

**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPIRITUS**  
**“José Martí Pérez”**  
**(UNISS)**  
**Dirección de Ciencias Aplicadas**  
**Centro de Estudios Energéticos y Procesos Industriales (CEEPI)**



**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER EN**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MENCIÓN CALIDAD**

**Título:** Mejoramiento de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera

**Autor(a):** Ing. Damaris Taydi Castillo Jiménez

**Tutor(es):** Dr. C. Ing. Higinia Bismayda Gómez Áviles

2015

## **Resumen**

La investigación se desarrolló en la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus (PESCASPIR), con el objetivo de mejorar la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento. Se originó por deficiencias en el funcionamiento de la cadena de suministro, limitado ciclo de vida del pescado, alta variabilidad en la disponibilidad, calidad y cantidad de las materias primas, siendo el sistema logístico de aprovisionamiento donde se registran las mayores pérdidas post cosecha.

En consecuencia se propone un procedimiento para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera. Con la aplicación del mismo se identificaron las perturbaciones, así como del impacto de las vulnerabilidades detectadas en la cadena de suministro. Se diseñaron indicadores y se propuso atributos para evaluar la calidad de la materia primara a través del Método de Índice de Calidad (QIM). Para el estudio se utilizaron herramientas como Brainstorming, diagramas causa- efecto, pareto, y de influencias, AMFE, VMEA, matriz de escenarios.

El trabajo contiene, además, un estudio bibliográfico que abarca diferentes temas relacionados con la gestión de la calidad en cadenas de suministros de alimentos perecederos, la gestión de las cadenas de suministros de alimentos perecederos, fiabilidad, robustez y vulnerabilidad de las cadenas de suministros.

Palabras claves: gestión de la calidad, cadenas de suministros, alimentos perecederos, vulnerabilidad.

## Summary

The research was conducted in the Fishing Company of Sancti Spíritus (PESCASPIR), with the aim of improving quality in logistics management of supply. Caused by deficiencies in the functioning of the supply chain, limited life cycle of fish, high variability in the availability, quality and quantity of raw materials, with the logistics supply system where older post harvest losses are recorded.

Consequently a method of improving quality in logistics management supply the fishing industry is proposed. With the application of the disturbance were identified, and the impact of the vulnerabilities identified in the supply chain. Indicators were designed and attributes are proposed to assess the quality of matter through the Quality Index Method (QIM). For the study tools such as brainstorming, cause-effect diagrams, Pareto, and influences, FMEA, VMEA, matrix scenarios were used.

The work also contains a bibliographic study covering different topics related to quality management in supply chains of perishable foods, managing supply chains of perishable foods, reliability, robustness and vulnerability of supply chains.

Keywords: quality management, supply chain, perishable food vulnerability.

---

**Índice**

<b>Capítulo 1. Marco teórico referencial de la investigación .....</b>	<b>6</b>
1.1. Introducción .....	6
1.2 Gestión de la calidad en las cadenas de suministros de alimentos perecederos .....	7
1.2.1. Calidad. Importancia en alimentos perecederos .....	9
1.3. Gestión de las cadenas de suministros de alimentos perecederos .....	13
1.4. Mejoramiento de la calidad en las cadenas de suministros de alimentos perecederos .....	19
1.4.1 Fiabilidad de la cadena de suministro .....	22
1.4.2 Robustez de las cadenas de suministro .....	24
1.4.3 Vulnerabilidad de las cadenas de suministros. Indicadores de vulnerabilidad ..	25
1.5. El pescado como alimento perecedero .....	28
1.6. Conclusiones del capítulo .....	29
<b>Capítulo II: Procedimiento para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera PESCASPIR .....</b>	<b>31</b>
2.1 Introducción .....	31
2.2. Bases del procedimiento para la gestión por procesos en la empresa pesquera de Sancti Spíritus “PESCASPIR”. .....	31
2.3. Etapa 1. Caracterización de la empresa .....	33
2.4. Etapa 2. Diagnóstico del sistema logístico seleccionado .....	38
2.5. Etapa 3: Identificación, clasificación e impacto de las perturbaciones .....	38
2.6. Etapa 4: Análisis del impacto de las vulnerabilidades detectadas en la cadena de suministro .....	45
2.6.1. Identificación y relación de los procesos del sistema logístico seleccionado ..	45
2.6.2. Diseño de indicadores .....	46
2.7. Etapa 5: Definición de los escenarios .....	46

---

2.8. Conclusiones parciales.....	48
<b>Capítulo III: Mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera PESCASPIR .....</b>	<b>50</b>
3.1 Introducción.....	50
3.2. Análisis de resultados de la aplicación del procedimiento .....	50
3.3. Caracterización de la empresa .....	50
3.3.1. Creación del equipo de trabajo .....	52
3.3.2. Análisis de la situación actual de la cadena de suministros .....	52
3.3.3. Selección del sistema logístico objeto de estudio.....	54
3.4. Diagnóstico del sistema seleccionado .....	54
3.5. Identificación, clasificación e impacto de las perturbaciones .....	56
3.5.1. Definir los factores que inciden en la variabilidad del proceso.....	58
3.6. Análisis del impacto de las vulnerabilidades detectadas en la cadena de suministro .....	61
3.7. Definición de de los escenarios .....	65
3.8. Conclusiones Parciales .....	66
<b>Conclusiones generales.....</b>	<b>68</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>69</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>70</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>75</b>

## **Introducción**

Las empresas en la actualidad tienen como reto enfrentar mercados más exigentes influenciados por las condiciones externas, regidas a su vez por una época donde el desarrollo científico-técnico e industrial se incrementa cada día más; y unido a ello se evidencia el azote negativo de la globalización.

El mercado actual se caracteriza por la concurrencia de un número cada vez mayor de empresas que brindan el mismo producto o prestan el mismo servicio, un mercado dominado por los consumidores, y en el cual a las empresas se les agudiza la competencia. Debido a esto, es necesario comenzar a reformular teorías y emplear nuevos enfoques, orientados a los cambios que las organizaciones necesitan.

En este contexto adquiere relevante importancia gestionar las cadenas de suministros de manera eficiente, para conocer, dominar y controlar de manera integral todos los procesos básicos de la misma. De esta forma se contribuye a entregar al cliente final el producto apropiado, en el lugar correcto y en el tiempo exacto, al precio requerido y con el menor costo posible (Marrero Delgado, 2001), (Manish S et al, 2013).

Las cadenas de suministros son de por sí complejas, cada componente que forma parte de la misma implica detalles que son indispensables a tener en cuenta en la toma de decisiones, con la información más actualizada y precisa de todos los miembros de la misma (Ladi O, et al, 2014).

Para cualquier organización las cadenas de suministro es un aspecto que requiere una constante optimización y gestión, con el objetivo de lograr un máximo aprovechamiento de las capacidades disponibles, el mayor ahorro de recursos e inversión de capital posible, así como mejorar el servicio al cliente, aspecto que reflejan de forma explícita en la actualidad una amplia mayoría de autores tanto del contexto nacional como internacional, se destacan Cespón Castro & Auxiliadora González (2003), Cespón Castro (2012) y Gómez (2012).

En la etapa actual, Cuba se encuentra inmersa en un proceso de transformaciones de su economía, para sentar las bases del desarrollo económico que permita perfeccionar su sistema social socialista. Este proceso se desarrolla en el marco de una crisis económica, financiera, alimentaria, energética y ambiental a nivel internacional; en un entorno cada

vez más globalizado. Al iniciarse estas transformaciones se manifiestan determinados síntomas que reflejan las incongruencias entre el concepto anterior, y el nuevo concepto de funcionamiento de la economía que se comienza a instituir. En la actualidad la gestión individual de cada empresa ya no resulta en una elevada competitividad, es necesario integrar la gestión de la cadena de suministro. (Gómez Acosta, M. I. et al., 2013).

Las empresas cubanas vinculadas con la producción de alimentos en el país tienen un papel protagónico, con ofertas de productos de alta demanda en la población y en el mercado en divisas. Estas entidades tienen la responsabilidad de mejorar la gestión de la cadena de suministro, en la búsqueda de productos competitivos sobre la base de excelentes estándares de calidad y bajos costos de producción, que permita el aumento de las exportaciones y la sustitución de importaciones.

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 y alevinaje, cultivo, industrialización y comercialización. Esta empresa es reconocida a nivel nacional e internacional por ser una organización puntera en los resultados productivos.

Sin embargo se evidencian deficiencias en el funcionamiento actual de la cadena de suministro, las mismas se detallan a continuación:

- Limitado ciclo de vida del pescado,
- alta variabilidad en la disponibilidad, calidad y cantidad de las materias primas,
- el hecho de que la calidad del producto puede cambiar mientras este se transforma en el proceso,
- en el proceso del sistema logístico de aprovisionamiento se registran las mayores pérdidas post cosecha.

Lo anteriormente planteado constituye la **situación problemática** de la presente investigación.

Como **problema científico** se define: las limitaciones en las prácticas actuales de calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera INDUPIR, provoca pérdidas post cosechas, con baja fiabilidad del sistema.

A partir del problema científico a solucionar, se plantea **la hipótesis** de investigación que queda definida de la forma siguiente: La aplicación de un procedimiento para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera INDUPIR, contribuirá a reducir las pérdidas post cosechas, y a la fiabilidad del sistema, con la definición de escenarios.

En correspondencia con la hipótesis planteada, el **objetivo general** de la investigación consiste en: aplicar un procedimiento para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera, que contribuirá a reducir las pérdidas post cosechas, y a la fiabilidad del sistema. Este objetivo general se desglosa en los objetivos específicos siguientes:

- Fundamentar, argumentar y sintetizar los aspectos relacionados con la cadena de suministro y la gestión de la calidad, y la vulnerabilidad de la cadena, con énfasis en la fiabilidad de los sistemas logísticos.
- Diseñar un procedimiento para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera INDUPIR, que contribuirá a reducir las pérdidas post cosechas, y a la fiabilidad del sistema.
- Aplicar el procedimiento propuesto, como contribución a la reducción de las pérdidas post cosechas, y a la fiabilidad del sistema, con la definición de escenarios.

El **Objeto de estudio teórico**: mejora de la gestión logística del aprovisionamiento en productos pesqueros.

El **Campo de acción**: Industria Pesquera de Sancti Spíritus.

**Variable independiente**: procedimiento para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento.

**Variables dependientes**: definición de escenarios como contribución a la reducción de pérdidas post cosechas, y a la fiabilidad del sistema.



Para el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos y técnicas como la recopilación y análisis de datos, entrevistas, encuestas, dinámica de grupos, herramientas matemáticas e ingenieriles como: diagramas causa-efecto, diagrama de Pareto, diagrama de influencias, método análisis modal de fallos y efectos (AMFE), Análisis Modal de Variaciones y Efecto (VMEA) entre otras. Sin excluir el análisis lógico, la analogía, la reflexión y otros procesos mentales que también le son inherentes a toda actividad de investigación científica. La investigación que se proyecta posee un valor teórico, metodológico, práctico y social, estos valores se exponen a continuación:

- Teórico: está dado por la posibilidad de construir un marco teórico referencial, derivado de la consulta de la literatura nacional e internacional más actualizada sobre gestión de la calidad y la gestión de la cadena de suministro. También, el valor teórico radica en la conceptualización que se realiza de algunos términos de acuerdo con las características del objeto de estudio y los objetivos de la investigación.
- Metodológico: el resultado de la investigación constituye una guía para la aplicación de la gestión de la cadena de suministro que puede ser implementado en cualquier empresa de este sector, adaptándolo a las características particulares de cada una de éstas.
- Social: el impacto social de la investigación radica en el logro de la mejora de la calidad en la logística de aprovisionamiento a la industria pesquera que disminuyan las pérdidas post cosecha, aumentando los niveles productivos que beneficie al cliente final.
- Práctico: el procedimiento propuesto para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento cadena de suministro permite mejorar el desempeño de la cadena de suministro.

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, la investigación ha sido estructurada de la siguiente forma: Introducción donde se fundamenta el tema desarrollado; Capítulo I que contiene el análisis bibliográfico sobre las principales concepciones teóricas acerca del tema tratado; Capítulo II se desarrolla un procedimiento para la mejora de la calidad en el sistema logístico de aprovisionamiento a la industria pesquera; y Capítulo III se aplica el procedimiento propuesto, y se evalúa la contribución a la reducción de las pérdidas post cosechas, y a la fiabilidad del sistema. Además, se presentan conclusiones y

recomendaciones que resaltan los principales resultados obtenidos, así como aquellos aspectos que deben ser extendidos como parte de la continuidad científica de la investigación. Finalmente se expone un grupo de anexos para facilitar la comprensión de los aspectos tratados.

**Capítulo 1. Marco teórico referencial de la investigación**

**1.1. Introducción**

La elaboración del marco teórico referencial para sustentar sobre bases teórico-prácticas la realización de esta investigación, se realizó a partir del análisis lógico-secuencial bibliográfico de la literatura especializada, estructurada como se muestra en la figura 1.1.

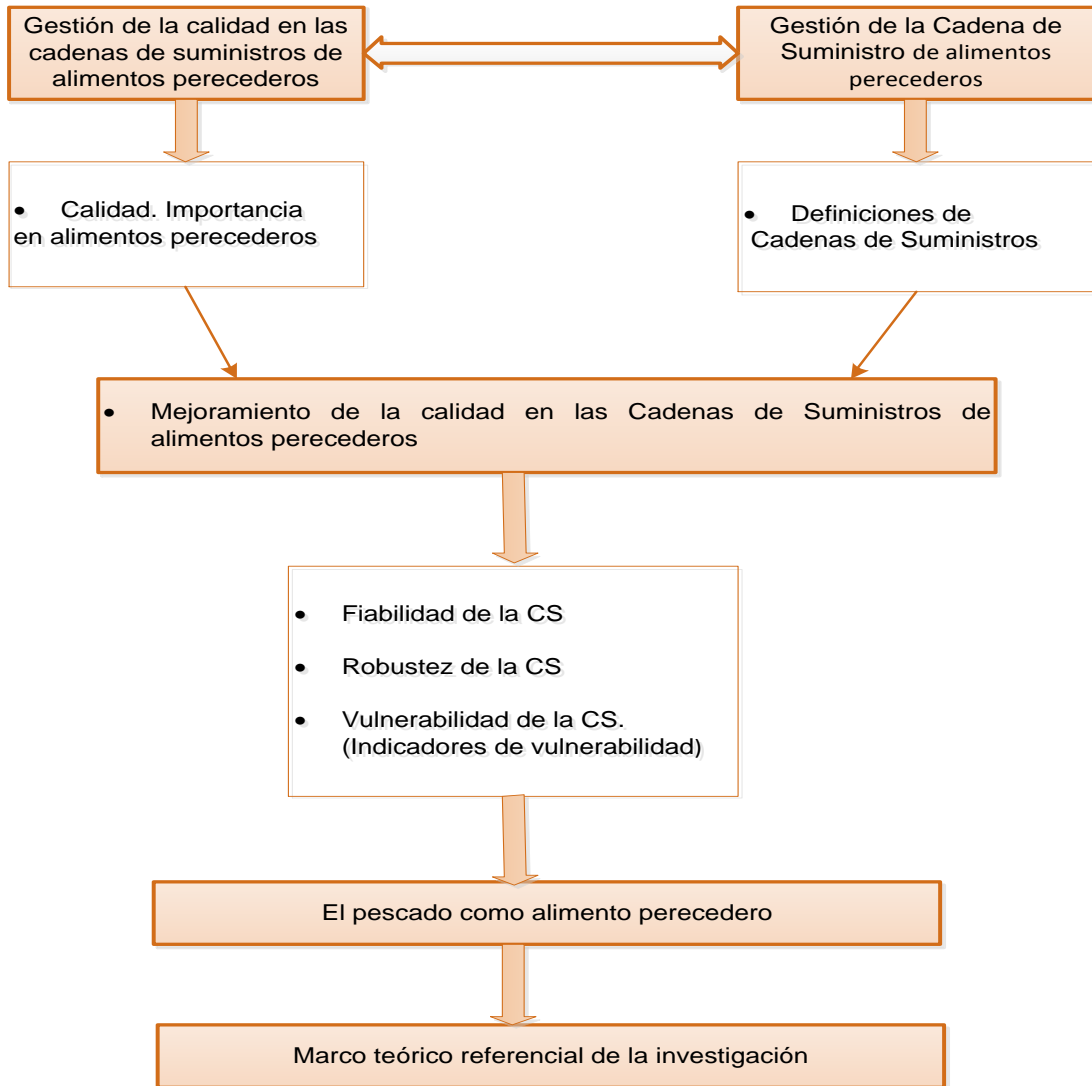


Figura 1. Hilo conductor del Marco Teórico-Referencial de la investigación

**1.2 Gestión de la calidad en las cadenas de suministros de alimentos perecederos**

Para que haya Calidad en una organización, no es suficiente establecer los elementos de un concepto de la Calidad, definirlo y apropiarse de él; para lograr la Calidad es necesario planificarla, fabricarla, controlarla, asegurarla y mejorarla permanentemente.

La alta dirección solo puede lograr la Calidad si conoce y emplea verazmente la Gestión de la Calidad.

La ISO 9000:2005 define qué gestión son las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización y que esta última, la organización, es el conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.

La gestión de la calidad es un conjunto de actividades de la función general de dirección que determinan la política de calidad, los objetivos y las responsabilidades. La adopción de un sistema de gestión de la calidad surge por una decisión estratégica de la alta dirección en aras de mejorar el desempeño de una organización.

Una gran contribución a este tema fue la realizada por Juran, al establecer la Trilogía para la Gestión de la Calidad donde se presentan los tres elementos componentes Planificación, Control y Mejora, así como el contenido de cada uno.

**Tabla 1.1.** Trilogía de Gestión de la Calidad

<b>Planificación de la Calidad</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de los clientes internos y externos.</li> <li>2. Determinación de las necesidades de los clientes.</li> <li>3. Desarrollo de un producto que responda a las necesidades.</li> <li>4. Planteamiento de objetivos de Calidad que respondan a las necesidades.</li> <li>5. Desarrollo de un proceso que elabore un producto adecuado.</li> <li>6. Determinación de la aptitud del proceso.</li> </ol>
<b>Control de la Calidad</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selección del objetivo de Control.</li> </ol>

<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Determinación de las unidades de medición.</li> <li>3. Ejecución de las medidas.</li> <li>4. Elaboración e implementación de normas.</li> <li>5. Interpretar la diferencia entre normal y lo real.</li> <li>6. Acción sobre la diferencia.</li> </ol>
<p><b>Mejoramiento del Proceso</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prueba de las necesidades.</li> <li>2. Identificación de los proyectos.</li> <li>3. Organización para guiar los proyectos.</li> <li>4. Organización para diagnóstico.</li> <li>5. Diagnóstico.</li> </ol>

Fuente: Juran (1993)

Los diferentes aspectos de la cadena de suministro se han estudiado y enfatizado por los investigadores en los últimos años como son el rendimiento de la cadena de suministro, la coordinación, integración, comunicación, el intercambio de información, liderazgo, las mejores prácticas, entre otros aspectos. Pero existe una enorme brecha sobre los aspectos de calidad de la cadena de suministro (Carol J. et al, 2005). La mayor parte de las investigaciones y estudios realizados sobre los aspectos de calidad de la cadena de suministro se han centrado en la gestión de calidad de los productos dentro la cadena de suministro. Muchos artículos de investigación en el contexto de la cadena de suministro se centran sólo en el rendimiento de la cadena de suministro.

La gestión de la cadena de suministro es la zona de enfoque clave en el actual escenario de mercado competitivo global. Para sobrevivir, la organización tiene que tener definidos los requisitos de calidad y con ellos fortalecer su cadena de suministro, siendo esta la única vía con la que podrá sobrevivir.

Según refiere Sharma, A, et al, (2012)) el 8% de los documentos analizados se han centrado en la gestión de la calidad en la cadena de suministro. Aquí, el foco principal fue la mejora en la calidad de producto y no en la calidad de la cadena de suministro.

En tal sentido la autora considera que tanto la gestión de la calidad del producto dentro de la cadena de suministro como la propia gestión de la calidad en la cadena de suministro constituyen aspectos claves para lograr un mejoramiento y garantizar el posicionamiento de la organización en el mercado.

### **1.2.1. Calidad. Importancia en alimentos perecederos**

A lo largo de la historia el paradigma calidad ha sufrido numerosos cambios que se reflejan en su evolución histórica. La calidad ha pasado por varias etapas para identificar y aclarar sus conceptos. Se considera que la calidad es una ciencia porque tiene principios, conceptos y definiciones.

