad	2

#### 3.3.4. Diseño de la distribución de la Instalación

Para el diseño de la distribución de la instalación se sigue el método de Planificación Sistemática de la Distribución (*SLP*), donde el flujo de materiales ya fue previamente analizado en el [epígrafe 3.2.2](#) de esta investigación, el cual está representado en el [anexo 5](#). A continuación, se definen las relaciones entre actividades a través de la matriz que se observa en la figura 3.11, donde se obtiene que no existen relaciones absolutamente necesarias (A), existen 14 relaciones especialmente importantes (E), existen 3 relaciones importantes (I), 15 relaciones ordinarias (O) y el resto no tienen importancia (U). No existen relaciones indeseables entre las áreas.

Seguidamente se representan mediante el Diagrama de relaciones (figura 3.12) las relaciones entre las diferentes áreas, definidas anteriormente. Mediante este diagrama es posible visualizar las posiciones relativas de unas áreas frente a otras utilizando los datos de la matriz de relaciones y trazando solo las valoraciones de proximidad que obtuvieron valores de A, E, I. Finalmente se obtiene una representación gráfica que se aproxima a la distribución en planta.

A partir de este punto se comienzan a definir las necesidades de espacio, en el caso de los requerimientos de espacio de los equipos, estos fueron definidos a partir de la selección de la tecnología realizada anteriormente, en el caso de otras áreas necesarias para el correcto funcionamiento del proceso, estos fueron calculados a partir del volumen diario de producción que se planificó para la planta. En la tabla 3.7 se muestra un resumen de las dimensiones de los equipos y las necesidades de espacio de operación y pasillo para el proceso a considerar en el diseño.



Tabla 3.9: Requerimientos de espacio de cada una de las áreas/equipos para la producción de harina de pescado.

Áreas	Dimensiones (m)			Espacio equipos (m <sup>2</sup> )	Área adicional de operación y pasillo para equipos (m)				Dimensiones finales (m)			Espacio necesario (m <sup>2</sup> )
	L	A	A		L1	A1	L2	A2	L	A	A	
Recepción y almacenamiento	6,50	7,70	4,00	50,05								50,05
Cocción	3,35	1,05	1,20	3,52	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	0,45	0,45	4,40	2,10	1,20	9,24
Prensado	4,80	1,30	1,70	6,24	<b>0,45</b>	0,60	<b>0,45</b>	0,60	5,70	2,50	1,70	14,25
Decantación	1,06	1,22	3,15	1,29	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	2,26	2,42	3,15	5,47
Centrifugación	0,90	0,60	1,15	0,54	0,60	0,45	0,45	0,45	1,95	1,50	1,15	2,93
Tanque aceite	1,13	1,13	1,50	1,28	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	2,33	2,33	1,50	5,43
Purificador	2,60	1,90	2,30	4,94	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	0,45	0,45	3,65	2,95	2,30	10,77
Tanque aceite puro	1,13	1,13	1,50	1,28	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	2,33	2,33	1,50	5,43
Evaporación	3,92	2,26	2,30	8,86	0,60	0,45	0,45	0,45	4,97	3,16	2,30	15,71
Secado	6,00	3,00	2,20	18,00	0,45	0,60	0,45	0,45	6,90	4,05	2,20	27,95
Molido	1,20	0,65	1,50	0,78	<b>0,60</b>	0,45	<b>0,60</b>	0,45	2,40	1,55	1,50	3,72
Extrusado	1,50	1,10	1,20	1,65	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	0,45	0,45	2,55	2,15	1,20	5,48
Pesaje y empaclado	3,00	3,00	4,00	9,00								9,00
Almacenamiento	6,50	7,00	4,00	45,50								45,50
<b>TOTAL</b>				152,92								210,91

Una vez confeccionado el diagrama de relaciones y definida el área disponible a utilizar en el desarrollo de los procesos, se realizó el diagrama de relaciones de espacio a escala, como primer esbozo de la determinación de la distribución en planta definitiva (figura 3.13). Finalmente se estableció el área disponible para instalación de un total de 416 m<sup>2</sup> a partir del modelo 3D ([Anexo 10](#)).

1	Recepción y almacenamiento
2	Cocción
3	Prensado
4	Decantación
5	Centrifugación
6	Tanque aceite
7	Purificador
8	Tanque aceite puro
9	Evaporación
10	Secado
11	Molido
12	Extrusado
13	Pesaje y empackado
14	Almacenamiento

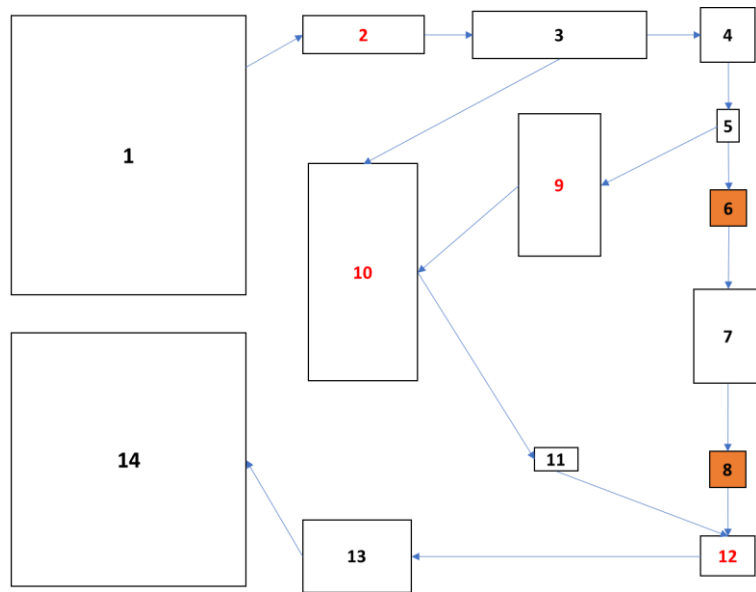


Figura 3.13: Diagrama de relaciones de espacio con recorrido.

### 3.4. Evaluación de prefactibilidad económica, social y ambiental de la planta

Una vez establecida la distribución de instalación, se procedió a realizar la evaluación económica, social y ambiental, a partir de los aspectos establecidos en el anterior capítulo. La evaluación financiera fue realizada en ambas monedas, planificándose gastos en USD y CUP para la determinación de la moneda total y valorar la eficiencia del proyecto.

El monto total de las importaciones es de 157 500,00 USD, lo que se convierte en 4 323 988,32 CUP y el costo total de producción del primer año es de 15 189 162,00 CUP. Los costos de inversión fueron estructurados según resolución 91/2006 del Ministerio de Economía y Planificación, siguiendo lo estipulado en el artículo 42 que plantea que, a los fines de la planificación y su control, las inversiones se agrupan en los siguientes componentes: Construcción y Montaje, Equipos y Otros (Anexo 11). Los imprevistos se estimaron en un 10% del valor total de la inversión. Los servicios y la mano de obra se desglosan en las tablas 3.10 y 3.11, respectivamente.

Tabla 3.10: Plantilla del personal propuesta para el funcionamiento de la planta.

Plantilla	Cantidad	Salario Mensual	Salario anual
Jefe de brigada	1	4010	48120,00
Procesador de productos de la pesca	4	2759,19	132441,12
Auxiliares del proceso	6	2519,19	181381,68
Técnico de calidad	1	3410,00	40920,00
Almacenero	1	2759,19	33110,28
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>15457,57</b>	<b>435973,08</b>

Tabla 3.11: Gastos por concepto de servicios anual.

Gastos por concepto de servicios				
Concepto	UM	Precio unitario	Cantidad	Total (CUP)
Energía Eléctrica	KW	2,62	871946,16	2284498,94
Diesel	L	12,54	28800	361152
Agua	m <sup>3</sup>	12,5	450,48	5631
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>27,66</b>	<b>901196,64</b>	<b>2651281,94</b>

En la tabla 3.12 se muestra el costo total de la inversión y su dinámica durante los primeros 6 años en explotación:

Tabla 3.12: Comportamiento de los indicadores dinámicos para la evaluación de prefactibilidad económica.

