

Ahorre energía

Mida consumo de agua

Invierta en capacitación

Recupere los residuos sólidos



Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción más Limpia para Procesadoras de Camarón

Elaborado por los Centros de Producción más Limpia de Nicaragua y El Salvador, y por Park Environmental



PROARCA/SIGMA
Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente (SIGMA)



INDICE

PREFACIO	3
I. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA CAMARONERA	4
1.1 Relevancia del Sector	4
1.2 Proceso Productivo	4
1.3 Recursos que Entran y Salen del Proceso	5
1.3.1 Materia prima e insumos	5
1.3.2 Agua	5
1.3.3 Energía	6
1.3.4 Efluentes	7
1.3.5 Emisiones	7
1.3.6 Residuos	7
II. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	8
2.1 ¿Qué es Producción Más Limpia?	8
2.2 ¿Qué es Prevención de la Contaminación?	8
2.3 Beneficios de Aplicar PML	9
2.4 Metodología para realizar un diagnóstico de PML	9
2.5 Análisis de Entrada y Salida	10
2.6 Opciones de Producción Más Limpia	11
2.7 Importancia de los Indicadores Ambientales	13
2.8 Análisis Económico de Proyectos en Producción Más Limpia	14
III. BUENAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE CAMARÓN	15
3.1 Materiales	15
3.2 Conservación de Agua	16
3.3 Conservación de la Energía.	23
IV. OTRAS OPCIONES DE PRODUCCION MÁS LIMPIA	28
V. DISPOSICIÓN FINAL Y USO DE LOS DESECHOS DE LAS PROCESADORAS DE CAMARON.	31
5.1 Aprovechamiento de los Residuos.	31
5.1.1 Elaboración de Quitina/Chitosan.	31
5.1.2 Elaboración de salsa a partir de la cabeza de camarón.	31
5.1.3 Elaboración de hojuelas de camarón	32
5.1.4 Elaboración de harina a partir de cabeza y concha de camarón	32
5.2 Tratamiento de Aguas Residuales	34
5.2.1 Filtración de membrana	34
5.2.2 Tratamiento biológico	36
VI. CASOS EXITOSOS DE PML EN PROCESADORAS DE CAMARON	38
VII. PROVEEDORES DE TECNOLOGIA	48
VIII. GLOSARIO TÉCNICO	51
IX. BIBLIOGRAFÍA	53
X. ANEXOS	54

Agradecimientos

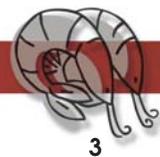
Los editores agradecen a la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y a la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) por el apoyo brindado. Agradece también al Programa de Apoyo a la Innovación Tecnológica (PAIT) del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio de Nicaragua (MIFIC), por su importante colaboración. Asimismo, extiende agradecimientos a todas las empresas que colaboraron con su experiencia en la aplicación de PmL para la elaboración de este manual.



Acerca de esta publicación

Esta publicación y el trabajo descrito en ella fueron financiados por la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), a través de PROARCA/SIGMA, en apoyo a la agenda de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), en el contexto de CONCAUSA, la declaración Conjunta entre Centroamérica y Estados Unidos (Miami, octubre de 1994) sobre la conservación del ambiente en Centroamérica.

Las opiniones e ideas presentadas aquí no son necesariamente respaldadas por USAID, PROARCA/SIGMA, o CCAD, ni representan sus políticas oficiales.



1. PREFACIO

El **Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia** para las Procesadoras de Camarón, recopila la experiencia desarrollada por más de cinco años, en la aplicación de Producción Más Limpia, impulsada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) en Centroamérica, a través del componente de Sistemas de Gestión Medio Ambiental (SIGMA) del Programa Ambiental Regional para Centro América (PROARCA), en alianza con la Red de Centros de Producción Más Limpia de la región.

El propósito de este manual es asistir a la industria de procesamiento de camarón para identificar, evaluar e implementar Buenas Prácticas de Producción Más Limpia para la prevención de la contaminación. Se espera que este manual sea utilizado por personal de las empresas, particularmente operadores de planta e ingenieros, así como representantes de agencias gubernamentales, proveedores de la industria y consultores. Su propósito es proporcionar a la industria la información y los lineamientos necesarios para implementar un programa efectivo de producción más limpia.

El manual contiene una breve descripción del sector, así como del proceso productivo y los diferentes recursos que se utilizan en la transformación de la materia prima. Además proporciona la descripción de la Metodología de PML, la secuencia que debe seguir cada fase del proyecto y los beneficios que conlleva la implementación de opciones de PML en la empresa.

El documento brinda también información respecto a las Buenas Prácticas Operativas que pueden realizarse en cada área de estudio tales como materia prima, agua, energía y desechos.

El tratamiento y disposición de los desechos es otros de los temas que es tomado en consideración dada la importancia que estos representan ante las regulaciones ambientales que enfrenta este sector productivo.

Finalmente se presentan los Casos Exitosos a nivel de Centroamérica, en empresas donde se ha aplicado producción más limpia como una experiencia exitosa. En dichos casos se muestran los beneficios cuantificados durante la evaluación de Producción Más Limpia y en algunos casos la cuantificación real que hasta el momento de seguimiento se han obtenido de acuerdo al grado de implementación de las opciones.



Se busca que las empresas que procesan camarón cambien sus procesos, como por ejemplo, disminuir los consumos de agua.



I. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA CAMARONERA

1.1 Relevancia del Sector

Con la continua expansión de la industria de acuicultura a nivel mundial, también se ha evidenciado un crecimiento en la industria de procesamiento de camarón. El mercado cada vez se vuelve más exigente en los manejos ambientales y de los procesos de inocuidad de los alimentos, por lo que las procesadoras de camarón y por ende todos los que constituyen las cadenas alimenticias están obligados a mejorar la calidad y a ser más competitivos cada día. Sin embargo, se prevé que las industrias camaroneras, permanezcan por mucho tiempo. Muchas empresas se han integrado de forma vertical completando la cadena desde las fincas (fuente principal del producto que es llevado a los respectivos lugares de procesamiento) hasta las plantas procesadoras y emparadoras del camarón. Algunos procesadoras reciben camarón traído directamente del mar.

En el procesamiento del camarón se realizan diferentes operaciones, las cuales incluyen desde el transporte de la materia prima desde las granjas hacia las plantas de proceso, donde el camarón es preservado con hielo, ya sea entero o sin cabeza. Las procesadoras de camarón se caracterizan por los elevados consumos de agua que se utilizan en todo el proceso.

1.2 Proceso Productivo

La materia prima puede ser procesada de acuerdo a la línea de producción que solicite el cliente, el producto terminado puede encontrarse bajo las siguientes formas: Shell-on, PYD, PUD, Butterfly, Tail-on /off.

Recepción: El proceso da inicio en el área de recepción donde se realizan pruebas para determinar las concentraciones de Bisulfato de Sodio, Metabisulfato de Sodio y/o Cloro (agente anticolorante y preservante por cada contenedor de camarón)

Prelavado: El procedimiento de prelavado se realiza con el objetivo de eliminar materia extraña como arena, lodos, ramas, hojas. Los bins con producto son vertidos en los tanques, los cuales contienen agua y hielo a una temperatura de 2 a 5 °C

Clasificación manual y pesaje: se realiza la separación manual de camarones en mal estado y de materia extraña (sardinas, pescados, otros crustáceos). Posteriormente se realiza el pesaje por cajillas de camarón.

Descabezado: Consiste en quitar la cabeza del camarón. Este procedimiento se realiza siempre y cuando el producto no cumpla con las especificaciones para empaçar entero o cuando la demanda de producto sea descabezado.

Clasificación mecánica de camarón: El producto recibe un baño por inmersión en agua clorada y metabisulfito de sodio y es clasificado mecánicamente por talla de producto, apoyadas por personal femenino que afina la clasificación mecánica.

Pelado manual (opcional): El producto clasificado mecánicamente puede ser trasladado al cuarto frío o directamente a las mesas de pelado. Al pelar el camarón pierde un mínimo del 13% de su peso. Dependiendo del pedido de los clientes el producto debe además ser tratado con sal y trípoli fosfato de sodio a ciertas concentraciones e intervalos de tiempo.

