

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA – CEMA –**

**Trabajo de Graduación**

**Normas higiénico sanitarias de las plantas y centros de acopio del Puerto de San José y evaluación de impacto que generan las descargas de desechos en el canal de Chiquimulilla.**

**Presentado por:**

**FAUSTO MORENO MOLINA.**

**Para otorgarle el título de:**

**Licenciado en Acuicultura**

**Guatemala, Noviembre 2008.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**

**CONSEJO DIRECTIVO**

M.Sc. Pedro Julio García Chacón	<b>Presidente</b>
M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García	<b>Coordinador Académico</b>
M.V. Ángel Salomón Medina Paz	<b>Representante Docente</b>
Licda. Norma Gil de Castillo	<b>Secretario</b>
Licda. Estrella de Lourdes Marroquín Guerra	<b>Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas</b>
T.A. Diana Crespo	<b>Representante Estudiantil</b>
T.A. Manoel Cifuentes Markwordt	<b>Representante Estudiantil</b>

## DEDICATORIA

El presente informe lo dedico a:

Dios y la Virgen por acompañarme a lo largo de mi vida y darme la fortaleza para afrontar las adversidades.

Mi madre Reyna Molina de Moreno por su amor, motivación y apoyo incondicional.

Mi novia Karen Urizar por su amor y comprensión en todo momento.

Mis abuelos Pedro Molina y Marcos Santos de Molina, por su cariño y apego en momentos difíciles.

Mis tíos y tías por sus consejos en las diferentes etapas de mi vida.

A mis primos y primas, gracias por su cariño y apoyo.

Mis amigos David Valle, Mario Dávila, Andrea Nájera, Gabriel Rivas y Carlos Tejeda por su sinceridad, confianza y compartir los momentos alegres y únicos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- por ser centros de formación académica y profesional.

A la empresa Rianxeira América, por haberme brindado la oportunidad de aplicar conocimientos y conocer el campo de la industria de conservas de productos hidrobiológicos.

A todos los catedráticos del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, por haber sido parte de mi formación, fuente de conocimientos y experiencia.

A Licda. Olga Sánchez, Ing. Carlos Salvador Gordillo, M.V. Salomón Medina y Licda. Norma Gil de Castillo, por su paciencia y tiempo en la elaboración del presente informe.

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el área del Puerto de San José, Escuintla, donde se evaluó la condición higiénico-sanitaria de las plantas transformadoras y centros de acopio de productos hidrobiológicos, a través de boletas de evaluación que recabaron datos de limpieza, orden y mantenimiento tanto de infraestructura como de equipo utilizado en el área de proceso, con el fin de obtener un diagnóstico sobre las distintas plantas y centros de acopio ubicadas en el área de estudio.

Con la información recopilada se caracterizaron las distintas plantas y centros de acopio en: 5 Plantas semi-industriales, 3 centros de acopio artesanales y 3 centros de acopio domiciliarios o de traspatio, con lo que se evaluó cada establecimiento tomando en cuenta los criterios de cumplimiento y de no cumplimiento, en donde el 45% no cumple con los requisitos mínimos de inocuidad en base a normas sanitarias a nivel internacional.

Además de las condiciones higiénico sanitarias, se monitorearon los parámetros de calidad de agua, que sirven como indicadores de contaminación, estos parámetros fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 “REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS”, con lo que se logró concluir que existe un nivel alto de contaminación, la demanda bioquímica de oxígeno triplica el límite máximo de la normativa nacional, 1383 mg/l en época seca, por lo que se hace importante unir esfuerzos con entidades públicas y privadas para monitorear la situación actual del recurso en el canal de Chiquimulilla y promover un adecuado tratamiento de las descargas al canal por parte de las plantas y centros de acopio de productos pesqueros.

## ABSTRACT

This research work was developed in the Puerto de San José area. The hygienic - sanitary condition of the transforming establishments and seafood collection centers was evaluated. The study was conducted through evaluation tests to obtain information about the cleanliness, order and maintenance of both the infrastructure and the equipment used in the processing area, in order to obtain a diagnosis of the different plants and collection centers located in the area of study.

With the compiled information the different plants and collection centers were characterized into: 5 semi-industrial Plants, 3 artisanal centers and 3 home-based centers. Every establishment was evaluated bearing in mind the criteria of fulfillment and of not fulfillment of the specific parameters. The results showed that 45% of the centers don't comply with the minimal requirements of food safety based on international standards.

In addition to the hygienic – sanitary conditions, we evaluated the water quality parameters , to be used as pollution indicators. these parameters were compared with the maximum permitted levels fixed by the Government Agreement 236-2006 “REGULATION OF DRAINS AND REUSE OF RESIDUAL WATER AND MUDS DISPOSITIONS”. With the results, it can be concluded that there is a high level of pollution. The biochemical oxygen demand was three times higher than the maximum allowed by the national regulation 1383mg/l in dry season. In light of the results, it's important to join efforts with public and private organizations to evaluate the current estate of the Canal de Chiquimulilla resource and to set up good drains and treatment procedures to establishments and seafood collection centers that drain into the estuary.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. ANTECEDENTES</b>	3
<b>III. MARCO TEÓRICO</b>	5
<b>3.1. Generalidades de higiene e inocuidad de los alimentos</b>	5
<b>3.2. Condiciones que deben cumplir las plantas de proceso</b>	6
3.2.1. Higiene del medio	8
3.2.2. Manipulación, almacenamiento y transporte	9
3.2.3. Estructuras internas y mobiliario	10
3.2.4. Abastecimiento de agua	10
3.2.5. Servicios de higiene y aseo personal	11
3.2.6. Iluminación	11
<b>3.3. Características de aguas residuales para ser descargadas</b>	12
3.3.1. Tipos de contaminación	12
3.3.1.1. <i>Contaminación física</i>	12
3.3.1.2. <i>Contaminación por agentes bióticos</i>	13
3.3.2. Aguas residuales industriales	13
3.3.3. Contaminantes habituales en las aguas residuales	14
3.3.3.1. Grasas y aceites	14
3.3.3.2. Residuos con requerimientos	14
3.3.3.3. Nitrógeno y fósforo	14
3.3.3.4. Agentes patógenos	15
3.3.3.5. Otros contaminantes	15
3.3.4. Medios para disminuir los vertidos	15
3.3.5. Parámetros para el control de la calidad de agua	16

3.3.5.1. Temperatura	16
3.3.5.2. Turbidez	17
3.3.5.3. Materia sólida	17
3.3.5.4. pH	17
3.3.5.5. Acidez y alcalinidad	17
3.3.5.6. Contaminación microbiana	18
3.3.5.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno	18
<b>IV. OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Objetivo general</b>	<b>19</b>
<b>4.2. Objetivos específicos</b>	<b>19</b>
<b>V. METODOLOGÍA</b>	<b>20</b>
<b>5.1. Ubicación geográfica</b>	<b>20</b>
<b>5.2. Primera fase “recopilación”</b>	<b>21</b>
<b>5.3. Fase de análisis y evaluación información</b>	<b>23</b>
<b>5.4. Fase de propuesta</b>	<b>23</b>
<b>5.5. Método estadístico</b>	<b>23</b>
<b>5.6. Variables</b>	<b>24</b>
<b>5.7. Recursos</b>	<b>26</b>
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>27</b>
<b>6.1. Clasificación de establecimientos según normas sanitarias</b>	<b>27</b>
<b>6.2. Temperatura</b>	<b>35</b>
<b>6.3. pH</b>	<b>37</b>
<b>6.4. Oxígeno disuelto</b>	<b>38</b>
<b>6.5. Salinidad</b>	<b>40</b>
<b>6.6. Transparencia Disco Sechii</b>	<b>41</b>
<b>6.7. Nitrógeno</b>	<b>42</b>
<b>6.8. Fósforo</b>	<b>46</b>



<b>6.9. Materia flotante</b>	<b>47</b>
<b>6.10. Sólidos totales en suspensión</b>	<b>48</b>
<b>6.11. Demanda Bioquímica de oxígeno</b>	<b>49</b>
<b>6.12. Aceites y grasas</b>	<b>50</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>51</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>52</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>53</b>
<b>X. ANEXO</b>	<b>56</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No. 1.</b> Reactivos utilizados para análisis con equipo HACH	26
<b>Cuadro No. 2.</b> Datos generales de los establecimientos de transformación del Puerto de San José.	28
<b>Cuadro No. 3.</b> Producto que se transforma en los establecimientos de transformación del Puerto de San José.	30
<b>Cuadro No. 4.</b> Puntuación y clasificación de los establecimientos de transformación del Puerto de San José.	32
<b>Cuadro No. 5.</b> Principales observaciones encontradas en plantas transformadoras semi-industriales.	33
<b>Cuadro No. 6.</b> Principales observaciones en centros de acopio artesanales	34
<b>Cuadro No. 7.</b> Temperatura del agua en °C en época seca y lluviosa	36
<b>Cuadro No. 8.</b> Valores de pH en época seca y lluviosa.	37
<b>Cuadro No. 9.</b> Valores de oxígeno disuelto en mg/l en época seca y lluviosa	39
<b>Cuadro No. 10.</b> Salinidad en época seca y lluviosa (mg/l)	40
<b>Cuadro No. 11.</b> Disco Sechi en época seca y lluviosa (cm)	41
<b>Cuadro No. 12.</b> Concentración de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) en época seca y lluviosa en mg/l.	43
<b>Cuadro no. 13.</b> Nitritos en época seca y lluviosa	44
<b>Cuadro no. 14.</b> Nitrógeno total en época seca y lluviosa	44

<b>Cuadro no. 15.</b> Amonio en época seca y lluviosa	45
<b>Cuadro No. 16.</b> Fósforo en época seca y lluviosa	46
<b>Cuadro No. 17.</b> Materia flotante en los puntos de muestreo.	47
<b>Cuadro No. 18.</b> Sólidos en suspensión totales (mg/l)	48
<b>Cuadro No. 19.</b> Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/l O <sub>2</sub> )	50
<b>Cuadro No. 20.</b> Grasas y aceites en época seca y lluviosa (mg/l)	50

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura No. 1.</b> Vía de acceso a Puerto de San José, Escuintla	20
<b>Figura No. 2.</b> Ubicación Puerto de San Jose, Escuintla	21
<b>Figura No. 3.</b> Equipo HACH DR890	26
<b>Figura No. 4.</b> Clasificación de establecimientos de transformación del Puerto de San José.	31
<b>Figura No. 5.</b> Manipulación inadecuada en centro de acopio de traspatio	32
<b>Figura No. 6.</b> Ubicación de los puntos de muestreo.	35
<b>Figura No. 7.</b> Temperatura del agua en época seca y lluviosa.	36
<b>Figura No. 8.</b> pH en época seca y lluviosa	38
<b>Figura No. 9.</b> Oxígeno disuelto muestreo en época seca y lluviosa	39
<b>Figura No. 10.</b> Salinidad en época seca y lluviosa.	41
<b>Figura No. 11.</b> Transparencia disco Sechii en época seca y lluviosa.	42
<b>Figura No. 12.</b> Comportamiento de nitrógeno en época seca y lluviosa.	45
<b>Figura No. 13.</b> Amonio en los época seca y lluviosa.	46
<b>Figura No. 14.</b> Fósforo total en época seca y lluviosa.	47
<b>Figura No. 15.</b> Descargas de basura directamente al canal.	48

## I. INTRODUCCIÓN:

Actualmente en las plantas transformadoras de pescado del área del Puerto de San José, existe una asesoría técnica deficiente sobre aspectos básicos de inocuidad de alimentos, por lo que la manipulación de los productos derivados de la pesca no es la adecuada, esta situación representa un riesgo sobre el consumidor final de los productos, ya que puede ser víctima de una infección o una intoxicación; además se crea impacto negativo a causa de las malas prácticas de manejo de desechos sobre el ambiente estuarino producto de la transformación.

La contaminación de los alimentos disponibles en el mercado para consumo de la población, se refleja con una presencia alta, ya que de acuerdo a informes del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) son el segundo factor que afecta la salud de la población. A lo largo de la ejecución de la investigación se determinó que el 55% de las plantas transformadoras y centros de acopio del Puerto de San José cumplen con los requisitos mínimos de inocuidad de los alimentos.

Para que exista un control real de la inocuidad y calidad de los alimentos debe existir monitoreo de todas las actividades que se lleven a cabo. En el caso de los productos hidrobiológicos desde la captura, su traspaso al centro de acopio o procesamiento, comercialización y consumidor final.

Para prevenir la contaminación del ambiente, específicamente de los recursos hidrobiológicos, es necesario fomentar el uso responsable de los mismos; y así mantener un equilibrio ecológico aplicando normas que garanticen la utilización y el aprovechamiento racional de la fauna, flora y agua, evitando su degradación.

El presente estudio consistió en una investigación transversal y de campo en donde se monitorearon las plantas transformadoras de pescado y los centros de

acopio de productos hidrobiológicos del Puerto de San José, evaluándose las normas higiénico sanitarias y el grado de contaminación del agua, con el fin de conocer el impacto que causan en el canal de Chiquimulilla.

Con los resultados obtenidos se podrá promover la importancia del monitoreo de éstas actividades por parte de las autoridades correspondientes, ya que se determinó

## II. ANTECEDENTES.

Existen múltiples variables relacionadas con el proceso general de manejo de productos pesqueros de acuerdo a la manipulación y tipo de producto, clasificación, eviscerado, enfriado, son las actividades comunes en los distintos lugares observados en el litoral Pacífico guatemalteco, según el Diagnóstico de la situación Higiénico-Sanitaria en las etapas Post-Captura del Recurso Pesquero y su adecuación a la Normativa de la Asociación Española de Cooperación Internacional (AECI, 2005).