En la actualidad cada vez son más las empresas que adoptan criterios de calidad, que tienen en cuenta la competitividad del mercado y la serie de costos asociados a la no calidad, unos visibles y otros más ocultos como la pérdida del cliente, de tiempo, de capacidad, de imagen, de entusiasmo de los trabajadores, reducción de la curva de aprendizaje y de la curva de experiencia.

El Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia define como significado de calidad:

“Es la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”.

Existen muchas definiciones para este concepto, las más utilizadas son las aportadas por los “Maestros” de la calidad dentro de ellas se encuentran:

- ❖ Predecible grado de uniformidad y confiabilidad, a bajo costo que es adecuado al mercado (Deming, 1986).
- ❖ Se alcanza al "desarrollar la fabricación, administración y distribución a bajo costo de productos y servicios que el cliente quiera o necesite" (Conway, 1988).
- ❖ En su interpretación más estrecha, significa calidad del producto; pero en su interpretación más amplia significa calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad del proceso, calidad de la dirección, calidad de la empresa (Ishikawa, 1988).
- ❖ El conjunto de características de un producto que satisface las necesidades de los clientes y en conciencia, hacen satisfactorio el producto (Juran, 1993).

- ❖ Entregar a los clientes y a nuestros compañeros de trabajo, productos o servicios sin defectos y hacerlo a tiempo (Crosby, 1994).
- ❖ Se define como “la composición total de las características del producto y el servicio en las áreas de mercadeo, ingeniería, manufactura y mantenimiento, a través de las cuales el producto y el servicio en el uso cumplirán las expectativas del cliente” (Feigenbaum, 1994).

La norma ISO 9000 (2005) plantea que calidad es: “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

Y añade dos notas:

Nota 1. El término calidad puede utilizarse acompañado de adjetivos tales como pobre, buena o excelente.

Nota 2. “Inherente” en contraposición a “asignado” significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente.

Al analizar las diferentes definiciones dadas por estos maestros sobre la calidad, se puede apreciar que Crosby e Ishikawa se refieren a las características del producto, a la disminución de la variabilidad y al cumplimiento de los requerimientos o requisitos previamente establecidos; en cambio Juran y Feigenbaum son más abarcadores, al incluir no solamente al producto, sino a la organización, viéndola, con un enfoque de sistema eficaz para integrar la mejora de la gestión de los diferentes grupos en la organización y lograr productos y servicios que permitan la satisfacción de los clientes.

Cumplir con los requisitos de calidad se ha convertido en la clave de éxito para las empresas que cada día se enfrentan a mercados cada vez más exigentes. Tal es el caso de la industria de productos perecederos, la cual no está exenta de ello; cumplir con los requisitos de calidad es de vital importancia en este tipo de sector donde se debe garantizar la vida útil de los productos y con ello mantenerse en el mercado.

La demanda de características de calidad en productos perecederos se ha vuelto más segmentada y la variedad de productos ha aumentado significativamente. La calidad en los alimentos perecederos depende de las condiciones ambientales, almacenamiento y transporte. En los alimentos perecederos la calidad puede ser considerada como un estado dinámico que disminuye continuamente con el tiempo. En las literaturas existentes, muchos modelos se han presentado para modelar la evolución de la calidad de productos perecederos. Sin embargo, es difícil estimar su

calidad debido a la variedad de atributos, la dinámica de las características del producto y las condiciones de almacenamiento y otros factores, tales como la energía de activación, constante de los gases, etc. (Xue et al 2014).

Cuando se trata de establecer sistemas para controlar lo que habitualmente se denomina “calidad sensorial”, estos problemas se multiplican. La evaluación sensorial es una disciplina “joven”, si se compara con otras disciplinas científicas, como la química o la microbiología. Su nacimiento y evolución metodológica se han producido en la segunda mitad del siglo XX y su consolidación, tanto a nivel académico como industrial, no ocurre hasta la década de los 80 (Moskowitz, 1993, Costell, 2000).

El concepto de calidad sensorial ha ido evolucionando desde que, en 1959, Kramer la definió como “Conjunto de características que diferencian entre distintas unidades de un producto y que influyen en aceptación del mismo por el consumidor”. Algunos autores consideran más importante la primera parte de esta definición y para ellos, la calidad sensorial de un alimento depende principalmente de las características del propio alimento. Otros, ponen el acento en la segunda parte y piensan que la calidad sensorial está ligada principalmente a las preferencias de los consumidores.

En el primer caso, la definición de la calidad dependería de los criterios de un grupo de expertos y podría considerarse relativamente constante durante un determinado periodo de tiempo (Molnar, 1995).

Con el segundo planteamiento, la calidad estaría relacionada directamente con las preferencias de los consumidores y por ello, habría que considerarla variable y muy dependiente del contexto (Cardello, 1995). Si la primera postura puede dar lugar a unos resultados de dudosa validez práctica porque asume que la opinión de los expertos es representativa de la de los potenciales consumidores del producto, tampoco la segunda es totalmente satisfactoria porque para establecer una especificación de calidad no es suficiente, en muchos casos, tener en cuenta exclusivamente los datos de aceptabilidad de un producto (Booth, 1995).

El análisis sensorial en el control y aseguramiento de la calidad de los alimentos es una posibilidad real, algunos autores definen que el concepto de calidad sensorial es difícil de definir porque no está ligado exclusivamente a características o propiedades intrínsecas del alimento sino que es el resultado de la interacción entre éste y el consumidor como se muestra en la Figura 1.2.



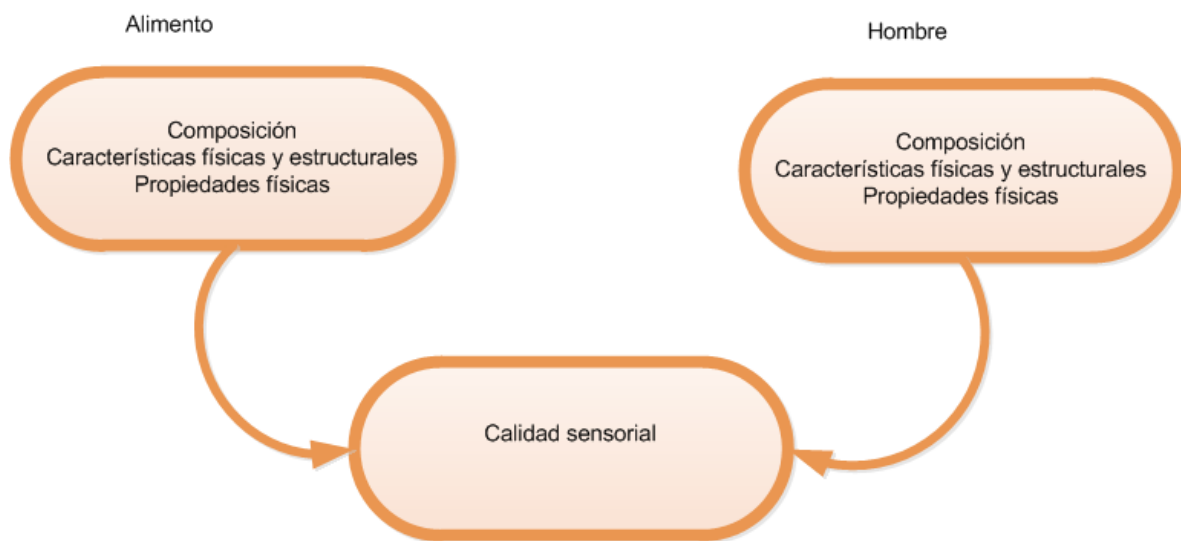


Figura 1.2 Interacción del alimento y el consumidor. Fuente Costell 2005.

Cuando se trata de alimentos y de su calidad sensorial, en la mayoría de los casos, es difícil e incluso prácticamente imposible, disponer de un producto o de una serie de productos de características sensoriales fijas e inalterables durante un periodo de tiempo suficientemente amplio para que puedan ser utilizados como referencias.

Con el objetivo de determinar atributos de calidad de gran importancia en los alimentos perecederos se realizan ensayos sensoriales como:

- ❖ Apariencia o aspecto (Fase Visual): Se determinan todos los atributos visuales de la muestra incluyendo: el color, la forma, estado de las superficies, contornos o bordes, área y profundidad de la deshidratación, sensaciones texturales apreciables, brillo, opacidad, volumen y daños mecánicos.
- ❖ El olor (Fase Olfativa): Se realiza olfacción directa, es decir, con la boca cerrada y realizando inspiraciones cortas y poco profundas con la nariz (no más de 3 veces a intervalos de 10 segundos), el aire se exhala lentamente para lograr la percepción de los olores. Como resultado de esta percepción se expresarán la intensidad y calidad de los olores comparándolos con la ficha analítica del producto. Se emplearán los términos desde característico, inodoro o neutro, atípico, ácido o agrio, rancio, fermentados, oxidados, alcalino, frutado, no característico, desagradable y fétido entre otros.
- ❖ Gusto (Fase Bucal): Se analizan los atributos del sabor y el aroma procediendo como en los apartados anteriores, definiéndolos como: sabor amargo, salado, dulce, insípido o neutro, ardiente, punzante y astringente.

- ❖ Textura (fases visual, táctil, auditiva y bucal): Identifican propiedades físicas de la textura que pueden apreciarse durante la masticación, tales como, como dureza, suavidad, elasticidad, gomosidad, adhesividad, sensación pulposa y granulosa.

### **1.3. Gestión de las cadenas de suministros de alimentos perecederos**

Como refieren los autores (Ladi O, et al, 2014), una cadena de suministro es un sistema de organizaciones, personas, tecnología, actividades, información y recursos involucrados en la producción y circulación de productos o servicios de las etapas de pre-producción a través de la producción y distribución a los consumidores eventuales de los productos o servicios.

Las cadenas de suministro transforman los recursos naturales, materias primas y componentes en un producto terminado que se entrega al cliente final. Una cadena de suministro consta de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, en el cumplimiento de una demanda de los consumidores o una solicitud de cliente. La cadena de suministro no sólo incluye a los proveedores, distribuidores, sino también a los proveedores de logística, profesionales de almacenamiento, minoristas y clientes ellos mismos. La cadena es de por sí compleja en el sentido de que con cada componente, como la fase de producción, la cadena de suministro implica otros detalles más finos de las organizaciones y servicios tales como inventario, la toma de acciones, servicios al cliente, entre otros.

En la actualidad se ha desarrollado como una nueva etapa de la gestión de los sistemas logísticos en las empresas. A continuación se muestran algunos conceptos que tienen en cuenta el enfoque que considera la Gestión de la Cadena de Suministro, como una filosofía de gestión, como estrategia o sistema de gestión logístico, que busca sincronizar totalmente todos los eslabones de la cadena de suministros.

- ❖ Conjunto de tres o más compañías independientes que pasan materiales hacia delante (La Londe, 1994).
- ❖ Alineación de firmas que traen de firmas que llevan producción y servicios al mercado (Lambert, 1996).
- ❖ Red de organizaciones asociadas a través de lazos hacia arriba (distribución) y hacia abajo (aprovisionamiento) en procesos que producen valor en forma de productos y servicios al cliente (Christopher, 2000).

Según refiere Cespón Castro & Auxiliadora González (2003), las cadenas de suministros se identifican de acuerdo a su complejidad y pueden ser de tres tipos:

- ❖ Directa: Incluye una organización, un proveedor y un cliente.
- ❖ Extendida: Cuando existe además de lo anterior, un proveedor de proveedores y un cliente de clientes.
- ❖ Compleja: Es cuando una cadena de suministro extendida se le incluye otras organizaciones involucradas como terceras partes.

En la figura 1.2 se muestra la estructura de la cadena de suministros donde se aprecian las actividades claves antes descritas y su conformación en los subsistemas de aprovisionamiento, producción, distribución y residual.

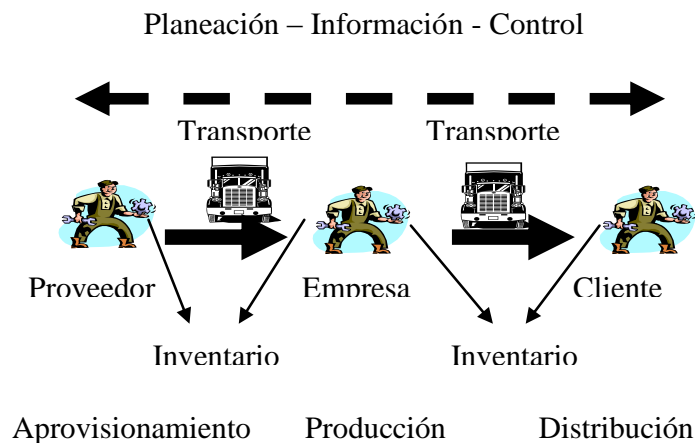


Figura 1.2 Estructura de la Cadena de Suministros. (Cespón Castro y Auxiliadora González, 2003)

De lo antes expresado se evidencia, que en toda cadena de suministros, aun cuando debe ser administrada de manera integral, es posible realizar un estudio más detallado cuando se concibe la unión de cuatro partes esenciales: Logística de Aprovisionamiento, de Producción / Operaciones, Distribución y Residual. (Cespón Castro & Auxiliadora González, 2003).

A continuación se analizarán los cuatro sistemas esenciales de la cadena de suministro:

Sistema logístico de aprovisionamiento: se encarga de gestionar los materiales entre las zonas de recepción y las zonas de producción de la organización y resulta de gran relevancia para las actividades subsiguientes a esta y aquellas que dependen de su eficaz funcionamiento como lo son las que le siguen en la cadena (fabricación o logística interna, y distribución o logística de salida). Otra definición que ayuda a reforzar la idea expuesta del concepto, es la dada por (Emilio, 1995), de acuerdo a la cual se le atribuye al aprovisionamiento, a obtener del exterior de la empresa, los materiales, productos y/o servicios que necesite para su funcionamiento, en las cantidades y plazos establecidos, con los niveles de calidad necesarios, y al menor precio que permita el mercado. En contraposición, algunos autores cuentan la función de compras como parte del aprovisionamiento, como es en el caso de (Fernández, 2014), que define el aprovisionamiento como la encargada de cubrir las necesidades de materiales y productos que la empresa necesita para su funcionamiento (...) se analizan sus prioridades competitivas en lo que se refiere de calidad, coste y tiempo. La función del aprovisionamiento incluye dos funciones:

- ❖ Compras: encargada de adquirir los bienes y servicios a los proveedores.
- ❖ Gestión de stocks: supone tomar decisiones sobre los niveles de artículos que se deben almacenar, las cantidades que tenemos que pedir al proveedor cada pedido, el momento de emitir cada uno de estos pedidos, etc.

De acuerdo a la definición dada anteriormente, para dar un significado más amplio de la función del aprovisionamiento, podemos apoyarnos en los postulados de Boubeta, (2007), de acuerdo a los cuales, el aprovisionamiento es una operación logística que consiste en asegurar el abastecimiento de mercancías (stock) en una tienda para evitar así vacíos incómodos a los clientes. Deberá ser constante y habrá de hacerse en las mejores condiciones de conservación, a fin de cumplir con los objetivos del negocio. Esto se puede observar, ya que al asegurar un abastecimiento constante para los clientes, repercute sobre el servicio y los tiempos de entrega de los productos ofertados.

Sistema logístico de producción/operaciones: conjunto de decisiones estructurales interrelacionadas, las cuales marcan la actividad productiva a largo, medio y corto plazo. Derivándose de ello tanto al diseño o mejoramiento del sistema físico, como el de gestión, existiendo en este eslabón de la cadena logística un flujo material que requiere de un proceso de gestión y que se integra con el aprovisionamiento.

De acuerdo con (Smallco,1995) la logística interna, se relaciona con los movimientos que se producen dentro de la empresa, aunque tengan una vinculación muy estrecha con entidades externas a la organización (...) se encuentra íntimamente interrelacionada con las fases de producción u operaciones. Basándonos en la apreciación dada por Smallco, (1995), podemos observar que la logística interna al ser el segundo eslabón de la cadena seguida del aprovisionamiento y tener una estrecha relación con la producción, tiene como objetivo abarcar las actividades relacionadas con la creación de los productos o servicios dentro de la organización, incluyendo procesos como la planificación de producción, implantación de procesos, el control de calidad y la evaluación de los trabajos realizados, entre otros.

Robusteciendo la idea anterior, y entendiendo la logística interna como producción, (Monterroso, 2000) afirma que la producción es un subsistema dinámico de la organización, que transforma los recursos a medida que fluyen a través de las distintas etapas del proceso. Por esto y analizado lo enunciado por (Ballou, 2004) acerca de la necesidad de agregar valor en cada proceso de la cadena es importante entender que en el ciclo de producción se encuentran muchas posibilidades para agregar valor y contribuir con el desempeño de la cadena.

Profundizar más en la definición de autores como (Cuatrecas, 2012) postuló que la producción se compone de seis grandes funciones:

- ❖ Recepción de materiales y componentes.
- ❖ Flujo de materiales en el proceso.
- ❖ Montaje de subconjuntos secundarios y principales.
- ❖ Montaje final.
- ❖ Ensayo.
- ❖ Valoración de la calidad del producto.

Sistema logístico de distribución: estrecha relación proveedor-cliente, que contribuye a dotar a la logística de distribución con un enfoque en sistema, lo que permite identificar la existencia de cuatro subsistemas claves: Gestión de inventarios, Gestión de almacenaje, Gestión de pedidos y Gestión de transporte.

La distribución de productos es un concepto que desde su aspecto teórico siempre ha estado ligado al desarrollo de la cadena de suministro y la logística. En sus inicios no

se hacía una separación conceptual entre logística y distribución, tal como lo podemos ver en la definición de (Heskett, 1973) “La logística es la administración de las actividades que permiten facilitar el movimiento de mercancías de un lugar a otro en el momento que se necesitan”. En este punto tampoco se tenía un concepto de agregación de valor por parte de la logística y mejora en los procesos de la compañía.

A partir de la década de los 80 en que los conceptos de logística y distribución comenzaron a diferenciarse, el primero comenzó a incluir no solo el movimiento de productos hacia los cliente sino también la recepción de los productos y la retroalimentación de la información para predecir la demanda sujeta a la distribución como un sub proceso de la logística. (Rushton, 2010).

Finalmente en los últimos años se hace una diferenciación entre la distribución y la administración de la cadena de suministro, la primera comienza a hacer parte de la segunda, a pesar de compartir objetivos como el producto en el momento y espacio requerido por el cliente la administración de la cadena de suministro se encargaría además de otros aspectos como la calidad, la logística inversa y el aprovisionamiento (Habib, 2011).

La logística de salida involucra todas aquellas actividades necesarias para ubicar los productos a disposición del cliente. Es decir, se encarga de la gestión de materiales entre las plantas y puntos de consumo o puntos de distribución de servicios (Lacalle, 2013). Por su parte (Cuatrecas, 2012), afirmó que las técnicas logísticas en el proceso de aprovisionamiento y en el proceso de distribución son muy similares, y sus actividades fundamentales son:

- ❖ Proceso de pedidos: originando movimiento de los productos y cumplimiento de servicios solicitados.
- ❖ Gestión de inventarios: Este busca proporcionar la disponibilidad requerida de los productos que solicita la demanda.
- ❖ Actividad del transporte: Traslado de materiales o productos propios, así como productos finales.
- ❖ Nivel de servicio al cliente.
- ❖ Actividad de compras: Selección de fuentes, cantidades que se han de adquirir, momento de efectuar las adquisiciones y la planificación de los productos de

acuerdo al aprovisionamiento que sea requerido, y al canal de distribución para establecer la cuantía y secuencia de los mismos.

- ❖ Almacenamiento: Que conlleva a decisiones tales como determinación de espacio requerido, diseño, configuración de almacenes y disposición de los productos en su interior entre otros.
- ❖ Tratamiento de mercancías: Implica selección del equipo de manipulación y detalle de los procedimientos de preparación de los pedidos y devolución de productos defectuosos.
- ❖ Gestión de la información: Fundamental para dar soporte a todo el sistema logístico.

Como se ha logrado evidenciar el proceso de distribución tiene varios elementos complejos fundamentales en el proceso de agregación de valor en la cadena suministros. Por lo tanto es necesario prestar atención al proceso de distribución para mantener los esquemas de calidad, cumplimiento, trazabilidad que influyen en la satisfacción de los clientes internos y externos

Sistema de Logística inversa: conocida como residual o del reciclaje, se encarga de la gestión del flujo material de estos residuos, siendo la tercerización generalmente dirigida hacia empresas de reciclaje que se especializan en su tratamiento, para luego ser reincorporados a los diferentes procesos productivos.