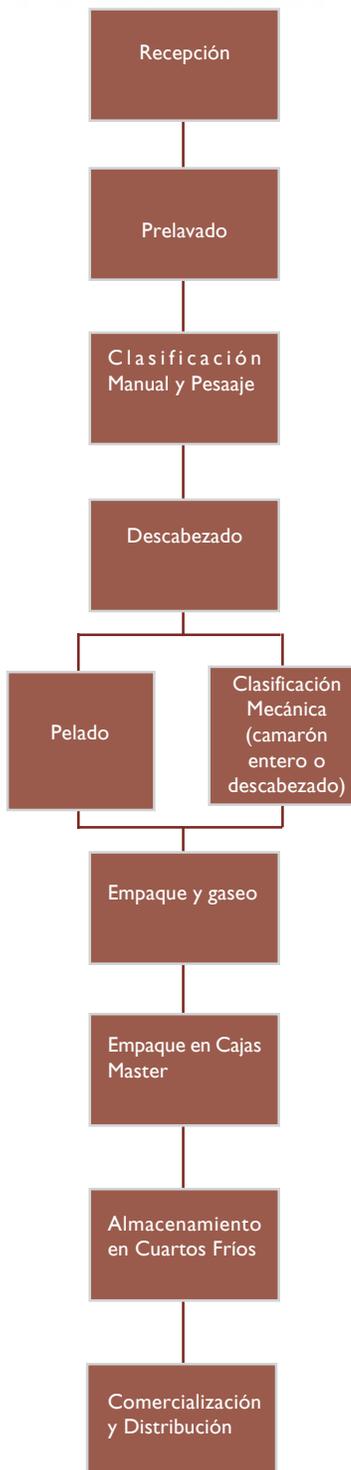
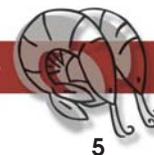


Diagrama de flujo de proceso



Empaque en bloque del camarón: El producto es empacado en bolsas plásticas en cajas de cartón en bloques cuyo peso depende del tipo de presentación de cada empresa. A este bloque se le agrega agua a baja temperaturas (glaseo) para reducir deshidratación en el congelado, la temperatura del producto no será mayor a 10°C.

Congelado blast freezer: Las cajas son transportadas al cuarto de congelamiento donde permanecen entre 8 y 12 horas entre un rango de temperaturas de -15 a -25°C dependiendo de la capacidad del cuarto frío.

Empaque en másteres: Las cajas glaseadas son dirigidas hacia la zona de enmasterado, donde es empacado en cajas master que luego son dirigidas al cuarto para su refrigeración.

Almacén en bodega Holding Room: Una vez congelado el producto se coloca en bodega sobre paletas, el cual posee una temperatura de aproximadamente -18°C a -20°C dependiendo de la capacidad del cuarto de enfriamiento, para luego ser distribuido hacia su destino final.

Transporte: Se hacen los envíos en contenedores refrigerados con temperatura ambiente de -18 °C .



Empaque de camarón en cuartos de refrigeración.

1.3 Recursos que Entran y Salen del Proceso

1.3.1 Materia prima e insumos

La materia prima principal es el camarón, sin embargo se hace uso de otros materiales necesarios para el procesamiento del producto. Entre estos se encuentra el Bisulfito de Sodio, Metabisulfito de Sodio, Hielo, Hipoclorito de Calcio.

Existen otros insumos auxiliares al proceso como detergentes, reactivos químicos para el laboratorio, desinfectantes. Además de cajas y bolsas para el empaque del producto, agujas para la extracción de la vena, utensilios plásticos, escobas, papelería, guantes, etc.

1.3.2 Agua

Las empresas de procesamiento de camarón frecuentemente consumen grandes cantidades de agua, y por ende descargan altos volúmenes de agua residual con alta carga orgánica.

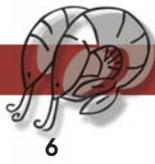


Debe utilizarse reductores de flujo para evitar un alto consumo de agua.

Tabla 1. Consumo de agua¹

Tipos de procesos	Consumo de agua (m ³ / ton)
Producto Congelado	73
Producto congelado (sin limpieza)	23-30
Producto enlatado	60
Producto empacado	116

¹Fuente: "Cleaner Production Assessment in Fish Processing". United Nation Environment Programme



El uso del agua en las operaciones de lavado es de mucha importancia, para lo cual se tienen las siguientes observaciones:

- Lavado de piso: Este lavado se hace con mangueras. Generalmente en la mayor parte de las industrias, estas no cuentan con reductores de flujo, esto conduce a un consumo excesivo de agua.
- Lavado de saneamiento: El lavado se realiza con solución desinfectante, agua y químicos como el hipoclorito de calcio, detergente para el lavado de pisos y mesas.
- Limpieza de desechos sólidos: Generalmente en las empresas esta actividad se realiza con abundante uso de agua, dando lugar a la deposición de estos desechos en los drenajes dentro de la planta y por consiguiente a su incorporación al efluente.
- Producción de hielo: Grandes cantidades de agua se utilizan en la producción de hielo en las empresas camaroneras. Aún en los casos, cuando éste no es producido totalmente por la misma empresa, la compra y uso de los volúmenes requeridos contribuyen a la generación de efluentes. En algunos sistemas de producción de hielo, como es el caso de las hieleras turbo se genera un rebose de agua que es utilizada para el desprendimiento del hielo; es común que esta agua no sea aprovechada y se una directamente al efluente. Esta agua es completamente limpia y presenta oportunidades de aprovechamiento.



Transformadores en una planta procesadora. El uso racional de la energía eléctrica juega un papel importante en el tema de Producción más Limpia.

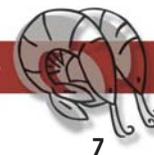
Las regulaciones ambientales a nivel mundial están jugando un papel preponderante sobre la sostenibilidad de las empresas, a través de la aplicación de sanciones con respecto al uso y consumo de agua. Esta situación, junto a los elevados costos que representa el tratamiento de los efluentes, son motivantes para que las empresas emprendan formas de optimización del consumo de agua.

1.3.3 Energía

La energía eléctrica se utiliza en las operaciones de las máquinas y bandas, refrigeración, producción de hielo, ventilación e iluminación. El uso de energía en el acondicionamiento del aire y la refrigeración es importante para garantizar la alta calidad del producto, aún falta la adaptación del consumo de energía a las necesidades reales que varían significativamente entre la temporada baja y la temporada alta.

Los equipos de mayor consumo de energía eléctrica son:

- Congelación (placas de contacto o blast freezer)
- Bodegas frías (holding)
- IQF Instant Quick Freezer
- Máquinas clasificadoras
- Planta de cocinado que funciona con energía eléctrica y vapor de la caldera
- Plantas de hielo



Las oportunidades de mejoras en las procesadoras de camarón básicamente están dirigidas a la optimización de los niveles de iluminación, correcciones del factor de potencia y el aislamiento de tuberías y puertas en los sistemas de enfriamiento.

1.3.4 Efluentes

Las principales características de los efluentes de la industria camaronera es su alto contenido orgánico debido a la presencia de desechos, tales como camarones enteros que caen al piso, concha y cabeza. Además, contienen compuestos fosforados provenientes de los jabones y detergentes utilizados en la limpieza de los equipos e instalaciones, así como productos para la desinfección de las manos de los operadores.

Normalmente contienen una gran carga orgánica que incluye pequeños restos de carne de camarón, proteínas solubles y carbohidratos. Cuando estas sustancias entran al drenaje se convierten en contaminantes y tienen que ser removidas antes que el agua se pueda descargar.

Los niveles de DBO (demanda bioquímica de oxígeno) pueden llegar a alcanzar los 1000 mg/l o incluso más y los niveles de TSS (total de sólidos suspendidos) alcanzan usualmente los 100 ppm o más

Tabla 2. Características de las agua residuales² en Procesadoras de Camarón

Tipos de procesos	Consumo de agua (m ³ / ton)	DBO (Kg/ton)	Sólidos Suspendidos (Kg/ton)	Aceites y grasas (Kg/ton)
Producto Congelado	73	130	210	17
Producto congelado (sin limpieza)	23-30	100-130	NA	NA
Producto enlatado	60	120	54	42
Producto empacado	116	84	93	NA



Residuos sólidos: cabezas y conchas.

1.3.5 Emisiones

Otros temas que también causan preocupación son el tipo de refrigerante utilizado en los sistemas de congelamiento. En algunas instalaciones aún se utiliza el freón, que por emisiones inevitables debido a fugas y a trabajos de mantenimiento ocasionan la liberación de solventes halogenados, los que contribuyen a la disminución de la capa de ozono. En algunas instalaciones en las que se procesa el camarón se utilizan pesticidas para fumigación (interior y exterior).