En los centros de acopio del Puerto de San José, no se tiene un sistema de control de la cadena fría, simplemente se utilizan bloques de hielo que son picados para mantener el producto en frío. En áreas cercanas a centros de acopio se acumula gran cantidad de sangre y restos de vísceras, en las cunetas de los drenajes, que son fuente de contaminación que favorecen el crecimiento de bacterias que pueden causar enfermedades enteropatógenas y la proliferación de plagas como moscas, roedores, cucarachas, entre otros. Esta mala manipulación es el reflejo de que no existe conciencia en los pescadores, personas que manipulan el producto, incluso en los consumidores (AECI, 2005).

Por su parte, también existen centros en donde las instalaciones cumplen la mayoría de requerimientos higiénicos, en especial en las empresas dedicadas a la exportación, donde en las áreas de proceso sólo se permite la entrada con el uniforme de trabajo limpio, lo cual permite minimizar las posibilidades de contaminación externa. Así mismo disponen de pediluvio, mediante el cual las personas que entran a dichas empresas deben lavarse las botas, con el mismo fin de evitar o minimizar la posibilidad de llevar contaminación desde el exterior (PROBIOMA, 2005).

Se define como inocuidad en Guatemala, a la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor, cuando preparen y/o consuman de acuerdo al uso a que se destina (Área de Inocuidad de Alimentos, Unidad de Normas y

Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – AIA/UNR/MAGA, 2001).

Todo establecimiento de transformación debe contar con un estudio de impacto ambiental con opinión favorable del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en el que se tomará en cuenta, entre otros, que las instalaciones deben estar alejadas de:

- Zonas cuyo medio ambiente esté contaminado y actividades industriales que consituyan una amenaza grave de contaminación de los alimentos hidrobiológicos.
- Zonas expuestas a infestaciones de plagas.
- Zonas de las que no puedan retirarse de manera eficaz los desechos, tanto sólidos como líquidos. (UNR/MAGA, 2005)

Además se hace mención de que los desechos sólidos serán manejados en recipientes impermeables, rotulados, con tapa para evitar proliferación de insectos y roedores. Estos recipientes deben estar diseñados y fabricados para facilitar su higienización, exclusivos e identificados para éste propósito.

Los recipientes finales para recoger los desechos sólidos que serán evacuados del establecimiento de transformación, deben estar ubicados fuera del área de proceso.



### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Generalidades de higiene e inocuidad de alimentos

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) es la principal agencia especializada de las Naciones Unidas que se ocupa de todos los aspectos relacionados con la calidad e inocuidad de los alimentos, a lo largo de cada una de las fases de producción, almacenamiento, transporte, procesamiento y comercialización de los alimentos. El trabajo en esta área lo lleva a cabo el Servicio de Calidad de los Alimentos y Normas Alimentarias de la Dirección de Alimentación y Nutrición de la FAO. Entre sus actividades se incluyen el proporcionar asesoría en materia de políticas y ejecutar proyectos de desarrollo para control de la calidad e inocuidad de los alimentos.

Según el informe anual del programa conjunto FAO/Organización Mundial de la Salud –OMS- sobre normas alimentarias, las enfermedades transmitidas por los alimentos siguen presentando un problema para la salud pública en todo el mundo, un alimento no es nutritivo si no es inocuo, las buenas prácticas empiezan por la higiene. Uno de los problemas de los alimentos que no ha sufrido cambios es el de la contaminación bacteriana, que a menudo se debe a una manipulación incorrecta de los alimentos. Los alimentos son una vía de transmisión de numerosos agentes patógenos de origen bacteriano, parasitario y viral, igualmente pueden ser el vehículo o nicho de residuos químicos tóxicos producidos naturalmente o derivados de la contaminación, esto determina que la protección alimentaria es una actividad para la cual se deben realizar grandes esfuerzos a efecto de prevenir las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (Huss, 1996).

La higiene y sanidad en los productos pesqueros tienen gran importancia para la alimentación del hombre, ya que al cumplir con los requisitos que ellas señalan se logran efectos que, en última instancia, van a beneficiarlo en forma directa al proteger su salud, impidiendo que se enferme con productos descompuestos o contaminados, haciendo que éstos sean más nutritivos, digeribles que contribuyan

así a su desarrollo y bienestar mental y corporal (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá – INCAP/OPS, 2001).

La comisión del Codex Alimentarius recomienda garantizar la calidad e inocuidad lo cual significa, en pocas palabras, tener bajo control el proceso productivo desde antes del ingreso de las materias primas, durante el proceso mismo (documentación y controles de proceso) y después del proceso, o sea, durante las etapas de almacenamiento, transporte y comercialización.

En el actual comercio alimentario, nacional e internacional, no sólo el componente calidad tiene gran relevancia, sino también los aspectos relacionados con la inocuidad o calidad higiénico-sanitaria de los productos, hasta el punto de que el Codex Alimentarius, organismo internacional rector en la materia, integrado por la FAO y la OMS, indican que “Todos los consumidores tienen derecho a alimentos sanos y a estar protegidos de prácticas comerciales deshonestas”.

### **3.2. Condiciones que deben cumplir las plantas de proceso:**

En cuanto a la importancia de la implementación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos críticos de Control –HACCP-, según la Conferencia de Comercio y Desarrollo de las Naciones Unidas UNCTAC/OMC, es un sistema que permite identificar, evaluar, y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos. El sistema aporta confianza en que la inocuidad de los alimentos está siendo gestionada de forma eficaz. Busca los peligros o cualquier cosa que pueda perjudicar la inocuidad del producto y realiza controles posteriores para asegurar que el producto no causará daño al consumidor.

Las Buenas Prácticas de Manufactura –BPM- son políticas, procedimientos y métodos que establecen una guía para la elaboración de alimentos inocuos (alimentos sanos y seguros), estas son de carácter general, proveen los procedimientos básicos que aseguren condiciones favorables de manejo para el suministro de alimentos inocuos al consumidor. Junto con los Procedimientos

operativos estándar de sanitización (POES), las BPM son prerequisites para implementar un plan HACCP. (FDA, 2004),

Para la comisión de Codex Alimentarius, incluyen aspectos de instalaciones, equipo y utensilios, prácticas higiénico-sanitarias, registros y manejo del producto tales como:

- Alrededores de las instalaciones
- Control de plagas
- Construcción y diseño de las instalaciones
- Calidad de agua
- Salud e higiene del personal
- Operaciones Sanitarias y de limpieza
- Instalaciones Sanitarias
- Equipo y utensilios
- Producción
- Transporte
- Rastreo
- Registros

Para, los productos de origen hidrobiológico en general, son considerados como alimentos perecederos de alto riesgo, principalmente por estar expuestos a:

- Variedad de contaminantes.
- Transportes distantes y prolongados
- Riesgos debido a la temperatura por cambios estacionales
- Riesgos impredecibles (ej. Alimentación de los peces en donde habitan (Meyer, 1978)

Para lograr la conservación de los productos frescos, se usan diversos métodos que emplean el frío, y van desde la utilización del hielo hasta la congelación. El pescado tiene, en la composición química de su cuerpo, de 60 a 80% de agua, lo que se aprovecha para enfriarlo: basta con bajar la temperatura del pescado a

cero grados centígrados para que se asegure su conservación; éste es el método generalmente empleado para el que va a ser consumido en un plazo relativamente corto (Pérez Salerón, 1985)

En cuanto a la aplicación de HACCP, sistema de calidad para la identificación, prevención y control de todos los factores que pudieran afectar la inocuidad de un alimento, se debe contar con un plan de inocuidad, en el que previo a implementarlo se aplican buenas practicas de manufactura y un programa de soporte, que conjuntamente actuarán para evitar peligros de orden físico, químico y biológico. (Jurgen 1981).

### 3.2.1. Higiene del medio

La higiene del medio se refiere a los cuidados que deben realizarse en el área donde se manipulan los alimentos, para lo cual hay que tener en cuenta las posibles fuentes de contaminación del medio ambiente. En particular, la producción primaria de alimentos no deberá llevarse a cabo en zonas donde la presencia de sustancias posiblemente peligrosas conduzca a un nivel inaceptable de tales sustancias en los productos alimenticios (Sikorski, 1994).

En particular, los establecimientos deberán ubicarse normalmente alejados de:

- Zonas cuyo medio ambiente esté contaminado y de actividades industriales que constituyan una amenaza grave de contaminación de los alimentos.
- Zonas expuestas a inundaciones, a menos que estén protegidas de manera suficiente.
- Zonas expuestas a infestaciones de plagas.
- Zonas de las que no puedan retirarse de manera eficaz los desechos, tanto sólidos como líquidos.

Los productores deberán aplicar en lo posible medidas para:

- Controlar la contaminación procedente del aire, suelo, agua, los piensos, los fertilizantes, los plaguicidas, los medicamentos veterinarios, o cualquier otro agente utilizado en la producción primaria.

- Proteger las materias primas alimentarias de la contaminación fecal y de otra índole (FDA, 1999).

### 3.2.2. Manipulación, almacenamiento y transporte

En cuanto a los procedimientos de manejo de los alimentos que tienen contacto con las manos y otras superficies de contacto directo, el almacenamiento y las actividades de movilización de los mismos, se debe establecer procedimientos para: (Ripoll, 2000)

- Seleccionar los alimentos y sus ingredientes con el fin de separar todo material que manifiestamente no sea apto para el consumo humano.
- Eliminar de manera higiénica toda materia rechazada.
- Proteger los alimentos y los ingredientes para alimentos de la contaminación de plagas o de contaminantes químicos, físicos o microbiológicos, así como de otras sustancias objetables durante la manipulación, el almacenamiento y el transporte.

Deberá tenerse cuidado en impedir, en la medida en que sea razonablemente posible, el deterioro y la descomposición, aplicando medidas como el control de la temperatura, humedad y otros controles.

Deberá disponerse de instalaciones y procedimientos apropiados que aseguren:

- Que toda operación necesaria de limpieza y mantenimiento se lleve a cabo de manera eficaz.

Con respecto al equipo utilizado en la manufactura, deberá estar instalado de tal manera que:

- Permita un mantenimiento y una limpieza adecuados;
- Funcione de conformidad con el uso al que está destinado; y
- Facilite unas buenas prácticas de higiene, incluida la vigilancia.

### 3.2.3. Estructura interna y mobiliario

A continuación se presentan los requisitos de las estructuras internas y mobiliario utilizado en la manufactura de productos pesqueros (AIA/UNR/MAGA, 2005):

- Las superficies de las paredes, de los tabiques y de los suelos deberán ser de materiales impermeables que no tengan efectos tóxicos para el uso al que se destinan.
- Las paredes y los tabiques deberán tener una superficie lisa hasta una altura apropiada para las operaciones que se realicen
- Los suelos deberán estar contruidos de manera que el desagüe y la limpieza sean adecuados.
- Los techos y los aparatos elevados deberán estar contruidos y acabados de forma que reduzcan al mínimo la acumulación de suciedad y de condensación, así como el desprendimiento de partículas.
- Las ventanas deberán ser fáciles de limpiar, estar contruidas de modo que se reduzca al mínimo la acumulación de suciedad y, en caso necesario, estar provistas de malla contra insectos, que sea fácil de desmontar y limpiar. Cuando sea necesario, las ventanas deberán ser fijas.
- Las puertas deberán tener una superficie lisa, no absorbente, fácil de limpiar y cuando sea necesario, de desinfectar.
- Las superficies de trabajo que vayan a estar en contacto directo con los alimentos deberán ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar, mantener y desinfectar. Deberán estar hechas de material liso, no absorbente y no tóxico, e inerte a los alimentos, los detergentes y los desinfectantes utilizados en condiciones de trabajo normales (FDA, 1999).

### 3.2.4. Abastecimiento de agua

Deberá disponerse de suficiente agua potable, con instalaciones apropiadas para su almacenamiento, distribución y control de temperatura, a fin de asegurar, la inocuidad y la aptitud de los alimentos (Codex Alimentarius, 1993).

El agua potable deberá ajustarse a lo especificado en la última edición de las Directrices para la Calidad del Agua Potable, de la OMS, o bien ser de calidad superior. El sistema de abastecimiento de agua no potable (por ejemplo, para el sistema contra incendios, la producción de vapor, la refrigeración y otras aplicaciones análogas en las que no contamine los alimentos) deberá ser independiente. Los sistemas de agua no potable deberán estar identificados y no deberán estar conectados con los sistemas de agua potable ni deberá haber peligro de reflujo hacia ellos (Codex Alimentarius, 1993).

### 3.2.5. Servicios de higiene y aseo para el personal

En el acuerdo 343-2005 se indica que es responsabilidad de cada establecimiento los servicios de higiene adecuados para el personal, a fin de asegurar el mantenimiento de un grado apropiado de higiene personal y evitar el riesgo de contaminación de los alimentos (UNR/MAGA, 2005).

Las instalaciones deberán cumplir con los siguientes aspectos:

- Medios adecuados para lavarse y secarse las manos higiénicamente, con lavamanos y abastecimiento de agua caliente y fría (o con la temperatura debidamente controlada).
- Retretes de diseño higiénico apropiado.
- Vestuarios adecuados para el personal.

Dichas instalaciones deberán estar debidamente situadas y señaladas.

### 3.2.6. Iluminación

Deberá disponerse de iluminación natural o artificial adecuada para permitir la realización de las operaciones de manera higiénica. En caso necesario, la iluminación no deberá dar lugar a colores falseados. La intensidad deberá ser suficiente para el tipo de operaciones que se lleve a cabo. Las lámparas deberán

estar protegidas, cuando proceda, a fin de asegurar que los alimentos no se contaminen en caso de rotura (FDA, 1999).

### **3.3. Características de aguas residuales para ser descargadas:**

Las aguas residuales, contaminadas, son las que han perdido su calidad como resultado de su uso en diversas actividades. También se denominan vertidos. Se trata de aguas con un alto contenido en elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas (Vega, 2001).