<b>Cálculo de los indicadores dinámicos</b>						
<b>Conceptos</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>
Ingresos	18875520	20116800	21885120	23711040	25848000	28287360
Servicios	2651282	2651282	2651282	2651282	2651282	2651282
Mano de obra	435973	435973	435973	435973	435973	435973
Mantenimiento (10% de los Costos Fijos)	457956	457956	530743	530743	530743	530743
Instalación	255574	0	0	0	0	0
Maquinarias y Equipos	4323988	0	0	0	0	0
Depreciación	0	720665	720665	720665	720665	720665
Seguros	0	7207	7207	7207	7207	7207
Impuestos	6606432	7040880	7659792	8298864	9046800	9900576
Imprevistos	457956	457956	457956	457956	457956	457956
Costo Total de Producción	15189162	11771919	12463618	13102690	13850626	14704402
Depreciación	0	720665	720665	720665	720665	720665
<b>Flujo de caja</b>	<b>3686358</b>	<b>9065546</b>	<b>10142167</b>	<b>11329015</b>	<b>12718039</b>	<b>14303623</b>

Finalmente, los indicadores dinámicos financieros arrojaron los siguientes resultados:

- El VAN con una tasa de descuento para evaluar el proyecto de 12% (obtenida por la empresa), obtuvo un número positivo de 8 703 585,16 CUP.
- El TIR proyectó un resultado de 35%.
- El periodo de recuperación de la inversión (PRI) es de 4,12 años.

➤ **Evaluación de impacto ambiental.**

Todo proyecto de ejecución de obras debe lograr un equilibrio entre la conservación ambiental y la satisfacción de las necesidades inmediatas de los protagonistas de este desarrollo. Hay que conceder prioridad a la tarea de sostener la capacidad productiva de la entidad en estudio, tomando en cuenta, con un alto nivel de responsabilidad, las Normas medio ambientales vigentes identificadas anteriormente ([Anexo 2](#)), reduciendo así la vulnerabilidad a los peligros ambientales. La tecnología utilizada constituye un sistema donde la mínima afectación al medio ambiente y la alta productividad que se alcanzará son factores determinantes para su aplicación y ejecución.

➤ **Evaluación de impacto social.**

La producción industrial de este proyecto dará una respuesta positiva a las necesidades de la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus, ya que el producto final de la planta sustituirá importaciones y aumentará la productividad de la ceba intensiva de peces, lo cual puede contribuir a la reducción de los precios de productos pesqueros en el mercado interno con destino a la población y organismos priorizados en la provincia de Sancti Spíritus.



## **CONCLUSIONES**

Como resultado de la presente investigación se arribó a las conclusiones generales siguientes:

1. Una vez realizada la revisión bibliográfica se comprobó que existen numerosos documentos referidos a la elaboración y procesamiento de harina de pescado en los que se pudo argumentar temas como tratamiento e impacto de los residuos en el medio ambiente, la deshidratación del pescado, su calidad y además aspectos generales de la acuicultura.
2. La investigación propone un procedimiento orientado a la identificación de una tecnología que permita el aprovechamiento de los residuos de la industria pesquera a través de la elaboración de harina de pescado. Las herramientas aplicadas dentro del procedimiento facilitaron una mejor comprensión del proceso analizado, permitiendo describirlo y detallar cada uno de los elementos que lo integran.
3. A partir de la aplicación del procedimiento propuesto, se identificó la tecnología para el tratamiento de residuos y elaboración de harina de pescado al caso de estudio de la industria pesquera de Sancti Spíritus, lo cual permitió definir una producción promedio de 12 toneladas diarias, que se necesitan ocho equipos en el proceso productivo y 13 trabajadores, mientras que el proceso estará ubicado en una planta de 416 metros cuadrados. El valor total de la inversión será de 15 189 162,00 CUP y el periodo de recuperación de la inversión será de 4,12 años.

**RECOMENDACIONES:**

1. Realizar una investigación minuciosa sobre la obtención de harina de pescado en Cuba en búsqueda de tecnologías o máquinas que pudieran ser elaboradas en el país.
2. Divulgar los resultados de esta investigación a través de eventos científicos, cursos de postgrado y mediante la presentación de artículos científicos, como una vía de contribuir a la generalización de los resultados obtenidos y a la vez convertirla en un material de consulta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Afana, M. (2014). Rediseño de procesos para la gestión de la cadena de suministro de una embotelladora de bebidas mediante la aplicación de los modelos BPM y mapas de flujo de valor. *Facultad deficiencias económicas y administrativas, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*.
2. Agrawal, S., Singh, R. K., y Murtaza, Q. (2015). A literature review and perspectives in reverse logistics. *Resources, Conservation and Recycling, 97*, pp. 76-92.
3. Alshamrani, A., Mathur, K., y Ballou, R. H. (2007). Reverse logistics: simultaneous design of delivery routes and returns strategies. *Computers & Operations Research, 34(2)*, 595-619.
4. Aquahoy. (2020). Aprovechamiento de los desechos del pescado en la alimentación animal Retrieved from [www.aquahoy.com/i-d-i/valor-nutricional/34390-aprovechamiento-desechos-pescado-alimentacion-animal](http://www.aquahoy.com/i-d-i/valor-nutricional/34390-aprovechamiento-desechos-pescado-alimentacion-animal)
5. Autry, C. W. (2005). Formalization of reverse logistics programs: a strategy for managing liberalized returns. *Industrial Marketing Management, 34(7)*, pp. 749-757.
6. Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*: Pearson educación.
7. Borrás-Sandoval, L. M., y Torres-Vidales, G. (2016). Producción de alimentos para animales a través de fermentación en estado sólido–FES. *Orinoquia, 20(2)*, 47-54.
8. Botella Rodríguez, R. (2018). Políticas agrarias, Seguridad Alimentaria y Nutricional y Soberanía Alimentaria: luces y sombras del caso cubano (1990-2015).
9. Botero Silva, D. A., López Ardila, D. E., y Hurtado Azuero, S. L. (2009). *Diseño e implementación de una planta procesadora de tilapia (propescol) en el departamento del Huila, Colombia*. (Programa De Medicina Veterinaria), Universidad De La Salle, Bogotá, Colombia.

10. Bustos, C. E. (2015). La logística inversa como fuente de producción sostenible. *Actualidad Contable Faces*, 18(30), 7-32.
11. Camacho, H., Gómez, K., y Monroy, C. A. (2012). *Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones*. Paper presented at the Tenth LACCEI Lat. Am. Caribb. Conf.(LACCEI'2012).
12. Chase Richard, A. N., Jacobs Robert (2000). *Administración de producción y operaciones: Manufactura y servicios*. Octava Edición. Colombia: McGraw Hill.
13. Chu Esquivel, J. E. (2017). *Pesca industrial: harina y aceite de pescado en el Perú*.
14. CITMA, y PROYECTO. (2016). *Estrategia Ambiental Provincial Sancti Spiritus*.
15. Codex Alimentarius. (1995). *Norma general para los aditivos alimentarios. Codex Stan, 192*.
16. Consultoría Económica CANEC. (2018). *Elaboración de estudio de pre factibilidad*.
17. Córdova Ponce, J. L. (2018). *Secador a vapor en el proceso de la harina de pescado*.
18. De Brito, M. P., y Dekker, R. (2004). *A framework for reverse logistics*. Springer, Berlin, Heidelberg.
19. Díaz Peralta, P. (2017). *Globalización, seguridad alimentaria y seguridad jurídica. A propósito del régimen jurídico global aplicable a los ilícitos alimentarios ya las plantas medicinales. Aspectos éticos, regulatorios y de protección de la propiedad industrial e intelectual*.
20. Dirección de Investigación, D., Innovación y Transferencia Tecnológica. (2018). *Residuos de la Pesca: aprovechamiento y valor agregado*. Retrieved from Perú:
21. Dirección de Investigación, D., Innovación y Transferencia Tecnológica. (2020). *Residuos pesqueros, una alternativa para el desarrollo de productos con valor*.
22. Dorado, N. M., y Ceballos, B. J. (2017). *Especies con potencial para el maricultivo en Cuba: pámpanos y palometas. Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 34(2), 0138-8452.
23. FAO. (2004). *Resumen informativo sobre la ordenación pesquera de la República de Cuba*.

24. FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. *Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. FAO, Roma.
25. García, A. C. (2016). ¿ Desechados por "feos"? Nueva plataforma europea contra las pérdidas y el desperdicio de alimentos. *Revista CESCO de Derecho de Consumo*(20), 110-133.
26. Gitman, L. J., y McDaniel, C. D. (2007). *El futuro de los negocios*. Cengage Learning Editores.
27. González, A. N. (2019). Situación de la alimentación en el mundo y en Cuba. *Revista Economía y Desarrollo (Impresa)*, 135(1).
28. González, J., y González, O. (2001). Logística inversa: un análisis conceptual de nuevos flujos físicos en los canales de distribución. *Esic Market*.
29. Guide, R., Daniel, V., y Van Wassenhove, L. N. (2002). *Closed-loop supply chains*. In *Quantitative approaches to distribution logistics and supply chain management* Springer, Berlin, Heidelberg.
30. Heizer, J. (2005). Principles of operations management.
31. Hurtado de Mendoza, F. (2003). Cómo seleccionar los expertos. *Disponible en el sitio: <http://www.monografía.com>*.
32. Keat, P. G., y Young, P. K. Y. (2004). *Economía de empresa*.
33. Kjos, N., Herstad, O., Øverland, M., y Skrede, A. (2000). Effects of dietary fish silage and fish fat on growth performance and meat quality of broiler chicks. *Canadian Journal of Animal Science*, 80(4), 625-632.
34. Kjos, N., Herstad, O., Skrede, A., y Øverland, M. (2001). Effects of dietary fish silage and fish fat on performance and egg quality of laying hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 81(2), 245-251.
35. Kjos, N., Skrede, A., y Øverland, M. (1999). Effects of dietary fish silage and fish fat on growth performance and sensory quality of growing-finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 79(2), 139-147.
36. Leiva Cárdenas, A. (2016). *Estado y perspectivas de la política alimentaria para la gestión de la seguridad alimentaria y nutricional en Cuba*. Universidad Central "Marta Abreu" de la Villas.

37. Lizano, N., y Keiler, H. (2018). *Contribución al control de gestión en la cadena de suministro de la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus "Pescaspir"*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería ....
38. Longenecker, J. C. (2009). *Administración de pequeñas empresas*. Cengage Learning Editores.
39. Lúquez Pérez, L. d. R. (2018). *Aprovechamiento de residuos pesqueros generados en la ciénaga de zapatosa para la producción de harina de vísceras de pescado*. Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira.
40. Luttwak, E. (1971). Dictionary of modern war (p. 680). *New York, NY: Gramercy*.
41. Marcos, X. (2017). La importancia de la nutrición animal. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/357334030/La-Importancia-de-La-Nutricion-Animal>
42. Martin, A. (2018). ¿Que es la cadena de suministro y por qué es tan importante? Retrieved from [blog.gs1mexico.org](http://blog.gs1mexico.org)
43. Martin, J. (2019). Normas ISO 14000. Retrieved from [www.ecured.cu](http://www.ecured.cu)
44. Martin, P. (2009). El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal en Cuba: pasado, presente y futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 13(3), 3-10.
45. Martínez Gutiérrez, J., y Lluveras Pérez Emilio, M. (2019). Impacto ambiental. Retrieved from <https://www.researchgate.net>
46. Medina León, A. e. a. (2008). Selección de los procesos claves de una instalación hotelera como parte de la gestión y mejora de procesos. *Revista Retos Turísticos*, VII.
47. Mejía Varón, M. A. (2017). ¿ Cómo implementar la logística verde e inversa en empresas de construcción para la gestión de residuos?
48. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, E. Alimentación animal. Retrieved from [www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/alimentacion-animal/](http://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/alimentacion-animal/)
49. MINJUS. (2016). *Gaceta Oficial*.
50. Muñoz Vilela, E. R. (2019). Reciclaje y tratamiento de residuos diversos en una fábrica pesquera de Carquin, Huaura 2018.

51. Muther, R. (1961). *Systematic Layout Planning*. Industrial Education Institute, Boston.
52. NC 27-2012, (2012).
53. Oltra Badenes, R. F. (2015). La Logística Inversa: concepto y definición.
54. ONEI. (2021a). *Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca 2020*. Retrieved from La Habana, Cuba:
55. ONEI. (2021b). *Anuario Estadístico de Sancti Spíritus 2020*. Retrieved from La Habana, Cuba:
56. Ortégón Riveros, W. E., Córdoba, V., Botero, Á. R., Guzmán, F. A. R., Zapata, J., Cuellar, A. M. U., . . . Granados, J. (2017). *La importancia de la logística verde para la gestión ambiental empresarial*. Paper presented at the Congreso Internacional en Administración de Negocios Internacionales.: CIANI 2017.
57. Padilla-Pérez, P. P. (1996). Técnica del ensilado biológico de residuos de pescado para ración animal. *Folia Amazónica*, 8(2).
58. Pagani, A., y Gualdoni, P. (2018). Sector pesquero.
59. Paz Cortez, M. C. (2017). ISO 14000 Capítulo 08.
60. PCC. (2021). *LINEAMIENTOS DE LA POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PARTIDO Y LA REVOLUCIÓN PARA EL PERÍODO 2021-2026*.
61. Pérez Mendoza, D. (2014). *Organización en procesos de la empresa pesquera "PESCASPIR"*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
62. PESCAPIR. (2016). Estrategia de Dirección PESCAPIR 2016-2030. Retrieved from [www.pescapir.cubava.cu](http://www.pescapir.cubava.cu)
63. PESCAPIR. (2020). *Gestión ambiental actualizado*.
64. Pillaca Lagos, R. M. (2018). *Exportación de Harina de Pescado al Mercado Chino en el Periodo del 2014-2017*. Retrieved from
65. Pillaca Lagos, R. M. (2018). *Exportación de Harina de Pescado al Mercado Chino en el Periodo del 2014-2017*.
66. Piñón-Grau, O. (2009). El sitio Web de las normas cubanas. *Ciencias de la Información*, 40(1), 51-57.
67. Pokharel, S., y Mutha, A. (2009). Perspectives in reverse logistics: a review. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(4), pp. 175-182.

68. Prado-Carpio, E., Martínez-Soto, M. E., Urdaneta de Galué, F., Morris-Díaz, A. T., Rodríguez-Monroy, C., y Borja-Herrera, A. (2018). Modelo Teórico de Relaciones entre la Gestión de Agronegocios y el Desempeño de la Cadena de Valor de la Concha Prieta "Anadara tuberculosa". Visible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2018-Lima/meta/FP396.html>. Recuperado el, 21, 2019.
69. Quijije-Mero, R. A., Villareal-De la Torre, D. J., y Chinga-Alcívar, B. A. (2019). Evaluación bromatológica de la harina de pescado procesada en la fábrica TADEL SA. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU. ISSN: 2600-5824.*, 2(3), 16-25.
70. Ramírez Asis, F. J. (2017). Aplicación del balance de línea en el proceso de acabados para mejorar la productividad de la línea 1 en Planta Lives SAC-Lima 2017.
71. Ramírez, J. C., Ibarra, J. I., Romero, F. A., Ulloa, P. R., Ulloa, J. A., Matsumoto, K. S., . . . Manzano, M. Á. M. (2013). Preparation of biological fish silage and its effect on the performance and meat quality characteristics of quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 56(6), 1002-1010.
72. Restrepo Gallego, M. (2006). Producción más limpia en la industria alimentaria.
73. Rivadeneira Casanueva, D. (2015). *Diagnóstico de diseño del puesto de trabajo en el área de Fondos Exportables de la Industria Pesquera (INDUPIR) de la provincia Sancti Spíritus*. (Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial), Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Sancti Spíritus, Cuba.
74. Rodríguez Fernández, Y., de la Cruz Rivadeneira, O., Herrera León, L. J., y Gómez Avilés, B. (2019). Mejora del proceso de cultivo de especies acuícolas en la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus. *Centro Azúcar*, 46(3), 21-33.
75. Rodríguez Fernández, Y., Rodríguez Rodríguez, B. A., Pérez Mendoza, D., y Álvarez Pérez, L. (2018). Diseño de una industria para el procesamiento de especies acuícolas en la provincia de Sancti Spíritus, Cuba. *Revista UNIANDES Episteme*, 5(2), 115-132.
76. Rogers, D. S., y Tibben-Lembke, R. S. (1999). Reverse logistics: stratégies et techniques. *Logistique & Management*, 7(2), pp. 15-25.