1.3.6 Residuos

En las procesadoras de camarón los desechos sólidos están compuestos

²Fuente: "Cleaner Production Assessment in Fish Processing". United Nation Environment Programme



PmL tiene como objetivo incrementar la productividad, mejorar los procesos productivos y de servicio, así como la calidad del producto.

principalmente por los residuos de camarón tales como las cabezas y conchas. Otros desechos sólidos con los cuales cuenta las empresas son cajas de cartón, bolsas, restos de etiquetas y cintas, embalajes y envases de sustancias químicas, restos de metal, guantes usados, papel usado (cleanex) y papel de las oficinas.

Generalmente los desechos sólidos se recolectan en diferentes áreas de la planta, y se almacenan temporalmente en un área destinada para este fin. Posteriormente estos son transportados hacia diferentes lugares, ya sea a rellenos sanitarios (esto representa costos adicionales) o a sitios autorizados para este fin. Sin embargo, en otras regiones del mundo los desechos de camarón son enviados a empresas que se dedican para la recuperación de productos secundarios a bajo nivel. Tanto las cabezas como las conchas de camarón se pueden deshidratar y moler para producir alimento para cerdos y aves.

Las sustancias tóxicas y peligrosas se usan en cantidades relativamente pequeñas. Yodo, cloro, detergentes y químicos del laboratorio se descargan con los efluentes.

II. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

2.1 ¿Qué es Producción Más Limpia?

En 1998, la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente introducen el concepto de Producción Más Limpia como “la continua aplicación de una estrategia ambiental preventiva, integrada aplicada a los procesos, productos y servicios, a fin de incrementar la eco eficiencia y reducir los riesgos a los humanos y al ambiente”.

La aplicación de la metodología de Producción Más Limpia (PML) en la industria conlleva a la incorporación de nuevas tecnologías, procesos de reingeniería, adopción de normas de higiene y seguridad ocupacional, y por ende promueve una mejor imagen de la empresa ante la apertura de nuevos mercados, que actualmente permanecen cautivos.

2.2 ¿Qué es Prevención de la Contaminación?

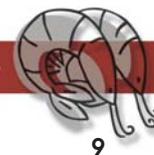
Prevención de la contaminación es la reducción o eliminación de la contaminación desde su punto de origen en vez de al final del tubo. Prevención de la contaminación ocurre cuando:

- El uso de la materia prima, agua, energía, y otros recursos se realiza con mayor eficiencia.
- Se realiza la sustitución de sustancias más peligrosas por las menos peligrosas y la eliminación de sustancias tóxicas utilizadas en el proceso productivo.
- Se reduce el uso y la producción de sustancias peligrosas, y cuando se mejora la eficiencia de operaciones, protegemos la salud pública, fortalecemos la economía y conservamos el medio ambiente.

Son muchas las experiencias de empresas en los distintos países que muestran que los resultados obtenidos al aplicar este concepto, aportan de forma significativa a la optimización de procesos, incremento de la productividad y un mejor desempeño ambiental.



Aplicar Producción más Limpia implica incorporar nuevas tecnologías, procesos de reingeniería, adopción de normas de higiene y seguridad ocupacional.



La diferencia entre estos conceptos y otras prácticas ambientales como control de la contaminación al “final del tubo” es el enfoque de “anticipar y prevenir” versus “reaccionar y tratar”, lo cual es siempre más rentable y productivo.

2.3 Beneficios de Aplicar PML

Existen fuertes incentivos para que las empresas reduzcan tanto el volumen como la toxicidad de los desechos que generan. Una empresa con un programa de producción más limpia efectivo y en uso, puede optimizar sus costos operativos y por lo tanto tener una ventaja competitiva significativa.

- Reduce los costos de producción a través del ahorro de materia prima, agua, y energía.
- Reducción de responsabilidad regulatoria.
- Disminución de los costos en manejo y eliminación de desechos.
- Mejorar la imagen de la empresa.
- Genera beneficios de la salud pública y del ambiente.

2.4 Metodología para realizar un diagnóstico de PML

La Metodología de Producción más Limpia, está integrada por cinco fases consecutivas, y éstas a su vez contemplan varias actividades, las cuales se muestran en la figura 1:

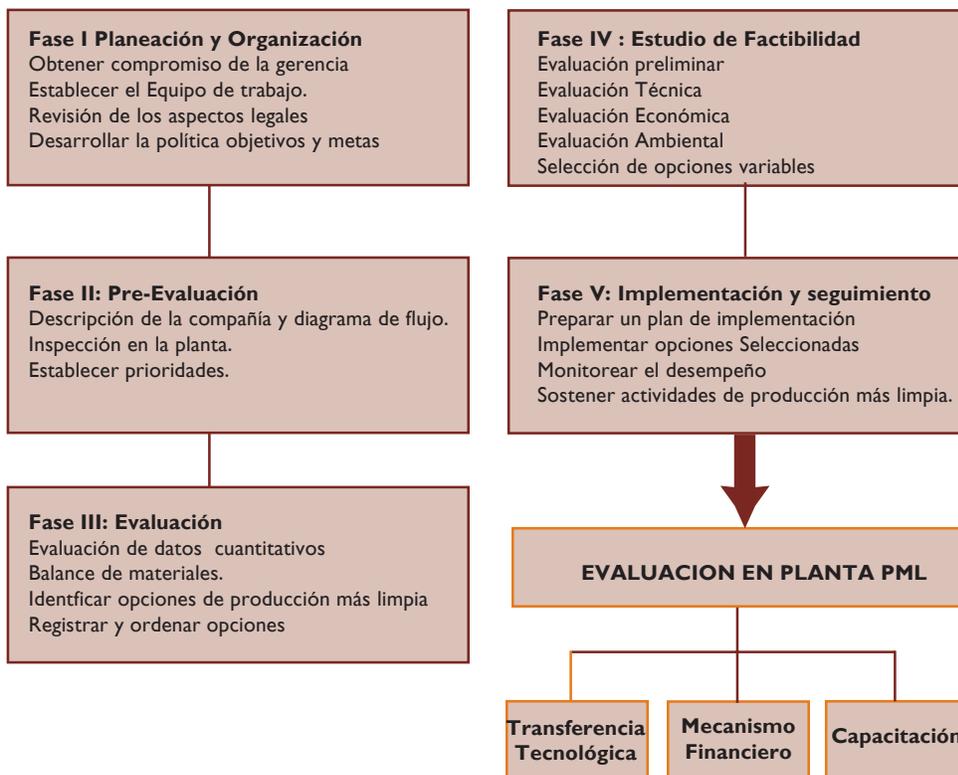


Figura 1. Diagrama de Fases de la metodología de PML



El enfoque de PML asume que todas las compras o entradas de materiales deben dejar la empresa en forma de producto, de desperdicio, o emisiones. Los desechos son en sí, una medida de la eficiencia de la empresa.

2.5 Análisis de Entrada y Salida

El análisis de las entradas y salidas consiste en contabilizar el consumo de materias primas y servicios utilizados en el proceso, y las pérdidas, desechos y emisiones resultantes del mismo. Idealmente las entradas deben ser iguales a las salidas y este es el principio básico de análisis en la búsqueda de oportunidades de PML. En la práctica raramente se logra la igualdad con exactitud y algunos juicios son necesarios para determinar que precisión es aceptable.

En las procesadoras de camarón, el control de los materiales puede realizarse en diferentes puntos tales como:

- Al ingresar los materiales a la empresa, es decir, a partir de la compra.
- En el punto donde se utilizan, en la máquina, en la unidad de producción y a la salida de ésta, y como producto terminado.
- Al pasar de una operación a otra.
- Cuando se transporta o trasiega.

La evaluación de PML puede delimitarse a un proceso completo o a una selección de operaciones unitarias, entendiéndose éstas como el proceso en el cual se introducen las materias primas e insumos, ocurre el proceso y se extraen los materiales, posiblemente en diferente forma, estado y composición. Las operaciones unitarias son plasmadas en un diagrama de flujo que muestra la secuencia e interrelación entre ellas, así como las entradas y salidas en cada operación.