La Gestión de la Cadena de Suministro tiene varias ventajas, aunque algunas muy difíciles de cuantificar, puesto que existen muchos elementos que aunque proporcionan una mejora sustancial en las operaciones, no son fáciles de medir en términos cuantitativos, como por ejemplo la mejora de las relaciones y el trato con los proveedores, el incremento en la confianza y la reducción de incertidumbre. Entre las ventajas que se pueden citar se encuentran:

- ❖ La gestión más eficaz de materia prima, trabajo en proceso, inventario de producto terminado.
- ❖ El mejoramiento de la dirección de los recursos de fabricación.
- ❖ La distribución óptima del inventario a lo largo de la cadena de suministro.
- ❖ La reducción de costos por toda la cadena de suministro y la dirección más eficaz del capital de trabajo.

- ❖ El aumento de la eficacia en las transacciones entre los socios de la cadena de suministro.
- ❖ El mejoramiento del servicio al cliente.
- ❖ El reforzamiento del valor del cliente, a menudo en la forma de precios más bajo.

#### **1.4. Mejoramiento de la calidad en las cadenas de suministros de alimentos perecederos**

Para la mayoría de las empresas y directivos, la mejora anual de la calidad no es sólo una nueva responsabilidad, sino también un cambio radical en el estilo de gestión: un cambio en la cultura empresarial. (Juran. M, 1999).

El proceso de mejora de la calidad descansa sobre la base de ciertos conceptos fundamentales.

Gryna (1993) lo define como “el logro de un nuevo nivel de rendimiento superior al nivel anterior, esta superioridad se consigue con la aplicación del concepto del salto adelante a los problemas de calidad.

Harrington (1993), mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

Fadi Kabboul (1994), define el mejoramiento continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

Abell, D. (1994), da como concepto de mejoramiento continuo una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado (tomado del Curso de Mejoramiento Continuo dictado por Fadi Kbbaul).

Sullivan (1994), define el mejoramiento continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de las organizaciones a lo que se entrega a clientes.

Deming (1996), según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.



La ISO 9000:2000 plantea que el mejoramiento de la calidad es parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.

De acuerdo a un estudio realizado por Harrington (1987) en los procesos de mejoramiento puestos en práctica en diversas compañías en Estados Unidos, existen diez actividades de mejoramiento que forman parte de toda empresa, sea grande o pequeña que son:

- ❖ Obtener el compromiso de la alta dirección.
- ❖ Establecer un consejo directivo de mejoramiento.
- ❖ Conseguir la participación total de la administración.
- ❖ Asegurar la participación en equipos de los empleados.
- ❖ Conseguir la participación individual.
- ❖ Establecer equipos de mejoramiento de los procesos.
- ❖ Desarrollar actividades con la participación de los proveedores.
- ❖ Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas.
- ❖ Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo y una estrategia de mejoramiento a largo plazo.
- ❖ Establecer un sistema de reconocimientos.

La calidad de un producto está determinada por la interacción de diversos factores entre los que se encuentran la actividad consciente de los hombres, los materiales disponibles, el equipamiento tecnológico, los métodos de trabajo, los recursos monetarios con que cuenta el sistema de dirección vigente, entre otros. Esto hace que las organizaciones industriales se enfrenten al reto de crear las capacidades y hábitos necesarios ya que así pueden utilizar la experiencia de sus trabajadores para lograr el mejoramiento de la calidad de los productos, procesos productivos, ambientales y laborales (Gómez Dorta, 2001).

Las organizaciones apelan a las experiencias internacionales en esta materia y tienden a ajustar la organización al modelo impuesto por un enfoque dado, en lugar de rediseñarlo y con esto evitar el gasto innecesario de recursos que entraña la adopción de un enfoque dado. En la actualidad existen diversos enfoques, los cuales son los frutos de las experiencias acumuladas en el campo de la calidad a lo largo de

los años. Estos enfoques no están sujetos a una sola concepción de la calidad y es común ver, sobre todo en los ideólogos estadounidenses, como la concepción foránea ha sido incorporada a su estructura teórica, siendo la razón principal del hecho, los amplios éxitos de la filosofía japonesa a nivel mundial.

El proceso de mejoramiento supone una jerarquía de resolución de problemas que progresa del modelo de combatir al fuego, a la resolución sistemática de los problemas con el ciclo PHVA, hasta la prevención de problemas por medio de la predicción. En el caso de la cadena de suministro la meta máxima es predecir y prevenir la ocurrencia de problemas.

Los propósitos del mejoramiento de la calidad, resultan de interés para las industrias de proceso, son muchos todavía los desafíos, con experiencias de derroches inaceptables y arbitrariedades al definir los requisitos para el desempeño de los procesos. Según Juran y Gryna (2001) se subestiman los problemas de calidad y lo que éstos representan en la rentabilidad financiera a largo plazo; en este sentido, el propósito debe estar orientado a refinar las herramientas para lograr la detección oportuna de las causas que provocan tales alteraciones y poder obtener los beneficios esperados.

La determinación de enfrentar el proceso de mejoramiento, requiere de un análisis de las circunstancias en las que se desarrollará, siendo determinante la tipología del proceso u organización de aplicación y el objetivo que se persiga. Al respecto, fueron analizados diferentes estructuras de mejoramiento propuestas por autores clásicos, de la ISO 9000:2000, así como las metodología que se desarrollan en la filosofía “Seis Sigma”, (Gómez Áviles, 2006).

Valls Figueroa et al, (2002) señalan al respecto que el mejoramiento de la calidad de un producto se logra mediante el diseño o rediseño de productos y el diseño o rediseño de los procesos que producen ese producto. El punto de partida es enfocar la organización como un sistema. Cada actividad, cada trabajo es parte de un proceso y puede mejorarse. Se espera entonces hacer coincidir los productos o servicios del sistema con las necesidades del cliente, las cuales se traducen en características de calidad.

En resumen, las cadenas de suministro de alimentos perecederos se caracterizan por alto nivel de incertidumbre en el suministro de materias primas. Los fabricantes pueden utilizar varias fuentes, incluyendo el pescado de acuicultura, y las cadenas de suministro fijos desde la captura hasta el consumo no existen necesariamente. Por

último, sobre la calidad y el uso de la información, así como en el beneficio, pueden resultar en acciones subóptimas tomadas en distintas partes de la red de la cadena de suministro.

La industria pesquera exhibe cadenas particularmente difíciles de suministro debido a la alta perecibilidad de los peces, muchos agentes independientes que forman las cadenas de suministro, y las incertidumbres relativas a las fuentes. Las cadenas se afectan entre sí, y sobre todo cuando los aspectos de calidad afectan el manejo y las posibilidades de generación de valor.

#### **1.4.1 Fiabilidad de la cadena de suministro**

En la actualidad, la mayor parte de los bienes y servicios se obtienen y se hacen llegar a sus destinatarios mediante unos “sistemas productivos”, a menudo de gran dimensión tanto por el número de personas que trabajan en ellos como por el tamaño y el valor de las instalaciones y equipos que utilizan. A lo largo de su ciclo de vida cada sistema pasa por diferentes fases. La última de ellas es la de construcción y puesta en marcha, hasta que se alcanza el régimen normal de funcionamiento. Durante esta última fase, llamada de operación, que es la única auténticamente productiva, el sistema se ve sometido a fallos que entorpecen o, incluso, interrumpen temporal o definitivamente su funcionamiento.

El término fiabilidad es descrita en el diccionario de la Real Academia Española como "probabilidad de buen funcionamiento de algo". Por tanto, extendiendo el significado a sistemas, se dice que la fiabilidad de un sistema es la probabilidad de que ese sistema funcione o desarrolle una cierta función, bajo condiciones fijadas y durante un período determinado.

Por consiguiente, la mayoría de los estudios de fiabilidad y de los métodos desarrollados se centran en el diseño de productos. Asociamos fiabilidad a la capacidad de depender con seguridad de algo o alguien. Los sistemas creados por el hombre tienen por objeto satisfacer una determinada necesidad. Para ello deben funcionar de una forma específica en un determinado entorno. Antes o después, todos los sistemas llegan a un instante en el que no pueden cumplir satisfactoriamente aquello para lo que fueron diseñados.

La fiabilidad es claramente un factor esencial en la seguridad de un producto. Para lograr los objetivos de un rendimiento funcional adecuado, limitación de los costes del

ciclo de vida, y seguridad, la fase del diseño es el momento en que puede lograrse una influencia importante sobre los mismos.

La fiabilidad de un producto es entonces el promedio de la fiabilidad de la unidad de cada cliente. Entonces, la fiabilidad del producto puede ser muy bien ser alta, aunque la unidad de un cliente específico no cumple con la demanda de ese cliente particular y no cumple con la expectativa.

El fallo del sistema tendrá unas repercusiones que dependerán del tipo de sistema, y del tipo de misión que este desempeña y del momento en que se produzca el fallo. Es deseable que los sistemas diseñados sean fiables, en el sentido de que el usuario pueda operarlos sin que exista un elevado riesgo de fallo. El nivel de fiabilidad, o seguridad de operación satisfactoria, dependerá de la naturaleza del objetivo del sistema. El que un sistema tenga cierta fiabilidad lleva un coste y un esfuerzo asociado, por lo que la exigencia de fiabilidad para un sistema debe adecuarse a su objetivo y trascendencia. (Mallor. F & Santos. J, 2012).

La fiabilidad es una de las características más importantes del funcionamiento de las cadenas de suministro pues tienen un impacto significativo sobre la integridad y la calidad de partes entregadas, en el ciclo de tiempo de ejecución de logísticas y en los costos logísticos en las cadenas de suministro. Dado que los procesos de interacción entre estos, las empresas, que son participantes de la cadena de suministro, son más complicados, esto trae consigo la necesidad de mejorar los métodos utilizados para evaluar la fiabilidad de las cadenas de suministro y para buscar formas activas a mejorar la fiabilidad (Lukinskiy V, et al (2014).

Otros autores como Ladi O, et al (2014), definen la fiabilidad como la probabilidad de que una entidad, un producto o dispositivo realiza su función sin fallos en las condiciones especificadas por un período de tiempo determinado dentro de un horizonte de tiempo.

Entonces fiabilidad de la cadena de suministro se define como la probabilidad de que los requisitos de la misión de la cadena de suministro puedan proporcionar los suministros necesarios, servicios o productos a los puntos de transferencia críticos dentro del sistema en un marco de tiempo. Además, una cadena de suministro es fiable si se realiza bien partes del sistema no fallan. En el mundo actual donde se producen diferentes incertidumbres, es muy importante la incorporación de la fiabilidad en la cadena de suministro, ya que ayuda a mantener la cadena de suministro, se

ejecuta con eficacia si algún acontecimiento imprevisto da lugar al retraso o parada en función de cualquier componente de la cadena de suministro (Ladi et al, 2014).

#### **1.4.2 Robustez de las cadenas de suministro**

Los mercados requieren más responsabilidad, productos de alta calidad, y alta fiabilidad de los recursos en un corto tiempo y a costos bajos. Como consecuencia, las cadenas de suministros han eliminado las actividades que no adicionan valor y han ido aprendiendo. Sin embargo, las cadenas de suministro ajustadas sin mucho inventario son más vulnerables a las perturbaciones en los procesos logísticos, a medida que podrían ser menos consistentes en su rendimiento, son menos robustas (Kleindorfer & Saad, 2005; Dong, 2006).

En la práctica, en años recientes se han informado muchos eventos que han llevado a las perturbaciones de las cadenas de suministros (fallas de suministros causadas por desastres naturales o fuego en los almacenes, accidentes de tránsito, reproceso de productos por baja satisfacción de las características de calidad o de seguridad). Por eso ha crecido el interés de robustecer el diseño de cadenas de suministro robustas. Esto es sostenible especialmente en la cadena de suministro de alimentos, donde por tener estas características específicas se incrementan estas vulnerabilidades, como la demanda y suministro temporal y un ciclo de vida limitado del producto (Vlajic, et al, 2011).

La robustez de la cadena de suministro es una propiedad deseada que se refleja en las actuaciones de la misma. Eso es muy importante porque el entorno empresarial actual se caracteriza por el aumento de los requisitos hacia actuaciones sólidas (por ejemplo, la demanda de suministro fiable y de productos de mayor calidad dentro del menor tiempo de entrega).

La robustez la cadena de suministro se define como el grado en el que una cadena de suministro muestra un rendimiento aceptable. Para poner en práctica esta definición, una cadena de suministro es robusta con respecto a un KPI si el valor de KPI es medido adecuadamente sobre un período de observación, se sostiene en un rango deseado prefijado, incluso en la presencia de perturbaciones. A esto le llamamos predefinido rango deseado de la gama Robustez, y se caracteriza por nivel alto y bajo (límites superior e inferior). Si un KPI realiza por encima o por debajo del rango de robustez, la cadena de suministro se considera vulnerable. El más fuerte y más largo es el impacto negativo de las actuaciones Es más fuerte y más largo el tiempo de

impacto negativo a los rendimientos, es la cadena del suministro más vulnerable a esa perturbación. (Vlajic et al, 2012).

En la literatura de cadena de suministro, robustez es considerada principalmente como la capacidad del sistema para continuar su buen funcionamiento en caso de una ruptura, y la severidad de las consecuencias determina el nivel de robustez de la cadena de suministro o su vulnerabilidad, por lo que deben tenerse en cuenta los siguientes puntos de atención:

- ❖ El buen funcionamiento del sistema depende de qué es medido, y cómo esto es medido, y esto varía de aplicación a aplicación.
- ❖ La robustez de la cadena de suministro puede ser puesta en peligros por varios eventos inesperados y eventos que resultan de las características del sistema (pobre comunicación).
- ❖ Las consecuencias de eventos inesperados son medidos a nivel de proceso o sistema y la severidad depende del diseño de sistema.

Después de décadas de relativa estabilidad, Christopher & Holweg (2011) observaron la aparición de una nueva era de la turbulencia en las cadenas de suministro. La literatura ofrece dos estrategias principales para la forma en que las cadenas de suministro y sus entidades pueden hacer frente a estos cambios (cambios que se entienden como actos que causan desviaciones del status o alteraciones en uno o más nodos): reactivos o proactivos. Cada una de estas estrategias se han demostrado para reducir la vulnerabilidad (Wieland & Wallenburg, 2012).

La existencia de diferentes entidades dentro de la organización es fundamental para permitir la robustez intra-organizacional. Intercambio estratégico y operativo de información y conocimientos sobre el diseño de productos, procesos de producción, logística y calidad, así como el estado de suministro y la demanda, se argumentan para permitir una mejor coordinación y gestión de la organización (Hall et al, 2012).

#### **1.4.3 Vulnerabilidad de las cadenas de suministros. Indicadores de vulnerabilidad**

Las cadenas de suministro del sector de la alimentación están en constante evolución para hacer frente a los retos internacionales y satisfacer las demandas de los clientes, lo que incrementa como nunca antes la dificultad para gestionar sus componentes y participantes.

En primer lugar, en la logística actual tiene lugar una fragmentación de la comunicación. La mayoría de los actores claves no conoce a todas las entidades que participan en su cadena de suministro. Conocen a los vendedores con los que trabajan directamente, pero no saben cuál es el siguiente eslabón de la cadena, por lo que desconocen el cumplimiento o no de las normas del sector.

La vulnerabilidad más importante a la que se enfrentan las cadenas de suministro actuales es la falta de transparencia o visibilidad del sistema completo y de la documentación asociada.

Algunos autores definen la vulnerabilidad de las cadenas de suministros como:

- ❖ Capacidad de una red para hacer frente a los cambios en el entorno competitivo sin tener que recurrir a los cambios en la estructura de la red (Ferdows, 1997).
- ❖ La capacidad del sistema para resistir un evento accidental y volver a hacer su misión prevista y mantener la situación estable como lo había hecho antes del evento accidental (Asbjørnslett & Rausand, 1999).
- ❖ La capacidad de un diseño de la cadena de suministro para encontrar una configuración de cadena de suministro que proporciona un rendimiento robusto y atractivo tiene en cuenta muchas fuentes de certeza de la ONU (Mo & Harrison, 2005).
- ❖ La capacidad de la cadena de suministro para mantener un nivel dado de producción después de un fallo (Bundschuh et al, 2006).
- ❖ La capacidad de las cadenas de suministro para soportar los choques externos e internos (Chandra & Grabis, 2007).

Los mayores retos y vulnerabilidades de la cadena de suministro, en el sector de la alimentación, están relacionados con la incapacidad del mismo para recopilar y compartir información en tiempo real.

Autores definen como fuente de vulnerabilidad de la cadena de suministro o su ambiente que conduce a la ocurrencia de un evento inesperado y como tal, ellos son causas directas o indirectas de perturbaciones. De las revisiones bibliográficas revisadas por los autores, ellos consideran la existencia de dos grupos básicos de fuentes de vulnerabilidades: fuentes internas y externas. Además, se encontraron un

número de fuentes genéricas que se pueden encontrar en casi todas las cadenas de suministros, así como fuentes específicas para las cadenas de suministro de alimentos. Las fuentes específicas dependen de las características de la cadena de alimento, así como los productos perecederos, la importancia en la seguridad alimentaria y la gestión de la calidad, la valorización del producto, la variabilidad en el rendimiento del proceso y las restricciones de tiempo rígido.

La raíz de las fuentes externas de vulnerabilidades de la cadena de suministro está en el ambiente de la cadena de suministro, algunas son controlables por agentes externos y otras no pueden ser controlables (Simchie et al 2008).

Fuentes internas: están relacionadas con los elementos de escenario de la cadena de suministro. De una perspectiva de empresa las fuentes internas son controlables de alguna manera dependiendo el origen: dentro de la compañía o dentro de la cadena de suministro. Las fuentes de vulnerabilidad a nivel de compañía son principalmente controlable y pueden ser resueltos cuando ellos resultan directamente para elegir y accionar en la gestión de la compañía (Ritchie & Brindley, 2009).

Las fuentes internas relacionadas con las características del producto como el declive de la calidad de los alimentos frescos pueden ser controladas solo parcialmente. Las fuentes de vulnerabilidades a nivel de cadena de suministro son controlable de parcialmente a totalmente (Wu et al, 2006). Ellos van desde el suministro y el tamaño de la demanda de la compañía, y el nivel de controlabilidad depende del nivel de integración de la cadena de suministro y colaboración.

La mayoría de ellas se establecen para maximizar eficiencia y de esa forma tienden a ser más frágiles. El resultado final es que la cadena de suministro se torna vulnerable, ya que funciona en forma inapropiada y se presta al uso inapropiado por terceros (Edmonson, 2004).

El mal funcionamiento está típicamente asociado a fallas en el manejo físico de algún participante en la cadena que no entrega a tiempo la posesión del bien al siguiente participante. Esto puede ocurrir por muchísimas razones, tales como fallas en los equipos, pérdida de la carga, la falta de equipos, falta de operadores o por retrasos en las conexiones de los transportistas. Además de lo anterior, es posible que haya enviado el bien equivocado, o dañado, o la cantidad errada.



De igual manera, el flujo físico puede ser obstaculizado por fallas en el flujo de información. Los errores típicos están usualmente asociados cuando la información no es comunicada entre participantes, o comunicada en forma incorrecta, o simplemente se envía con retraso. En el comercio internacional, la carga no se mueve sino con documentos.

El uso inadecuado de la cadena puede ocurrir cuando se intenta interrumpir el flujo de bienes o información por parte de una entidad participante o no participante. Ambas cosas tienen las mismas consecuencias, ya que se trata del uso de una cadena para desplazar material, usualmente en forma ilegal, sin el conocimiento del dueño del proceso. Resulta más instructivo considerar las interrupciones o el uso inadecuado, tomando en cuenta las razones por las cuales ocurre por medio del continuo rango de implicaciones.

### **1.5. El pescado como alimento perecedero**

La cadena de suministro demuestra la amplia gama de actividades que se requieren para llevar un producto o servicio desde su concepción, a través de las diferentes fases de la producción y la entrega al consumidor final.

El interés público en la calidad y los métodos de producción de alimentos ha aumentado significativamente en las últimas décadas, debido en parte a los cambios en los hábitos alimentarios, el comportamiento del consumidor, la industrialización y la globalización de las cadenas de suministro de alimentos aumentó. La demanda de los altos niveles de calidad y seguridad del pescado crudo requiere un alto nivel de garantía de calidad y control de procesos (Cozzolino. D & Murray. I, 2012).

La cadena de suministro demuestra la amplia gama de actividades que se requieren para llevar un producto o servicio desde su concepción, a través de las diferentes fases de la producción y la entrega al consumidor final.