#### 3.3.1. Tipos de contaminación:

Se clasifican según el factor ecológico que altere, aunque suelen afectar a más de un factor.

##### *3.3.1.1 Contaminación física*

Las sustancias que modifican factores físicos, pueden no ser tóxicas en sí mismas, pero modifican las características físicas del agua y afectan a la biota acuática. La contaminación física de un cuerpo receptor a causa de aguas residuales, puede ser medido por los siguientes parámetros:

- Sólidos en suspensión
- Turbidez
- Color
- Agentes sensoactivos
- Temperatura
- Contaminación química
- Salinidad
- pH



Algunos efluentes cambian la concentración de los componentes químicos naturales del agua causando niveles anormales de los mismos. Otros, generalmente de tipo industrial, introducen sustancias extrañas al medio ambiente acuático, muchos de los cuales pueden actuar en detrimento de los organismos acuáticos y de la calidad del agua en general. En este sentido es en el que puede hablarse propiamente de contaminación (Roldán, 1992).

#### 3.3.1.2. *Contaminación por agentes bióticos.*

Son los efectos de la descarga de material biogénico, que cambia la disponibilidad de nutrientes del agua, y por tanto, el balance de especies que pueden subsistir. El aumento en la concentración de nutrientes provoca el desarrollo de organismos productores, lo que también modifica el equilibrio del ecosistema, ya que un crecimiento de materia orgánica origina el desarrollo de especies heterótrofas en el ecosistema, que a su vez provoca cambios en las cadenas alimentarias. (Vega, 2001).

#### 3.3.2. Aguas residuales industriales

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria (Mühlhausser, 1997).

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, sino únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas del año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial, éstas descargas no constantes pueden ser mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, representan una contaminación mucho más difícil de eliminar (Marín, 2003).

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

### 3.3.3. Contaminantes habituales en las aguas residuales

#### 3.3.3.1. *Grasas y aceites*

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

#### 3.3.3.2. *Residuos con requerimiento de oxígeno*

Son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente de forma natural procesos de oxidación, que se llevan a cabo con el consumo de oxígeno del medio (Vega, 2001), estas oxidaciones se realizan por vía química o biológica.

#### 3.3.3.3. *Nitrógeno y fósforo*

Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas, debido a que provocan un elevado enriquecimiento de los cuerpos receptores. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas (Marín, 2003).

#### 3.3.3.4. *Agentes patógenos*

Son microorganismos que contienen en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que pueden producir o transmitir enfermedades.

#### 3.3.3.4. *Otros contaminantes específicos*

Incluye sustancias de naturaleza muy diversa que provienen tanto de aportes ambientales como antropogénicos, tales como: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc.

#### 3.3.4. Medios para disminuir los vertidos:

Existen varias formas para disminuir los vertidos, dentro de las cuales son consideradas como buenas prácticas en la gestión del recurso agua, las siguientes (Marín, 2003):

- Disminuir el gasto de agua, reduciendo su consumo o reciclando y reutilizando al máximo el suministro
- Extraer el agua con el menor deterioro posible de los ecosistemas, es decir, dejando una parte para el desarrollo normal de ríos, humedales y acuíferos subterráneos
- Devolver los vertidos a las aguas naturales en condiciones aceptables para que el impacto sobre los ecosistemas sea mínimo.
- Depurar o descontaminar con un mínimo gasto energético e impacto ecológico.

A continuación se presentan las indicaciones para un uso sostenible del agua:

- Mantenimiento y reparación de las de las conducciones en las ciudades, asentamientos humanos e industrias, ya que se calcula que un tercio del gasto de agua no es consumo real, sino pérdidas en la red de conducción. Lo mismo se puede decir de las descargas agrícolas. De igual importancia es el mantenimiento y control del buen funcionamiento de las depuradoras existentes.
- Reutilización del agua en las industrias, resultaría más económica y disminuiría la contaminación. Involucrar un consumo de cantidades muy pequeñas de agua, justo el suficiente para el funcionamiento de un esquema de circulación cerrada de manera que no descargasen aguas residuales.
- Reutilización de las aguas en espacios públicos o privados. Las aguas de riego deben proceder de la reutilización de las aguas residuales domésticas, mas o menos depuradas.
- Disminuir el consumo de agua en los usos industriales y el de contaminantes; detergentes, lejías, productos de limpieza, insecticidas o tóxicos en general, etc.
- Depuración de las aguas residuales cuando sea posible por métodos blandos, lagunaje, filtro verdes o que por lo menos, incluya la depuración biológica que genera menos fangos.

### 3.3.5. Parámetros para el control de la calidad del agua

#### 3.3.5.1. *Temperatura:*

Según el Acuerdo Gubernativo 236-2006, la temperatura del agua debe estar en un rango de +/- 7°C respecto a la temperatura del cuerpo receptor.

#### 3.3.5.2. *Turbidez:*

La turbidez del agua se debe a la presencia de materias en suspensión finamente divididas; arcillas, limos, partículas de sílice, materias inorgánicas. La determinación de la turbidez tiene un gran interés como parámetro de control en aguas contaminadas y residuales. Se puede medir en el campo o en el laboratorio (Marín, 2003).

#### 3.3.5.3. *Materia sólida:*

La materia sólida presente en el agua suele agruparse en tres categorías; materias decantables, materias en suspensión y residuos. La materia decantable se determina dejando en reposo un litro de agua en un cono o probeta graduada. El resultado se expresa como mililitros de materia decantada por litro de agua.

La determinación de las materias en suspensión en el agua puede realizarse por filtración o por centrifugación. En cuanto a la materia en suspensión, esta no debe ser mayor a 3,500 mg/l (A.G. 236-2006).

#### 3.3.5.4. *pH:*

El pH es la abreviatura de potencial de hidrogeniones ( $H^+$ ), e indica la concentración de éstos iones en el agua. El agua es un electrolito débil, por lo tanto, se espera que sólo una fracción muy pequeña de ella se disocie en los iones que componen su molécula (Roldán, 1992).

#### 3.3.5.5. *Acidez y alcalinidad:*

La acidez del agua corresponde a la presencia de anhídrido carbónico libre, ácidos minerales y sales de ácidos fuertes y bases débiles.

La alcalinidad del agua corresponde a la presencia de los bicarbonatos, carbonatos de hidróxidos (Vega, 2001).

#### *3.3.5.6. La contaminación microbiana:*

Se divide en la contaminación por los organismos que tienen la capacidad de reproducirse y de multiplicarse y los organismos que no pueden hacerlo. La contaminación microbiana puede ser la contaminación por las bacterias, que es expresada en Unidades Formadoras de Colonias (UFC), una medida de la población bacteriana (Mühlhauser, 1997).

El parámetro a analizar según el Acuerdo Gubernativo 236-2006 es el de coniformes fecales, para el cual se presenta el límite máximo permisible en  $< 1 \times 10^6$  número más probable en 100 ml.

#### *3.3.5.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO):*

La DBO es una medida de la materia orgánica en el agua, expresada en mg/l. Es la cantidad de oxígeno disuelto que se requiere para la descomposición de la materia orgánica. La prueba de la DBO toma un período de cinco días. (Mühlhauser, 1997). La DQO es una medida de la materia orgánica e inorgánica en el agua, expresada en mg/l es la cantidad de oxígeno disuelto requerida para la oxidación química completa de contaminantes.

La medición de DBO puede ser directa en aguas naturales muy limpias, pero en la mayoría de los casos se requiere de un proceso de dilución (Roldán, 1992). Las diluciones se realizan de acuerdo con la cantidad de materia orgánica que se estime puede existir en la muestra de agua (APHA, 1980).

## **IV. OBJETIVOS.**

### **4.1. Objetivo general:**

Evaluar las condiciones higiénico-sanitarias de las plantas transformadoras y centros de acopio de productos hidrobiológicos del Puerto de San José y la contaminación que generan las descargas de agua y desechos sólidos de los procesos relacionados en el canal de Chiquimulilla.

### **4.2. Objetivos específicos:**

- Determinar las condiciones higiénico sanitarias en el proceso de manejo de pescado en las plantas transformadoras y centros de acopio de productos hidrobiológicos del Puerto de San José, Escuintla.
- Establecer el impacto de las plantas transformadoras de pescado sobre la calidad de agua del canal de Chiquimulilla en el área del Puerto de San José.
- ◆ Contribuir al estudio de la contaminación del canal de Chiquimulilla en el área del Puerto de San José, para establecer las condiciones de descarga de las aguas y desechos sólidos que se realizan en forma directa al cuerpo de agua.

## V. METODOLOGIA

### 5.1. Ubicación geográfica

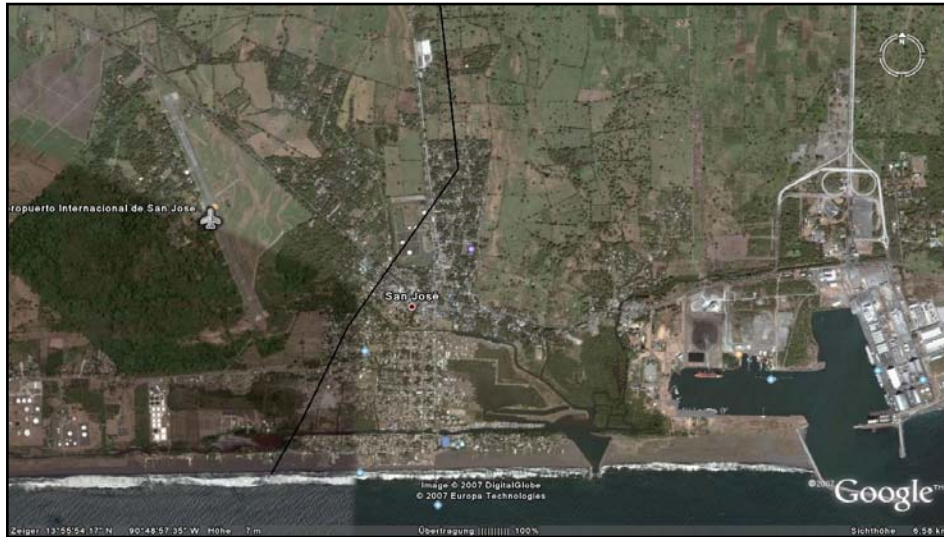
El Puerto de San José pertenece al departamento de Escuintla, se encuentra ubicado a 105 km de la Ciudad Capital de la República de Guatemala, siguiendo la autopista hacia el Puerto Quetzal (Figura No. 1). La zona costera de esta área ha sido formada por los productos de erosión de las tierras altas volcánicas, es de drenaje deficiente debido al tremendo volumen de detritus.



**Figura No. 1.** Vía de acceso a Puerto de San José, Escuintla (INGUAT, 2007).

La población económicamente activa total del municipio es de 41,804 habitantes, y en general una densidad poblacional de 189.73 por km<sup>2</sup>, representado en una proporción sexual de 50% para ambos sexos, distribuidos en un total de 11,201 viviendas (INE, 2002). El Municipio del Puerto de San José es el principal proveedor de productos derivados de la pesca de dorado, tiburón y otras especies, por lo que en la zona costera del municipio se encuentran numerosos establecimientos de transformación de productos hidrobiológicos (Figura No. 2).





**Figura No. 2.** Ubicación Puerto de San Jose, Escuintla (Google, 2007).

## **5.2. Primera fase Recopilación de la información:**

La primera fase se dividió en dos partes, la primera parte consistió en la visita a las plantas transformadoras y centros de acopio de productos de origen hidrobiológico en el área del Puerto de San José, para realizar un registro de los distintos establecimientos en donde se clasificaron en tres distintas categorías, domiciliarias, artesanales y semi-industriales.

Una vez realizada la clasificación, se evaluó el estado higiénico sanitario de las mismas y la forma en que manejan los productos hidrobiológicos. Los aspectos que se tomaron en cuenta para llevar a cabo la evaluación higiénico sanitaria se basaron en las Buenas Prácticas de Manufactura establecidas por la Agencia de administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos (FDA, 2004), los cuales consisten en la evaluación de:

- Alrededores y ubicación del establecimiento
- Los servicios de higiene para el personal
- Los servicios de eliminación de desechos
- Infraestructura interna

- Equipo y utensilios utilizados
- Registros de control del proceso
- Equipo protector para el personal
- Sistemas contra plagas

Para evaluar los aspectos mencionados, se utilizaron las boletas de evaluación que se encuentran en el anexo No.3 y anexo No.4.

Para la ponderación de cada planta y centro de acopio se utilizó el siguiente criterio:

Aspectos generales	4 puntos	4 aspectos	1 punto cada uno
Evaluación externa	36 puntos	12 aspectos	3 puntos cada uno
Evaluación interna	60 puntos	20 aspectos	3 puntos cada uno
Total	100 puntos		

La segunda parte, consistió en 2 monitoreos de los principales parámetros de calidad de agua, durante la época seca y lluviosa respectivamente, para determinar el grado de contaminación que provocan las descargas de agua y desechos sólidos que se realizan sin un tratamiento previo al canal, verificando si estos parámetros se encuentran dentro de los rangos máximos permisibles según la normativa del acuerdo gubernativo No. 236-2006 (Anexo No. 4 y No. 5).

Los parámetros que se monitorearon son:

- Temperatura
- pH
- Oxígeno disuelto
- Salinidad
- Transparencia del disco de Secchi
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.)
- Sólidos en suspensión
- Aceites y grasas
- Fósforo
- Nitrógeno

### **5.3. Segunda fase Análisis y evaluación de la información:**

Una vez recabada la información, esta evaluó por medio del análisis de los hallazgos encontrados en las inspecciones y monitoreo de la calidad de agua para poder determinar el estado de cumplimiento de las distintas plantas y centros de acopio, así como los rangos en los que se encuentran los principales parámetros para descargas de aguas residuales, comparando los datos con el límite máximo permisible establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 de la República de Guatemala “REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS”, de fecha 5 de mayo de 2006.