77. Rubio, S., y Jiménez-Parra, B. (2016). La logística inversa en las ciudades del futuro. *Economía industrial*, 400, 69-76.
78. Salazar Arroba, C. A., y Barquet Zea, F. F. (2018). *Diseño de una planta procesadora de harina de pescado en Manta*. Espol.
79. Salazar de la Rosa, N. I. (2018). Manejo de residuos sólidos en las empresas alimentarias.
80. Sanz París, A., Marí Sanchis, A., García Malpartida, K., y Gómez, G. (2012). Propuesta de perfil de ácidos grasos omega 3 en nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*, 27(6), 1782-1802.
81. Saure Rodríguez, I. (2010). *Procedimiento para diseño de instalaciones de biogás con fines energético. Tesis presentada en opción al grado académico de Máster en Ciencias en Ingeniería Industrial. Ingeniería Industrial, Universidad Central Marta Abreu de las Villas*.
82. Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16(2), 14-46.
83. Schroeder, R. (2006). *Administración de operaciones. México*.
84. Terrazas Pastor, R. (2011). Planificación y programación de operaciones. *Revista Perspectivas*, (28), 7-32.
85. UNESCO, E. (2017). El derecho humano al medio ambiente. *Recuperado de <http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/dossierDDHHamb.pdf>*.
86. Uribe, R. P., y Bejarano, A. (2008). Sistema de gestión ambiental: Serie ISO 14000. *revista Escuela de Administración de Negocios*(62), 89-105.
87. Yovera Paredes, K. K. (2020). Características y especificaciones de un sistema de refrigeración para climatización de pozas de almacenamiento de una planta de harina de pescado.

## ANEXOS

### Anexo 1: Determinación del grado de conocimiento y argumentación de los expertos

- Listado inicial de las personas que cumplen con los requisitos para ser expertos.

No.	Posibles expertos en la investigación
1.	Director General
2.	Director Producción
3.	Especialista A en procesos tecnológicos para la producción en la Industria Alimentaria
4.	Director UEB INDUPIR
5.	Jefe Planta Escama
6.	Especialista B en Gestión de la Calidad
7.	Técnico de Calidad recepción de materia prima
8.	Técnico de Calidad fondo exportable
9.	Técnico de Calidad envase
10.	Técnico de Calidad escama
11.	Director Técnico
12.	Especialista en Inversiones
13.	Director Económico

- Encuesta

Marque con una X, en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema.

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.			X							
2.									X	
3.				X						
4.							X			
5.						X				
6.								X		
7.				X						
8.							X			
9.				X						
10.			X							
11.								X		
12.									X	
13.				X						

- **Resultados coeficiente de conocimiento o información de los expertos:**

Expertos	Coeficiente Kcj
1.	3(0,1)= 0,3
2.	9(0,1)= 0,9
3.	4(0,1)= 0,4
4.	7(0,1)= 0,7
5.	6(0,1)= 0,6
6.	8(0,1)= 0,8
7.	4(0,1)= 0,4
8.	7(0,1)= 0,7
9.	4(0,1)= 0,4
10.	3(0,1)= 0,3
11.	8(0,1)= 0,8
12.	9(0,1)= 0,9
13.	4(0,1)= 0,4

- **Pregunta que permite valorar aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación:**

#### Experto 1

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados		X	
Experiencia obtenida	X		
Conocimientos de trabajos en Cuba	X		
Conocimientos de trabajo en el extranjero	X		
Consultas bibliográficas		X	
Cursos de actualización	X		

#### Experto 2

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados		X	
Experiencia obtenida	X		
Conocimientos de trabajos en Cuba		X	
Conocimientos de trabajo en el extranjero		X	
Consultas bibliográficas		X	
Cursos de actualización		X	

#### Experto 3

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados	X		
Experiencia obtenida		X	
Conocimientos de trabajos en Cuba		X	

Conocimientos de trabajo en el extranjero		X	
Consultas bibliográficas	X		
Cursos de actualización	X		

#### Experto 4

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados			X
Experiencia obtenida		X	
Conocimientos de trabajo en Cuba		X	
Conocimientos de trabajo en el extranjero			X
Consultas bibliográficas			X
Cursos de actualización		X	

#### Experto 5

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados		X	
Experiencia obtenida	X		
Conocimientos de trabajos en Cuba		X	
Conocimientos de trabajo en el extranjero			X
Consultas bibliográficas			X
Cursos de actualización		X	

#### Experto 6

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados		X	
Experiencia obtenida	X		
Conocimientos de trabajos en Cuba		X	
Conocimientos de trabajo en el extranjero		X	
Consultas bibliográficas	X		
Cursos de actualización	X		

#### Experto 7

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados		X	
Experiencia obtenida	X		
Conocimientos de trabajos en Cuba	X		
Conocimientos de trabajo en el extranjero			X
Consultas bibliográficas		X	
Cursos de actualización		X	

#### Experto 8

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo

Estudios teóricos realizados	X		
Experiencia obtenida	X		
Conocimientos de trabajos en Cuba	X		
Conocimientos de trabajo en el extranjero		X	
Consultas bibliográficas	X		
Cursos de actualización	X		

#### Experto 9

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados		X	
Experiencia obtenida		X	
Conocimientos de trabajos en Cuba			X
Conocimientos de trabajo en el extranjero			X
Consultas bibliográficas		X	
Cursos de actualización		X	

#### Experto 10

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados			X
Experiencia obtenida		X	
Conocimientos de trabajos en Cuba		X	
Conocimientos de trabajo en el extranjero			X
Consultas bibliográficas			X
Cursos de actualización		X	

#### Experto 11

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados	X		
Experiencia obtenida	X		
Conocimientos de trabajos en Cuba	X		
Conocimientos de trabajo en el extranjero		X	
Consultas bibliográficas	X		
Cursos de actualización	X		

#### Experto12

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados	X		
Experiencia obtenida	X		
Conocimientos de trabajos en Cuba		X	
Conocimientos de trabajo en el extranjero		X	

Consultas bibliográficas	X		
Cursos de actualización	X		

### Experto 13

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados		X	
Experiencia obtenida	X		
Conocimientos de trabajos en Cuba		X	
Conocimientos de trabajo en el extranjero			X
Consultas bibliográficas			X
Cursos de actualización		X	

#### • Resultados del cálculo de Ka

Expertos	1	2	3	4	5	6	Ka
1	0,21	0,24	0,14	0,08	0,07	0,18	0,92
2	0,21	0,24	0,10	0,06	0,07	0,14	0,82
3	0,27	0,22	0,10	0,06	0,09	0,18	0,92
4	0,13	0,22	0,10	0,04	0,05	0,14	0,68
5	0,21	0,24	0,10	0,04	0,05	0,14	0,78
6	0,21	0,24	0,10	0,06	0,09	0,18	0,88
7	0,21	0,24	0,14	0,04	0,07	0,14	0,84
8	0,27	0,24	0,14	0,06	0,09	0,18	0,98
9	0,21	0,22	0,06	0,04	0,07	0,14	0,74
10	0,13	0,22	0,10	0,04	0,05	0,14	0,68
11	0,27	0,24	0,14	0,06	0,09	0,18	0,98
12	0,27	0,24	0,10	0,06	0,09	0,18	0,94
13	0,21	0,24	0,10	0,04	0,05	0,14	0,78