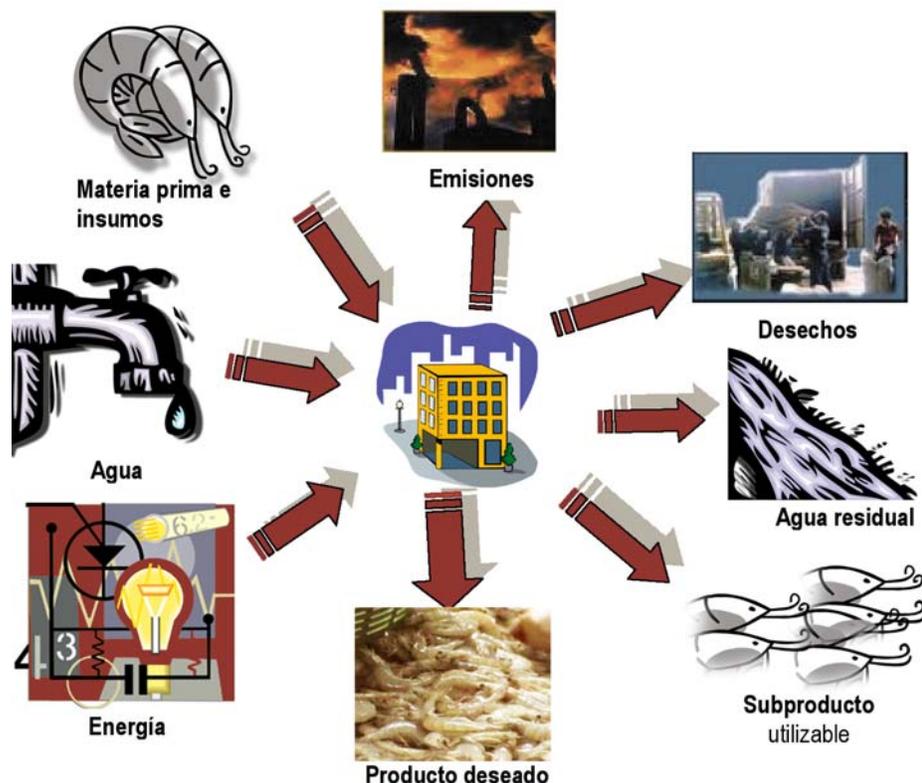


Figura 2. Diagrama de Entradas y Salidas

El objetivo del diagrama de flujo es presentar de forma global el uso de los materiales, ilustrar las áreas principales y secundarias del proceso, identificar los puntos de origen, uso y tratamiento de las materias primas y productos terminados, de forma que se puedan interpretar rápida y fácilmente. (Ver anexo No 10.1, Esquema del Balance de Materiales)



2.6 Opciones de Producción Más Limpia

La generación de opciones de Producción Más Limpia no es más que la creación de un sin número de ideas formuladas alrededor del proceso productivo con el objetivo de reducir pérdidas y optimizar los recursos. Sin embargo, las opciones están sujetas a tres tipos de evaluaciones: técnica, económica y ambiental. A través de éstas evaluaciones, se verifica la posibilidad de realizar esta opción, siempre y cuando no afecta la marcha del proceso y por ende al producto terminado.

Además se debe tomar en cuenta la accesibilidad y disponibilidad en el mercado de los recursos y tecnologías, que no requieran de una alta inversión y que no traigan consecuencia negativas para el ambiente.

La implementación de opciones de Producción Más Limpia involucra una serie de niveles, los cuales se describen en la figura 3.

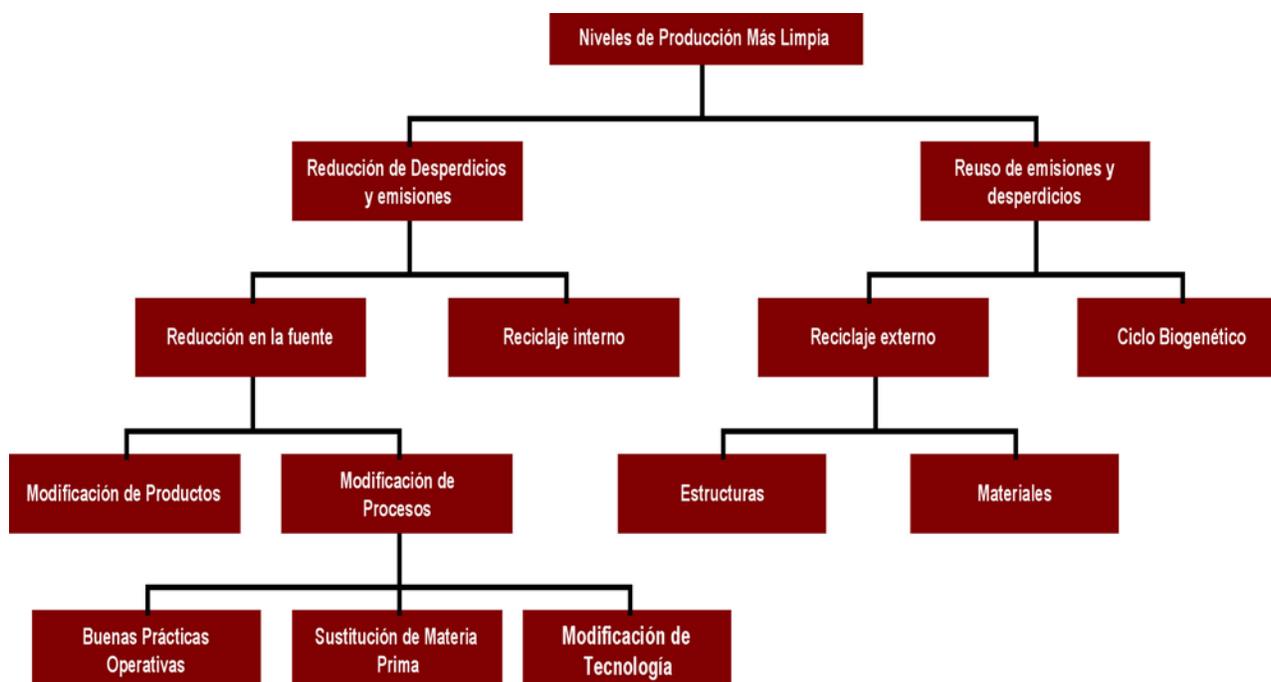


Figura 3. Niveles de Producción Más Limpia

- **Buenas Prácticas Operativas (BPO):** es la optimización de los procedimientos operativos y administrativos, con la finalidad de operar dentro de los parámetros establecidos para reducir o eliminar residuos, emisiones, uso ineficiente de insumos y tiempos de operación.
- **Sustitución de Materia Prima:** Este procedimiento puede conllevar a la eliminación de residuos generados, por impurezas de la materia prima. Un cambio de ésta puede dar lugar a la producción mediante el uso de otro compuesto el cual al generar el producto, reduce la formación de compuestos residuales peligrosos o bien no requiera de un tratamiento.
- **Modificación de Tecnología:** Estas son modificaciones que se realizarán al proceso con la finalidad de variar las condiciones que promueven una alta generación de residuos y/o emisiones, así como un uso eficiente de materias primas y energía.



- **Reciclaje interno:** El reciclaje interno de los materiales de desperdicio puede ser utilizado dentro del mismo proceso o para alguna otra aplicación útil dentro de la empresa.
- **Modificación de Productos:** Es la modificación de las características del producto durante su proceso o después de haberse utilizado (desechos) para minimizar el impacto ambiental que genera durante su producción.
- **Reciclaje Externo:** Es el proceso de transformación de los desechos en subproductos utilizados para otras industrias, donde estos adquieren un valor agregado que deja beneficios económicos a la empresa.

Existen algunas medidas que no se encuentran dentro de los niveles de Producción Más Limpia. Entre éstas se encuentran:

- **Reciclaje externo:** ayuda a preservar materias primas y reduce la cantidad de material de desecho. Generalmente esta medida no genera una mayor eficiencia de los recursos en la fuente prima de aplicación.
- **Transferencia de desechos tóxicos:** las prácticas en el manejo de los desechos que se han realizado hasta el momento, es la recolección y transporte de éstos hacia otra área. En algunos casos esta medida es válida siempre que sea en un lugar estrictamente controlado.
- **Tratamiento de desechos:** este consiste en modificar la forma o composición del desecho a través de reacciones controladas para reducir o eliminar la cantidad de contaminantes. Algunos ejemplos son el tratamiento biológico, la incineración y el tratamiento clínico, dilución.
- **Concentración de contaminantes peligrosos o tóxicos y reducción del volumen:** Las operaciones de reducción de contaminantes, como eliminación del agua en fangos de alcantarillas, son opciones útiles de tratamiento, sin embargo, no previenen la generación de contaminación.
- **Dilución de componente para reducir peligro ó toxicidad:** La dilución se aplica a una corriente de desecho después de la generación, y no reduce la cantidad absoluta de componentes peligrosos que se generan en el ambiente.