El interés público en la calidad y los métodos de producción de alimentos ha aumentado significativamente en las últimas décadas, debido en parte a los cambios en los hábitos alimentarios, el comportamiento del consumidor, la industrialización y la globalización de las cadenas de suministro de alimentos aumentó. La demanda de los altos niveles de calidad y seguridad del pescado crudo requiere un alto nivel de garantía de calidad y control de procesos (Cozzolino. D y Murray. I, 2012).

Los consumidores requieren de alimentos de alta calidad, seguros, saludables, frescos y listos para el consumo. Como resultado, la variedad de productos ha aumentado significativamente. El sector de la alimentación muestra una serie de características distintas, tales como una frecuencia rápida en la disminución de la calidad de los productos, procesos de producción que muestran ambas características continuas y por lotes, la generación de subproductos.

El pescado es un producto altamente perecedero, su calidad se deteriora muy rápidamente. Las áreas de producción y de consumo también están muy separadas. La producción de peces cultivados se puede aumentar al hacer la mejor utilización de los recursos nacionales existentes a través de métodos modernos y científicos de la piscicultura y técnicas de pesca.

Es bien sabido que la vida útil de la captura depende en gran medida en el método de pesca seleccionado y la manipulación a bordo (Huss, 1995). En particular, un manejo cuidadoso de la captura y su almacenamiento higiénico bajo temperaturas estrictamente controladas se encuentran entre los pasos más importantes para garantizar un alto nivel de frescura, calidad en toda la cadena de producción, desde la pesca hasta el cliente final.

Por lo tanto, las organizaciones nacionales de pescadores, minoristas y consumidores de pescado, realizan en la actualidad énfasis en la implementación de buenas prácticas de manejo de la captura, donde "manipulación" ha de entenderse en su sentido más amplio.

Todos los actores de la cadena de pesca desean ofrecer un producto de alta calidad, en tal sentido la frescura es la cualidad más importante dentro de los atributos de pescado fresco y es el elemento clave para ser implementado en el control de calidad y el etiquetado de todos los socios en la cadena de la pesca (incluidos los consumidores) (Heising, J.K, Dekker,M, 2011).

## **1.6. Conclusiones del capítulo**

1. La literatura científica consultada registra los principales aportes que se han realizado en materia de logística, cadena de suministro, calidad y filosofías de mejoramiento. Aunque existen brechas en la investigaciones en cuanto al mejoramiento de la calidad específicamente de la cadena de suministro específicamente en la de alimentos perecederos en general.

2. La cadena de suministro de alimentos perecederos se caracterizan por altos niveles de incertidumbre por lo que los estudios para fortalecer y mejorar esta cadena deben estar enmarcados en detectar y prevenir la ocurrencia de problemas, detectar sus causas y trabajar sobre ellas.
3. Un aspecto fundamental en el estudio de la cadena de suministro los constituye la fiabilidad, la cual es considerada una de las características imprescindible para el logro de la integridad y la calidad de los suministros, la duración del tiempo de ciclo además de repercutir en los costos asociados al desarrollo de la misma.
4. En la actualidad la vulnerabilidad en las cadenas de suministro, constituye un riesgo que generalmente siempre está presente por lo que los estudios deben tener como propósito determinar vías y alternativas que garanticen la robustez en la cadena de suministros de alimentos perecederos.
5. La cadena de suministro del pescado, considerado como alimento perecedero, urge de análisis en cuanto a los altos niveles de vulnerabilidad que actualmente presenta; en aras de robustecer sus procesos y mejorar así la calidad de forma general

## **Capítulo II: Procedimiento para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera INDUPIR**

### **2.1 Introducción**

A partir de la revisión bibliográfica realizada en el marco teórico referencial y la situación problemática, se dio respuesta al problema científico, a través del diseño de un procedimiento para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera INDUPIR. En la figura 2.1 se muestra la estructura del procedimiento propuesto. A continuación se describen las bases del procedimiento, objetivos, entrada, salidas, así como cada una de sus etapas.

### **2.2. Bases del procedimiento para la mejora de la calidad en el sistema logístico de aprovisionamiento de la industria pesquera INDUPIR.**

El procedimiento se realizó sobre las premisas siguientes:

1. Su concepción permite considerarlo de forma dialéctica, en continuo perfeccionamiento.
2. Concibe a la cadena de suministro de productos pesqueros como un gran sistema y utiliza un enfoque basado en procesos para el análisis de sus miembros o eslabones.
3. 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 logística presentes en cada eslabón de la cadena de suministros que se analiza.

Con su aplicación se identifican hacia donde deben ir dirigidas las mejoras en aras de lograr una adecuada gestión del sistema, lo cual debe conducir a una elevación de su efectividad y utilización más racional de recursos.

#### Objetivos del procedimiento

El objetivo general del procedimiento es determinar los principales problemas que afectan la gestión de la calidad de la cadena de suministro objeto de estudio los cuales pueden estar dados por el deficiente diseño de la cadena de suministro objeto de estudio o por el no cumplimiento de los requisitos que para su correcto funcionamiento están definidos.

### Principios en los que se sustenta el procedimiento

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.
- ✓ 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.

### Entradas

Como entrada el procedimiento tiene:

- ✓ Definir los objetivos del diagnóstico de la cadena de suministro sobre la base de las insatisfacciones de los clientes internos.

- ✓ Comportamiento actual de los diferentes eslabones que componen la cadena de suministros objeto de estudio.

Salidas

Las salidas principales del procedimiento son:

- ✓ Problemas que afectan la gestión de la cadena de suministros analizada.
- ✓ Acciones de mejora para aumentar la efectividad de la gestión de la cadena de suministros.

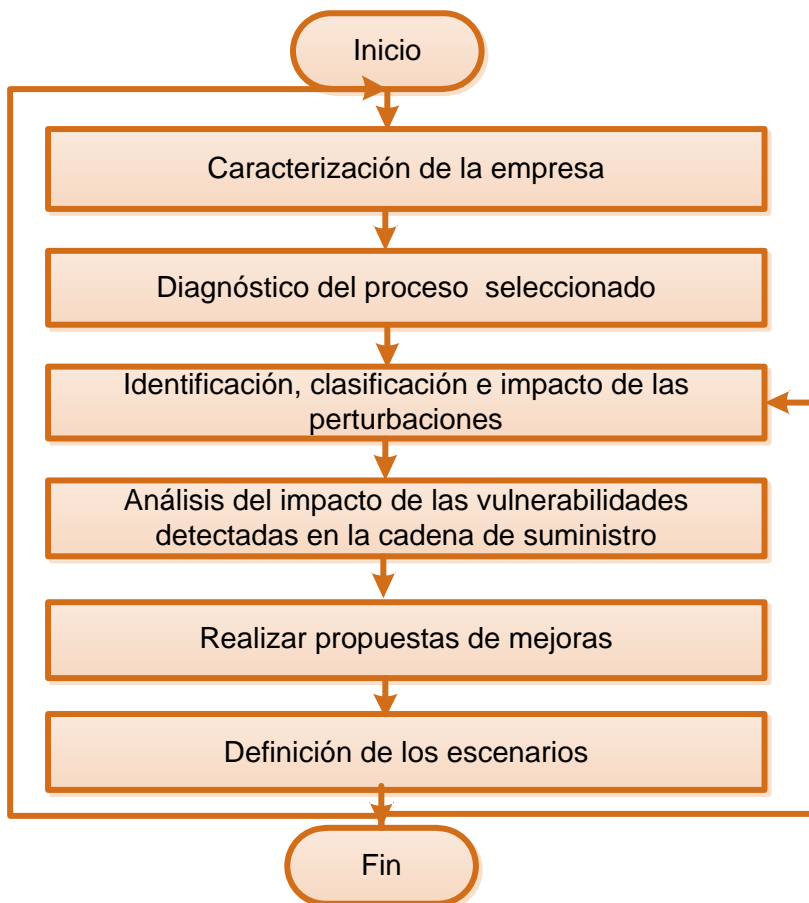


Figura 2.1. Procedimiento para la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera INDUPIR. Fuente: Adaptado de Vlajic, 2012.

### 2.3. Etapa 1. Caracterización de la empresa

En esta primera etapa se realiza, una descripción general de la entidad objeto de estudio y de la cadena de suministro. Se proponen tres pasos para su ejecución.

**Paso 1: Creación del equipo de trabajo**

En este paso se selecciona el equipo de trabajo formado por especialistas con conocimientos sobre la cadena de suministro, y de los diferentes sistemas logísticos que la integran, para conducir la ejecución del procedimiento propuesto, respecto a la organización y el aporte de criterios. Los expertos brindan valoraciones y aportan recomendaciones con un máximo de competencia (Medina León et al. 2008; Hernández Nariño, 2010).

A continuación se enuncian las tareas a realizar:

1. Organizar y dirigir el trabajo de los expertos (es una tarea específica del jefe del equipo de trabajo).
2. Recopilar la información necesaria para desarrollar cada una de las etapas del procedimiento.
3. Realizar los cálculos y análisis incluidos en cada etapa.

Se recomienda por (Trischler, 1998; Amozarrain, 1999; Nogueira Rivera, 2002; Negrín Sosa, 2002; Diéguez Matellán, 2008; Hernández Nariño, 2010) que grupos de trabajo con pretensiones similares, se caracterizan por:

- estar integrado por un grupo de 7 a 15 personas,
- estar conformado por personas del Consejo de Dirección y una representación de todas las áreas de la organización,
- garantizar la diversidad de conocimientos de los miembros del equipo,
- contar con personas que posean conocimientos de dirección,
- disponer de la presencia de algún experto externo,
- nombrar a un miembro de la dirección como coordinador del equipo de trabajo,
- contar con la disponibilidad de los miembros para el trabajo solicitado.

La selección de los expertos se realiza por método de Hurtado de Mendoza (2003), para determinar del coeficiente de competencia de los especialistas. Con el cálculo de la cantidad de expertos necesarios para la investigación se determinan los integrantes del equipo de trabajo. A continuación se describe método:

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. 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 tabla 2.1 se muestra el resumen de la información obtenida, la cual permite calcular el coeficiente de conocimiento o información ( $K_c$ ), según la expresión 2.1.

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.

$$K_{cj} = n(0,1) \quad (2.1)$$

Donde:

$K_{cj}$ : Coeficiente de conocimiento o información del experto "j"

n: Rango seleccionado por el experto "j"

3. Se realiza una segunda pregunta que permite 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 trabajos en Cuba			
Conocimientos de trabajo en el extranjero			
Consultas bibliográficas			
Cursos de actualización			

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

En este paso se determinan los elementos de mayor influencia, las casillas marcadas por cada experto en la tabla se llevan a los valores de una tabla patrón, la cual se relacionan en la tabla 2.3.

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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
Estudios teóricos realizados	0,27	0,21	0,13
Experiencia obtenida	0,24	0,22	0,12
Conocimientos de trabajos 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 et al. (2008)

4. Los aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación del tema a estudiar permiten calcular el coeficiente de argumentación (Ka) de cada experto utilizando, por la expresión 2.2.

$$K_{aj} = \sum_{i=1}^7 n_i \tag{2.2}$$

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 (Kc) y el coeficiente de argumentación (Ka), se obtiene el valor del coeficiente de competencia (K) de cada experto. Este coeficiente (K) se determina por la expresión 2.3.

$$K=0,5*(Kc + Ka) \tag{2.3}$$

Donde:

K: Coeficiente de Competencia

Kc: Cociente de Conocimiento

Ka: 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 calcula por la por la expresión 2.4. Se seleccionan los de mayor coeficiente de competencia.

$$n = \frac{k * p(1 - p)}{d^2} \tag{2.4}$$

Donde:

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

$Z_{\alpha/2}$ : 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, cuanto 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 cuente 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

### **Paso 2: Análisis de la situación actual de la cadena de suministros**

En este paso se realiza una caracterización general de la cadena y una representación gráfica según (Vlajic, 2012), donde se definen cada uno de los procesos, proveedores, clientes que intervienen en la cadena de suministro, objeto de estudio.

### **Paso 3: Selección del sistema logístico objeto de estudio**

Para la selección del sistema se realiza una evaluación de la opinión de los expertos, los expertos otorgan un orden de prioridad a los procesos, con una escala de 1 a 10, sin repetición, el mayor valor se corresponde con el proceso de más importancia, y ésta disminuye con el valor de la escala. A la concordancia se evalúa a través del coeficiente de Concordancia de Kendall, anexo 1.

#### **2.4. Etapa 2. Diagnóstico del sistema logístico seleccionado**

A través de un Brainstorming se obtiene la información de los expertos, sobre las principales causas de los problemas que presentan en su realización, el sistema logístico. La organización de las posibles causas, se realiza en un Diagrama causa- efecto, herramienta que permite exhibir gráficamente, con detalles crecientes, todas las posibles causas relacionadas con un problema o condición a fin de descubrir su raíz o raíces.

#### **2.5. Etapa 3: Identificación, clasificación e impacto de las perturbaciones**

El objetivo de la etapa está orientado a robustecer los rendimientos de la cadena de suministros. Con el análisis gráfico del proceso y la valoración de las relaciones causa y efecto de los problemas detectados en el diagnóstico, se procede a la identificación de las perturbaciones y clasificación, para evaluar el impacto de cada perturbación en el sistema logístico seleccionado. A través del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), se describe de forma estructurada las relaciones de funcionamiento y los posibles errores, y se determinan los Números de Prioridad de Riesgo (NPR), a partir de los cuales se obtiene información sobre la urgencia de los posibles riesgos, y la búsqueda de acciones de mejora, el esquema para la realización del AMFE se

muestra en la figura 2.2 y en el anexo 2 se muestra el modelo de registro de información de esta herramienta

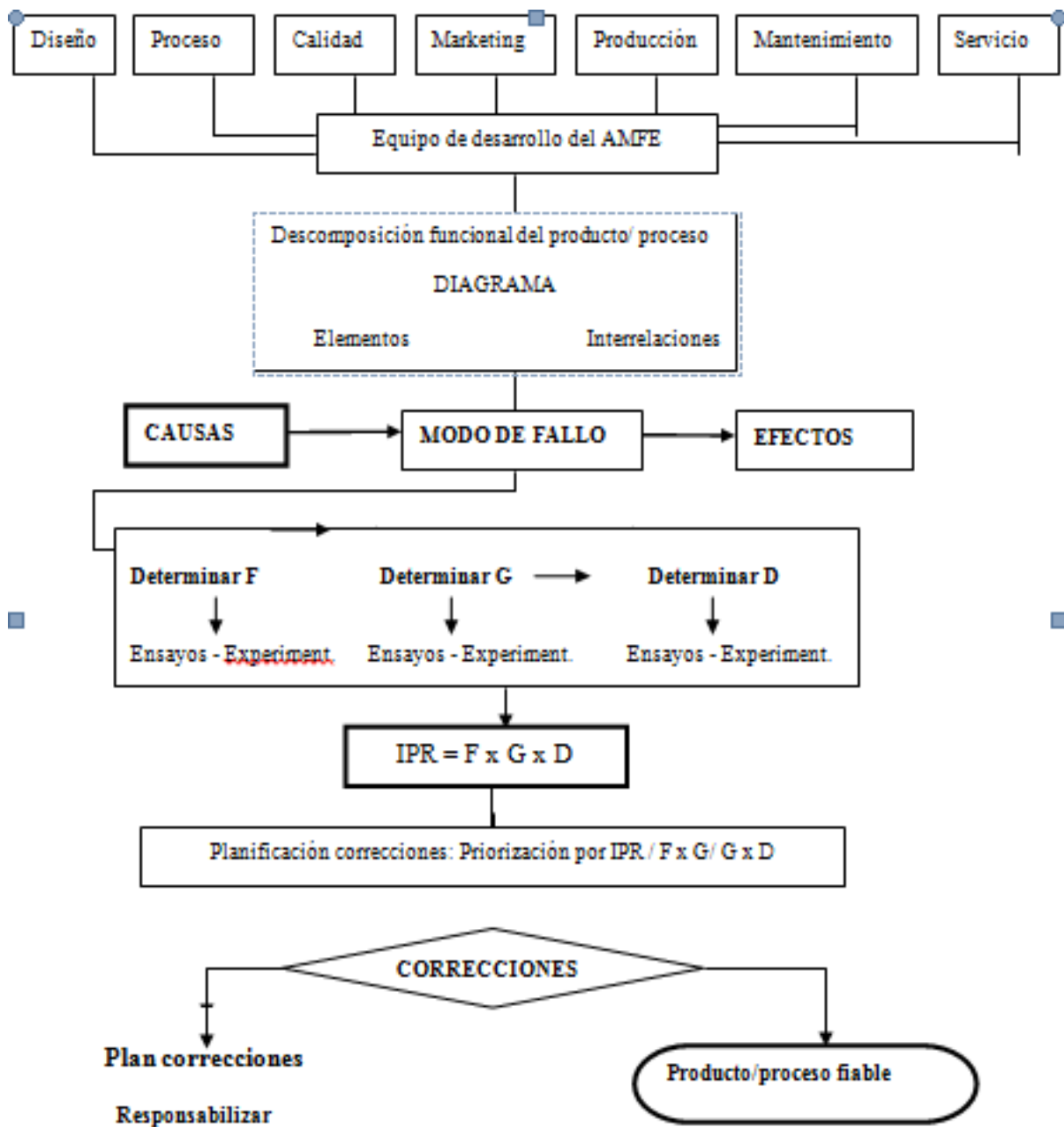


Figura 2.2 Esquema de las etapas para la elaboración de un AMFE

Los pasos para el desarrollo del AMFE se listan a continuación.

1. Listar las operaciones del proceso: se describe el proceso objeto del AMFE, a través de un diagrama de flujo del proceso, se listan las operaciones del proceso.

2. Establecer los elementos del AMFE: modos de fallo, sus causas, efectos y controles a desarrollar. A cada operación del proceso puede corresponderle uno o más modos de fallo. En el caso de los controles deben ser considerados los ya establecidos para la operación cuando se relacionan con el modo de fallo tratado.
3. Dimensionado de los modos de fallo: Determinar los criterios de valoración de los coeficientes de gravedad, frecuencia y detección. La valoración de los expertos respecto a los coeficientes antes mencionados se recoge en el registro del AMFE en las columnas correspondientes y a partir de los valores de los coeficientes se procede a calcular el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) mediante el uso de la fórmula:  $IPR=S*O*D$

Establecer el IPR crítico: el valor recomendado como crítico por la bibliografía para la escala decimal a utilizar en el desarrollo del AMFE es IPR<sub>c</sub> igual a 100 o entre los valores de 80 y 100, pero este valor debe ser fijado por el equipo que se encarga de la aplicación del procedimiento, mediante una valoración de los IPR del proceso objeto de planificación proactiva de la calidad, para ello se hace un análisis en el que se tienen en cuenta el rango de IPR y la cantidad de modos de fallos con este índice menor que 100, con el objetivo de optimizar el procedimiento.

4. Elaborar el plan de acción: para elaborar el plan de acción es necesario tener en cuenta las condiciones propias de cada proceso, partiendo de los puntos de control ya existentes. Como el AMFE es un proceso iterativo, al aplicarse por primera vez se proponen medidas generalmente correctivas, que pueden estar asociadas a controles ausentes en el diseño del proceso, pasando posteriormente a una segunda vuelta en la que se analizan posibles métodos a emplear para disminuir el valor del IPR. En una tercera vuelta se proponen entonces las soluciones factibles e implementan acciones preventivas.

Para establecer los criterios de acción es necesario tener en cuenta no solo ya el valor obtenido mediante el cálculo del IPR, sino también la importancia del modo de fallo, asociada al nivel de criticidad del mismo, puesto que puede ser que un modo de fallo posea un valor bajo de IPR, pero sea muy importante para el proceso. A partir de lo antes señalado es que se propone que los expertos evalúen la importancia de los modos de fallo encontrados para el proceso. Los resultados finales de la aplicación del AMFE se registran de forma general en el modelo final del AMFE, que se muestra en el anexo 2 y es la operación que lo concluye.