## **Anexo 2: Resumen de normas cubanas y regulaciones relacionadas con la producción de alimento animal y la construcción de instalaciones productivas**

- **Buenas prácticas para la manipulación de alimento animal y los requisitos sanitarios generales.**
- NC 79-09-01 1982. Harinas de origen animal. Métodos de ensayo. Determinación de la granulometría.
- NC 79-09-02 1982. Harinas de origen animal. Métodos de ensayo. Determinación del contenido de cenizas.
- NC 79-09-03 1982. Harinas de origen animal. Métodos de ensayo. Determinación del contenido de humedad.
- NC 79-09-04 1983. Harinas de origen animal. Métodos de ensayo. Determinación de cloruros.
- NC 79-09-05 1983. Harina de origen animal. Métodos de ensayo. Determinación de la grasa libre.
- NC 79-09-07 1982. Harinas de origen animal. Métodos de ensayo. Determinación de calcio.
- NC 79-09-08 1982. Harinas de origen animal. Métodos de ensayo. Determinación de proteínas.
- NC ISO 22000 2018 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria. [ISO 22000: 2018, (traducción certificada), idt].
- NC ISO ts 22002-1 2015 Programas de prerrequisitos de inocuidad de los alimentos — parte 1: producción de alimentos (ISO/ts 22002-1:2009, idt)
- NC ISO ts 22002-3 2015 Programas de prerrequisitos de inocuidad de los alimentos — parte 3: agricultura (ISO/ts 22002-3: 2011, idt)
- NC ISO ts 22002-4 2015 Programas de prerrequisitos de inocuidad de los alimentos — parte 4: fabricación de envases y embalajes alimentarios
- NC 1205 2017 Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (obligatoria)
- NC 143 2022 Código de prácticas - principios generales de higiene de los alimentos (sustituye a la NC 143: 2021).

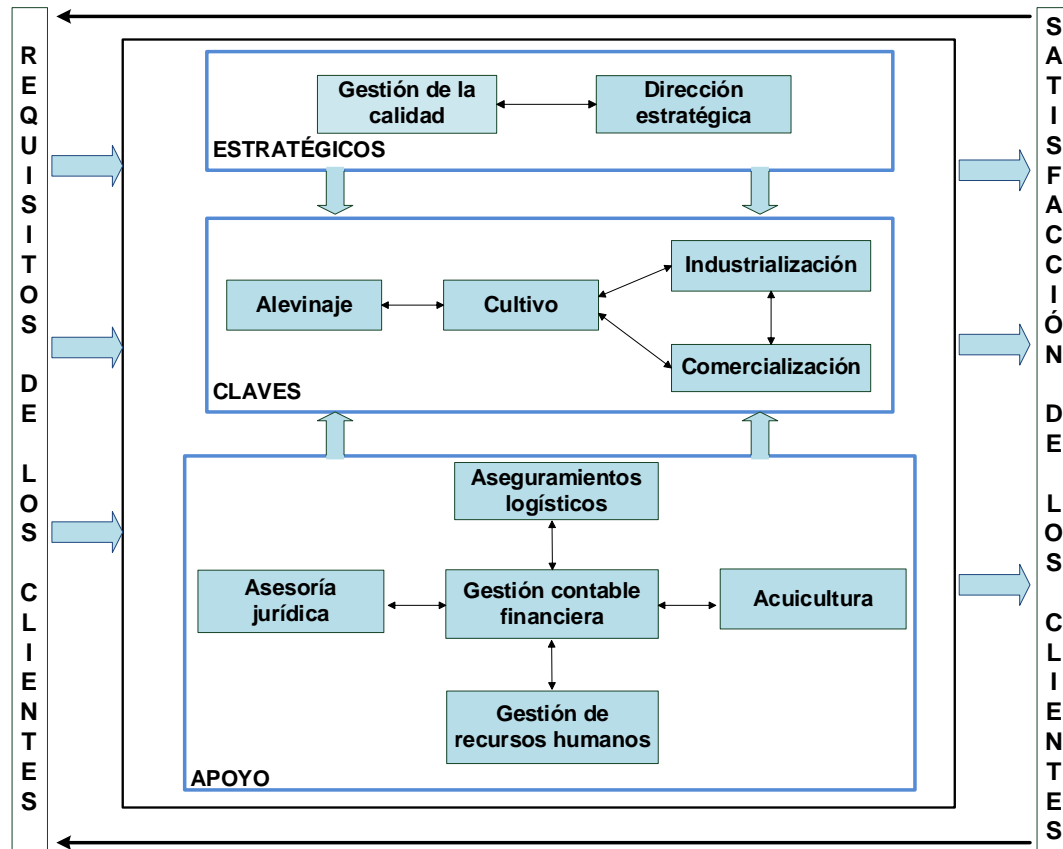
- NC 310 2014 Directrices generales sobre declaraciones de propiedades relacionadas con los alimentos (obligatoria)
- NC 452 2014 Envases, embalajes y medios auxiliares destinados al contacto con alimentos — requisitos sanitarios generales (obligatoria).
- NC 454 2014 Transportación de alimentos — requisitos sanitarios generales (obligatoria)
- NC 455 2015 Manipulación de los alimentos — requisitos sanitarios generales (obligatoria)
- NC 492 2014 Almacenamiento de alimentos — Requisitos sanitarios generales (obligatoria)
- NC 556 2015 Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos a los alimentos.
- NC 569 2007 Directrices generales sobre el muestreo de alimentos.
- NC 679 2009 Directrices para la validación de medidas de control de la inocuidad de los alimentos.
- NC ISO 22005 2008 Trazabilidad de la cadena alimentaria — principios generales y requisitos fundamentales para el diseño y la implementación del sistema (ISO 22005: 2007, idt).
- NC ISO 663 2014 Aceites y grasas de origen animal y vegetal — determinación del contenido de impurezas insolubles (ISO 663: 2007, idt).
- NC ISO 7218 2013 Microbiología de alimentos de consumo humano y animal — Requisitos generales y guía para los exámenes microbiológicos (ISO 7218: 2007, idt)
- NC 689 2016 Aceites y grasas animales y vegetales — Determinación de la masa convencional por volumen (“peso del litro en aire”).
- NC 884 2012 Código de buenas prácticas de alimentación animal.
- NC 893 2012 Directrices para el diseño y la implementación de programas nacionales reglamentarios de aseguramiento de inocuidad alimentaria relacionados con el uso de medicamentos veterinarios en los animales destinados a la producción de alimentos.



- NC 906 2012 Alimentación animal — determinación del contenido de calcio y magnesio.
- NC 907 2012 Alimentación animal — determinación del contenido de cenizas
- NC 912010 Envases y embalajes — bolsas de polietileno — requisitos generales.
- NC 705 2009 Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros (obligatoria).
- NC 492:2014 Almacenamiento de alimentos.
- NC 455 Manipulación de alimentos. Requisitos sanitarios generales.
- NC 143 Código de prácticas. Principios generales de higiene de los alimentos. Requisitos sanitarios generales.
- NC 488:2009 Limpieza y desinfección en la Cadena Alimentaria. Procedimientos Generales.
- NC ISO 780:2006 Embalajes. Símbolos gráficos para la manipulación de mercancías.
- NC ISO 17050-1/2005 Evaluación de conformidad. Declaración de conformidad del proveedor. Parte 1 Requisitos Generales.
- NC ISO 17050-2/2005 Evaluación de conformidad. Declaración de conformidad del proveedor. Parte 2: Documentación de apoyo.
- **Normas sobre la construcción de instalaciones productivas:**
- NC 341:2005 Seguridad y salud en el trabajo en espacios confinados. Requisitos generales de seguridad.
- NC 512:2007 Proyecto y construcción de establecimientos de alimentos. Requisitos sanitarios.
- NC 53-10:2014 Obras Industriales - Edificios de producción y servicios - Requisitos de proyecto.
- NC 957:2013 Edificaciones. Pisos para industrias. Tipos de pisos y criterios para su selección.
- NC-ISO 899 5/CIE S 008: 2003 Iluminación de puestos de trabajo en interiores.