### **5.4. Tercera fase Propuesta:**

Una vez clasificados los establecimientos en base a los criterios de cumplimiento y no cumplimiento, se elaboró una propuesta de plan de mejoras para cada uno de ellos, con el fin de establecer las acciones correctivas que deben realizar, el plazo de cumplimiento pertinente de acuerdo al tipo de acción y el responsable de cumplirlo para crear un compromiso con los encargados de cada planta y centro de acopio de productos hidrobiológicos.

### **5.5. Método estadístico:**

El diseño estadístico utilizado para ejecutar la investigación esta basado en estadística descriptiva, específicamente un diseño transversal de campo, donde se recolectan los datos necesarios en un tiempo y lugar específico, con el propósito de medir las variables involucradas, describirlas y analizar la incidencia de las mismas. En este caso se evaluaron las normas higiénico sanitarias de las plantas y centros de acopio de productos hidrobiológicos del Puerto de San José, además de los parámetros de calidad de agua para determinar el impacto que generan las descargas directas de desechos de este tipo de establecimientos; para dicho monitoreo se utilizó un muestreo a juicio en donde se ubicaron 3 puntos

estratégicos a efecto de determinar el grado de contaminación del cuerpo de agua, se realizó un muestreo en época seca y uno en época lluviosa.

## **5.6. Variables:**

### 5.6.1. Variables cualitativas:

Son las que no se pueden medir numéricamente, solamente se pueden categorizar de forma objetiva de acuerdo con el cumplimiento o no de los aspectos evaluados. Estas variables se clasifican de la siguiente forma:

- Normas higiénico sanitarias
- Limpieza
- Orden
- Mantenimiento

### 5.6.2. Variables cuantitativas:

Son las que se pueden medir cuantitativamente, y que se deben cumplir o encontrarse dentro de un rango o límite máximo permisible, establecido por el Acuerdo Gubernativo 236-2006:

- Temperatura
- pH
- Oxígeno disuelto
- Salinidad
- Transparencia del disco de Secchi
- Nitrógeno (Nitritos, nitratos, amonio)
- Fósforo
- Materia flotante
- Sólidos en suspensión
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.)
- Aceites y grasas

Materiales:

- Transporte (vehículo propio)
- Boletas de evaluación
- Equipo de cómputo
- Disco de Secchi
- Equipo HACH
- Reactivos HACH
- Recipientes de vidrio
- Recipientes plásticos para toma de muestras de agua
- Hielera
- Etiquetas
- Marcador permanente
- Hielo
- Cámara digital

Procedimiento de toma de muestras:

El procedimiento utilizado para la toma de muestras fue el siguiente:

- Parámetros Físicos en el Campo:

Los parámetros físicos se monitorearon utilizando medidor portátil HI 98129 con el que se midieron pH, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en cada sitio de muestreo, además de disco Sechii, estos análisis se realizaron *in situ*.

- Nutrientes (nitrógeno y fósforo)

La medición de nutrientes se realizó con el aparato HACH DR890 (Figura No. 3) con los reactivos correspondientes (Cuadro No. 3), los parámetros analizados fueron los siguientes: nitrógeno total, fósforo total, nitritos, nitratos y amonio. Luego de tomar la muestra, se almacenó en hielera hermética con hielo para mantener una temperatura inferior a los 4°C y ser transportada al laboratorio.

**Cuadro No. 1.** Reactivos utilizados para análisis con equipo HACH.

<b>Parámetro</b>	<b>Número de reactivo (catálogo)</b>
Fósforo total	CAT 21060-69
Nitrito	CAT 21071-69
Nitrato	CAT 21061-69
Reactivo al salicilato amoniacal (Amonio)	CAT 23952-66
Reactivo al cyanurato amoniacal (Amonio)	CAT 23954-66

Fuente: Trabajo de campo, 2007.



**Figura No. 3.** Equipo HACH DR890 (HACH CO, 2007).

## **VI. Resultados y discusión**

### **6.1. Clasificación de establecimientos según normas higiénico sanitarias.**

En la ejecución de la investigación, se logró determinar que gran parte del producto que se transforma y comercializa en las plantas transformadoras del Puerto de San José, es extraído por embarcaciones artesanales y un mínimo porcentaje se realiza a través de embarcaciones de mediana escala. Las plantas transformadoras que se dedican a exportar productos hidrobiológicos, tienen a Estados Unidos como su mercado objetivo principalmente, además de México y mercado local cuando existe un excedente del producto exportado, o bien, cuando no se completa un lote de exportación, estas empresas se convierten en proveedores de supermercados, hoteles, restaurantes y cevicherías de la ciudad capital.

Durante la realización del estudio se efectuó visitas de inspección higiénico sanitaria para evaluar el cumplimiento de los establecimientos que, aunque cuentan con licencia sanitaria, en determinada época del año se dedican exclusivamente al comercio local debido a la escasez de materia prima y operan con un 20 ó 30% de la capacidad instalada, ésta situación se da debido a las lluvias intensas y a las condiciones climáticas adversas en alta mar y en tierra, lo que provoca inestabilidad en los precios e incluso el suspender labores en algunos establecimientos.

En la primera fase de recopilación se logró establecer registro de los establecimientos que se dedican a este tipo de actividades (Cuadro No. 2). Así mismo, se obtuvo los datos generales, tales como nombre y clasificación del establecimiento, profesional responsable, que es el encargado de verificar los temas relacionados con inocuidad de los alimentos y las coordenadas correspondientes a cada establecimiento.

**Cuadro No. 2.** Datos generales de los establecimientos de transformación del Puerto de San José.

<b>Empresa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Regente</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Procesos Puerto Alto	Planta transformadora importadora y exportadora de pescado y mariscos refrigerados secos y salados	Si	735244	1539917
PRODEXGUA	Almacenadora y procesadora de Pescado y Mariscos Congelados	Si	735361	1539918
Industria Pesquera Mediterráneo	Planta Transformadora Exportadora e importadora de pescado y mariscos refrigerados y congelados	Si	735459	1540064
Pesquera Unión Pacífico	Planta Transformadora de Pescado y Mariscos Refrigerados y Pescado Seco Salado para Exportación e Importación	Si	735306	1539927
Lo Del Mar	Exportadora de Pescado y Mariscos Refrigerados y Congelados	Si	736689	1539924
Exportadora del pacífico	Planta procesadora de aleta de tiburón seca	Si	736154	1539911
Multiservicios Samaritana	Almacenadora de Pescado Y Marisco	Si	736481	1539978
Centro de Acopio FENAPESCA	Centro de acopio y transformación de pescado y marisco.	No	735916	1539825
Centro de acopio El Ranchón	Centro de acopio y transformación de pescado y marisco fresco.	No	735577	1539883
Centro de acopio estación del ferrocarril	Centro de acopio y transformación de pescado y marisco fresco.	No	735665	1539760
Venta de pescado La Bendición	Centro de acopio y transformación de pescado y marisco fresco.	No	735630	1539825

Fuente: Trabajo de campo, 2007.



En el Cuadro No. 3, se presenta la información general de los establecimientos que fueron objeto de estudio; como se puede observar, el 55% de los establecimientos son plantas transformadoras, el 36% centros de acopio, y el 9% una almacenadora de productos hidrobiológicos, con lo que se denota que la mayoría de establecimientos, cuentan con la infraestructura básica. Los productos que se trabajan son básicamente pescado y marisco, teniendo como proceso el fileteado, eviscerado y limpieza, además del proceso de seco salado. Las plantas transformadoras cuentan con profesional responsable, es decir un Médico Veterinario o profesional de carrera afín, quién se encarga de supervisar que las actividades se realicen bajo medidas higiénico sanitarias adecuadas y de llevar el control del sistema documental de inocuidad; este es un hecho que es directamente proporcional a contar con licencia sanitaria de funcionamiento, ya que es un requisito fundamental para que se autorice dicha licencia. Por su parte, los centros de acopio artesanales y de traspatio, no cuentan con profesional responsable, por lo que no existe evidencia de que se apliquen los procedimientos de higiene e inocuidad de los alimentos.

El 80% de los establecimientos trabajan con filete o troncho de dorado *Coryphaena hippurus*, con lo que se hace de suma importancia la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura y de higiene como mínimo, ya que existen diversas actividades de manejo debido al tipo de proceso.

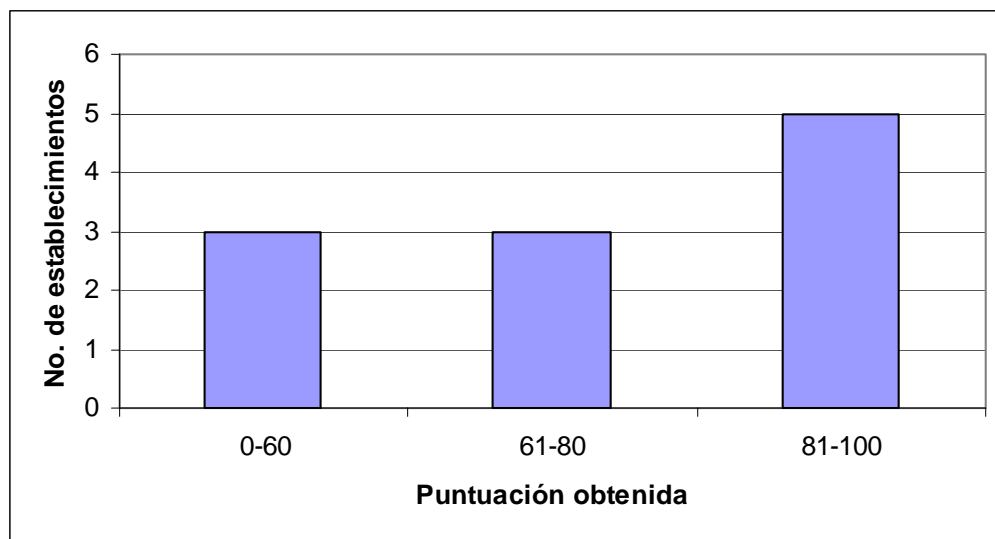
**Cuadro No. 3.** Producto de los establecimientos de transformación del Puerto de San José

<b>Nombre</b>	<b>Especies que se procesan</b>	<b>Ubicación</b>
Procesos Puerto Alto	Dorado corte HG (Mahi mahi) Filete de dorado <b><i>Coryphaena hippurus</i></b>	Barrio el Cerrito final avenida las Américas, orilla del canal.
PRODEXGUA	Filete de dorado Pargo <b><i>Lutjanus guttatus</i></b>	Barrio el Cerrito, frente a canal de Chiquimulilla, Lote no. 8.
Industria Pesquera Mediterráneo	Dorado <b><i>Coryphaena hippurus</i></b> Pargo <b><i>Lutjanus guttatus</i></b> Aleta de tiburón	Barrio el Cerrito Lote 543 final avenida América.
Pesquera Unión Pacífico	Filete de tiburón Pescado seco salado	Barrio El Cerrito a orilla del canal.
Lo Del Mar	Dorado corte HG (Mahi mahi)	Barrio Laberinto, calle final, antigua barra.
Exportadora del Pacífico	Aleta de tiburón seca	
Multiservicios Samaritana	Sardina para carnada Dorado <b><i>Coryphaena hippurus</i></b>	Barrio el Embarcadero, calle final, antigua barra.
Centro de Acopio FENAPESCA	Dorado <b><i>Coryphaena hippurus</i></b> Tiburón Pargo <b><i>Lutjanus guttatus</i></b>	Barrio Laberinto, lote No. 2.
Centro de acopio El Ranchón	Dorado <b><i>Coryphaena hippurus</i></b> Tiburón	Sobre avenida 30 de junio, orilla Canal de Chiquimulilla.
Centro de acopio Estación del Ferrocarril	Pescado varios Camarón Moluscos	Frente a muelle Puerto de San José.
Venta de pescado La Bendición	Pescado varios Camarón	Frente a antigua estación de ferrocarril.

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

En la Figura No. 4 se observa que el 45% de los establecimientos fueron ponderados arriba de 81 puntos, es decir que operan bajo condiciones higiénico sanitarias adecuadas, cuentan con el sistema documental de inocuidad completo, es decir, manual de Buenas Prácticas de Manufactura, Procedimiento Operacionales Estándar de Sanitización SSOP y Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control HACCP.

El 28% de los establecimientos obtuvo puntuación entre 61 y 80 puntos (Cuadro No.4), en los cuales se observó que cuentan con la infraestructura básica, aunque un centro de acopio se encuentra fuera de funcionamiento, además, las instalaciones cumplen con las Buenas Prácticas de Manufactura, ya que el personal cuenta con tarjeta de salud, utiliza equipo protector, se mantiene en condición higiénica adecuada, sin embargo, se encontraron numerosas deficiencias en el cumplimiento del sistema de registro, es decir que no aplican las 8 claves de los SSOP's, por lo que no se garantiza la prevención de la contaminación cruzada, ya que una desinfección de equipo y superficies en que se manipula el alimento no es efectiva si no existe una adecuada limpieza previa(FDA,1999).



**Figura No. 4.** Puntuación obtenida de establecimientos de transformación Puerto de San José. (Trabajo de campo, 2007).