Las buenas prácticas operativas buscan reducir o eliminar residuos y emisiones, alcanzar usos eficientes de insumos y mejorar tiempos de operación.



2.7 Importancia de los Indicadores Ambientales

Los Indicadores Ambientales permiten caracterizar el desempeño de la empresa y brindan información de la calidad ambiental de cada uno de los recursos naturales que se están monitoreando, como desechos sólidos, consumo de agua y emisiones gaseosas. La implementación y fortalecimiento de un sistema de indicadores ambientales se convierte en una poderosa herramienta de seguimiento y control de la gestión ambiental local, ya que permite la oportuna y adecuada toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

Sobre la base a lo antes expuesto, se puede definir que un Indicador es una expresión numérica que permite la medición de diferentes características de un sistema específico y sus variables asociadas, que determinan la magnitud y frecuencia de los procesos de cambio. Aplicado al medio ambiente, un Indicador Ambiental es una expresión numérica que permite la medición de diferentes características asociadas con los ecosistemas y con los componentes ambientales como el agua, el suelo, el aire, la biodiversidad y sus procesos dinámicos de cambio natural o inducido por fuerzas externas.

Los indicadores ambientales son la referencia de control que la empresa tiene, para poder realizar de manera efectiva la mejora continua en cada una de las operaciones. Así como las mejoras ambientales se pueden originar a partir de una mejor utilización de los materiales, el uso de insumos menos contaminantes o la mejora del manejo de materiales.

Por si solos, los indicadores ambientales pueden servir de comparación entre alguna mejora que se haga al proceso, para determinar su efectividad. También se puede utilizar para monitorear un proceso y verificar que se cumplan con los estándares de materiales, lo que además de controlar la entrada, mejora la calidad del producto. Los requerimientos básicos para la Implantación y Operación de Indicadores Ambientales en un Proceso Productivo son:

- Disponibilidad de Indicadores ambientales cuantitativos.
- Disponibilidad del Sistema de Medición.
- Disponibilidad del personal capacitado y responsabilizado.
- Llevar un sistema de Administración Ambiental de dichos indicadores.

Los indicadores ambientales más importantes aplicados a las procesadoras de camarones son:

Tabla 3. Indicadores ambientales.

Área de aplicación	Indicador
Consumo de agua	(Kg./ Kg. de producto terminado)
Consumo de energía	(kW / Kg. de producto terminado)
Generación de desechos	(Kg./ Kg. de producto terminado)
Generación de efluentes	(Kg./Kg. de producto terminado)



Los indicadores ambientales son una referencia de control para medir el avance en la adopción de nuevas prácticas.



2.8 Análisis Económico de Proyectos en Producción Más Limpia.

La implementación de la metodología de Producción Más Limpia, puede incurrir en costos mínimos relacionados a la mano de obra para modificaciones simples de procesos, o en costos muy altos que implican la transferencia de nuevas tecnologías o la modificación del proceso productivo. En operaciones en las que se involucra el procesamiento de camarón, los costos asociados con la compra de equipo o modificación de procesos se compensan frecuentemente con los ahorros que se logran en las siguientes áreas:

- Compra de químicos.
- Compra de agua.
- Costos de desecho de sólidos.
- Costos de tratamientos químicos.
- Cuotas por uso/permiso de uso de alcantarillado.
- Costos analíticos.
- Costos energéticos.
- Mano de obra.

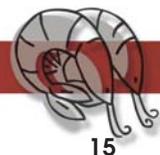
El objetivo del análisis económico es evaluar la efectividad del costo de las oportunidades de Producción Más Limpia. La factibilidad económica es el parámetro que determina si una opción será o no implementada.

Durante la evaluación económica, los costos de los cambios son comparados contra los ahorros que pueden resultar. Los costos pueden ser divididos en Inversiones de capital o costos operativos. Medidas estándares para evaluar la factibilidad económica de un proyecto son el período de retorno (PR), Valor presente neto (VPN) o la Tasa interna de retorno (TIR).

El capital a invertir está constituido por los costos para el diseño, compra de equipos, instalación y comisiones, costos de trabajo de capital, licencias, entrenamiento y costos financieros. Los costos operativos, si son diferentes a las condiciones existentes, será necesario calcularlos. Puede ser que los costos operativos se reduzcan como resultado del cambio, en ese caso, esos deben ser contabilizados como un ahorro en curso.



En la evaluación económica, se efectúa una comparación entre los costos de los cambios y los ahorros que pueden resultar.



III. BUENAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE CAMARÓN

3.1 Materiales

1. Sustitución del Freón en los sistemas de refrigeración.

Descripción

En algunas plantas, aún se utiliza el freón como refrigerante para los cuartos fríos. Las fugas ocasionadas durante el mantenimiento de estos sistemas es inevitablemente y esto causa impactos negativos al medio ambiente. Este refrigerante contribuye a la disminución de la capa de ozono y al calentamiento global.

¿Cómo se puede lograr?

Realizando la sustitución del Freón por Amoniaco

Beneficios

- El amoniaco no destruye la capa de ozono y no contribuye al calentamiento global.
- Por sus propiedades termodinámicas mayores que otros compuestos, los sistemas de refrigeración utilizan menos electricidad.
- Mejor control de fugas y seguridad industrial debido a su olor característico.

En la tabla 4 se indican las concentraciones de desinfectante, en mg/l, necesarias para matar o inactivar el 99.9% de los organismos tabulados en diez minutos y a 5 grados de temperatura.

2. Mejorar el manejo del uso de hielo

Descripción

El mayor uso del hielo se presenta en los tanques de clasificado, donde los operadores tienen que recargar de hielo con mucha frecuencia. Generalmente se emplean contenedores plásticos para el transporte del hielo, durante el llenado se presentan derrames de hielo en el piso.

¿Cómo se puede lograr?

- Ejercer una mejor supervisión en el área de carga de hielo.
- Bajar orientaciones a los operarios respecto al manejo del recurso.
- Realizar pruebas para estandarizar la dosificación de hielo en los tanques de clasificado.



Evite el derrame de hielo.



- Establecer límites de llenado visibles en los tanques de clasificado para guiar al operario al momento de adicionar el hielo.

Beneficios:

- Reducción de las pérdidas de hielo.
- Disminución de pérdidas económicas por el uso de la energía.
- Reducción del volumen de agua de desecho.

3.2 Conservación de Agua

Los procedimientos de lavado que normalmente se realizan en las procesadoras de camarón constituyen los altos porcentajes de consumo total del agua. Adicionalmente a esto se suman las fugas de tuberías y el uso de válvulas que incrementar el consumo innecesariamente.

El objetivo de las Buenas Prácticas Operativas en estas industrias, es reducir y controlar el consumo de agua, y por ende la reducción del caudal de agua residual. Así mismo, reducir los costos de diseño e instalación de las plantas de tratamiento y el ahorro de químicos necesarios para la depuración del agua residual. El costo de tratamiento del agua residual oscila entre 2 a 2.5 US\$/m³, siempre y cuando se trate de un sistema secundario.

3. Instalar sistema de monitoreo y control del consumo de agua

Descripción

Las industrias camaroneras demandan grandes volúmenes de agua, a lo largo de todo el proceso productivo y para las actividades de limpieza y saneamiento de los equipos y de las áreas de trabajo.

Los pozos que suministran el agua poseen una vida útil, por lo que es necesario crear condiciones que conlleven a la preservación de las fuentes de abastecimiento. Sin embargo, es de suma importancia el establecimiento de métodos de control del consumo, que permitan tomar decisiones y monitorear los avances de las medidas de ahorro y el consumo respecto a la producción. Por esto, el uso de medidores se convierte en una de las primeras actividades que deben ser implementadas como BPO de PML.

¿Cómo se puede lograr?

- Instalar medidores de flujo por áreas. Uno debe ser instalado en el pozo (si la empresa no lo tiene) para la medición del consumo general y otro a la entrada de la planta de proceso, de manera que ayuden a determinar el verdadero consumo del proceso productivo.
- Establecer el uso de indicadores de consumo de agua por producción.
- Utilizar formatos de control del consumo de la planta de proceso, para ello se necesitan formatos para el registro como el que detalla en la tabla 4:



Medidor de agua.



Tabla 4. Formato para el monitoreo del consumo de agua.