- NC 1074: 2015 Elaboración de proyectos de construcción. Instalaciones sanitarias y pluviales en interiores de edificios. Método de cálculo.
- NC 336: 2004 Sistemas de ventilación en instalaciones sanitarias de las edificaciones. Especificaciones de proyecto.
- Resolución 45/91 del INRH índices de consumo.
- NC-IEC 60364-5-52:2004: Instalaciones Eléctricas en Edificaciones. Selección y montaje de equipamiento eléctrico. Canalización.
- NC-IEC 60364-7-714:2000: Instalaciones Eléctricas en Edificaciones. Requerimientos para instalaciones especiales. Instalaciones de iluminación exterior.
- NC 220-1:2009 Edificaciones- Requisitos de diseño para la eficiencia energética- Parte 1: Envoltente del edificio.
- NC 220-2:2009: Edificaciones. Requisitos de Diseño para la eficiencia energética. Parte II: Potencia Eléctrica e Iluminación Artificial.
- NC 220-3:2009 Edificaciones- Requisitos de diseño para la eficiencia energética- Parte 3: Sistemas y equipamiento de calefacción, ventilación y aire acondicionado.
- NC 220-4:2019 Edificaciones- Requisitos de diseño para la eficiencia energética- Parte 4: Sistemas y equipamiento de suministro de agua.
- RC – 3101 Tuberías de alcantarillado y drenaje urbano.
- RC – 3121 Instalaciones eléctricas. Conexión y montaje de luminaria y otros artefactos.
- RC – 3501 Mantenimiento y reparación. Pisos de terrazo integral.
- RC – 3506 Mantenimiento y reparación. Pisos, paredes y mesetas con terminación de azulejos.

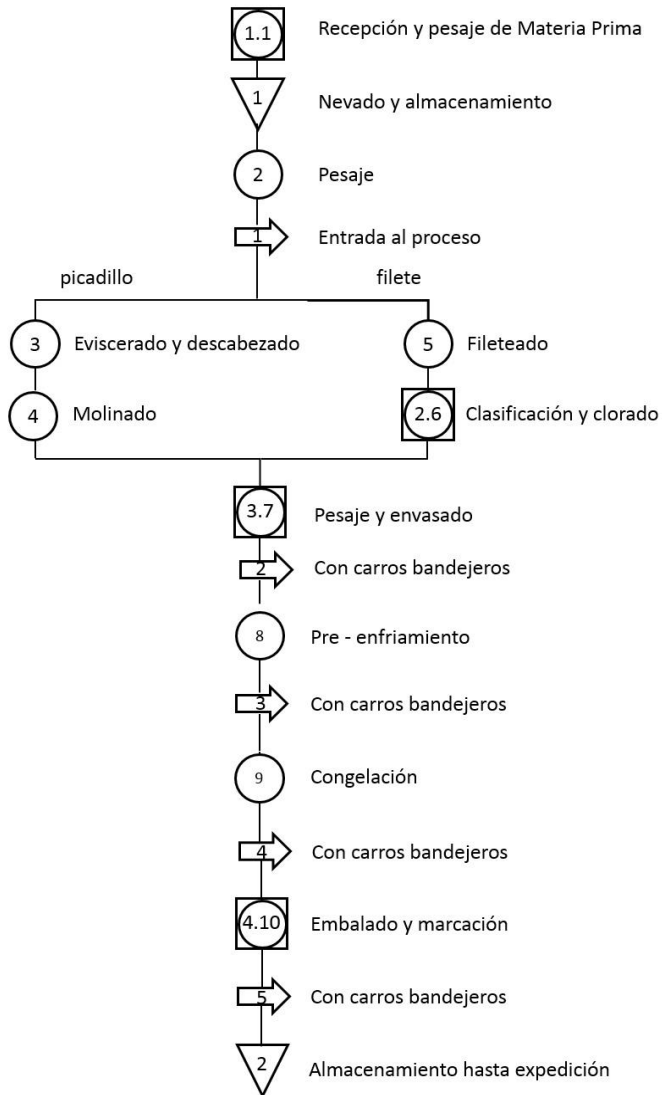
Anexo 3: Mapa de procesos actuales en PESCASPIR