**Cuadro No. 4.** Puntuación y clasificación de los establecimientos de transformación del Puerto de San José.

<b>Puntuación</b>	<b>Nombre de planta o centro de acopio</b>	<b>Clasificación</b>
81-100	- Procesos Puerto Alto - PRODEXGUA - Industria Pesquera Mediterráneo - Pesquera Unión Pacífico - Lo Del Mar	Planta transformadora semi- industrial
61-80	- Centro de acopio FENAPESCA - Multiservicios Samaritana - Exportadora del Pacífico	Centro de acopio Artesanal
1-50	- Centro de acopio El Ranchón - Centro de acopio Estación El Ferrocarril - Pescadería La Bendición	Centro de acopio de traspatio

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

El 28% de establecimientos restantes en el estudio, se clasificaron como centros de acopio de traspatio, ya que operan sin la infraestructura adecuada, ésta clasificación consiste en establecimientos que no cuentan con barreras de protección para el alimento de la contaminación externa, es decir que no tienen ventanas, puertas, cortinas de aire, pediluvios, estaciones de lavado de manos para el personal. Estos centros de acopio no cumplen con los requerimientos mínimos de higiene sanitaria (Codex Alimentarius, 1993), puesto que operan bajo condiciones no apropiadas en términos de salud e higiene del personal, no tienen equipo de protección como guantes, cofias, mascarilla, calzado adecuado, uniforme de uso exclusivo para manipular alimentos (Figura No. 5), utilizan equipo de madera para manipular alimentos, el personal no tiene tarjeta de salud, poniendo en alto riesgo la salud del consumidor, pues tampoco se respeta la cadena de frío.



**Figura No. 5.** Manipulación inadecuada en centro de acopio de traspatio.  
(Trabajo de campo, 2007).

El hallazgo más recurrente en las plantas transformadoras semi-industriales (Cuadro No. 5) fue el manejo inadecuado de los desechos, ya que ninguna realiza tratamiento previo al descargarlos al canal.

**Cuadro No. 5.** Principales deficiencias encontradas en plantas transformadoras semi-industriales.

<b>Deficiencia</b>	<b>Establecimientos</b>	<b>Porcentaje</b>
No tienen programa SSOP	3	25%
Manejo de desechos inadecuado	5	41%
Control de plagas deficiente	2	17%
Vías de acceso en mal estado	2	17%

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

Dentro de los hallazgos más importantes en los centros de acopio artesanales (Cuadro No. 6), se puede observar que el 100% no tiene licencia sanitaria de

funcionamiento, no realizan un manejo adecuado de los desechos generados en las actividades de cada establecimiento, no aplican control de plagas.

Con la aplicación de HACCP para la identificación y evaluación de peligros asociados con los procesos de producción de alimentos y el establecimiento de medidas preventivas y correctivas para minimizar su presencia en los alimentos y efectos en el consumidor. Con el manejo de desechos se evitan aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normativa nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente.

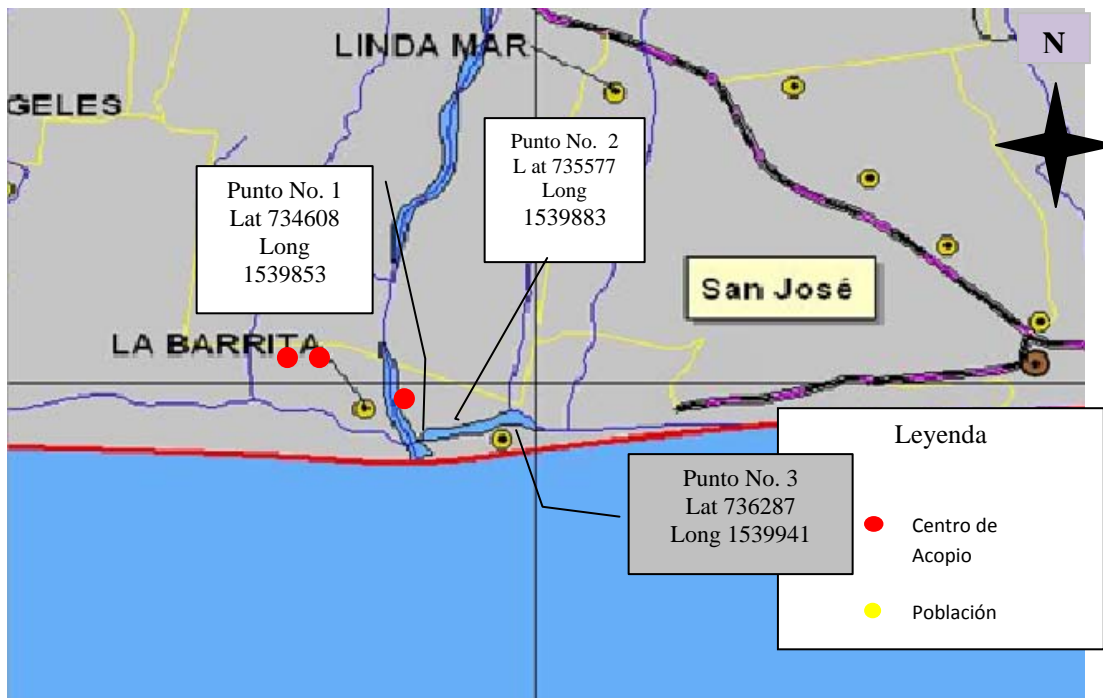
**Cuadro No. 6.** Principales observaciones en centros de acopio artesanales.

<b>Deficiencia</b>	<b>Establecimientos</b>	<b>Porcentaje</b>
No tienen licencia sanitaria de funcionamiento	5	45
No cuentan con infraestructura adecuada	4	36
No poseen sistemas de inocuidad BPM y HACCP	4	36
No control de plagas adecuado	5	45
Inadecuado manejo de desechos	5	45

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

Además de monitorear las normas higiénico sanitarias, se realizaron muestreos de las zonas de descarga de desechos sólidos de las plantas transformadoras y centros de acopio de productos hidrobiológicos, para evaluar el impacto en la calidad de agua del canal de Chiquimulilla. Se seleccionaron 3 puntos (Figura No. 6), el punto No. 1 ubicado antes de la zona urbana del Puerto de San José, el punto No. 2 representa la zona de mayor descarga residual de las plantas transformadoras de

productos hidrobiológicos y el punto No. 3 al final de la zona de principal descarga de desechos en el canal de Chiquimulilla, el área perteneciente al Puerto de San José.



**Figura No. 6.** Ubicación de los puntos de muestreo. (Trabajo de campo, 2007).

## 6.2. Temperatura:

La temperatura del agua en los tres puntos de muestreo (Cuadro No. 7) denota que fue estable en las dos épocas de monitoreo, la desviación estándar en época seca fue  $0.17^{\circ}\text{C}$  menor que en época lluviosa, al contrario de la media aritmética, que fue  $2.09^{\circ}\text{C}$  menor en época lluviosa debido a los distintos efluentes que desembocan en el canal producto de las intensas lluvias, es decir, que la temperatura de los tres puntos varió más en época lluviosa, pero fue menor respecto a la época seca.

Los valores de temperatura del agua en el canal se deben a que el mismo no tiene mucha profundidad (entre 0.35 y 2.5 metros), por lo que la cantidad de radiación que recibe el espejo de agua disipa la luz y se acumula en forma de calor (Roldán,

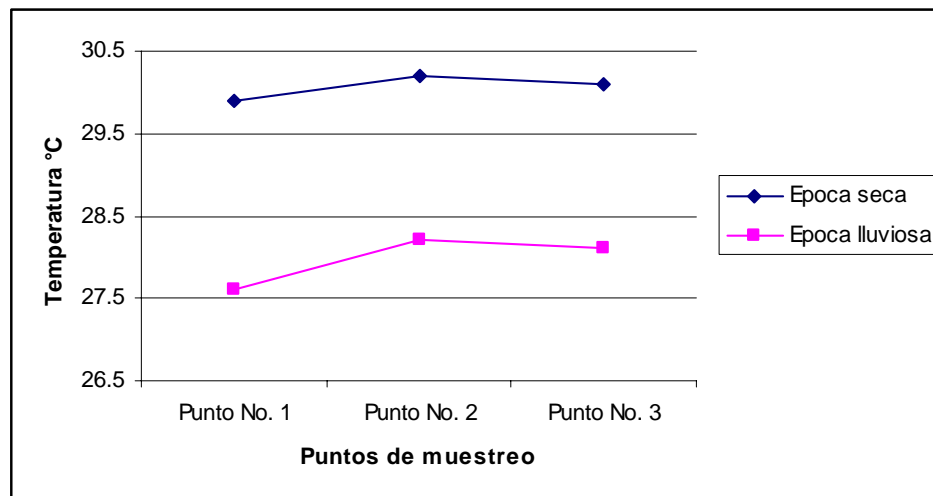
1992), además, por tratarse de un sistema estuarino, el efecto de las mareas hace circular casi todo el agua del canal en un día.

**Cuadro No. 7.** Temperatura del agua en época seca y lluviosa.

Sitio de toma de muestra	Época seca °C	Época lluviosa °C
Punto No. 1	29.9	27.6
Punto No. 2	30.2	28.2
Punto No. 3	30.1	28.1
Media aritmética	30.06	27.97
Desviación estándar	0.15	0.32

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

Se obtuvieron valores entre 27 y 30°C (Figura No. 7), siendo mayor en época seca, por lo que en ella se espera tener una menor concentración de gases disueltos ya que es un parámetro inversamente proporcional a la temperatura, y por tal motivo hay una mayor descomposición de materia orgánica. La temperatura es un factor que influye directamente sobre los procesos fisicoquímicos, biológicos y las concentraciones de otras variables (oxígeno, nitrógeno, etc.).



**Figura No. 7.** Temperatura del agua en los puntos de muestreo en época seca y lluviosa. (Trabajo de campo, 2007)



### 6.3. pH:

Una alteración en el pH del medio acuático provoca grandes cambios con respecto a otros aspectos fisicoquímicos del agua, debido a que el ambiente químico para los organismos acuáticos está fuertemente influenciado por el pH.

Los datos de pH se presentan uniformes (cuadro No. 8), ya que la desviación estándar en época seca es de 0.125, y en época lluviosa es 0.046, con lo que se demuestra una variabilidad mínima. De igual forma, la media aritmética entre cada época varía por solo 0.31.

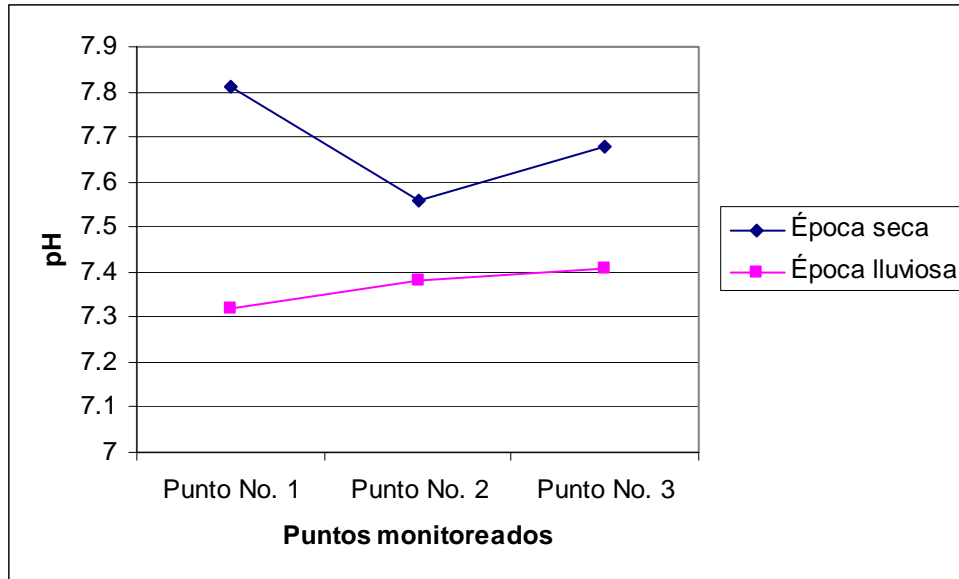
**Cuadro No. 8.** pH en época seca y lluviosa.

<b>Punto de muestreo</b>	<b>Época seca</b>	<b>Época lluviosa</b>
1	7.81	7.32
2	7.56	7.38
3	7.68	7.41
Media aritmética	7.68	7.37
Desviación estándar	0.125	0.046

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

El pH es un factor esencial, ya que tiene influencia directa sobre algunos contaminantes en los ecosistemas acuáticos (Vega, 2001), por ejemplo, la mayoría de los metales tienden a estar más disponibles a pH ácido, excepto Arsénico, Molibdeno, Selenio y Cromo, los cuales tienden a estar más disponibles a pH alcalino.

Los resultados obtenidos (Figura No. 8), se demuestra que obedecen al rango permitido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, en donde se indica que el rango para pH es de 6 a 9.