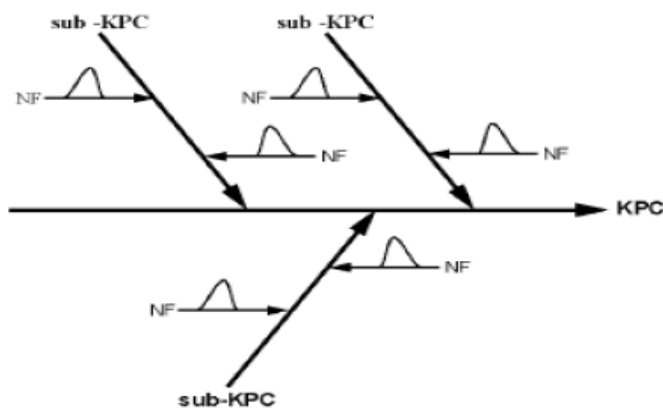
El análisis continúa con el desarrollo del el Análisis Modal de Variaciones y Efecto (VMEA), como herramienta para determinar la magnitud de la perturbación, en términos de la variabilidad que provoca en el desempeño del proceso. El Número de Prioridad del Riesgo de Variación (VRPN) que se obtiene del VMEA, permite retroalimentar los NPR del AMFE, respecto al índice de gravedad del riesgo, lo cual constituye un elemento que robustece la fiabilidad del sistema.

A partir de las Características de Producto (PCs) de mayor interés desde el punto de vista de la variación del proceso, se definen las Características Clave de Producto (KPCs), por el impacto en la fiabilidad del sistema; lo cual constituye la información de entrada para realizar Análisis Modal de Variaciones y Efectos (VMEA), y detectar las áreas críticas en términos de los efectos de una variación no deseada.

El VMEA, se realiza por el procedimiento propuesto por (Ramiro & González ,2005).

1. Desglose detallado y causal de las KPCs.
2. Valoración de la sensibilidad.
3. Valoración del tamaño de la variación.
4. Valoración del riesgo de la variación y priorización.

**Paso 1 del VMEA.** El desglose detallado y causal de las KPs se realiza una vez que se ha seleccionado una KPC, normalmente se puede descomponer en un número de sub-elementos llamados Sub-KPCs. Las Sub-KPCs son características de cada producto o componentes del producto o del proceso de fabricación cuyos valores afectan a la KPC. Por lo general son conocidas y controlables. Además, cada Sub-KPC puede estar afectada a su vez por un número de Factores de Ruido (NFs), este análisis se representa mediante un diagrama causa- efecto en la figura 2.3.



**Figura 2.3.** Desglose de la KPC en Sub-KPCs y Factores de ruido. Fuente: Ramiro y González (2005).

Una clasificación muy común distingue los NFs que se manifiestan y actúan durante la producción de aquellas que actúan durante el uso del producto. El primer tipo determina las diferencias entre productos fabricados para cumplir con las mismas especificaciones (variación uno-a-uno). El segundo tipo resulta de los diferentes comportamientos de una misma muestra de un producto cuando se usa repetidamente (variación en-uso). Los NFs que se presentan durante el uso pueden a su vez dividirse en: causados por fuentes internas o externas. Las *fuentes externas* pueden ser condiciones del entorno/ de operación que cambian con el tiempo y con el lugar cuando se usa el producto. Las *fuentes internas* pueden ser las condiciones del producto en sí mismas, que cambian con el tiempo cuando es usado, debido a la acción de procesos físicos que causan desgaste o degradación. Otra clasificación de los NFs también es posible, basada en el grado de conocimiento sobre ellos y su manejabilidad. En la figura 2.2 se muestra un plan resumido de las dos clasificaciones de NFs.

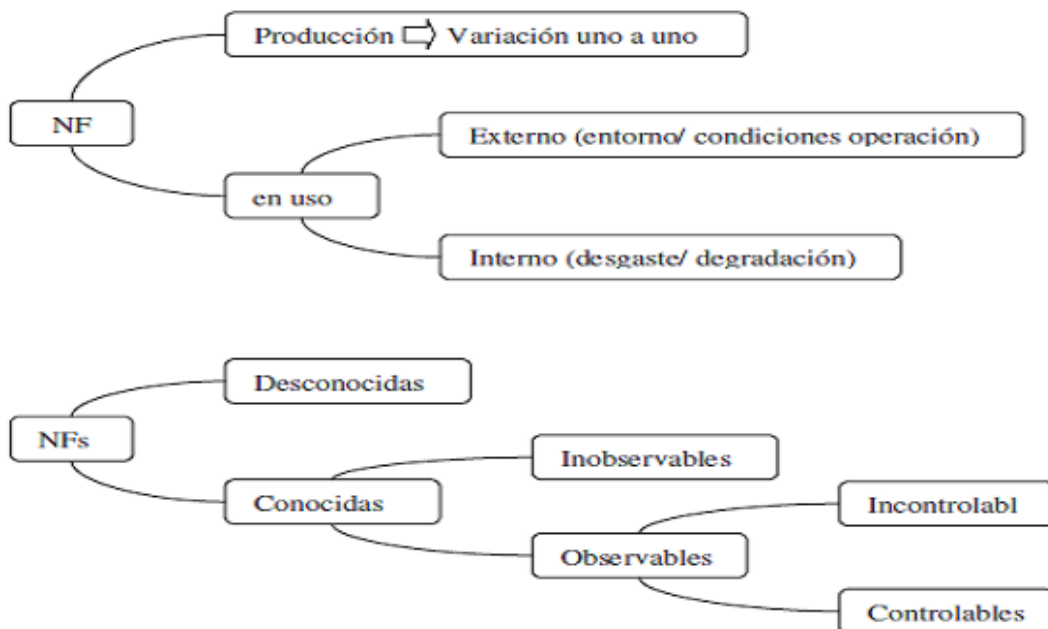


Figura 2.2 Dos posibles clasificaciones de los Factores de ruido. Fuente (Ramiro & González ,2005)

El desglose causal de la KPC es el primer paso en facilitar un entendimiento de la variación. Se representa gráficamente en la figura 2.3 en un diagrama causa-efecto.

**Paso 2 del VMEA.** En el segundo paso del procedimiento, los expertos valoran la sensibilidad de la KPC a la acción de cada Sub-KPC y la sensibilidad de cada Sub-KPC a la acción de los NFs, se utilizan criterios de valoración subjetivos, se tiene en cuenta el conocimiento de los expertos sobre las sensibilidades. La valoración está en una escala de 1 a 10, donde el 1 corresponde con una sensibilidad muy baja y 10 se corresponde con una sensibilidad muy alta. El criterio se explica en la tabla 2.5.

**Paso 3 del VMEA.** En el tercer paso, los expertos examinan los NFs y estiman la magnitud de su variación en las condiciones de operación. En la Tabla 2.6 se explica el criterio de valoración subjetivo para medir el conocimiento de los ingenieros sobre la magnitud de una variación del factor de ruido. La valoración está basada en una escala del 1 al 10, donde el 1 corresponde a una variación muy baja y el 10 corresponde a una variación muy alta.

Tabla 2.5. Criterio de evaluación de la sensibilidad

<b>Criterio 1: Criterio de evaluación de la sensibilidad</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Muy baja sensibilidad.</b> Un cambio en un parámetro es muy poco probable que cause cambios sustanciales en el otro.	1-2
<b>Baja sensibilidad.</b> Un cambio en un parámetro es poco probable que cause cambios sustanciales en el otro.	3-4
<b>Sensibilidad moderada.</b> Un cambio en un parámetro es probable que cause cambios sustanciales en el otro.	5-6
<b>Sensibilidad alta.</b> Un cambio en un parámetro es bastante probable que cause cambios sustanciales en el otro.	7-8
<b>Sensibilidad muy alta.</b> Un cambio en un parámetro es muy probable que cause cambios sustanciales en el otro.	9-10

Fuente (Ramiro & González ,2005).



Tabla 2.6. Criterio de evaluación de la variación del factor de ruido

<b>Criterio 2: Criterio del evaluación de la variación del factor de ruido</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Muy poca variabilidad</b> del factor de ruido en condiciones de operación, es decir, a pesar de las condiciones de operación la dispersión del factor de ruido continua siendo muy pequeña.	1-2
<b>Poca variabilidad</b> del factor de ruido en condiciones de operación, es decir, a pesar de las condiciones de operación la dispersión del factor de ruido continua siendo bastante pequeña.	3-4
<b>Moderada variabilidad</b> del factor de ruido en condiciones de operación, es decir, a pesar de las condiciones de operación, la dispersión del factor de ruido continua siendo pequeña.	5-6
<b>Alta variabilidad</b> del factor de ruido en condiciones de operación, es decir, la dispersión del factor de ruido es grande.	7-8
<b>Gran variabilidad</b> del factor de ruido en las condiciones de operación, es decir, la dispersión del factor de ruido es muy grande.	9-10

Fuente (Ramiro & González ,2005)

**Paso 4 del VMEA.** En correspondencia con la valoración hecha en los tres pasos previos, se calcula por la expresión 2.5, el Número de Prioridad del Riesgo de Variación (VRPN) para los factores de ruido y se tiene en cuenta cada Sub-KPC.

$$VRPN_{NF / Sub - KPC} = S_1^2 S_2^2 V^2 \quad (2.5)$$

Donde:

S<sub>1</sub>, es la sensibilidad de la KPC a la acción de la Sub-KPC que está influenciada a su vez por el NF (valorado en el paso 2);

S<sub>2</sub>, es la sensibilidad de la Sub-KPC a la acción del NF (valorado en el paso 2);

V, es el tamaño de la variación del NF (valorado en el paso 3).

Si uno y el mismo Sub-KPC está influenciado por varios NFs, es posible calcular el número de Prioridad del Riesgo de la Variación (VRPN) para Sub-KPC, a

través de la suma de los VRPN NF/Sub-KPC calculados respecto a esa Sub-KPC (expresión 2.6).

$$VRPN_{Sub-KPC} = \sum VRPN_{NF/Sub-KPC}$$

(2.6)

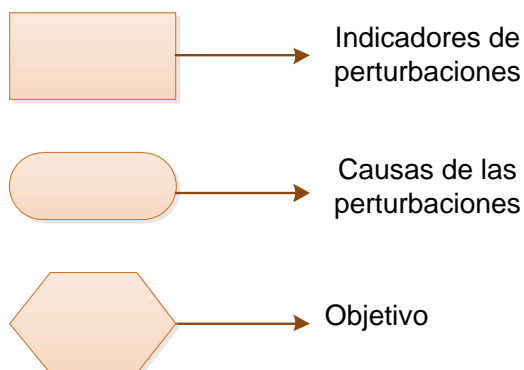
Para evaluar la contribución de las sub-KPC y los NF sobre las KPC se propone utilizar diagramas de Pareto.

## 2.6. Etapa 4: Análisis del impacto de las vulnerabilidades detectadas en la cadena de suministro

### 2.6.1. Identificación y relación de los procesos del sistema logístico seleccionado

Se elabora un diagrama de influencias, para identificar las relaciones existentes en cada uno de los procesos del sistema logístico seleccionado. Las variables que componen cada uno de los eslabones del sistema, se señalan las relaciones, que pueden ser: positivas (correlación directa entre variables), o negativas (correlación inversa entre variables). Las variables por ser de carácter cuantitativo, permite medirlas e interrelacionarlas según su unidad de medida. A partir del diagrama de influencias se proponen medidas de mejora enfocados en los principales elementos que mayor valor aportan al sistema logístico seleccionado. No existe en la literatura un diagrama específico que generalice este tipo de herramienta, ya que cada organización tiene un funcionamiento diferente y el diagrama se representa en función de las características propias de cada proceso que se desea analizar, representándose los indicadores de perturbaciones, las causas de las perturbaciones y el objetivo de las mismas.

A continuación se representa simbología a utilizar en el diagrama de influencias.



En el diagrama se representan los indicadores definidos en la etapa cuatro para medir las perturbaciones. Las causas tenidas en cuentas son las identificadas en el AMFE y el objetivo se define en el VMEA para minimizar variabilidad de las características de calidad.

### **2.6.2. Diseño de indicadores**

Para el diseño de indicadores se tiene en cuenta la vulnerabilidad definida a partir del índice de variabilidad del VMEA (VRPN, NF y Sub-KPC), se propone definir indicadores de tiempo, magnitud y se realiza propuesta de atributos como indicadores de calidad del producto.

Para el diseño de los indicadores de calidad, se propone utilizar el Método de Índice de Calidad (QIM, por sus siglas en inglés) que se basa en parámetros de la calidad sensorial significativos, atributos de apariencia externa para pescado crudo, con un sistema de puntuación por deméritos en una escala de 0 a 3 ((Hyldig & Green-Petersen, 2004; Martinsdóttir, 2002).

El método selecciona un número de atributos de la calidad característicos para cada especie particular, y se adjudica el valor para cada atributo en dependencia del estado de frescura o calidad del ítem seleccionado para el alimento (Sveinsdóttir *et al.*, 2003).

El QIM mide la influencia del transporte y el almacenamiento sobre la calidad sensorial y la vida útil remanente, cuando el pescado es almacenado en hielo (Hyldig & Green-Petersen, 2004); por lo que resulta útil para evaluar los eslabones en la cadena de los productos pesqueros: productores acuícolas, distribuidores, compradores y consumidores, para asegurar una evaluación más uniforme.

Con el QIM, se brinda una información más detallada de la calidad sensorial, válida para los productores primarios. Constituye una retroalimentación para los pescadores, sobre la calidad de su captura, elemento importante para la selección de mejores métodos de manipulación del pescado a bordo.

### **2.7. Etapa 6: Definición de los escenarios**

En esta etapa se definen los escenarios, y se declaran los indicadores de tiempo, cantidad y calidad que lo caracterizan, en correspondencia con los resultados de los fallos identificados en el AMFE, y del análisis de variabilidad con el VMEA, para la cadena de suministro del pescado como alimento perecedero.

Para la evaluación de los escenarios se presenta en la matriz de la tabla 2.7, los tres regímenes de trabajo como se describen a continuación:

*Régimen ideal:* Régimen de trabajo en el que no ocurren trastornos ni eventos inesperados. Este escenario queda definido en la matriz como (E0).

Tabla 2.7. Matriz de relación de los indicadores de tiempo y cantidad

Indicadores de tiempo	B	<b>E0</b> <b>RÉGIMEN IDEAL</b> La zona de robustez	<b>E1</b> <b>RÉGIMEN NORMAL</b> Respuesta reducida (M)	<b>E4</b> <b>INTERRUPCIÓN DE RÉGIMEN</b> Respuesta reducida (M y MCU)
	M	<b>E3</b> <b>RÉGIMEN NORMAL</b> Respuesta preventiva (I,T)	<b>E1,E3</b> <b>RÉGIMEN NORMAL</b> Respuesta reducida (T,I,M)	<b>E5</b> <b>INTERRUPCIÓN DE RÉGIMEN</b> Respuesta reducida (MCU,T,I)
	A	<b>E3</b> <b>INTERRUPCIÓN DE RÉGIMEN</b> Respuesta preventiva (I,T)	<b>E2, E6</b> <b>INTERRUPCIÓN DE RÉGIMEN</b> Respuesta preventiva (TIM)	<b>E6</b> <b>INTERRUPCIÓN DE RÉGIMEN</b> Respuesta preventiva y reducida (MCU,T,I,M)
		B	M	A
		Indicadores de cantidad		

Fuente: Adaptada de Vlajic, (2012).

*Régimen normal:* Régimen de trabajo en el que fluctuaciones inesperadas en el suministro de las materias se comportan de forma moderada. Este escenario se identifica en la matriz como (E1, E3).

*Régimen alterado o perturbado:* Régimen de trabajo en el que perturbaciones graves como fallas operacionales pueden suceder en el abastecimiento y entrega de las materias primas. En la matriz se representan como (E2, E3,E4,E5,E6).

Las fluctuaciones que analizan para un régimen normal y alterado o perturbado están relacionadas con el tiempo de transporte, cantidad y calidad de la materia prima suministrada. Las fluctuaciones que intervienen en cada escenario, se analizan estableciendo una relación entre el tiempo y la cantidad.

A continuación se describen los fallos que intervienen en cada escenario en correspondencia con el régimen de trabajo determinado:

E0: Escenario con un comportamiento ideal.

E1: Escenario con un régimen normal de respuesta reducida, si el tiempo es bajo y la cantidad es media inciden fluctuaciones de manipulación (M).

E2 y E6: Escenario bajo un régimen alterado, donde el tiempo es alto, la cantidad capturada es media, incide negativamente la temperatura (T), los insumos (I) y la manipulación (M).

E3 Escenario con un régimen normal de respuesta reducida, donde el tiempo es medio y la cantidad es baja, y las perturbaciones de insumos (I) y temperatura (T) se identifican como perturbaciones.

E3 Se ve representado en la matriz bajo un escenario de régimen alterado, cuando el tiempo es alto y la captura es baja, actúan de forma negativa los (I) insumos y la temperatura (T).

Los E3 y E1 se ubican en el centro de la matriz en un régimen normal de respuesta reducida donde el tiempo y la cantidad son medios, identificándose como perturbaciones temperatura (T), insumos (I) y manipulación (M).

E4 Escenario bajo un régimen alterado de respuesta reducida, ya que fluctuaciones de tiempo son bajas y de cantidad son altas, se incurre en fallos de temperatura (T), insumo (I) y manipulación (M).

E5 Escenario alterado o perturbado de respuesta reducida, las fluctuaciones están definidas en el tiempo como medio y de cantidad alto, por lo que identifican fallos en los métodos de capturas utilizados (MCU), temperatura alta (T), insumo (I) y manipulación (M).

El escenario ubicado en la parte inferior derecha se define como la zona más vulnerable, las fluctuaciones de tiempo y cantidad son altas, incidiendo de forma desfavorable la temperatura (T), los insumos (I), la manipulación, métodos de captura utilizados (MCU).

## **2.8. Conclusiones parciales**

1. Las concepciones teóricas que fundamentan el aseguramiento de la calidad en la logística de aprovisionamiento, resultan propicias para que las instituciones pesqueras acuícolas se provean de métodos e instrumentos que contengan nuevas aplicaciones para la mejora en la logística de aprovisionamiento, con el fin de lograr mayor productividad.

2. A partir del estudio realizado se desarrolla un procedimiento que ofrece diferentes etapas y fases para mejorar el aseguramiento de la calidad en la logística de aprovisionamiento de la industria pesquera acuícola. Se toma como fundamento teórico lo expuesto por Vlajic, (2012), adaptado con nuevas etapas, y el AMFE y el VMEA, como herramientas que se retroalimentan para robustecer el desempeño del proceso.
3. Las herramientas ingenieriles propuestas dentro del procedimiento como el Brainstorming, diagramas de influencia, diagrama causa- efecto, gráficos de Pareto, VMEA, AMFE, matriz de relación, diseño de indicadores y evaluación de los escenarios, resultan un aporte novedoso para el análisis de la cadena de suministro en la industria pesquera cubana.
4. Identificar los escenarios de la cadena de suministros basado en los fallos identificados en el AMFE permitirá saber el comportamiento de la cadena en cualquier etapa del sistema analizado.

## **Capítulo III: Mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera INDUPIR**

### **3.1 Introducción**

En el presente capítulo se plantean contribuciones a la mejora de la calidad en la gestión logística de aprovisionamiento a la industria pesquera PESCASPIR, a partir de la aplicación del procedimiento propuesto. Con el análisis de cada etapa se presentan valoraciones las insuficiencias fundamentales asociadas al aprovisionamiento en la entidad, y las alternativas para el mejoramiento de los problemas detectados.

### **3.2. Análisis de resultados de la aplicación del procedimiento**

### **3.3. Caracterización de la empresa**

La Empresa Pesquera de Sancti Spíritus con la experiencia de más de 25 años rectorando las actividades de cultivo, captura (de especies marinas y acuícolas), producción, industrialización y comercialización de productos de la pesca a clientes y a la población, tiene como misión: Cultivar de forma extensiva e intensiva especies acuícolas sobre la base de obtener alto valor genético para su procesamiento industrial. Comercializar productos de elevado valor alimenticio que se distingan por su calidad en el mercado en frontera, dando respuesta a exigencias y expectativas de nuestros clientes, con la garantía de un capital humano con alto sentido de pertenencia y responsabilidad, así como con una infraestructura tecnológica que posibilita un desarrollo sostenido y sustentable.

La visión está definida para ser una empresa distinguida por su liderazgo en la producción de especies acuícolas, procesamiento industrial y comercialización en Cuba y el extranjero que, muestre niveles de excelencia, expresados a través de la utilización de las más modernas tecnologías, un colectivo de trabajadores y directivos con alto sentido de pertenencia, y comprometidos con el desarrollo de la organización y el país, para garantizar la plena satisfacción y confianza de los clientes y proveedores, sustentado en la certificación del sistema de gestión de la calidad total.

La empresa para cumplir su misión desarrolla su actividad fundamental en:

- 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.

Los principales clientes son:

- Clientes minoristas (Pescaderías especializadas).
- Clientes mayoristas.
- Tiendas recaudadoras de divisas.
- Comercio y gastronomía.
- Entidades pertenecientes a la Administración Central del Estado.
- Comercializadora de productos del mar.
- Caribex.
- Turismo.