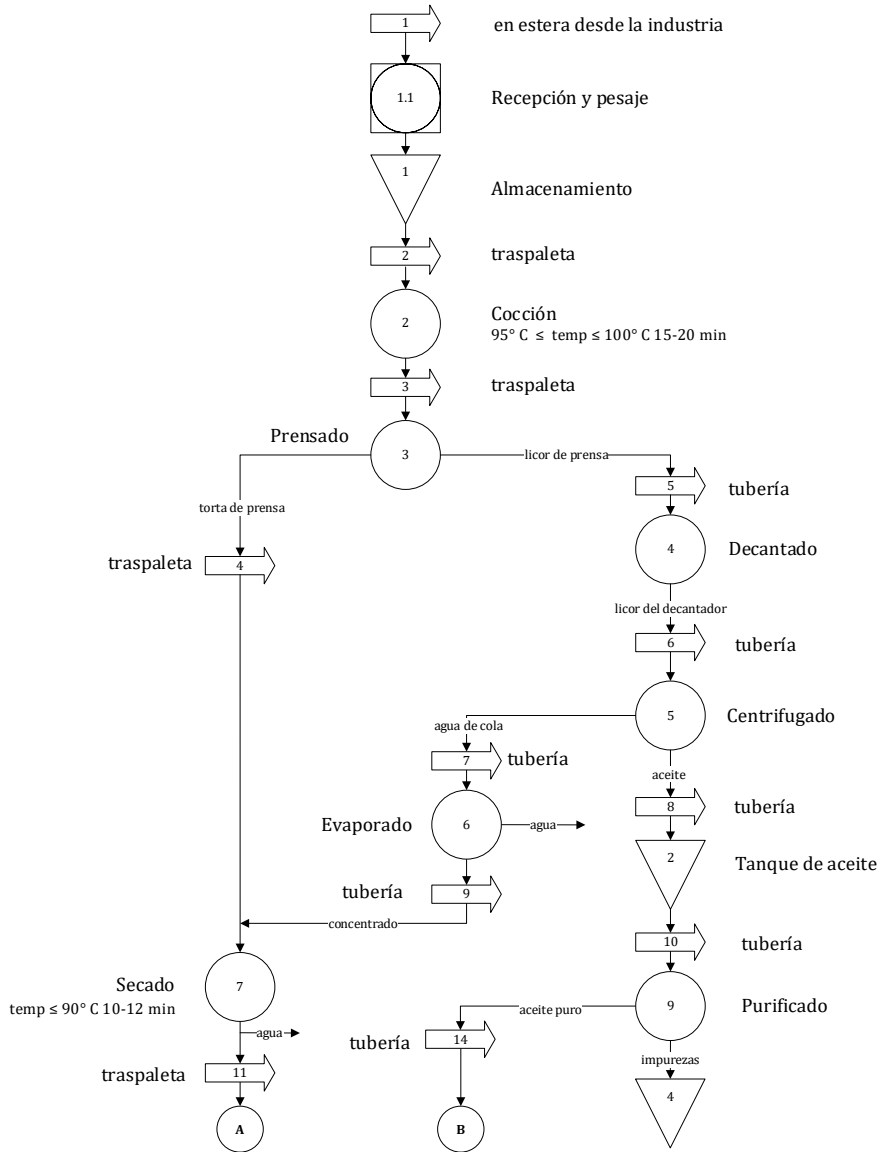


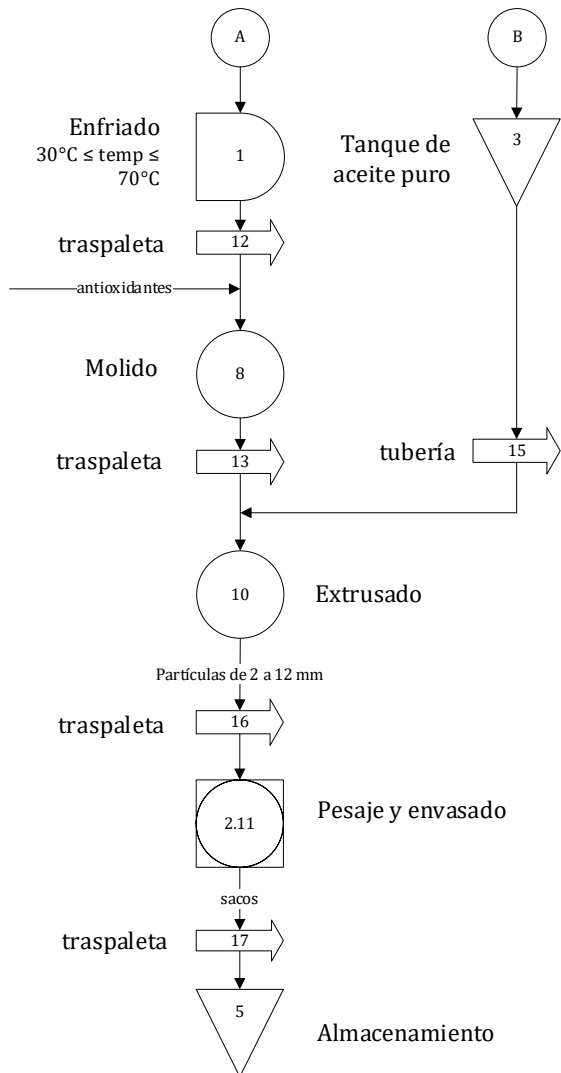
**Anexo 4: Diagrama OTIDA del flujo productivo de la industrialización del pescado en PESCASPIR**

Fuente: (Rivadeneira Casanueva, 2015).



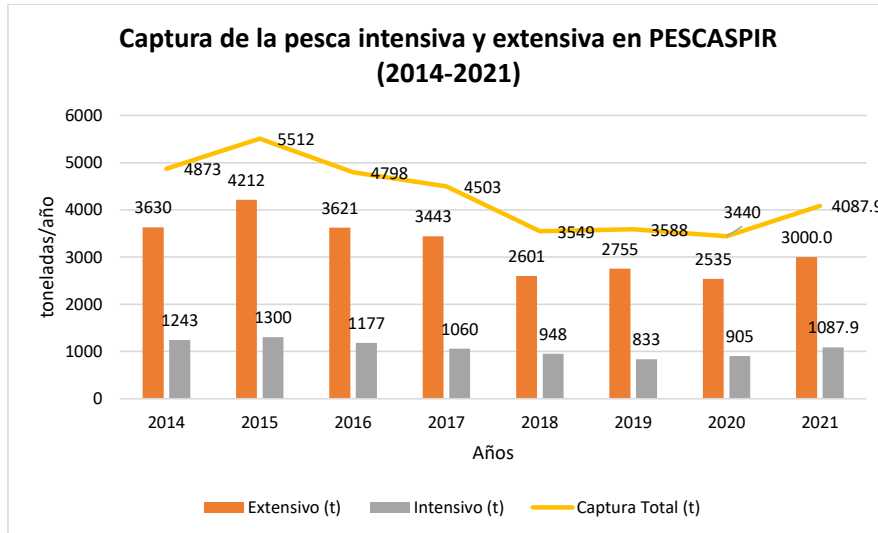
**Anexo 5: Diagrama OTIDA del flujo productivo de la elaboración de harina de pescado**



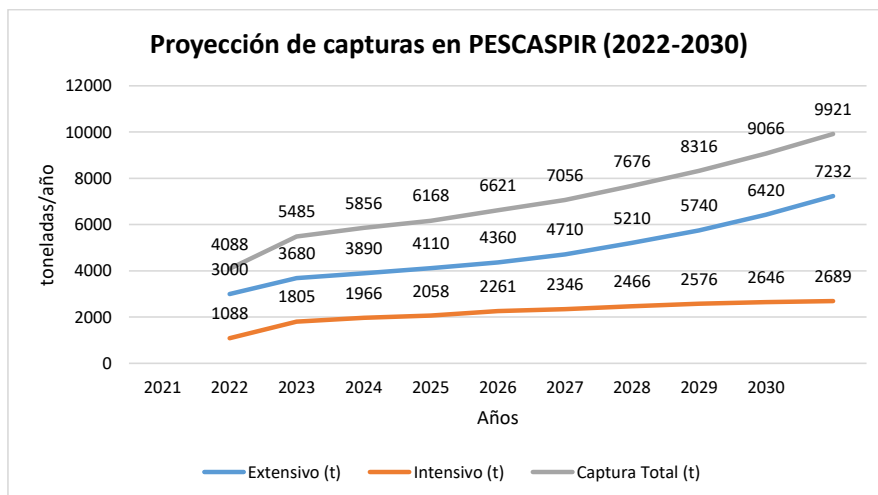


**Anexo 6: Información que soporta la determinación del potencial de materia prima para la planta propuesta**

- **Planificación y captura de la pesca extensiva e intensiva en el periodo 2014 – 2021 en PESCASPIR**

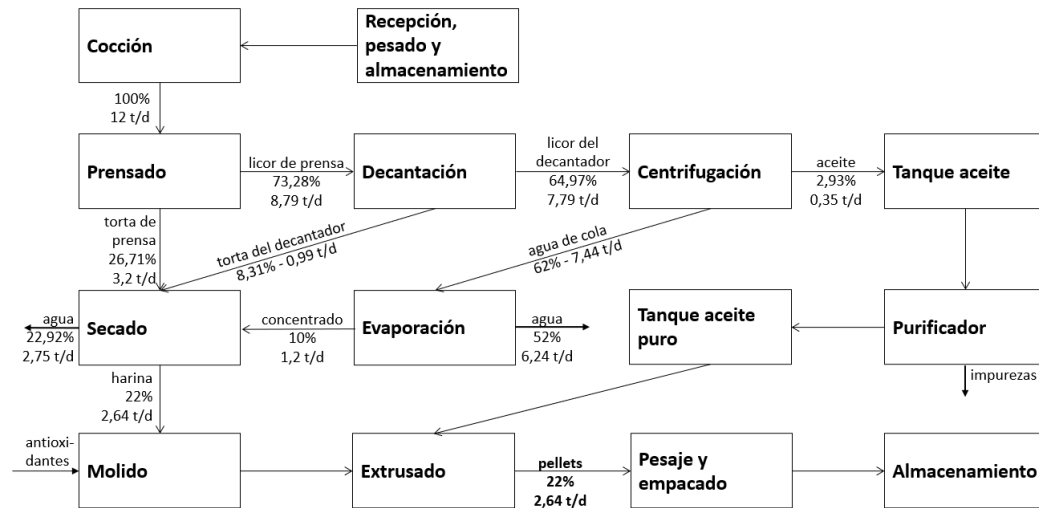


- **Proyección de crecimiento de la captura de la pesca extensiva e intensiva en el periodo 2022 – 2030 en PESCASPIR**