Medidor de entrada al proceso (m ³)			Medidor de agua residual (m ³)		Producción en Kg	Indicador de agua / Kg de producto terminado	Indicador de agua residual / Kg de producto terminado	Observaciones
Registro inicial	Registro final	Diferencia	Registro inicial	Registro final				

Beneficios

- Los controles ayudarán a detectar fugas y a controlar los altos volúmenes de consumo de agua.
- Crear un programa de conservación de agua y el monitoreo de la misma.
- Determinar los indicadores de consumo por kilogramos de producto terminado.
- Reducción de costos por consumo de agua.
- Determinar con más exactitud los costos de producción.
- Reducir los volúmenes de aguas residuales y por ende el costo de tratamiento de éstas.



Pistola de presión.

4. Colocar pistolas de presión en las mangueras para el lavado de equipos y pisos

Descripción: Las mangueras son utilizadas para diferentes fines como el llenado de recipientes y principalmente para el lavado de equipos e instalaciones de la planta de proceso, donde se utilizan grandes volúmenes de agua. Sin embargo, en la mayoría de las industrias las mangueras carecen de dispositivos reductores de volumen de agua.

¿Cómo se puede lograr?

Colocar pistolas de alta presión en las mangueras, de manera que se optimice el uso de agua. Es importante señalar que el agua debe ser utilizada para el enjuague de los equipos, lavado de pisos y paredes y no como medio de evacuación de desechos sólidos. Este último procedimiento representa un inadecuado e innecesario uso del agua.

- Mayor control del uso del agua.
- Reducción del volumen de agua residual generado.
- Mayor eficiencia del lavado de los equipos y áreas de la planta.
- Reducción de los tiempos de las actividades de lavado.



¿Cómo se puede lograr?

El agua que cae por rebose puede ser almacenada en un tanque, para ello se requiere de una bomba cuya potencia dependerá del flujo de agua a impulsar, tuberías, llaves de cierre, reductores, etc.

El agua puede ser reutilizada en las torres de enfriamiento, para la misma producción de hielo, o para los tanques de recepción en los primeros lavados del proceso.

- Reducción del consumo de agua en un 11 - 12% del consumo de la hielera.
- Reducción del consumo de hielo, siempre y cuando el agua sea reutilizada para el área de recepción.
- Obtención de ahorros económicos, en ello se incluye el costo de bombeo y tratamiento del agua, así como los costos de tratamiento del agua residual.

7. Limpieza en seco de los equipo y en las áreas de proceso, antes del lavado.

Descripción

Con mucha frecuencia se puede observar que el uso del agua por parte de los operarios no es la más adecuada, ya que para agilizar la evacuación de los desechos sólidos se utiliza el flujo de agua, donde además del derroche del recurso, ocasiona la incorporación de los desechos sólidos en el efluente, los cuales incrementan la carga orgánica del mismo.

¿Cómo se puede lograr?

- Realizando la recolección previa de los desechos que quedan en los equipos, así como barrer con escobas los residuos antes de proceder al enjuague con agua.
- Proveyendo a los trabajadores con utensilios adecuados para la recolección en seco, con el fin de agilizar y mejorar la calidad de la limpieza.
- Capacitando a los trabajadores en la importancia del buen uso del agua y el costo para la empresa.

Beneficios

- Uso racional y eficiente del agua.
- Reducción del volumen de agua residual y por ende los costos de tratamiento de la misma.
- Reducción de los desechos sólidos del efluente y de la carga orgánica.
- Evita la obstrucción de los sistemas de drenaje de agua residual.



La empresa debe tener una cultura de uso racional y eficiente del agua.



8. Reducir el uso de agua en el descongelamiento del camarón en el reproceso.

Descripción

Generalmente en las plantas procesadoras de camarón se llevan acabo los reprocesos de camarón que no ha sido procesado en el día de entrada a la planta. Esto ocurre cuando no es posible procesar toda la cantidad de camarón recepcionado. La cantidad que se destina para reproceso únicamente se descabeza y posteriormente es almacenado en los cuartos fríos.

El reproceso del camarón puede ser en las variedades PYD, PUD, etc, esto depende de la demanda de los clientes, el proceso puede realizarse en dependencia de la programación de la producción.

Durante esta operación se utilizan grandes cantidades de agua para el descongelamiento del producto, y por lo tanto se incrementa el volumen de agua residual, dejando una oportunidad para reducir la generación de efluentes.

¿Cómo se puede lograr?

- Sacar los contenedores de los cuartos fríos y dejar que el producto se descongele a temperatura ambiente, esta operación debe realizarse con horas de anticipación al inicio de las labores de producción.
- Realizar pruebas para determinar el tiempo que el camarón permanecerá sin enfriamiento, de manera que se evite la deshidratación del producto y se vea afectado el rendimiento del mismo. Para ello es necesario determinar el tiempo de descongelamiento y la temperatura óptima que debe alcanzar el producto.

Beneficios

- Reducción del consumo de agua en el reproceso.
- Disminución del volumen de agua residual generado.

9. Mejorar el proceso de descabezado y la limpieza del camarón

Descripción

El proceso de descabezado que se efectúa en algunas empresas, consiste en realizar un movimiento circular (girando la cabeza mientras se retira el cuerpo) para retirar la cabeza del cuerpo. Con esta forma existe la posibilidad de contaminar el resto del cuerpo con los flujos sanguíneos que se segregan. Además la cantidad de desechos se incrementa y también la cantidad de agua utilizada para la limpieza del mismo.

Algunas plantas realizan un tipo de limpieza manual en lote, la cual consiste en llenar un contenedor de camarón sin cabeza y luego colocan una manguera de alta presión dentro del contenedor, moviéndola a los lados, para que el agua limpie todo el camarón.



1



2



3

Minimice los residuos con técnicas apropiadas en la separación de la cabeza.

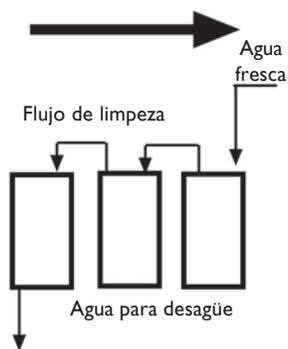


Diagrama de limpieza a contracorriente



¿Cómo se puede lograr?

- La separación de la cabeza se puede lograr sujetando el cuerpo de camarón y retirando la cabeza en forma lineal (Ver figuras 1,2 y 3 de la página 20).
- Colocando una serie de tanques con agua y hielo en el cual los contenedores con producto serán sumergidos en cada tanque, y solamente se utilizará agua fresca en el último tanque donde el agua fluirá a contracorriente (ver diagrama).
- Realizar el cambio de agua de estos contenedores cada cierto tiempo.
- Definir el área donde se colocará este sistema y realizar pruebas para determinar el flujo de agua óptimo.

Una limpieza más eficiente puede economizar el uso de agua

Beneficios

- Reducción de los costos de bombeo de agua.
- Disminución del consumo de agua, debido a que el agua de los tanques será recambiado cada cierto tiempo.
- Disminución del volumen de agua residual generado y reducción de los costos de tratamiento de la misma.
- Reducción de la cantidad de desechos en el efluente.
- Elimina la contaminación del resto del producto.
- Mejora la calidad del producto.
- Si se prefiere que el agua esté fluyendo, se debe aislar la operación y recolectar el agua de enjuague, para poder utilizarla de nuevo tantas veces como sea posible, antes de eliminarla. En la tabla 5 se describe qué cantidades de agua se ahorra cada vez que ésta se recicla. No es necesario que el agua utilizada durante esta operación mantenga estrictas medidas de limpieza, ya que el producto no entra en contacto con este flujo de agua en particular. Es necesario realizar pruebas en la planta para determinar hasta qué punto se puede reciclar el agua.



Limpieza típica del camarón descabezado

Tabla 5. Porcentajes de reducción de agua⁴

Cantidad de veces que se utiliza la solución	% de reducción en el volumen de la solución de desecho original
1	50%
2	67%
3	75%
4	80%
5	83%
10	91%

⁴ Resultados obtenidos en una procesadora de calamar en Rhode Island



Hidrolavadoras.

10. Utilizar hidrolavadoras para el lavado de los equipos y paredes de la planta.

Descripción

Durante el período de saneamiento (lavados posteriores a la finalización del proceso productivo), el uso de agua se intensifica producto del lavado de equipos e instalaciones de la planta de proceso. Para garantizar la limpieza efectiva, es recomendable el uso de sistemas a presión como las hidrolavadoras, con las cuales la limpieza de los equipos se realiza con mayor eficiencia, ya que estos equipos están diseñados de forma que se pueda regular el flujo de agua en base a la necesidad de presión que demande la limpieza.

¿Cómo se logra?