La planificación estratégica a largo plazo que se implementa en la empresa, permite identificar como áreas de resultados claves:

- Reproducción, alevinaje y ceiba de peces acuícolas.
- Producción acuícola.
- Industria y tecnología, gestión y mantenimiento de equipos.
- Aseguramiento y comercialización.
- Perfeccionamiento Empresarial, prevención y control interno.
- Gestión del Capital Humano.
- Gestión contable financiera. Defensa y seguridad y protección.



PESCASPIR produce anualmente más de 4 000 toneladas, sus principales producciones acuícolas las desarrolla en dos tipos de cultivo:

- El cultivo extensivo que se realiza en embalses y produce el 83% del total de la producción acuícola.
- El cultivo intensivo, que se basa en la ceiba de tilapia en jaulas y clara en estanques, que alcanza el 17% de la producción en el territorio.

Para ello cuenta con cinco Unidades de Base que son ACUISIER, ACUIZA, INDUPIR, COMESPIR y SERVIPIR, como se representa en el Anexo 3.

### 3.3.1. Creación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo para la investigación quedó conformado por siete expertos, Anexo 4, se seleccionan aquellos con un mayor coeficiente de competencia, según se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Datos de los expertos seleccionados

<b>Código del experto</b>	<b>Ocupación</b>
<b>1</b>	<b>Director de UEB ACUIZA</b>
<b>3</b>	<b>Especialista principal de gestión de la calidad</b>
<b>6</b>	<b>Especialista de calidad en la UEB INDUPIR</b>
<b>9</b>	<b>Tecnólogo principal de UEB INDUPIR</b>
<b>11</b>	<b>Pescadores</b>
<b>13</b>	<b>Especialista de la UNISS</b>
<b>14</b>	<b>Especialistas de la UNISS</b>

### 3.3.2. Análisis de la situación actual de la cadena de suministros

La cadena de suministros de la empresa pesquera PESCAPIR se representa en la figura 3.1, la descripción de los sistemas que intervienen en el funcionamiento de la misma se describen como sigue:

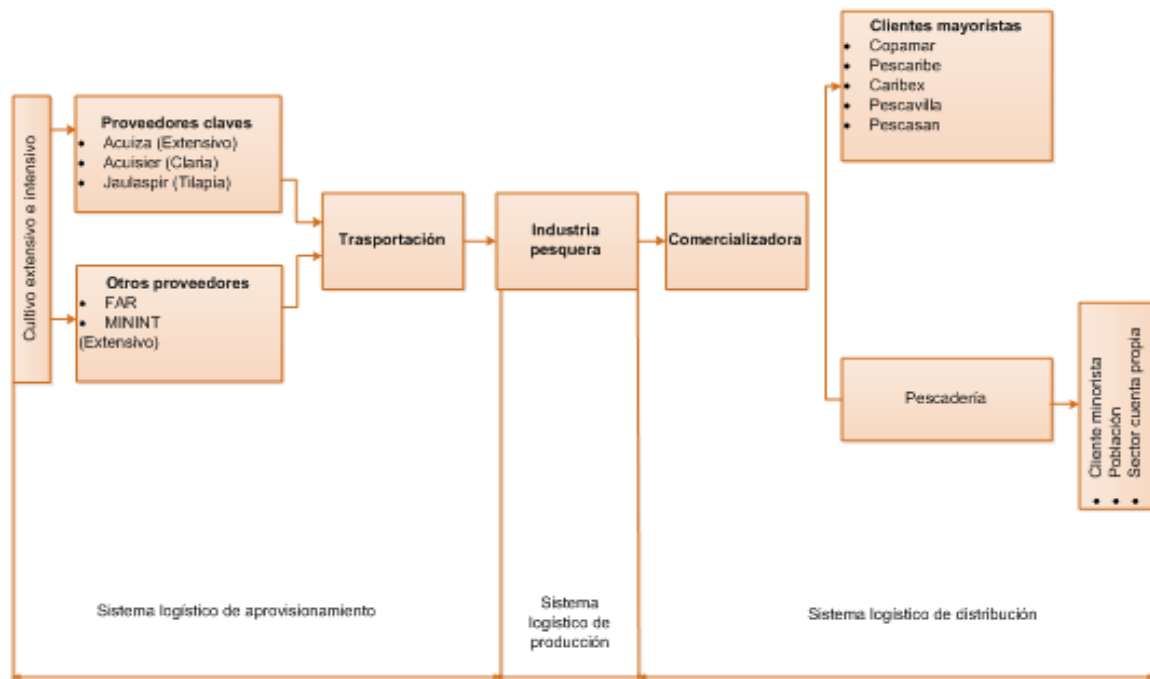


Figura 3.1 Representación de la cadena de suministro.

### 3.3.2.1. Análisis del sistema logístico de aprovisionamiento

El sistema logístico de aprovisionamiento se inicia en el momento que se realizan las capturas, este proceso recibe materias primas del cultivo extensivo e intensivo y finaliza, cuando la materia prima es entregada en la industria; por lo que constituye un elemento clave en el funcionamiento de la cadena de suministros, en la garantía de la calidad de la materia prima.

Por datos históricos de la empresa se constató que el 64% del total de las pérdidas se concentran en este sistema de la industria pesquera.

Los proveedores claves que suministran la materia prima y garantizan el cumplimiento de las entregas planificadas son: Acuiza (Cultivo Extensivo), Acuisier (Cultivo de la Claria) y Jaulaspir (Cultivo de Tilapia), otros proveedores como el MININT y la FAR aportan materia prima del cultivo extensivo (carpa).

### 3.3.2.2. Análisis del sistema logístico de producción

En la empresa está implantado Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) en sus procesos, por lo que se ha logrado la reducción de un número importante de inconformidades y daños en el producto, sin embargo, subsisten

afectaciones en el estado de los pisos, techos, y los entrecruzamientos del flujo que, inciden en la inocuidad del producto.

En el procesamiento del producto los principales problemas recaen sobre la tecnología obsoleta:

- los túneles de congelación que son aún de amoníaco, y no tienen la capacidad de congelación necesaria para el almacenaje de todos los productos que, en la unidad se procesan. Esta situación ocasiona cuellos de botella, y paradas innecesarias.

el entrecruzamiento en el flujo tecnológico se crea por la estructura de la fábrica, la cual no fue diseñada para la función que realiza en la actualidad, lo que provoca mezcla de flujos de materiales con el flujo de producto terminado, e implica graves consecuencias para mantener niveles de fiabilidad en producto final que satisfagan al cliente.

### **3.3.2.3. Análisis del sistema logístico de distribución**

El sistema logístico de distribución la UEB COMESPIR, es el encargado de la gestión de venta, para lo cual cuenta con un departamento de ventas en moneda nacional, y otro para divisas. Los clientes mayoristas son: Copmar, Pescaribe, Caribex, Pescavilla y Pescasan; mientras que las pescaderías tienen cliente minorista, (población, sector cuenta propia).

La transportación se realiza de acuerdo al cliente, puede ser, por la comercializadora que cuenta con base de transporte que se dedica al acopio y distribución y para la tenca HG de exportación se contrata el servicio que brinda la Asociación de transporte ATLAS por tener carros refrigerados que garantiza la calidad del pescado.

### **3.3.3. Selección del sistema logístico objeto de estudio**

Con la opinión de los expertos, solicitada como se muestra en el Anexo 4, se obtienen los grados de relación entre los sistemas logísticos. Determinándose que el sistema a estudiar es el sistema logístico de aprovisionamiento.

### **3.4. Diagnóstico del sistema seleccionado**

El sistema logístico de aprovisionamiento en la empresa, que se inicia en el momento de la captura y finaliza con entrega de la materia prima a la industria, se muestra a través de los componentes en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Elementos que componen el sistema logístico de aprovisionamiento

Tipo de elemento	Determinación
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Planes de captura</li> <li>❖ Requisitos del cliente interno</li> <li>❖ Recursos. Incluye recursos humanos y materiales</li> <li>❖ Requisitos legales y reglamentarios</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Producto como Materia prima</li> </ul>
<b>Proveedores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Pescadores</li> </ul>
<b>Clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Industria (cliente interno)</li> </ul>
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Humanos</li> <li>❖ Transporte</li> <li>❖ Materiales</li> </ul>
<b>Acciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Captura</li> <li>❖ Evaluar la calidad de la materia prima.</li> <li>❖ Transportación</li> </ul>

En esta etapa se identifica la especie objeto de estudio para facilitar la aplicación y resultados de la aplicación del procedimiento. Por ocupar el primer lugar por volumen de producción se selecciona la carpa plateada o tenca blanca (*Hypophthalmichys molitrix*), siendo una de las tres especies principales del complejo de carpas del Oriente. Originaria de Asia Central y China, con una amplia distribución geográfica, desde donde se ha ido distribuyendo progresivamente a Europa, América Latina y otros continentes. Se introduce en Cuba por primera vez en 1965.

Es un pez fitófago, vivaz y saltador. Ocupa el nivel medio y superior de la columna del agua. El cuerpo es oblongo, ligeramente ensanchado, mandíbula inferior más grande que la superior. Presenta una quilla aguda en la región ventral desde la cabeza hasta el ano. La coloración es gris verdosa y en la región ventral blanco brillante.

En el medio natural puede alcanzar hasta 1 m de longitud y un peso de hasta 40 kg con una alta tasa de crecimiento (hasta 2 kg en un año). No se reproduce en condiciones naturales en Cuba, por lo que es necesario inducir su desove con el uso de hormonas, pero tiene una altísima fertilidad, llegando a desovar hasta 1,5 millones de huevos en una puesta.

En el trabajo con los expertos, se analizaron por cada etapa las deficiencias que inciden en el funcionamiento de este sistema logístico, las mismas se muestran en la figura 3.

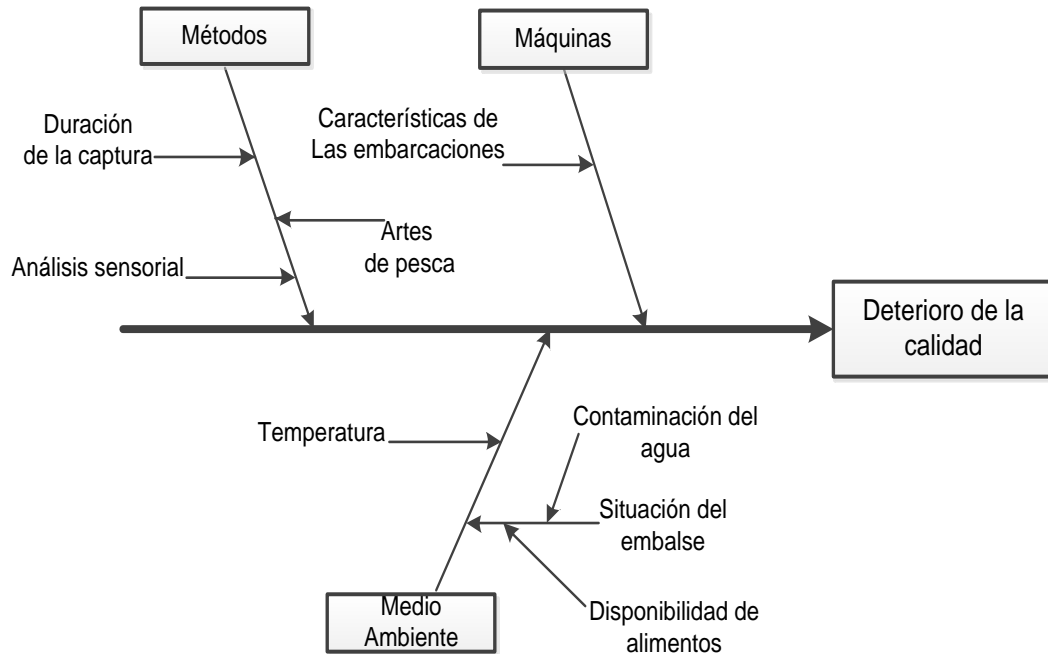


Figura 3.2. Deficiencias detectadas en el sistema seleccionado

### 3.5. Identificación, clasificación e impacto de las perturbaciones

Para el desarrollo de esta etapa se utilizó la metodología para el análisis de los fallos AMFE, que ha permitido analizar la calidad, seguridad y/o fiabilidad del funcionamiento de cada uno de los procesos analizados en este capítulo. Se realizó un trabajo en grupo con los expertos donde se identificaron los fallos potenciales, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante las cuales, se calculó el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR), para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar evitando que se presenten dichos modos de fallo, como se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Análisis modal de fallos y efectos

<b>ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS</b>									
Pag. ____ de ____									
Producto / pieza / sistema / proceso: Sistema logístico de aprovisionamiento Fecha de realización: 15/5/2015 Fecha de revisión: _____ No. Rev: _____									
Participantes: Expertos Responsable: Damaris Taydi Castillo Jiménez Responsable revisión: Bismayda Gómez Áviles									
Pasos del proceso	Modo de fallo	Efectos del fallo	S	Causas del fallo	O	Control actual	D	NPR	Acciones correctivas
Captura	Daños estéticos	Daños mecánicos	7	Método de captura y arte de pesca	8	Análisis visual	4	<b>50176</b>	Capacitar a los pescadores para que se cumpla con los métodos de captura y manipulación del pescado
	Deterioro de las características de calidad	Contaminación microbiológica de la MP	8	Altas temperaturas	9	Análisis visual	7	<b>254016</b>	Cumplimiento de las normas de nevado basado en la temperatura ambiente
Recepción en el punto de pesca	Deterioro de las características de calidad	Contaminación microbiológica de la MP	9	Altas temperaturas	9	Evaluación Sensorial (QIM)	4	<b>104976</b>	Cumplimiento de las normas de nevado basado en la temperatura ambiente
				Deficiente manipulación de la materia prima	6		4	<b>46656</b>	Capacitar a los trabajadores en las normas de manipulación del pescado.
				Insuficiencias de insumos (cajas y hielo)	6		5	<b>72900</b>	Planificar los insumos necesarios.
Traslado hacia a la industria	Problemas de transportación de la MP, no llegan en cajas nevadas con la temperatura adecuada.	Contaminación microbiológica de la MP	9	Contaminación del medio	5	Evaluación Sensorial (QIM)	4	<b>32400</b>	Chequear que en el traslado de la MP se cumpla con las normas establecidas de nevado. (Utilizar carros isotérmicos, cajas plásticas y nevadas correctamente)
				Altas temperaturas	9		4	<b>104976</b>	

### 3.5.1. Definir los factores que inciden en la variabilidad del proceso.

Para implementar el método del Análisis Modal de Variaciones y Efecto se aplica una tormenta de ideas para identificar el KPC y los Sub-KPC. Se selecciona como KPC la calidad del pescado dada las necesidades de la industria. La descripción de cada Sub KPC se muestra en la tabla 3.5 y permite comprender las características que más contribuyen a las variaciones del KPC.

Tabla 3.5 Descripción de las Sub- KPC

<b>Sub-KPC</b>	<b>Descripción</b>
Situación del embalse	Los recursos hídricos dedicados a la actividad pesquera están sometidos generalmente a la influencia directa o indirecta de diversas sustancias contaminantes de origen orgánico e inorgánico, derivadas de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el país. Estas sustancias influyen negativamente, alterando el estado normal de las aguas y provocando desequilibrios ecológicos en perjuicio de la flora y la fauna en ellas presentes.
Métodos de captura	Las capturas se realizan con chinchorro (una técnica de arrastre) o con paño. Después de capturados se depositan en los botes de arrastre que trae la embarcación y hasta que no se cumpla con el plan de captura no regresan a la orilla. El tiempo de deterioro de estos peces esa asociado al estado del tiempo en que se realice el proceso de captura.
Crecimiento microbiano	El crecimiento microbiano en los peces consiste es un aumento en el número de células de los mismos y está estrechamente relacionado con su deterioro. Los diversos factores que influyen en el crecimiento microbiano son generalmente designados como factores intrínsecos y factores extrínsecos. Los primeros corresponden a las características físicoquímicas del propio pescado y los segundos corresponden a las condiciones de almacenamiento y a las condiciones ambientales. La temperatura es uno de los factores más relevantes en el crecimiento de los microorganismos, dado que el valor ideal después de la captura es 0o y las condiciones de la empresa no lo permiten.
Embarcaciones	Las embarcaciones carecen de equipos de refrigeración para almacenar los peces hasta que finalice el proceso de captura, es decir, la empresa no tiene las condiciones óptimas para desarrollar esta actividad.

El desglose causal de la KPC (calidad del pescado) para el entendimiento de la variación. Se representa gráficamente en la figura 3.2.

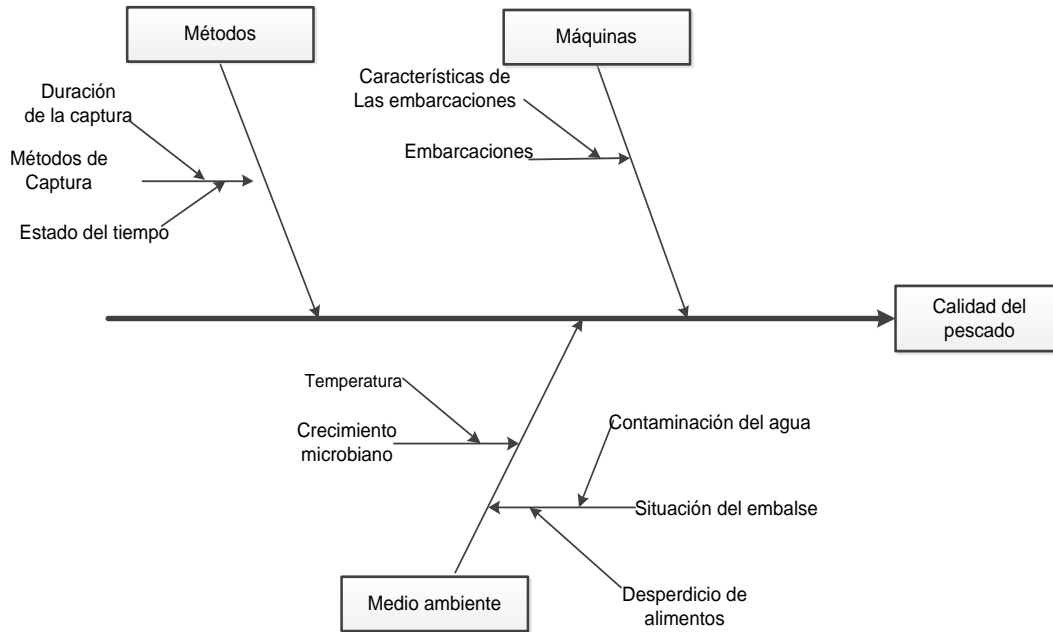


Figura 3.2 Desglose causal para el análisis de variabilidad en la calidad del pescado

El resultado final de la aplicación de VMEA, a partir de los cálculos de la sensibilidad de la KPC respecto a la sub- KPC y de la sub-KPC respecto NF, además del tamaño de la variación de cada ruido; se resumen en la tabla 3.6.