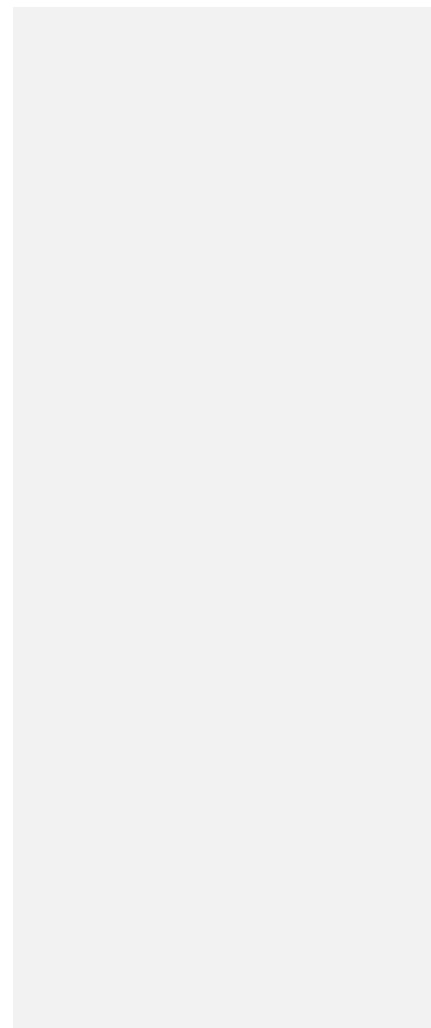




**Anexo 7: Balance de masa de la producción de harina de pescado.**

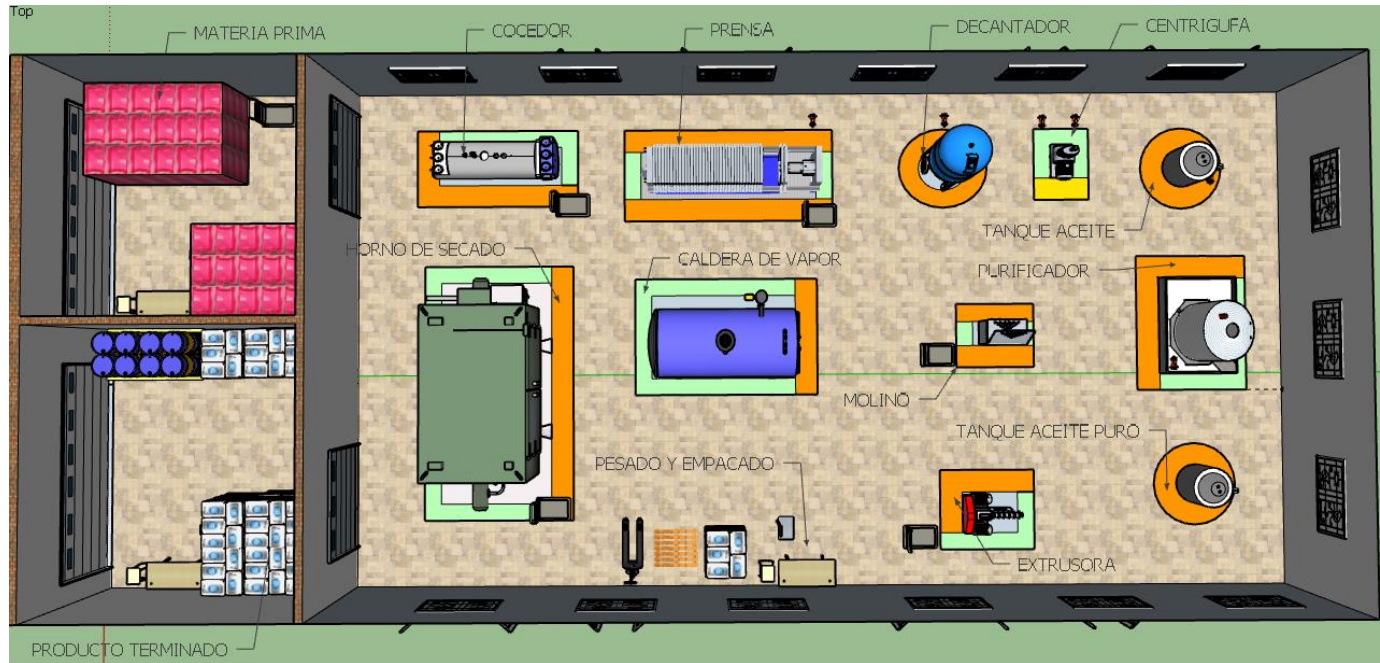


Anexo 8: Vista satelital de la localización propuesta para la instalación





### Anexo 10: Diseño 3D de la planta de elaboración de harina de pescado



**Anexo 11: Componentes de la inversión según Resolución 91/2006 del Ministerio de Economía y Planificación, para la evaluación de prefactibilidad económica del proyecto**

- **Precio del equipamiento tecnológico para el funcionamiento de la planta**

<b>Equipamiento tecnológico</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>CANT</b>	<b>Precio U</b>	<b>USD</b>	<b>CUP</b>	<b>MT</b>
Cocedor de Pescado	unidad	1	80.000,00	80.000,00	1.920.000,00	1.920.000,00
Prensa	unidad	1	18.000,00	18.000,00	432.000,00	432.000,00
Centrifuga	unidad	1	15.000,00	15.000,00	360.000,00	360.000,00
Caldera de vapor	unidad	1	12.860,00	12.860,00	308.640,00	308.640,00
Báscula	unidad	3	16,80	50,40	1.209,60	1.209,60
Turbina de Agua	unidad	2	60,00	120,00	2.880,00	2.880,00
Horno de secado	unidad	1	25.000,00	25.000,00	600.000,00	600.000,00
Molino de martillo	unidad	1	2.500,00	2.500,00	60.000,00	60.000,00
Purificador	unidad	1	12.000,00	12.000,00	288.000,00	288.000,00
Extrusadora	unidad	1	5.000,00	5.000,00	120.000,00	120.000,00
Bomba centrifuga	unidad	8	230,00	1.840,00	44.160,00	44.160,00
<b>Subtotal</b>	unidad	<b>21</b>		<b>172.370,40</b>	<b>4.136.889,60</b>	<b>4.136.889,60</b>

- **Precio del equipamiento operativo para el funcionamiento de la planta**

<b>Equipamiento operativo</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>CANT</b>	<b>Precio U</b>	<b>USD</b>	<b>CUP</b>	<b>MT</b>
Cajas Plásticas	Udad	350	7,90	2.765,00	66360	66360
Carretillas de 4 ruedas	Udad	6	16,00	96,00	2304	2304
Palas de aluminio	Udad	3	4,80	14,40	345,6	345,6
Palas Cuadradas	Udad	6	0,98	5,88	141,12	141,12
Mangueras para agua	metros	120	0,30	36,00	864	864
Guantes de amianto	Udad	25	0,20	5,00	120	120

Cubos Plásticos	Udad	5	2,00	10,00	240	240
Transpaleta	Udad	2	103,50	207,00	4968	4968
Paletas	Udad	20	15,20	304,00	7296	7296
Delantales color amarillo industriales	Udad	20	0,40	8,00	192	192
Botas de Gomas marca Hunter corte Alto	Udad	23	5,00	115,00	2760	2760
Guantes Látex de Corte Largo (Altura del Codo)	Udad	25	1,00	25,00	600	600
Naso Bucos	Udad	25	0,65	16,25	390	390
Tuberías acero inoxidable	Toneladas	1,5	2.125,50	3.188,25	76518	76518
Tanque	Udad	2	500,00	1.000,00	24000	24000
<b>Subtotal</b>				<b>6.795,78</b>	<b>187098,72</b>	<b>187098,72</b>

- **Precio de los elementos constructivos.**

<b>Elementos constructivos de la planta</b>	Unidad de medida	Cantidad
Bloques de 0,2 de dimensión	Udad	5795
Cemento P250	Toneladas	152,06
Cemento P350	Toneladas	141,96
Arena de Mina	m3	53,3
Grey Cerámico	m4	416
Mortero cola	kg	21,84
Azulejos	Udad	3544
Acero o Cabilla Corrugada	Toneladas	1,02
Madera para encofrado	m3	19,94
Puntilla de 2 1/2 Pulgadas	Kg	118,3
Arena Lavada	m3	170,35
Piedra Hormigòn	m3	2,9812
Cemento de reajuntado	kg	135,66
Alambre Galvanizado	Kg	329
Teja acanalada	unidades	312
Pintura vinil	galones	75,6

Pintura esmalte	galones	18,87
Tornillos Auto taladrantes	Udad	1000
Caballote	metros	30
Puertas de Aluminio con su Bisagra, marco y llavín	Udad	4
Ventanas de Aluminio modelo Miami	Udad	32
Alambre Eléctrico TW # 12	metros	120
Alambre Eléctrico TW # 10	metros	360
Tomacorrientes Dobles	Udad	15
Interruptores Eléctricos Simples	Udad	8
Cajas eléctricas 4x2	Udad	20
Cajas Eléctricas 4x4	Udad	25
Luminarias x 20 Watts con encendedor y tubo	Udad	20
Teipe o cinta Aislante en PVC 3 1/4 x 18m	Udad	6
Tubos eléctricos PVC	metros	150