- Evaluar la capacidad necesaria del equipo sobre la base de la demanda de agua, el área a lavar y el costo real del metro cúbico de agua en la empresa. Es importante señalar que en áreas donde la demanda de agua para el lavado es muy pequeña, estos equipos de limpieza no son viables económicamente.
- Capacitando al personal en el correcto uso de estos equipos.
- Estableciendo horarios de uso de estos equipos exclusivamente para las operaciones de lavado de la planta y equipos al final de las labores de producción.

Beneficios:

- Se reduce el consumo de agua para operaciones de lavado de la planta en un 85%, reduciendo así también la cantidad de efluentes.
- Ahorro del consumo de agua.
- Mayor limpieza de equipos e instalaciones.



Descargue de producto a tanque de prelavado

11. Mejorar el procedimiento de trasiego de bienes con camarón a los tanques de prelavado.

Descripción

Durante el llenado de producto en los tanques de prelavado se presentan derrames de agua, que en la mayoría de las veces ocurren caídas de camarones al piso. Esto se debe a que durante la recarga de producto no se verifica con anticipación si el tanque se encuentra completamente sin producto.

¿Cómo se puede lograr?

Establecer tiempo en que se debe agregar el siguiente bin para evitar el derrame de agua y hielo, en los tanques de recepción y de esta manera disminuir el consumo de los mismos.



Sistemas de lavado de flujo centralizado provoca derroche de agua



Beneficios

- Reducción del consumo de agua.
- Reducción de pérdidas de materiales e insumos.
- Disminución del impacto ambiental.

12. Instalar sistemas de pedal o de control automático en lavabos de manos.

Descripción:

Por lo general, en algunas procesadoras de camarón los sistemas de lavabos no poseen ningún controlador de flujo de cierre o apertura automático, si no que cuentan con un sistema centralizado, el cual es controlado por un operario. Este tipo de sistemas conducen al uso inadecuado del recurso, ya que si un operador se encuentra lavando las manos, todos los grifos se encuentran abiertos. Para optimizar el consumo del agua es necesario el uso de sistemas de pedal o de control automático en los lavabos y grifos ubicados en las instalaciones de la planta de proceso.



Lavabo con cierre de pedal

¿Cómo se puede lograr?

- Instalar válvulas de pie o válvulas de cierre automático en los lavabos de la planta de proceso, de forma que permitan el cierre de las válvulas, y se garanticen que no queden abiertas cuando estas no se estén utilizando.
- En el caso de lavamanos de baños, así como en los mismos lavabos de planta de proceso activados por válvulas de pedal, se pueden adaptar reductores de flujo los cuales reducen el consumo de agua en al menos el 40%.

Beneficios:

- Disminución del consumo de agua y del volumen de agua residual.
- Reducción de los costos operativos por suministro de agua y tratamiento del agua residual.
- Mejora de las condiciones de higiene en la planta de proceso.

3.3 Conservación de la Energía.

13. Instalar sistema de monitoreo y control del consumo de energía.

Descripción:

Al igual que el recurso agua, en consumo de energía eléctrica y térmica debe ser monitoreado y controlado, en función del nivel de producción de la empresa. Ambas formas de energía son de mucha importancia controlarlas, ya que éstas forman parte de los costos operativos de las procesadoras de camarón.



¿Cómo podemos lograrlo?

A través de formatos de control para cada tipo de energía que la empresa consume. La tabla 6 se muestra ejemplo de un formato:

Tabla 6. Formato de control del consumo de energía eléctrica y térmica.

Área ó proceso	Consumo de energía kWh/mes (facturación)	Consumo de combustible (gln/mes)	Ton de res procesada al mes	Indicador
				kWh consumidos / Kg de camarones procesados
				Galones consumidos / Kg de camarones procesados

- Es necesario capacitar a los operarios en el registro de los formatos y uso de los indicadores.

Beneficios:

- Mejor control de los gastos de combustible y el consumo de energía eléctrica.
- Se evita pérdidas de combustible por problemas no detectados en el proceso.
- Reducción de costos de operación.

14. Optimizar el uso de la iluminación

Descripción

En la mayoría de las procesadoras de camarón tanto en las áreas de proceso como en el resto de las instalaciones, los niveles de iluminación se encuentran por encima de los estándares internacionales. Esto se debe a que durante la ubicación e instalación de las luminarias no se realiza análisis previo de aquellas áreas que realmente requerirán de mayor iluminación respecto a la actividad humana que se realizará en ellas.

¿Cómo se puede lograr?

- Comprobando los niveles de iluminación respecto a las normativas.
- Colocando interruptores por cada área.
- Usar lámpara de bajo consumo.
- Pintando con colores claros el techo como las paredes.



Exceso de iluminación en áreas de proceso



- Utilizar láminas traslucidas en áreas externas al proceso donde sea posible utilizar la iluminación natural.
- Disminuyendo la altura de las lámpara.
- Eliminando focos incandescentes, sustituyendo lámparas fluorescentes.
- Sustituyendo los difusores en mal estado y limpieza de los mismos.

Beneficios

- El consumo de energía eléctrica disminuye, por ende los costos de facturación.
- Se reduce la cantidad de CO² que se emite a la atmósfera.

15. Aislar las tuberías de los sistemas de refrigeración

Descripción

Generalmente las tuberías que provienen de los compresores carecen de aislamiento, lo que permite el intercambio de calor con el exterior y por lo tanto disminuye la eficiencia del refrigerante.

¿Cómo se puede lograr?

Recubriendo las tuberías con material aislante a la salida del compresor y a lo largo de todo la red de distribución hacia los equipos de enfriamiento.

Beneficios

- Reducir el intercambio de calor con el medio externo.
- Disminuir la humedad en las tuberías y evitar la condensación del agua.
- Reducir las pérdidas del sistema de enfriamiento y costos de operación.
- Reducción de la cantidad de CO² que se genera al ambiente.

16. Incrementar el factor de potencia para eliminar multas.

Descripción

El factor de potencia es la relación de la potencia activa usada en un circuito y la potencia aparente que se obtiene de las líneas de alimentación.

La potencia reactiva, la cual no produce un trabajo físico directo en los equipos, es necesaria para producir el flujo electromagnético que pone en funcionamiento elementos tales como: motores, transformadores, lámparas fluorescentes, equipos de refrigeración y otros similares. Cuando la cantidad de estos equipos es apreciable los requerimientos de potencia reactiva también se hacen significativos, lo cual



Tuberías sin aislamiento disminuye la eficiencia del refrigerante



produce una disminución exagerada del factor de potencia. Un alto consumo de energía reactiva puede producirse como consecuencia principalmente de:

- Un gran número de motores.
- Presencia de equipos de refrigeración y aires acondicionados.
- Una sub-utilización de la capacidad instalada en equipos electromecánicos, por una mala planificación y operación en el sistema eléctrico de la industria.
- Un mal estado físico de la red eléctrica y de los equipos de la industria.
- Equipos obsoletos.

¿Cómo se puede lograr?

Instalando un banco de capacitores automáticos, para ello tiene que existir un panel principal donde los equipos consumidores se encuentren instalados.

Beneficios

- Mejor aprovechamiento de la energía eléctrica.
- Reducción de los costos de facturación.
- Reducción de las caídas de tensión.
- Incrementa la vida útil de las instalaciones.
- Aumenta la disponibilidad de transformadores, generadores y líneas de distribución.

17. Instalar el sistema de control Termostático en el sistema de compresores múltiples para refrigeración.

El control termostático trabaja mediante una válvula de expansión, la cual abre o cierra el paso del gas refrigerante hacia el evaporador de las cámaras de refrigeración, esto se realiza en función de la temperatura del recinto. Una vez que la válvula se cierra se reduce la demanda de gas refrigerante incrementando la presión del sistema y cuando éste alcanza la presión máxima de operación se apaga uno de los compresores, y luego se vuelve a activar cuando la presión decrece.

El objetivo del control termostático es garantizar la temperatura en las cámaras refrigerantes sin tener un excesivo consumo de energía eléctrica. Estos controladores pueden utilizarse en todo tipo de sistemas de refrigeración.



Banco de capacitadores.



¿Cómo se logra?

- Realizando un inventario de las válvulas y dispositivos: válvulas solenoides, termostatos, sistema de control (Sensor de temperatura, amplificador de señal, convertidor analógico digital) necesarios para el funcionamiento automático de los compresores.
- Haciendo un inventario de los equipos de refrigeración que participan en el sistema.
- Instalando un mecanismo electrónico que controle el apagado y encendido del banco de compresores en el orden que las cámaras de refrigeración lleguen a la máxima temperatura de enfriamiento.
- Capacitando al personal de mantenimiento en la supervisión de los parámetros de funcionamiento del sistema y en la forma de realizar los ajustes necesarios.