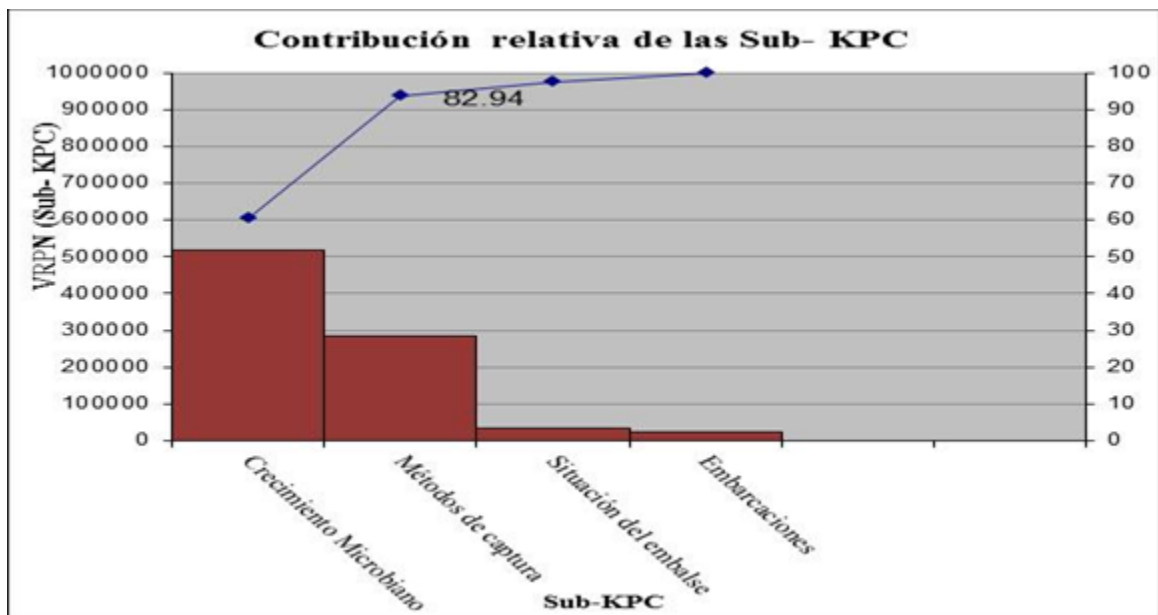
Tabla 3.6 Resultado de la aplicación del VMEA

KPC	Sub-KPC	Sensibilidad	NF	Sensibilidad	Tamaño variación NF	VRPN (NF)	VRPN (Sub-KPC)
Calidad del pescado	Situación del embalse	9	Contaminación del agua	8	3	28224	33124
			Disponibilidad de alimentos	5	2	4900	
	Métodos de captura	7	Duración de las capturas	10	5	202500	285444
			Estado del Tiempo	8	4	82944	
	Crecimiento microbiano	10	Temperatura	9	8	518400	518400
	Embarcaciones	5	Características de las embarcaciones	6	5	22500	22500



Los resultados del VMEA, muestran la contribución relativa de cada sub-KPC y de cada NF en diagrama de Pareto (figuras 3.2 y 3.3). Estas representaciones gráficas demuestran que el crecimiento microbiano (sub- KPC) y la temperatura (NF), son las que contribuyen más a la variabilidad de las características de calidad del pescado. En segundo lugar se encuentra la variabilidad de los métodos de captura (sub- KPC), en correspondencia con la duración de las capturas y el estado del tiempo (NF). Es por estas razones que los esfuerzos de mejora están centrados en estas áreas. Se puede observar que existen otras sub-KPC y NF que, su contribución relativa sobre las KPC no fueron significativas, pero tienen incidencia directa y desfavorable en las producciones de la empresa; en la eficiencia del proceso,

Figura 3.2 Contribución relativa de las sub- KPC para la calidad del pescado.



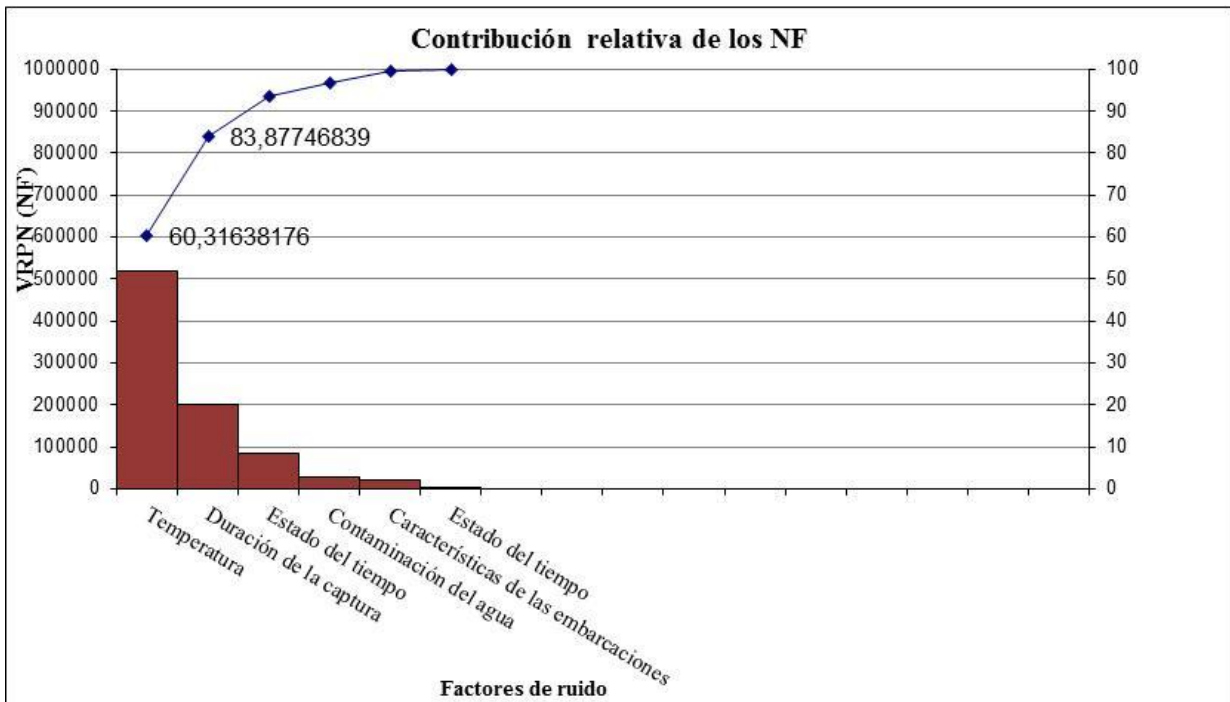


Figura 3.3 Contribución relativa de los NF para la calidad del pescado

Para este análisis que relaciona el crecimiento microbiano (sub- KPC) y la temperatura (NF), se requiere enfatizar en la valoración que para este tipo de cadena relacionada con la manipulación del pescado, tiene el crecimiento microbiano, y que está presente en el pescado vivo, sano, y en el recién capturado. En éste, el músculo es estéril y por lo tanto solo se encuentra contaminación bacteriana en la superficie externa e interna del pescado, después de una fase de demora, cuya duración depende principalmente de la temperatura, las bacterias del pescado entran en un crecimiento acelerado.

Cuando el número de bacterias en el pescado fresco es muy alto, muchas de estas bacterias no son importantes durante el deterioro; sin embargo están presentes otras bacterias específicas del deterioro que, se caracterizan por la habilidad de producir importantes olores y sabores extraños en la carne, estos organismos son la menor parte de la flora presente. Durante el almacenamiento en frío el porcentaje de las bacterias específicas del deterioro normalmente aumenta. A menudo estas bacterias tienen un tiempo de reproducción corto a temperaturas de enfriamiento

Respecto a la sub- KPC: métodos de captura, los artes de pesca son determinantes en la

preservación de las características de calidad del pescado, dentro de los más utilizados está el chinchorro, este constituye el arte de pesca más productivo, representa el 48% del total con más de 1 700 toneladas, pero a la vez atenta contra la conservación del pescado por crear daños mecánicos y el pescado muere por asfixia.

### 3.6. Análisis del impacto de las vulnerabilidades detectadas en la cadena de suministro

Para el análisis del impacto de las vulnerabilidades se hace una representación a través del diagrama de influencias (figura 3.4), se muestra la relación que existe entre:

- las causas de las perturbaciones,
- la relación de cada una de ellas con los indicadores definidos, y
- la relación directa del indicador de calidad.

De esta forma se visualiza la relación de las variables con el proceso, y se establecen las acciones de mejora que se corresponden con la cuantificación de estas relaciones, para minimizar la variabilidad en las características de calidad

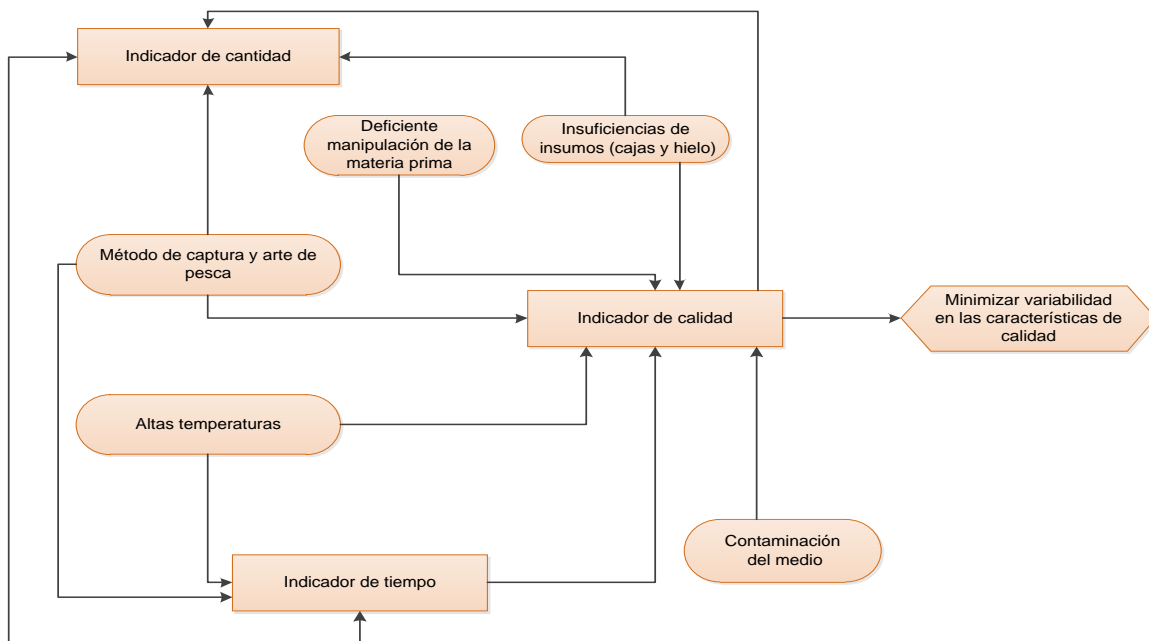


Figura. 3.4. Relaciones de los NF y Sub-KPC con el sistema que minimizan la variabilidad en las características de calidad.

La propuesta de indicadores de tiempo, magnitud, para el análisis del impacto de las vulnerabilidades de la cadena de suministro detectadas en el VMEA se muestran en la tabla

3.7.

Tabla 3. 7 Indicadores de tiempo, cantidad y calidad

Proceso	Expresión de cálculo	Evaluación	Leyenda
Recepción en el punto de pesca	$I_{IC} = \frac{CLNMIC}{TL}$	Bien: IC = 0 Mal: IC > 0	Indicador de cantidad (IC) Cantidad de lotes que no cumplen con el índice de calidad (CLNMIC) Total de lotes (TL)
Punto de acopio	$IT = \frac{CLNTDCD}{TL}$	Bien: IT = 0 Mal: IT > 0	Indicador de tiempo (IT) Cantidad de lotes que incumplen con el tiempo definido en la curva de deterioro (CLNTDCD= Total de lotes (TL)
Punto de acopio	$IQ = \frac{CPCIQ}{CTC}$	Bien: IQ= 0 Mal: IQ > 0	Indicador de Calidad (IQ) Cantidad de pescado que no cumplen el índice de calidad (CPCIQ) Cantidad total capturada (CTC)
Recepción en la industria	$IQ = \frac{CPCIQ}{CTR}$	Bien: IQ= 0 Mal: IQ > 0	Indicador de Calidad (IQ) Cantidad de pescado que no cumplen el índice de calidad (CPD) Cantidad total recibida (CTR)
Recepción en la industria	$IT = \frac{CLNTDCD}{TL}$	Bien: IQ= 0 Mal: IQ > 0	Indicador de tiempo (IT) Cantidad de lotes que incumplen con el tiempo definido en la curva de deterioro (CLNTDCD=

			Total de lotes (TL)
--	--	--	---------------------

Los atributos a considerar como indicadores de calidad del producto para utilizar el Método de Índice de Calidad (QIM), se muestran en la tabla 3.8.

Tabla 3. 8 Atributos de calidad para medir indicador de calidad

Parámetros de calidad		Características	Resultado
Apariencia general	Color	Intenso, vivo	0
		gris	1
		opaco	2
	Olor	Fresco	0
		Neutral	1
		Amoníaco	2
		Podrido	3
	Piel	Brillante	0
		Ligeramente brillante	1
		gris	2
	Escamas	Bien adherida	0
		Poco adherida	1
Separado		2	
Ojos	Forma	Plano	0
		Hundido	1
	Pupila	Bien delineada	0
		Pérdida de delineación	1
		Sin delineación	2
	Cornea	Limpia transparente	0
		Ligeramente opaco	1
		Opaco de color amarillento	2
Branquias	Color	Rojo oscuro	0
		Naranja	1
		Parduzco a pardo oscuro	2

Índice de Calidad	0-16
-------------------	------

Los atributos definidos fueron considerados como los parámetros más importantes para realizar el análisis sensorial a través del Método de índice de Calidad (QIM), para determinar la frescura del pescado, con puntuaciones que van de 0 a 3 (olor) y 0-2 (otros atributos), que la suma oscila entre cero (frescura total) a 16 (pérdida total de frescura). Estos atributos permitirán analizar la calidad del pescado en la curva de deterioro.

### 3.7. Definición de escenarios

En esta etapa quedan identificados los escenarios, lo que permite realizar un análisis cualitativo con los fallos identificados en el AMFE en los procesos de captura, recepción en el punto de pesca y en el traslado hacia la industria y del análisis de variabilidad con el VMEA a través de las Sub-KPC crecimiento microbiano, métodos de captura y embarcaciones con los NF. En la tabla 3.9 se muestra en qué escenario se encuentra la cadena, a través del análisis de los fallos.

Indicadores de tiempo	B	<b>E0</b> <b>RÉGIMEN IDEAL</b> La zona de robustez	<b>E1</b> <b>RÉGIMEN NORMAL</b> Respuesta reducida	<b>E4</b> <b>INTERRUPCIÓN DE RÉGIMEN</b> Respuesta reducida
	M	<b>E3</b> <b>RÉGIMEN NORMAL</b> Respuesta preventiva	<b>E1,E3</b> <b>TRASLADO HACIA LA INDUSTRIA</b> <b>RÉGIMEN NORMAL</b> Respuesta reducida (T,I,M)	<b>E5</b> <b>RECEPCIÓN EN EL PUNTO DE PESCA</b> <b>RÉGIMEN ALTERADO</b> Respuesta reducida (MCU,T,I)
	A	<b>E3</b> <b>REGIMEN ALTERADO</b> Respuesta preventiva	<b>E2, E6</b> <b>REGIMEN ALTERADO</b> Respuesta preventiva	<b>E6</b> <b>PROCESO DE CAPTURA</b> <b>REGIMEN ALTERADO</b> Respuesta preventiva y reducida (MCU,T,I,M)
		B	M	A
		Indicadores de cantidad		

Se toma como referencia para ubicar los escenarios en la matriz, dado los fallos y los NF determinados los meses actuales ya que la tendencia es a obtener altos volúmenes de pescado y las temperaturas son altas.

En el proceso de captura se identifican fallos en los métodos de captura, estos traen consigo daños mecánicos, si se prolonga la duración de la captura y las embarcaciones no tienen las condiciones necesarias para el nevado del pescado y al estar expuestos a altas temperaturas, aumenta la contaminación microbiana estas perturbaciones se sitúan en el escenario E6 en un régimen alterado, con respuesta preventiva y reducida.

El proceso de recepción en el punto de pesca se ubica en el escenario E5, bajo un régimen alterado, ya que se toma el tiempo medio y los niveles de cantidad son altos, deben analizarse las artes de pescas utilizados. Para garantizar la calidad de la materia prima en ese punto del proceso deben garantizarse los insumos necesarios como cajas plásticas y el hielo para el nevado.

El traslado hacia la industria se ubica en el escenario E1,E3, bajo un régimen normal, con respuesta reducida, con tiempo y cantidad media, para garantizar la validez de la materia prima debe garantizarse una adecuada manipulación, los insumos de hielo y cajas plásticas para mantener la temperatura adecuada.

Los escenarios pueden variar bajo una situación dada en un momento determinado, como son las condiciones climatológicas, altos volúmenes de captura, que no se cuente con los insumos necesarios.

### **3.8. Conclusiones parciales**

1. La identificación del sistema logístico de aprovisionamiento como el de mayor vulnerabilidad en la cadena de suministro de la industria pesquera a través del procedimiento propuesto, permitió analizar las deficiencias en el funcionamiento del mismo.
2. A través de las herramientas AMFE y VMEA se identificaron, clasificaron y se evaluaron el impacto de las perturbaciones que inciden en la calidad de las materias primas.

3. La representación en un diagrama de influencia permite analizar las relaciones de los NF y Sub-KPC con el sistema que minimizan la variabilidad en las características de calidad.
4. Se definen atributos de calidad que se utilizaran como base para realizar análisis sensorial mediante el indicador de calidad.



### **Conclusiones generales**

1. La literatura científica consultada registra los principales aportes que se han realizado en materia de logística, cadena de suministro, calidad y filosofías de mejoramiento. Aunque existen brechas en la investigaciones en cuanto al mejoramiento de la calidad específicamente de la cadena de suministro específicamente en la de alimentos perecederos en general.
2. A partir del estudio realizado se desarrolla un procedimiento que ofrece diferentes etapas y fases para mejorar el aseguramiento de la calidad en la logística de aprovisionamiento de la industria pesquera acuícola. Se toma como fundamento teórico lo expuesto por Vlajic, (2012), adaptado con nuevas etapas, el AMFE y el VMEA, como herramientas que se retroalimentan para robustecer el desempeño del proceso.
3. La aplicación parcial del procedimiento permitió seleccionar el sistema logístico de aprovisionamiento como el de mayor vulnerabilidad en la cadena de suministro de la industria pesquera, se identificaron, clasificaron y se evaluaron el impacto de las perturbaciones y se definen atributos de calidad que se utilizaran como base para realizar análisis sensorial mediante el indicador de calidad.

## **Recomendaciones**

Derivadas del estudio realizado, así como de las conclusiones generales emanadas del mismo, se recomienda:

1. Divulgar a otras empresas pesqueras del país la implementación del procedimiento, garantizando a estas, en sus procesos logísticos, mayores niveles de calidad y de eficiencia, aportado por un soporte teórico - científico y las experiencias de los especialistas de la rama.
2. Continuar la divulgación de los resultados de esta investigación mediante su publicación y presentación en artículos y eventos científicos, particularmente relacionados con la calidad, la logística y gestión empresarial en las empresas procesadoras del país.

**Bibliografía**

1. Archer M. (2010). Sensory assessment score sheets for fish and shellfish - Torry & QIM. Edinburgh: Seafish.
2. Asbjørnslett, B.E. & Rausand, M. (1999), "Assess the vulnerability of your production system", *Production Planning & Control*, Vol. 10 No. 3, pp. 219–229.
3. Ballou, R. H. (2004). *Logística administración de la cadena de suministro*. México DF: PEARSON EDUCACIÓN.
4. Bogdanovic T, Simat V, Frka-Roic A, Markovic K. Development and application of Quality Index Method scheme in a shelf life study of wild and fish farm affected bogue (*Boops boops*, L.). *J Food Sci.* 2012; 0: 51-58.
5. Booth, D. A. (1995) The cognitive basis of quality. *Food Quality and Preference*, 6, 201-205.
6. Boubeta, A. I. (2007). *Distribución logística y comercial, la logística en la empresa*. España: Ideas propias Editorial.
7. Cardello, A. V. (1995). Food Quality: Conceptual and sensory aspects. *Food Quality and Preference*, 6, 163-168  
COI (1996) Valoración organoléptica del aceite de oliva virgen. COI /T.20/Doc. no 15/rev. 1. Consejo Oleícola Internacional.
8. Carol J. Robinson, Manoj K. Malhotra "Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practice" *Int. J. Production Economics* 96 (2005) 315–337.
9. Cespón Castro, R. y Auxiliadora, M. (2003). *Administración de la cadena de suministros. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial*. Universidad Tecnológica Centroamericana de Honduras. UNITEC. Tegucigalpa.
10. Cespón Castro, R. (2012). *Administración de la cadena de suministros*. Editorial: Logicuba. Santa Clara.
11. Costell, E. (2000). Análisis sensorial: Evolución, situación actual y perspectivas. *Industria y Alimentos Internacional*, 2, 34-39.
12. Costell, E. (2002). A comparison of sensory methods in quality control. *Food quality and Preference*, 13, 345-353.