**Figura No. 8.** pH en época seca y lluviosa (Trabajo de campo, 2007).

#### 6.4. Oxígeno disuelto:

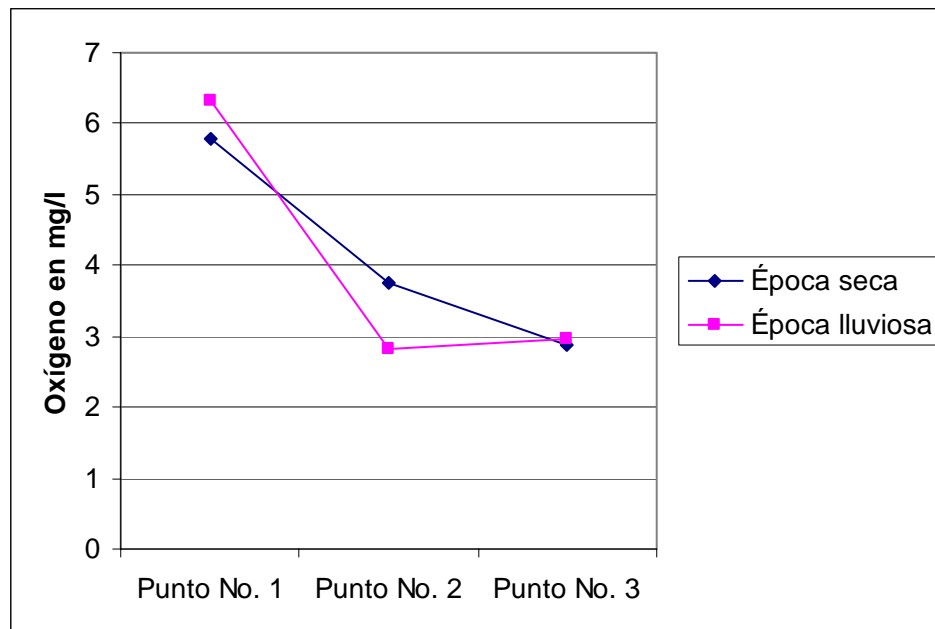
Los resultados del monitoreo de oxígeno disuelto (Cuadro No. 9) en el agua durante la época seca y lluviosa, fueron bastante similares, ya que la diferencia de las medias es de 0.11 mg/l, sin embargo, en ambos casos se dieron valores bastante bajos en los puntos No. 2 y No. 3, en donde descendió la concentración de oxígeno hasta 2.81 mg/l en época lluviosa. La presencia de concentraciones en determinados rangos de oxígeno disuelto, puede ser un indicador de buena calidad en las aguas y su ausencia indica sistemas anaeróbicos por contaminación o procesos biológicos, en este caso, con valores sumamente bajos en los puntos No. 2 y No. 3, en época lluviosa, representa un valor inaceptable para la vida de los organismos, lo cual se debe al incremento de las lluvias, con lo que se aumenta la presencia de sólidos orgánicos arrastrados por escorrentía hacia el cuerpo de agua de estudio.

**Cuadro No. 9.** Oxígeno disuelto en época seca y lluviosa.

Punto de muestreo	Época seca (mg/l)	Época lluviosa (mg/l)
1	5.78	6.32
2	3.74	2.81
3	2.89	2.96
Media aritmética	4.14	4.03
Desviación estándar	1.48	1.98

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

El contenido de oxígeno varía estacional y diariamente en relación con la actividad biológica, la temperatura, salinidad, el efecto de las mareas, altitud o turbulencia, como es el caso de los tres puntos muestreados (Figura No.9), se observa una diferencia entre ambos sitios de estudio, que corresponde a las diferentes épocas y las condiciones que esto conlleva, y no necesariamente a la actividad de las plantas transformadoras y centros de acopio.



**Figura No. 9.** Oxígeno disuelto en época seca y lluviosa. (Trabajo de campo, 2007)

## 6.5. Salinidad:

Los datos de salinidad en los puntos de muestreo (Cuadro No. 10) se encuentran dentro del rango 16.8 – 24.4 ppm., en condiciones normales puede variar de 0 a 40 ppm., en este estudio la variación de salinidad se debe a que en época lluviosa disminuye considerablemente la concentración de carbonatos, debido a la presencia de agua dulce de las lluvias y del aumento de los efluentes hacia el canal de Chiquimulilla, con respecto a la época seca, que hay una mayor concentración de éstas sales.

**Cuadro No. 10.** Salinidad en época seca y lluviosa.

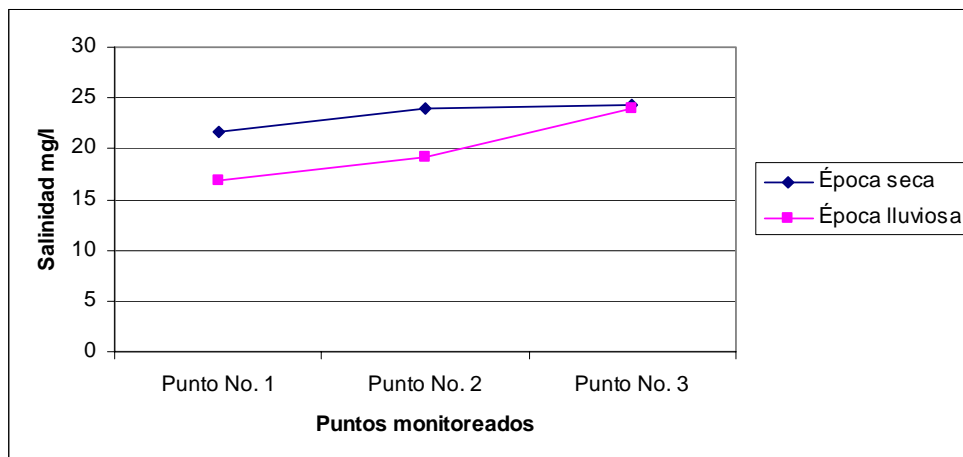
Punto de muestreo	Época seca (mg/l)	Época lluviosa (mg/l)
1	21.6	16.8
2	23.9	19.1
3	24.4	23.9
Media aritmética	23.3	19.93
Desviación estándar	1.49	3.62

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

En época lluviosa se presentó una variación más alta que en época seca, los datos tienen una desviación estándar de 3.62 mg/l, mientras que en época seca fue 1.49 mg/l.

El aumento considerable de salinidad puede incrementar la movilización de metales pesados por dos mecanismos. Primero los cationes asociados con las sales (sodio y potasio) pueden reemplazar a metales pesados en lugares de adsorción. En segundo lugar los aniones cloruro pueden formar complejos solubles estables con metales pesados tales como cadmio, zinc y mercurio (Mühlhauser, 1997), por lo tanto, el punto No. 3, que presentaron mayor salinidad (Figura No. 10) tanto en época seca como lluviosa, es el punto donde puede existir

mayor concentración de metales pesados, debido a las reacciones que se produzcan con los iones de sodio y potasio.



**Figura No. 10.** Salinidad en época seca y lluviosa (Trabajo de campo, 2007).

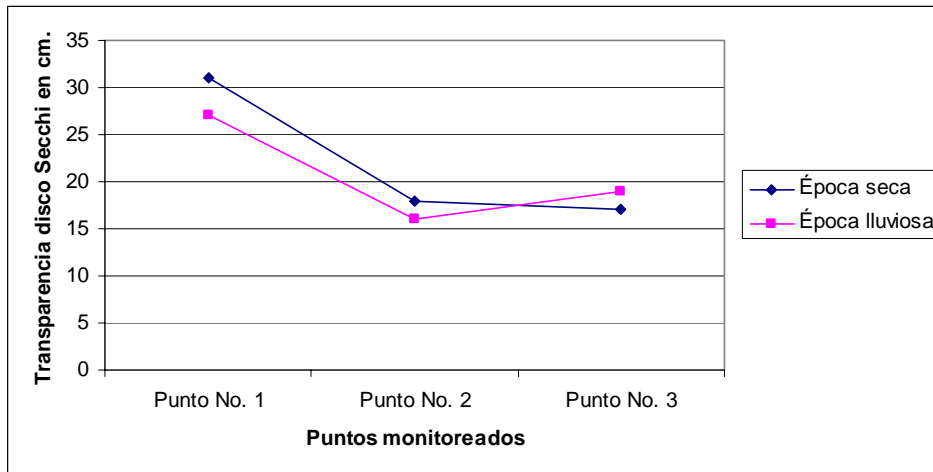
### 6.6. Transparencia del disco Secchi:

Como se puede observar los resultados de la medición de la transparencia del disco Secchi (Cuadro No. 11), en los puntos No. 1 y 2 se presentó mayor visibilidad en la época seca, 31 y 18 cm respectivamente, debido a que en el punto No. 1 desembocan numerosos efluentes en la época lluviosa, lo que trae consigo una cantidad alta de sólidos suspendidos; el punto No. 3 por el contrario, presentó 19 cm de visibilidad en la época lluviosa, mayor que los 17 cm de transparencia en época seca, debido principalmente al efecto de las mareas que modifican la altura en la columna de agua.

**Cuadro No. 11.** Disco Secchi en época seca y lluviosa.

Punto de muestreo	Época seca (cm)	Época lluviosa (cm)
1	31	27
2	18	16
3	17	19

Fuente: Trabajo de campo, 2007.



**Figura No. 11.** Transparencia disco Secchi en época seca y lluviosa. (Trabajo de campo, 2007)

### 6.7. Nitrógeno:

Tanto el nitrógeno como el fósforo, juegan un papel importante en el deterioro de las masas acuáticas, su presencia en las aguas residuales se debe a los detergentes y fertilizantes, en este caso, en el Puerto de San José se asocia directamente a las descargas de las aguas servidas en donde existe un alto porcentaje de excretas humanas, y en particular las descargas de agua de las plantas transformadoras de productos hidrobiológicos, las cuales utilizan altas cantidades de detergentes y desinfectantes.

Se observa que durante la estación seca hay mayor concentración de nitratos, la cual va disminuyendo a medida que avanza la época lluviosa, debido a la dilución del agua. Sin embargo, en el punto No. 1, durante la época lluviosa se observa un incremento leve en la concentración de nitratos (Cuadro No. 12), debido a la escorrentía provocada por la lluvia la cual arrastra parte de los fertilizantes nitrogenados utilizados en la región.

**Cuadro No. 12.** Concentración de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) en época seca y lluviosa

<b>Punto de muestreo</b>	<b>Época seca (mg/l)</b>	<b>Época lluviosa (mg/l)</b>
1	2.52	2.63
2	1.91	1.52
3	1.96	1.78
Media aritmética	2.13	1.98
Desviación estándar	0.34	0.58

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

Entre los contaminantes que aportan las aguas residuales, están los elementos derivados del uso de fertilización tales como el nitrógeno y el fósforo, que provocan procesos de eutrofización. Esto ocasiona perturbación a los organismos, representando una función combinada de nutrientes antropogénicos y enriquecimiento de materia orgánica, incremento de la sedimentación, e introducción de toxinas.

Los nitratos representan un riesgo para la salud humana, especialmente en los niños, ya que si se bebe agua con elevadas concentraciones de nitratos la acción de determinados microorganismos en el estómago puede transformar los nitratos en nitritos, que al ser absorbido en la sangre convierte a la hemoglobina en metahemoglobina, la cual se caracteriza por inhibir el transporte de oxígeno en la sangre. Aunque la formación de metahemoglobina es un proceso reversible, si puede llegar a provocar la muerte, especialmente en niños. Pero también los nitratos pueden formar nitrosaminas y nitrosamidas compuestos que pueden ser cancerígenos. En este caso no se presentaron resultados altos de nitratos, el promedio en época seca fue 2.13 mg/l y 1.98 mg/l en época lluviosa, datos que no se acercan al rango establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el agua de consumo humano, cuyo límite de nitrato es 50 mg/l de nitrato, al igual que la Comunidad Europea (Directiva 91/676/CEE), mientras que la Agencia para la Protección del Medio Ambiente Norteamérica (EPA) sitúa este límite en 10 mg/l.

En cuanto a los resultados de nitritos (Cuadro No.13), los datos superiores a 0.1 mg/l, fueron los puntos No. 2 y No. 3, los cuales son los valores más altos, por lo que se estima que en estos puntos existe presencia fecal reciente (Marín, 2003), y se convierte este parámetro en un indicador de contaminación.

**Cuadro no. 13.** Nitritos en época seca y lluviosa.

<b>Punto de muestreo</b>	<b>Época seca (mg/l)</b>	<b>Época lluviosa (mg/l)</b>
1	0.04	0.06
2	0.024	0.11
3	0.04	0.13
Media aritmética	0.035	0.1
Desviación estándar	0.009	0.036

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

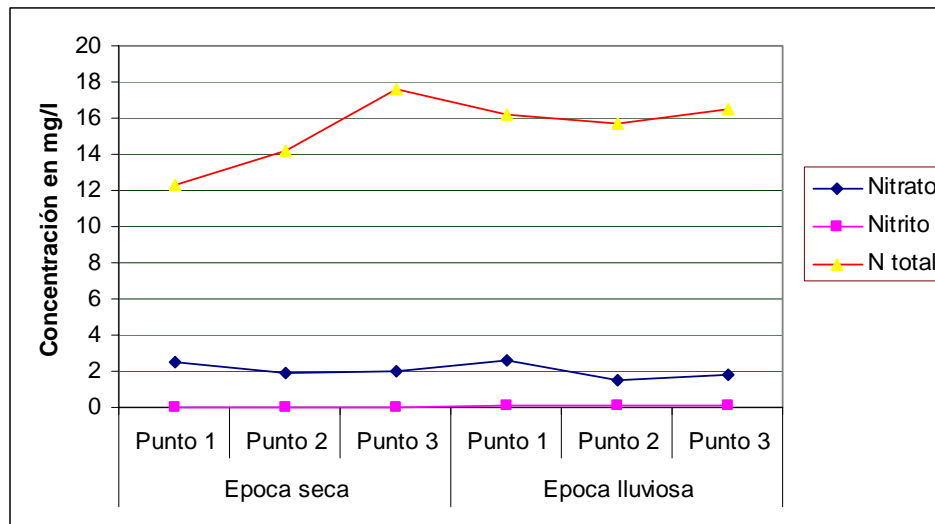
**Cuadro no. 14.** Nitrógeno total en época seca y lluviosa.

<b>Punto de muestreo</b>	<b>Época seca (mg/l)</b>	<b>Época lluviosa (mg/l)</b>
1	12.3	16.2
2	14.2	15.7
3	17.6	16.5
Media aritmética	14.7	16.13
Desviación estándar	2.68	0.40

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

En el contexto nacional, se establecen límites para aguas residuales. El límite máximo permisible para nitrógeno total es de 40 mg/l para aguas que son descargadas al alcantarillado público y 20mg/l para las que no son descargadas en los alcantarillados (acuerdo 236-2006). En los puntos muestreados (Cuadro No. 14) no se presentó ningún dato superior al límite para aguas residuales que no son descargadas al alcantarillado público, en este caso las descargas directas de las plantas transformadoras y centros de acopio de pescado (Figura No. 12).