13. Costell, E. (2005). El análisis sensorial en el control y aseguramiento de la calidad
14. de los alimentos: una posibilidad real.
15. Cozzolino D. & Murray I. (2012). A Review on the Application of Infrared Technologies to Determine and Monitor Composition and Other Quality Characteristics in Raw Fish, Fish Products, and Seafood.
16. Cronholm, K. (2013). Design of Experiment based on VMEA (Variation Mode and Effect Analysis). *Procedia Engineering* 66: 369-382.
17. Chandra, C & Grabis, J “Supply Chain Configuration Concepts, Solutions, and Applications”, 1 edition Springer, (2007).
18. Campus M, Bonaglini E, Cappuccinelli R, Porcu MC, Tonelli R, Roggio T, (2011). Effect of modified atmosphere packaging on Quality Index Method (QIM) scores of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) at low and abused temperatures. *J Food Sci.*; 76(3):185-191.
19. Chebet L. (2010). “Rapid” (alternative) methods for evaluation of fish freshness and quality [Msc Thesis]. Akureyri, Iceland: University of Akureyri.
20. Christopher, M. & Holweg, M. (2011), “‘Supply Chain 2.0’: Managing supply chains in the era of turbulence”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 41 No. 1, pp. 63–82.
21. Crosby, P. B. (1994). *Calidad total para el siglo XXI*. Traducción de Guadalupe Meza Staines. McGraw Hill Interamericana de México S.A. de C.V. Ciudad México. Pp 275.
22. Conway, W.F. (1988). *The correct way of managing*. Conway Quality. Inc
23. Cuatrecas Arbós, L. (2012). En *Organización de la producción y dirección de Operaciones* (págs. 535-535). Madrid.
24. Deming, W.E. (1986). *Out of the crisis*. Center for Advanced Engineering Study. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology.
25. Dong, M., (2006). Development of supply chain network robustness index. *International Journal of Services Operations and Informatics* 1.

26. Emilio, M. M. (1995). Gestión de compras: Negociación y estrategias de aprovisionamiento. (Vol. IV). Madrid: Fundación Confemetal.
27. Feingenbaun, A. V. (1994). Changing concepts and management of quality worldwide. Qualityprogress. Pp 45-48.
28. Feigenbaum, Armand V. (1994). Control Total de la Calidad. McGraw Hill, México.
29. Fernández, R. L. (2014). Logística de Aprovisionamiento. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
30. Ferdows, K. (1997), "Making the most of foreign factories", Harvard Business Review, Vol. 75 No. 2, p. 73–88.
31. Gómez Acosta, M. I. y J. A. Acevedo Suárez, (2010) Logística del aprovisionamiento. Segunda Edición. Medellín: Editorial Litográficas Pabón., Colección Logística/ Corporación John F. Kennedy.
32. Gómez Acosta, M. I. et al., (2013) "Caracterización de la Logística y las Redes de Valor en empresas cubanas en Perfeccionamiento Empresarial" en Revista Ingeniería Industrial. Año 2013, Vol. 34, Número. 2, mayo-agosto 2013. ISSN 1815-5936. pp. 212-226.
33. Gómez Avilés H.B (2006). Procedimiento para la mejora de la calidad del proceso industrial cubano de la caña de azúcar. Gómez, G. (2011) Auditorías Logísticas. [En línea]. Disponible en: <http://www.movint.es/servicios/auditorias-logisticas/> [Accesado el 17 de mayo de 2013].
34. Gómez, G. (2012) Auditoría en Gestión Logística Integral. [En línea]. Disponible en: <http://talentologistico.globered.com/categoria.asp?idcat=91> [Accesado el 7 de junio de 2013].
35. Gómez Dorta Rafael .L (2001). Procedimiento para el mejoramiento de la calidad de la generación y el consumo de energía.
36. Habib, M. (2011). Supply Chain Management (SCM): Theory and Evolution. Singapore: Intech.

37. Hall, D.J., Skipper, J.B. & Hazen, B.T. and Hanna, J.B. (2012), "Inter-organizational IT use, cooperative attitude, and inter-organizational collaboration as antecedents to contingency planning effectiveness", *International Journal of Logistics Management*, Vol. 23 No. 1, pp. 50–76.
38. Heising, J.K, Dekke, M & Bartels P.V, M.A.J.S. Boekel, (2011). A non-destructive ammonium detection method as indicator for freshness for packed fish: Application on cod 2011.
39. Heskett, J. G. (1973). *Business Logistics* (Vol. 2nd ed). (T. R. Press, Ed.) New York.
40. Ishikawa, K. (1988) ¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa. Edición revolucionaria. La Habana. Pp 209.
41. Johansson, P., Chakhunashvili, A., Barone, S., Bergman, B. (2006). Variation mode and effect analysis: a practical tool for quality improvement. *Quality and Reliability Engineering International* 22(8): 865-876.
42. Juran y Gryna, F.M., (2001) *El proceso de mejora de la calidad*. McGraw Hill. EUA.
43. Juran, J. M. y Gryna, F. M. (2001). *Manual de Control de la Calidad*. Cuarta edición. Traducción J. M. Vallhonrat Bou y McGraw Hill. Madrid. Original 1988.
44. Juran, J. M. (1993). *Manuel de la Calidad*. Quinta Edición. Volumen III.
45. Kramer A. (1959). Glosary of some terms used in the sensory (panel) evaluation of foods and veberages. *Food Technology*, 13, 733-738.
46. Kleindorfer, P.R & Saad, G.H., (2005). "Managing disruption risks in supply chains. *Production and Operations Management* 14 (1), 53–68".
47. Ladi O, Ibidapo-Obe. O & Chidi O, (2014) "Modelling and Analysis of a Supply Chain with Supply, Production and Distribution Reliability Considerations.
48. La Londe, Bernard J. "Supply Chain Evolution by the Numbers," *Supply Chain Management Review*, Vol. 2, No. 1, pp. 7-8, 1998.
49. La Londe, Bernard J. and James M. Masters. "Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the Next Century". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 24, No. 7, pp. 35- 47, 1994.

50. Lambert, Emmelhainz, M and Gardner, J. "Developing and implementing supply chain partnerships". The International Journal of Logistics Management; Vol. 7, No. 2, pág 2, 1996.
51. Lukinskiy V, Lukinskiy V & Churilov R, (2014) Problems of the supply chain reliability evaluation.
52. Mallor Fermín. y Javier Santos, (2012). <https://es.scribd.com/doc/82679653/Fiabilidad> de sistemas.
53. Manish Shukla & Sanjay Jharkharia (2013). Agri-fresh produce supply chain management: a state-of-the-art literature review.
54. Marrero Delgado, (2001). Gestión Multicriterio de la cadena logística de corte, alza y tiro de la caña de azúcar. Centro Azúcar. No.1, año 28, enero-marzo.
55. Mentzer, J. y otros (2001). Defining Supply Chain Management. Journal of Business Logistics. Vol. 22, Nro 2.
56. Molnar, P. J. (1995). A model for overall description of food quality. Food Quality and Preference, 6, 185-190
57. Monterroso, E. (Agosto de 2000). El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento. Recuperado el 4 de 11 de 2014, de unlu.edu.ar: <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/logistica.pdf>
58. Moskowitz H. R (1993). Sensory analysis procedures and viewpoints: Intellectual history, current debates, future outlooks. Journal of Sensory Studies, 8, 241-256
59. Musen X, Jianxiong Z & Wansheng T. (2013). Optimal temperature control for quality of perishable foods.
60. Norma NC ISO 9000: 2005 Vocabulario de Calidad, términos y definiciones.
61. Robinson C, Manoj, K & Malhotra. (2005) "Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practice" Int. J. Production Economics 96, páginas 315–337.
62. Rushton, A. (2010). The Handbook of Logistics and Distribution Management. Philadelphia, PA: Kogan page.

63. Sharma, A, Garg,D & Agarwal, A, (2012). Quality Management in supply chains: The literature review.
64. Smallco (1995). SMALL BUSINESS RESEARCH & PUBLISHING CO. Purchasing and Inventory management for owners. Madrid- España: Diaz de Santos.
65. Valls Figueroa, W. (2002). Aplicación del modelo Servqual adecuado para la medición de la calidad y diagnóstico del sistema de servicio de las entidades hoteleras del polo turístico de Varadero. V Encuentro Internacional de Ciencias Empresariales. Varadero. Matanzas ISBN 959-16-0132-8.
66. Vlajic, J. V., van Lokven, S. W., Haijema, R., & van der Vorst, J. G (2012). A framework for designing robust food supply chains.
67. Vlajic, J. V., van Lokven, S. W., Haijema, R., & van der Vorst, J. G. (2013). Using vulnerability performance indicators to attain food supply chain robustness. *Production Planning & Control*, 24(8-9), 785-799.
68. Zhang, J., & Tang, W. (2014). Optimal temperature control for quality of perishable foods. *Isa transctios*, 53(2), 54546.
69. Xue, M., Zhang, J., & Tang, W. (2014). Optimal temperature control for quality of perishable foods. *ISA transactions*, 53(2), 542-546



**Anexo 1.** Evaluación de la opinión de los expertos.

$$W = \frac{12 * \sum \Delta^2}{M^2 * (K^3 - K)} \quad 0 \leq W \leq 1$$

Donde

W: coeficiente de concordancia de Kendall.

M: número de expertos.

K: número de deficiencias que se analizan para dar prioridad.

$\sum \Delta^2$ : suma de los cuadrados de las desviaciones del valor medio de los juicios emitidos, obtenidos por la expresión siguiente:

$$\Delta = \sum_{j=1}^m R_{ij} - \tau$$

Donde

$\sum R_{ij}$ : suma de rangos asignados a cada deficiencia, según la escala establecida.

$\tau$ : El rango teórico, se obtiene según la expresión:

$$\tau = \frac{1}{2} * M * (K + 1)$$

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	
Procesos								
$\Sigma R_j$								
$T = 1/2 * (K + 1) * M$								
$\Delta = \Sigma R_j - T$								
$\Delta^2$								
W=?								

Entonces se realiza el planteamiento de la hipótesis siguiente:

$H_0$ : no hay concordancia en el juicio de los expertos

$H_1$ : hay concordancia en el juicio de los expertos

La evaluación de la concordancia de los expertos sobre el orden de prioridad de las deficiencias, se realiza por el estadígrafo  $S$  o  $\chi^2$ , en dependencia de la cantidad de deficiencias ( $K$ ) que se analicen, si  $K \leq 7$ , se utiliza la tabla de Friedman (Siegel, 1987), para  $K > 7$ , se determina en la tabla  $\chi^2$

Región crítica  $K \leq 7$ :  $S_{\text{calculado}} \geq S_{\text{tabulada}}$  (Tabla de Friedman)

$$S_{\text{calculado}} = \sum \Delta^2$$

Región crítica  $K > 7$ :  $\chi^2_{\text{calculado}} > \chi^2_{\alpha, k-1}$  ;  $\chi^2_{\text{calculado}} = M * W (K-1)$

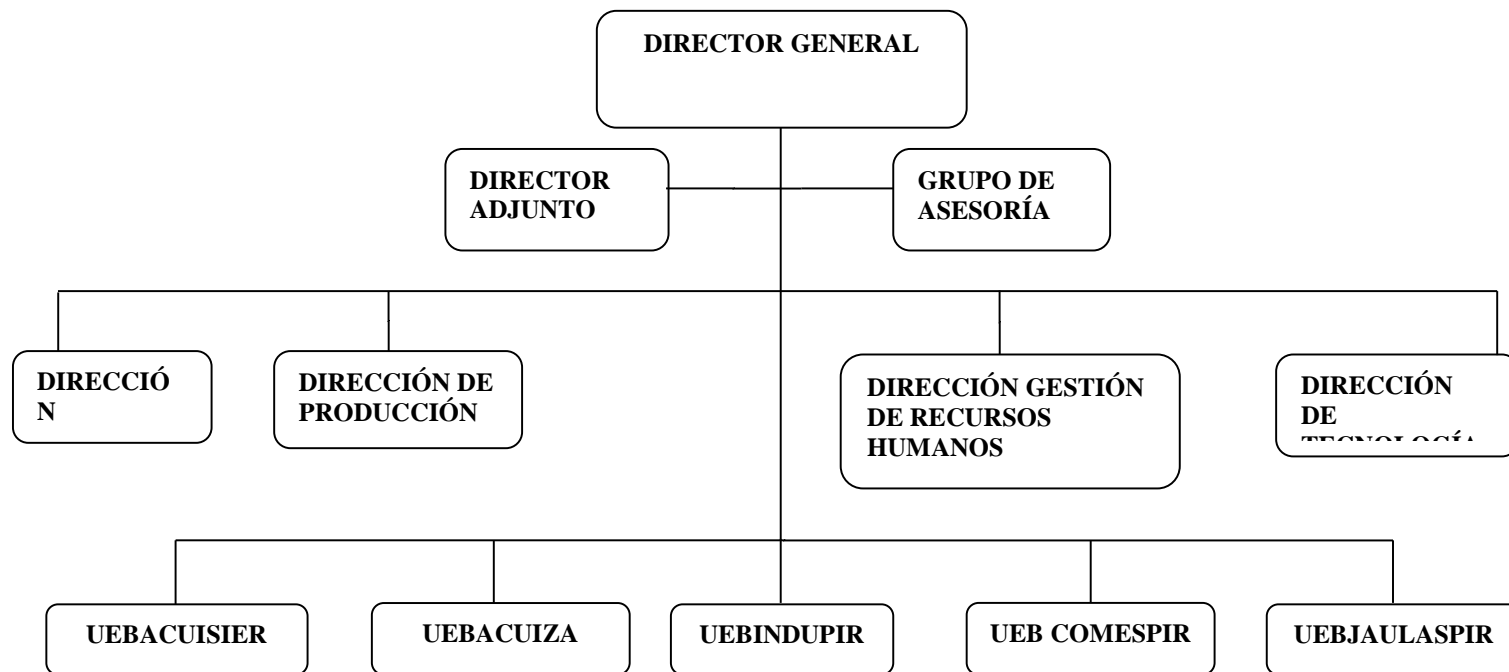
Si se cumple la región crítica, implica que no existen evidencias estadísticas suficientes que indiquen falta de concordancia.

**Anexo 2:** Modelo para registro de información *AMFE*

<b>ANALISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTO</b> Pag. _____ de _____ Producto / pieza / sistema / proceso: _____ Fecha de realización: _____ Fecha de revisión: _____ No. _____ Rev: _____ Participantes: _____ Responsable: _____ Responsable revisión: _____														
<b>FUNCION O PROCESO</b>	<b>FALLO</b>			<b>Controles actuales</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>IPR</b>	<b>Acciones preventivas</b>	<b>Plazo y Responsab</b>	<b>REVISION</b>			
	<i>MODO</i>	<b>EFECTO</b>	<b>CAUSA</b>								<b>F</b>	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>IPR</b>

Fuente: Cuatrecasa (1999)

**Anexo 3.** Estructura organizativa de la empresa Pescaspir



Fuente: Documentos de la empresa.

**Anexo 4.** Método de expertos propuesto por Hurtado de Mendoza

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

<b>Código del experto</b>	<b>Ocupación</b>
1	Director de UEB ACUIZA
2	Director de la UEB COMESPIR
3	Especialista principal de gestión de la calidad
4	Director de Recursos Humanos
5	Especialista en acuicultura
6	Especialista de calidad en la UEB INDUPIR
7	Técnico de calidad en la UEB ACUIZA
8	Patrones de embarcaciones
9	Tecnólogo principal de UEB INDUPIR
10	Jefe de planta del proceso industrial
11	Pescadores
12	Jefe de Producción de la UEB ACUIZA
13	Especialista de la UNISS
14	Especialistas de la UNISS

- Encuesta inicial para calcular el coeficiente de conocimiento

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		
14							X			

**Anexo 4.** Método de expertos propuesto por Hurtado de Mendoza. Continuación.

$$K_{c1} = 9(0,1) = 0.9 \quad K_{c2} = 4(0,1) = 0.4 \quad K_{c3} = 8(0,1) = 0.8 \quad K_{c4} = 7(0,1) = 0.7$$

$$K_{c5} = 5(0,1) = 0.5 \quad K_{c6} = 10(0,1) = 1 \quad K_{c7} = 3(0,1) = 0.3 \quad K_{c8} = 5(0,1) = 0.5$$

$$K_{c9} = 8(0,1) = 0.8 \quad K_{c10} = 6(0,1) = 0.6 \quad K_{c11} = 9(0,1) = 0.9 \quad K_{c12} = 2(0,1) = 0.2$$

$$K_{c13} = 8(0,1) = 0.8 \quad K_{c14} = 7(0,1) = 0.7$$

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

Experto 1

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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 5

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

**Anexo 4.** Método de expertos propuesto por Hurtado de Mendoza. Continuación.

## Experto 10

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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 12

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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 14

<b>Fuentes de argumentación</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
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		

**Anexo 4.** Método de expertos propuesto por Hurtado de Mendoza. Continuación.

- Cálculo del coeficiente de argumentación (Ka)

$$Ka1 = 0.27 + 0.24 + 0.14 + 0.06 + 0.09 + 0.18 = 0.98$$

$$Ka2 = 0.13 + 0.24 + 0.06 + 0.04 + 0.05 + 0.10 = 0.62$$

$$Ka3 = 0.27 + 0.24 + 0.14 + 0.06 + 0.09 + 0.18 = 0.98$$

$$Ka4 = 0.21 + 0.12 + 0.06 + 0.06 + 0.05 + 0.10 = 0.6$$

$$Ka5 = 0.21 + 0.12 + 0.06 + 0.06 + 0.07 + 0.14 = 0.66$$

$$Ka6 = 0.27 + 0.24 + 0.14 + 0.08 + 0.09 + 0.18 = 1$$

$$Ka7 = 0.13 + 0.22 + 0.06 + 0.04 + 0.05 + 0.10 = 0.6$$

$$Ka8 = 0.13 + 0.22 + 0.10 + 0.04 + 0.07 + 0.14 = 0.7$$

$$Ka9 = 0.27 + 0.24 + 0.10 + 0.06 + 0.07 + 0.10 = 0.84$$

$$Ka10 = 0.21 + 0.22 + 0.10 + 0.06 + 0.07 + 0.14 = 0.8$$

$$Ka11 = 0.21 + 0.24 + 0.10 + 0.06 + 0.09 + 0.18 = 0.88$$

$$Ka12 = 0.13 + 0.22 + 0.10 + 0.04 + 0.05 + 0.10 = 0.64$$

$$Ka13 = 0.21 + 0.24 + 0.10 + 0.08 + 0.09 + 0.18 = 0.9$$

$$Ka14 = 0.21 + 0.24 + 0.10 + 0.06 + 0.05 + 0.14 = 0.8$$

Cálculo de los expertos

$$n = \frac{k * p(1-p)}{d^2} = \frac{6.6564 * 0.01(1-0.01)}{0.1^2} = 6.5898$$

Obteniéndose un valor de  $M = 6,5898 \approx 7$  expertos, decidiéndose entonces trabajar con un total de siete expertos. Teniendo en consideración este análisis se seleccionan aquellos con un mayor coeficiente de competencia.

**Anexo 4** Resultados de los cálculos correspondientes de los coeficientes de conocimiento, argumentación y competencia (Kc, Ka, K) para formar el equipo de expertos.

Código del Experto	K	Ka	K	Competencia
1	0.9	0.66.	0.78	MEDIO
2	0.4	0.62	0.51	MEDIO
3	0.8	0.98	0.89	ALTO
4	0.7	0.6	0.65	MEDIO
5	0.5	0.66	0.58	MEDIO
6	1	1	1	ALTO
7	0.3	0.6	0.45	BAJO
8	0.5	0.7	0.6	MEDIO
9	0.8	0.84	0.82	ALTO
10	0.6	0.88	0.74	MEDIO
11	0.9	0.64	0.77	MEDIO
12	0.2	0.9	0.55	MEDIO
13	0.8	0.98	0.72	MEDIO
14	0.7	0.98	0.84	ALTO

**Anexo 5:** Evaluación de la opinión de los expertos para la selección del proceso a documentar.

No	Expertos Procesos	1	2	3	4	5	6	7	$\Sigma R_{ij}$	T	$\Delta$	$\Delta^2$
		1	Sistema logístico de Aprovevisionamiento	6	9	7	10	8	9			
2	Sistema logístico de Producción	5	7	5	6	5	4	7	39	25	625	
3	Sistema logístico de Distribución	4	5	7	6	5	4	5	41	27	729	
											<b><math>\Sigma=2036</math></b>	

$$S = 2036 \quad S_{\text{tabulada}} = 157.3 \quad \alpha = 0,01 \quad k = 3$$

$$S \geq S_{\text{tabulada}}$$

$$2036 \geq 157.3$$

Se cumple la Región crítica, por lo que no existen evidencias estadísticas suficientes que indiquen la falta de concordancia en el juicio de los expertos.

Por tanto el proceso a documentar es el Sistema logístico de Aprovevisionamiento, que quedó definido como la prioridad número 1 para los expertos.

$$\text{Si } K \leq 7$$

$$S \geq S_{\text{tabulada}} \text{ (Tabla de Friedman)}$$

$$S = \Sigma \Delta^2$$

$$S = 346$$

$$\alpha = 0.01$$