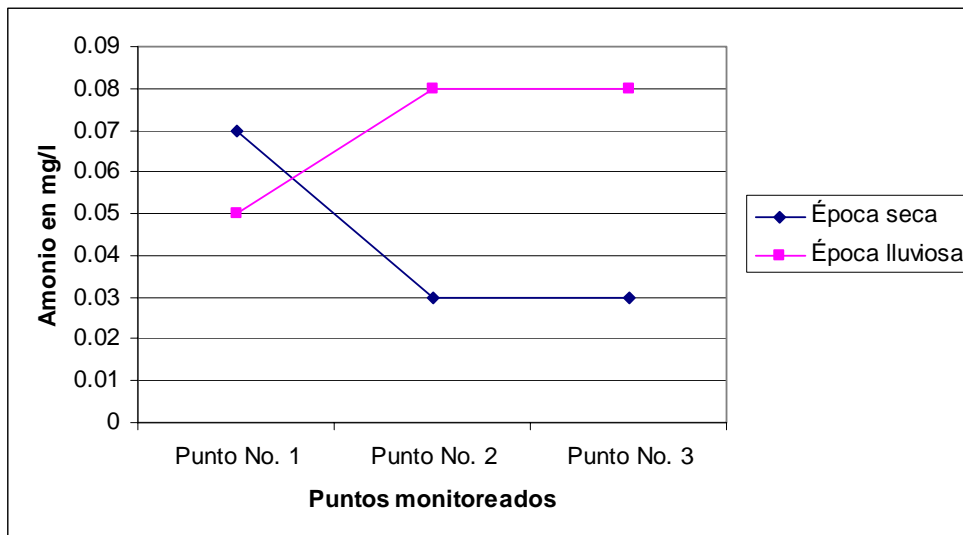
**Figura No. 12.** Comportamiento de nitrógeno en época seca y lluviosa. (Trabajo de campo, 2007).

Para efectos de conservación se recomienda un límite máximo permisible de amonio en 0.02 mg/l (Palma 1997), sin embargo para sistemas estuarinos la Agencia de Protección Medioambiental –EPA- por ha señalado que a partir de valores de 0.083 mg/l se desarrollan condiciones no favorables para ciertos peces. Según los datos muestreados (Figura No. 13) el punto 2 y 3 presentan como los mas cercanos al límite establecido por EPA, en donde causan problemas para distintas especies de peces, por otra parte, se dice que el nivel sub letal para crustáceos es de 0.01 a 0.05 mg/l de amonio (Klohn, 1972), bajo este concepto, todos los puntos se encuentran en este estado (Cuadro No.15), con posibilidad de convertirse en letal a concentraciones arriba de 0.1 mg/l. La media aritmética mas alta se presentó en época seca, 0.43 mg/l, sin embargo no sobrepasa el valor 0.083 mg/l, establecido por EPA para desarrollar condiciones desfavorables.

**Cuadro no. 15.** Amonio en época seca y lluviosa

Punto de muestreo	Época seca (mg/l)	Época lluviosa (mg/l)
1	0.07	0.05
2	0.03	0.08
3	0.03	0.08
Media aritmética	0.043	0.07
Desviación estándar	0.023	0.017

Fuente: Trabajo de campo, 2007.



**Figura No. 13.** Amonio en época seca y lluviosa. (Trabajo de campo, 2007).

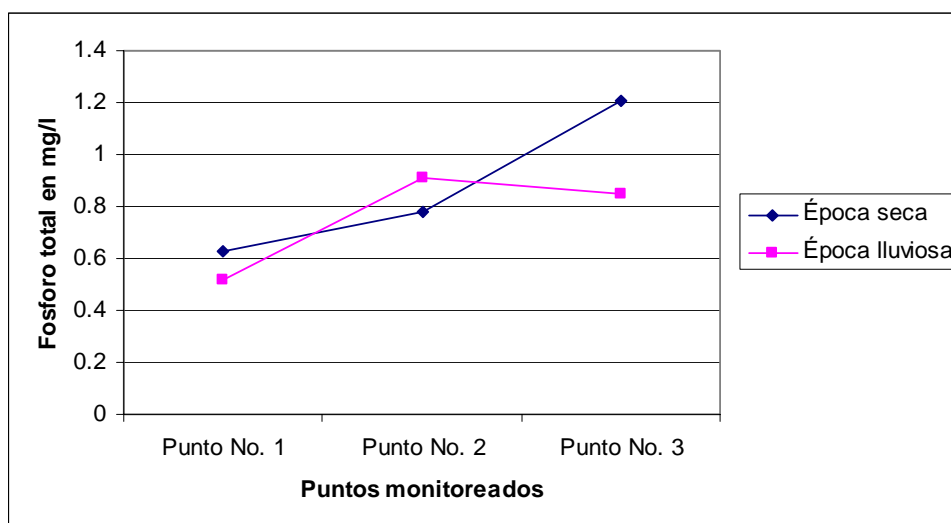
### 6.8. Fósforo

Se indica que los contenidos de fósforo total de aguas naturales no contaminadas son del orden de 0.100mg/l a 1.0mg/l, aunque esta última concentración ya señala un estado de eutrofización (Martínez, 2006); los resultados obtenidos (Cuadro No.16) demuestran que el fósforo se encuentra bajo los límites para aguas naturales no contaminadas, sin embargo en el punto número 3 existe un valor superior a 1 mg/l, por lo que se considera en estado de eutrofización, luego se tiene el valor 0.91 y 0.85 en los puntos 2 y 3 respectivamente (Figura No. 14), en época lluviosa que fueron los mas altos, en donde se puede decir que están en proceso de eutrofización (Martinez, 2006).

**Cuadro No. 16.** Fósforo en época seca y lluviosa

Punto de muestreo	Época seca (mg/l)	Época lluviosa (mg/l)
1	0.63	0.52
2	0.78	0.91
3	1.21	0.85
Media aritmética	0.87	0.76
Desviación estándar	0.30	0.21

Fuente: Trabajo de campo, 2007.



**Figura No. 14.** Fósforo total en época seca y lluviosa (Trabajo de campo, 2007)

### 6.9. Materia flotante:

Se encontró únicamente un punto con presencia de materia flotante (Cuadro No. 17), en la época lluviosa, y se debe seguramente porque en ésta época existe un mayor arrastre de materia orgánica de todo tipo debido a las fuertes precipitaciones, en cuanto al cumplimiento de normativa, actualmente se permite presencia, pero deben aplicar un modelo de reducción progresiva en un plazo no mayor a 3 años para eliminar esa presencia de materia flotante en el cuerpo receptor. (A.G. 236-2006).

**Cuadro No. 17.** Materia flotante en época seca y lluviosa.

Punto de muestreo	Época seca	Época lluviosa
1	Ausente	Ausente
2	Ausente	Presente
3	Ausente	Ausente

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

Las descargas las realizan directamente al canal, no solo de desechos orgánicos producto de la transformación de pescado, sino también descargas de basura inorgánica (Figura No. 15), las personas encargadas de los centros de acopio de productos hidrobiológicos, no toman acciones por que ésta situación cambie.



**Figura No. 15.** Descargas de basura directamente al canal. (Trabajo de campo, 2007).

#### **6.10. Sólidos totales en suspensión:**

La cantidad de sólidos en el agua afecta la transparencia de la misma, lo que a su vez incide de manera directa sobre la productividad primaria. En este caso (Cuadro No. 18) los resultados se encuentran dentro del límite para aguas residuales (A.G. 236-2006), generalmente cuando se trata de cuerpos receptores de ríos, aumenta la cantidad de sólidos suspendidos, o bien en época lluviosa, que generalmente los afluentes son mas caudalosos debido a las lluvias.

**Cuadro No. 18.** Sólidos totales en suspensión

Sitio de toma de muestra	Época seca (mg/l)	Época lluviosa(mg/l)
Punto No. 1	368	395
Punto No. 2	593	681
Punto No. 3	521	618

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

### **6.11. Demanda Bioquímica de Oxígeno:**

Los resultados de la demanda bioquímica de oxígeno en época seca y lluviosa (cuadro No. 19), al compararlos con los parámetros exigidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 de la República de Guatemala “REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS”, se puede confrontar que están fuera del límite máximo permisible, sobre todo si se trata de aguas residuales que son descargadas directamente al estero, ya que el límite para éstas descargas es 500 mg/l O<sub>2</sub>.

En este reglamento también se establecen límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado público, en donde el límite para demanda bioquímica de oxígeno es 700 mg/l O<sub>2</sub>. Según el grado de contaminación de agua (Mühlhauser, 1997), ambos resultados, en época seca y lluviosa en los puntos de muestreo, se trata de agua altamente contaminada, ya que se ubican dentro del rango 500-3000 mg/l O<sub>2</sub>.

Además de la clasificación de Mühlhauser, en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, se hace referencia a un rango que incluye las descargas de aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público en donde el límite máximo inicial es de 3500 mg/l O<sub>2</sub>, con la obligatoriedad de reducirlo a 1500 para el año 2011, es decir que con los valores obtenidos en el punto de muestreo, se puede decir que para descargar el agua residual se debe hacer a través de alcantarillado y con un tratamiento previo, no una descarga directa al cuerpo receptor (el canal de Chiquimulilla) como se hace actualmente.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es la cantidad de Oxígeno usado por la actividad respiratoria de los microorganismos que utilizan la materia orgánica del agua residual para crecer y para metabolizar a partir de ella y de otros microorganismos sus componentes celulares (Mühlhauser, 1997). La DBO es la medida por excelencia utilizada por las agencias reguladoras en todo el mundo

para medir el impacto de la contaminación causada por las aguas residuales (Palma, 1997).

**Cuadro No. 19.** Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/l o<sub>2</sub>)

Sitio de toma de muestra	Época seca	Época lluviosa
Punto No. 1	340	410
Punto No. 2	1383	986
Punto No. 3	678	513

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

### 6.12. Grasas y aceites:

Los resultados de grasas y aceites fueron bajos (Cuadro No.20), debido a que en ésta área no existen procesos industriales relacionados con la transformación o procesamiento de productos hidrobiológicos, como por ejemplo cocción de pescado, donde si se generarían altos contenidos de aceites y grasas producto de los desechos del proceso, o bien la denominada agua de cola, producto de la coagulación de las proteínas en el proceso de elaboración de harina de pescado, la cual se considera como el agua mas contaminante de todas.

**Cuadro No. 20.** Grasas y aceites en época seca y lluviosa

Sitio de toma de muestra	Época seca (mg/l)	Época lluviosa (mg/l)
Punto No. 1	<10	<10
Punto No. 2	<10	<10
Punto No. 3	<10	<10

Fuente: Trabajo de campo, 2007.

## VII. CONCLUSIONES

- El 55% de los establecimientos de transformación de productos hidrobiológicos cumple con los requisitos mínimos de inocuidad, en base a la evaluación de las condiciones higiénico sanitarias en el Puerto de San José.
- El 45% de establecimientos de productos hidrobiológicos tienen deficiencias en aspectos documentales, no aplican Buenas Prácticas de Manufactura ni Procedimientos Operacionales Estándar de Sanitización.
- La Demanda Bioquímica de Oxígeno indica que el estado del agua del canal de Chiquimulilla en el área del Puerto de San José se encuentra contaminada, ya que se duplica el límite máximo permisible establecido en la norma.
- El nitrógeno y fósforo indican que el efecto de contaminación es grande en el área del Puerto de San José del Canal de Chiquimulilla, el cual se encuentra al límite de un cuerpo de agua eutrofizado.
- Se determinó que el grado de contaminación es alto en el canal de Chiquimulilla del área del Puerto de San José, aunque la mayor parte es debido a la descarga de aguas residuales de tipo doméstico, ya que se encontró presencia de desechos sólidos y de aguas servidas.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Fortalecer el sistema documental y de registros de los establecimientos de transformación de productos hidrobiológicos para aumentar el porcentaje de plantas y centros de acopio que cumplan con los requisitos mínimos de inocuidad de los alimentos.
- Dar seguimiento a los resultados del análisis higiénico sanitario, ya que se encontraron deficiencias principalmente de tipo documental, y es necesario fortalecer los establecimientos destinados a consumo local, para proteger la inocuidad de los alimentos a nivel nacional.
- Continuar con actividades de inspección de normas higiénico sanitarias en centros de acopio artesanal, para aumentar el grado de cumplimiento mediante acciones correctivas, así como capacitación y concientización constante sobre los peligros que pueden ocurrir al no aplicar medidas alimentarias adecuadas.
- Realizar un monitoreo exhaustivo para determinar las zonas más afectadas del cuerpo de agua receptor, para iniciar la toma de acciones institucionales en esa determinada zona, donde existen puntos que están cerca de un estado de eutrofización.
- Evitar la descarga de aguas residuales de forma directa al cuerpo de agua receptor, antes que los daños sean irreversibles, capacitando a los encargados de establecimientos de transformación en la implementación de filtros biológicos en las aguas de desecho previo a ser vertidas al canal.



## IX. BIBLIOGRAFIA

1. Bertullo, E; Medina, D; Inocente, G; Avdalov, N. 1998. Estudio sobre el análisis de riesgos y puntos críticos de control en productos pesqueros Edic.Ins. Invest. Pesq.Fac.Vet. Montevideo.
2. Bertullo E, Avdalov N y Ripoll A (1999) - Manual sobre el Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP); Edic. Inst.Invest.Pesq. -INFOPECA.
3. Boletín del Instituto de Investigaciones Pesqueras de la facultad de Veterinaria (1986-2002) Publicaciones de investigación científica, desarrollo tecnológico y pesca - acuicultura.
4. *Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos* [CAC/RCP-1 (1969), Rev. 3 (1997)], Sección III.
5. *Codex Alimentarius*, Volumen 1A, *Requisitos generales*. Sección 6, *Contaminantes de los alimentos*. 2ª ed. Roma, FAO/OMS, 1995. (Revisada en 1995)
6. *Codex Alimentarius* (1993) - *Requisitos Generales*. Suplemento 1 al Volumen 1. Directrices HACCP, Sección 7.5, 103:110.
7. FAO/who. *codex alimentarius*. textos básicos, roma 1997.(codex, pescado y productos pesqueros.
8. FDA, 1999. Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Fármacos). Center for food safety and applied nutrition. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura. 2a. edición.

9. FDA, 2004. Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Fármacos). Boletín de noticias Food Insight, septiembre/octubre.
10. **Hach** Company PO Box 389 Loveland, CO 80539
11. Huss, Hans H.(1996).- Aseguramiento de la calidad en la industria pesquera. Traducción E. Bertullo & R. Pérez. FAO Fisheries Tech. Paper Nr. 334. FAO, Rome.
12. INE. (2003). Población y Locales de Habitación Particulares censados según Departamento y Municipio. INE, Guatemala. 38 pp.
13. Jurgen, H. 1981. Introducción a la higiene de los alimentos. Traducido por Jaime Esain Escobar. Berlin, Alemania. Acribia p. 167.
14. Klohn, W. 1972. Hidrografía. Relación de aguas superficiales y subterráneas: un estudio isotópico. Revista Geológica de Chile, Vol. 33, No. 2, p. 299-325.
15. Lerena. 1988. Bromatología de los productos de pesca. Organización nacional de los servicios de control de calidad. Editorial Hemisferio Sur.
16. Martínez, O. 2006. Determinación de la calidad físico química del agua del canal de Chiquimulilla en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico. Tesis Licenciatura. Guatemala, USAC. 107p.
17. Meyer, V. 1978. El pescado y los productos de la pesca. 2 ed. Zaragoza, España, Acribia. P. 80,81.
18. Mühlhauser H. "Significado de la estructura y funcionamiento de ecosistemas acuáticos para su evaluación, gestión ambiental y

- conservación”. Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. Universidad de Chile, Arica, 1997.
19. Palma M., Cobo P. “Medio Ambiente. Jurisprudencia Administrativa y Judicial”. Editorial Jurídica Cono Sur Ltda, 1997.
20. Perez Salerón, L. 1985. Higiene y control de los productos de la pesca. México, D.F., CECSA. P. 162.
21. Probioma. 2005. Estudio sobre los recursos pesqueros (de escama) en el litoral pacífico y mar caribe de Guatemala. Guatemala: UNIPESCA-AECI. 128p.
22. Ripoll, A.; Avdalov, N.; Da Costa, G. (2000). Manual de Auditoria HACCP aplicado a la industria pesquera. INFOPECSA, Montevideo. 45p.
23. Roldán, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Colombia, Universidad de Antioquia. P. 226; 272-274.
24. SIKORSKI, Z. E. 1994. *Tecnología de los productos del mar, recursos, composición nutritiva y conservación*. Ediciones Olejnik.
25. UNEP. 1994. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red regional de áreas costeras protegidas del pacífico.
26. Vega L, Styblo M, Patterson R, Cullen W, Wang C, Germolec D. 2001. Differential effects of trivalent and pentavalent arsenicals on cell proliferation and cytokine secretion in normal human epidermal keratinocytes. *Toxicol Appl Pharmacol* 172:225–232.
27. Wheaton, F. 1982. Acuicultura. México, AGT. P. 34-56; 123-125; 166-174.

## **X. ANEXO**

## GLOSARIO

**AFLUENTE:** el agua captada por un ente generador.

**AGUAS RESIDUALES:** las aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.

**AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL:** Las aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas.

**AGUAS RESIDUALES DE TIPO ORDINARIO:** Las aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lavatrastos, lavado de ropa y otras similares, así como la mezcla de las mismas, que se conduzcan a través de un alcantarillado.

**ALIMENTO CONTAMINADO:** El que contiene contaminantes físicos, químicos, microbiológicos, biológicos y radiaciones en concentraciones superiores a las aceptables según las normas y reglamentos vigentes.

**ALIMENTO HIDROBIOLÓGICO TRANSFORMADO:** Producto de origen hidrobiológico que haya sido sometido a una modificación física de su integridad anatómica y/o que este conservado en hielo o congelado.

**ALIMENTO NO PROCESADO:** El que no ha sufrido modificaciones de origen físico, químico o biológico, salvo las indicadas por razones de higiene o por la separación de partes no comestibles.

**ALIMENTO PERECEDERO:** Alimento que por su composición es susceptible de descomponerse en un corto período de tiempo.

**AUDITORÍA TÉCNICA:** Es el examen sistemático y funcionalmente independiente que tiene por objeto determinar si las actividades de aseguramiento de la inocuidad, y sus consiguientes resultados se ajustan a los objetivos previstos.

**BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURAS (BPM):** Combinación de procesos de transformación y control de inocuidad, destinados a asegurar que los productos hidrobiológicos que se transforman se realicen de acuerdo a las especificaciones de inocuidad establecidas.

**CALIDAD:** Características inherentes al alimento, bajo cuyo patrón de identidad se autoriza el registro sanitario de referencia para su comercialización.

**CONTAMINACION:** La introducción o presencia de un contaminante en los alimentos o en el medio ambiente alimentario.

**CONTAMINANTE:** Cualquier agente biológico o químico, materia extraña y otras sustancias no añadidas intencionalmente a los alimentos y que puedan comprometer la inocuidad o la aptitud del alimento.

**CONTROL SANITARIO:** Acciones efectuadas por la autoridad sanitaria competente, destinadas a asegurar que un producto, un proceso o un servicio cumple con las especificaciones sanitarias legales.

**DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO:** la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un período de cinco días y una temperatura de veinte grados Celsius.

**DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO:** la medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química.

**DESINFECCION:** La reducción del número de microorganismos presentes en el medio ambiente, por medio de agentes químicos y/o métodos físicos, a un nivel que no comprometa la inocuidad o la aptitud del alimento.

**EFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES:** las aguas residuales descargadas por un ente generador.

**EQUIPO:** Maquinaria y sus accesorios, utensilios y recipientes que se utilizan en la producción, transformación, elaboración, fraccionamiento, distribución, empaque y expendio de los alimentos

**EUTROFIZACIÓN:** el proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la fauna y flora.

**HIGIENE DE LOS ALIMENTOS:** Todas las condiciones y medidas necesarias para asegurar la inocuidad y la aptitud de los alimentos en todas las fases de la cadena alimentaria.

**INOCUIDAD:** Garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destina.

**INSPECCIÓN:** Es el examen higiénico-sanitario de los productos hidrobiológicos o de los sistemas de control de los productos hidrobiológicos, las materias primas, su transformación y su distribución, con el fin de comprobar que los alimentos se ajustan a los requisitos higiénico-sanitarios.

**LICENCIA SANITARIA DE FUNCIONAMIENTO:** Documento que emite la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, a través del Área de Inocuidad de los Alimentos Naturales No Procesados, certificando que el establecimiento de transformación cumple con los requisitos higiénico-sanitarios.

**MAGA:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

**PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO:** Materia prima de origen hidrobiológico (pescados y mariscos) que será sujeta a transformación para su consumo o procesamiento posterior.

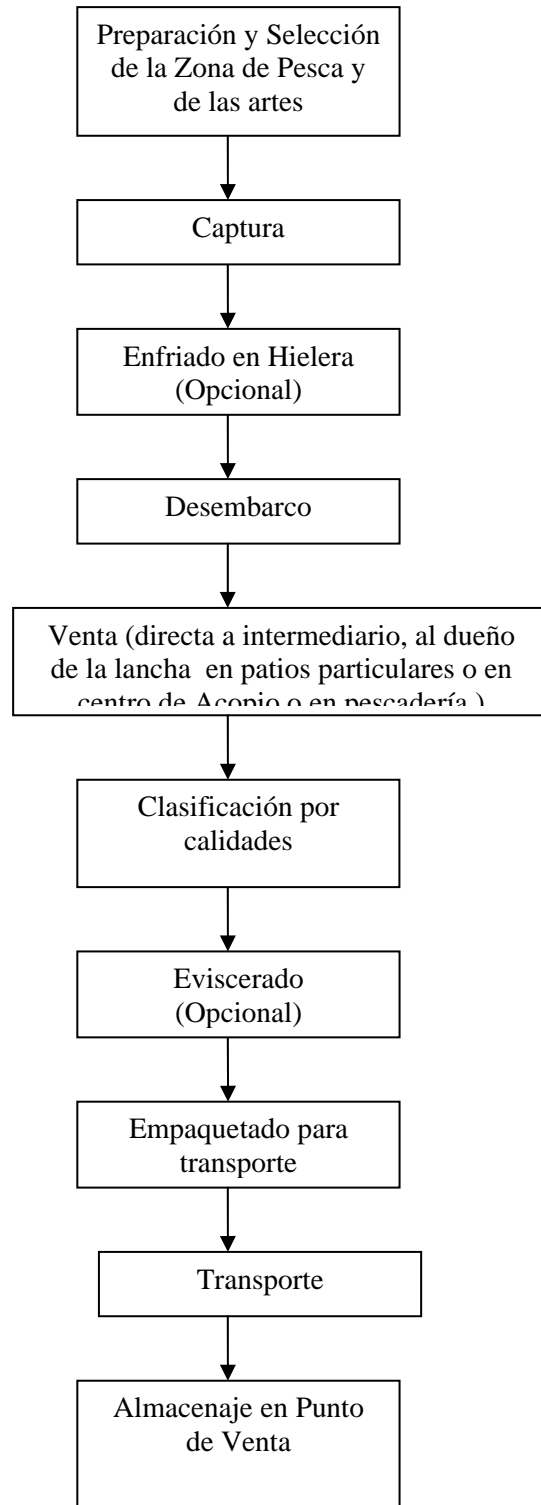
**SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP):** Un sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos, según Codex Alimentarius.

**SUPERVISIÓN:** Seguimiento y evaluación de las actividades de inspección oficial desarrolladas por inspectores o entes delegados en el ámbito de los alimentos.

**UNIDAD DE NORMAS Y REGULACIONES (UNR):** Unidad del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación rectora de la normativa que rige el Área de Inocuidad de los Alimentos No Procesados (AIA).

**Productos pesqueros:** Todos los animales o partes de animales marinos o de agua dulce, incluidos sus huevos. Se excluyen los mamíferos acuáticos.

**Productos frescos:** Los productos pesqueros enteros o preparados, incluidos los productos envasados en atmósfera controlada, que no hayan sido sometidos a ningún tratamiento destinado a garantizar su conservación distinto de la refrigeración (Temperatura entre 0 y 4 °C).



**Anexo No. 2.** Diagrama de Descripción General del Proceso Post-Captura del Recurso pesquero.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO –EPS-

**Boleta de evaluación de normas higiénico sanitarias**

Nombre de la planta:

Dirección:

Licencia Sanitaria: SI NO

Tarjeta de salud del personal: SI NO

Producto(s) que se transforma:

Plan HACCP: SI NO

Manual de BPM: SI NO

Programa SSOP: SI NO

3 pts. c/u	Limpieza	Orden	Mantenimiento	Observaciones
Alrededores				
Vías de acceso				
Rotulación				
Manejo de hielo				
Bodega general				
Bodega de químicos				
Área de descarga				
Disposición de agua				
Desechos				
Drenajes				
Servicios sanitarios				
Control de plagas				

**Anexo No. 3.** Datos de limpieza, orden y mantenimiento de areas externas al proceso.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO –EPS-

3 pts. c/u	Limpieza	Orden	Mantenimiento	Observaciones
Pediluvios				
Área de recepción				
Área de proceso				
Almacenamiento				
Iluminación				
Pisos				
Paredes				
Techos				
Ventilación				
Equipo del personal				
Higiene del personal				
Estaciones de lavado de manos				
Rotulación				
Mesas				
Tablas				
Cuchillos				
Utensilios				
Hieleras				
Mangueras				
Registros				

**Anexo No. 4.** Datos de limpieza orden y mantenimiento de área de proceso.

**Artículo 20. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES.** Los límites máximos permisibles de los parámetros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores son:

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	100	50	25	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	600	400	150	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	100	50	25	20
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	30	15	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	$< 1 \times 10^8$	$< 1 \times 10^6$	$< 1 \times 10^5$	$< 1 \times 10^4$	$< 1 \times 10^4$
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

**Anexo No. 5.** Límites máximos permisibles de parámetros aguas residuales (Acuerdo Gubernativo 236-2006).

**Artículo 22. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN ESTEROS.** Cuando el cuerpo receptor sea un estero se aplicarán las siguientes disposiciones:

- a) Los entes generadores existentes deberán observar los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 20 del presente Reglamento. El parámetro de demanda bioquímica de oxígeno aplicable es el siguiente:

			<b>Fecha máxima de cumplimiento</b>			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			<b>Etapa</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Dimensional</b>	<b>Valor inicial</b>	<b>Uno</b>	<b>Dos</b>	<b>Tres</b>	<b>Cuatro</b>
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	500	300	250	150	100

**Anexo No. 6.** Límite máximo permisible para DBO (Acuerdo Gubernativo 236-2006).

## LÍMITES DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO EN 5 DIAS (DBO)

Estado..... DBO; mg/lit

Agua Pura.....0 - 20 mg/lit

Agua Levemente Contaminada.....20 - 100 mg/lit

Agua Medianamente Contaminada .....100 - 500 mg/lit

Agua Muy Contaminada ..... 500 - 3000 mg/lit

Agua Extremadamente Contaminada ....3000 - 15000 mg/lit

**Anexo No. 7.** Límites para demanda bioquímica de oxígeno. (Fuente: Mühlhauser, 1997).