Beneficios:

- Aumento de la vida útil de los compresor.
- Reducción de costos de energía.



Compresor para refrigeración.



La capacitación del personal garantiza incremento productivo, mayores ingresos y competitividad.

IV. OTRAS OPCIONES DE PRODUCCION MÁS LIMPIA

4.1 Otras prácticas

18. Capacitación

Descripción

La capacitación de los recursos humanos es la respuesta a la necesidad que tienen las empresas o instituciones de contar con un personal calificado y dispuesto a emprender las Buenas Prácticas Operativas de PML. Además, actualiza los conocimientos con las nuevas técnicas y métodos de trabajo que garantizan eficiencia.

¿Cómo se logra?

- Dando una capacitación básica y de apoyo regularmente, así como capacitación especializada en respuesta a las necesidades comunicadas por el personal.
- Desarrollando un programa de rotación de trabajo que permita que unos aprendan de otros dentro de la organización.

Beneficios:

- Incrementa la participación de los empleados en la toma de decisiones en áreas que afecten su trabajo y dar el reconocimiento apropiado a su contribución.
- Alienta las iniciativas y sugerencias individuales para mejorar el desempeño del programa.
- Proporciona retroalimentación frecuente y positiva para desempeñar nuevas responsabilidades.
- Permite la interacción diaria con el personal y reuniones para impartir y compartir nuevos conocimientos y experiencias.
- Amplia las responsabilidades del personal mediante una delegación y supervisión efectivas.
- Se promueve la comunicación a toda la organización.

19. Cambiar los medios para indicar las tallas de camarón a procesar.

Descripción:

Generalmente en las procesadoras se utilizan tarjetas de cartón u hojas de papel donde se especifican las tallas de camarón y procesos a realizar. Estas tarjetas son introducidas en los bins junto al producto, esto provoca el deterioro de las mismas y por ende la generación de desechos de cartón que algunas veces se incorporan al agua residual. Esta situación puede ser mejorada.



¿Cómo se puede lograr?

- Elaborando tarjetas emplastadas donde se especifique el tipo de proceso a realizar.
- Utilizando pizarras acrílicas para este mismo fin.

Beneficios:

- Reducción de la cantidad de desechos de cartón o papel.
- Se evita la obstrucción en los drenajes dentro de la planta a causa del material que se incorpora al agua residual.

20. Cambiar las rejillas en mal estado.

Descripción:

Debido al movimiento de los diferentes medios de transporte dentro de la planta como son bins con producto, torres para producto empacado, contenedores con agua, el sistema de rejillas ubicadas en los drenajes dentro de la planta tiende a dañarse con el tiempo. Esto permite la incorporación de desechos de camarón en dichos drenajes.

¿Cómo se puede lograr?

- Sustituyendo las rejillas por materiales y diseños más resistentes y que eviten la descarga de sólidos pequeños. Esta sustitución puede hacerse de forma paulatina por áreas sensibles priorizando áreas del proceso de mayor generación de sólidos.
- Realizando la inspección constantes de las rejillas.
- Sustituir las rejillas que se encuentren en mal estado.

Beneficios

- Reducción de desechos en los drenajes.
- Disminución de la carga orgánica en el agua residual.

21. Aprovechamiento de desechos sólidos.

Descripción

Tanto en el proceso productivo como dentro de las instalaciones administrativas se generan desechos como bolsas plásticas, utensilios de apoyo al proceso y papelería. Esos desechos pueden ser reciclados de forma externa a la planta.



Es importante mantener las rejillas en buen estado. Cuando se encuentran dañadas, provocan la incorporación de desechos sólidos en el efluente.



¿Cómo se logra?

- Realizar la segregación y clasificación de los desechos.
- Contactar empresa que reciclen los desechos de plástico y papel.

Beneficios

- Asignarle un valor agregado a este tipo de desechos.
- Reducir el impacto de ambiental que producen estos desechos.

4.2 Salud ocupacional

- Uso de protectores contra ruidos. Las áreas más vulnerables son el taller de mantenimiento y área de embarque donde se hace uso de montacargas.
- Uso de máscaras adecuadas para evitar la aspiración de gases de combustión que se genera durante el uso de montacargas en el área de embarque de productos.



V. DISPOSICIÓN FINAL Y USO DE LOS DESECHOS DE LAS PROCESADORAS DE CAMARON.

5.1 Aprovechamiento de los Residuos.

En la actualidad la mayoría de las empresas procesadoras de camarón envían los desechos de camarón al relleno sanitario, obviando la posibilidad de que a través de estos desechos, se pueden desarrollar diversos productos con valor agregado y con mercados potenciales a escala comercial, los cuales se describen a continuación.

5.1.1 Elaboración de Quitina/Chitosan.

La unidad principal en la molécula de quitina es 2-Deoxi-2-(acetilamin)-Glucosa que está unida por un enlace 1,4-glicosídico y forma un polímero lineal natural. La eliminación del grupo de acetil con hidróxido de sodio produce chitosan. Chitosan ha sido utilizada como un componente importante en nutracéutico (suplementos para la pérdida de peso), productos farmacéuticos (medicamento de liberación controlada, suturas quirúrgicas, matriz de piel artificial, microencapsulado, recubrimiento de heridas, etc.), alimentos (huevos, recubrimiento de frutas y carne para prolongar vida útil), papel (recubrimiento) y aplicaciones para el tratamiento de aguas de desecho (proteínas, tintas, recuperación de metales pesados).

La quitina y chitosan, subproductos del camarón, son producidos utilizando enzimas desproteinizantes para saborizantes; también se realizan tratamientos químicos adicionales para eliminar los residuos de proteína, lípidos, minerales y el grupo acetilo.



Quitina procesada.

Tabla 7. Especificaciones del producto

Apariencia: hojuela o polvo	Color: blanco, amarillo leve
Olor: ningún sabor u olor	Grado de desacetilación: 70-95%
Valor de pH: 7-9	Proteína: menos de 1%
Pérdida en seco: menos del 10%	Ceniza: menos del 1%
Viscosidad: 1% chitosan en solución de 1% de ácido acético (20 a 2000 cps)	

5.1.2 Elaboración de salsa a partir de la cabeza de camarón.

Las cabezas de camarón se mezclan con otros ingredientes para la elaboración de salsa. Las salsas de mariscos se utilizan comúnmente en muchas recetas. Se pueden utilizar los siguientes métodos para la obtención de la salsa:

- El producto secundario del camarón se hidroliza y se filtra;
- La cabeza del camarón fresco se cocina y luego se pasa a través de una máquina deshuesadora;
- La cabeza del camarón fresco se seca primero y luego se muele hasta ser polvo;
- La cabeza del camarón fresco se muele hasta que llegue a ser micro partículas.



La carne y el jugo se utilizan como ingredientes saborizantes del camarón. Todos los nutrientes de la cabeza del camarón se preservan muy bien, por lo que el producto puede utilizarse como saborizante para alimentos o bien para producir sopa de camarón.

Todos los nutrientes de la cabeza del camarón se preservan muy bien, excepto en los métodos 5.1.1 y 5.1.2, ya que las conchas se retiran para la producción de quitina/chitosan. Debido a costos razonablemente bajos y a una buena estabilidad, el producto puede utilizarse como saborizante para alimentos o bien para producir sopa de camarón. Entre la materia prima y los ingredientes comunes que pueden incluirse están: productos secundarios de camarón fresco, especias, jengibre, sal, azúcar, glutamato de sodio, licor, pasta de manía, goma y benzoato de sodio.

Tabla 8. Especificaciones del producto

Color	café brillante o café-rojizo con brillo
Textura	pasta líquida y viscosa
Sabor	sabor y color de camarón fresco sin olores no deseables



Cabezas de camarón después del proceso de molido.

5.1.3 Elaboración de hojuelas de camarón

Las hojuelas de camarón se producen de la carne del camarón o de polvo deshidratado de camarón mezclado con sazónadores y almidón, se hierve, se enfría, se corta en rodajas y luego se seca y empaca. Las hojuelas se utilizan comúnmente en bocadillos (*snacks*) fritos que muestran textura tostada. El producto se fríe antes de ingerirse.

Entre la materia prima y los ingredientes se incluye productos secundarios de camarón en pasta, polvo o carne, almidón, glutamato de sodio, azúcar, sal, mezcla de especias y pigmentos

Tabla 9. Especificaciones del producto

Color	Semi-transparente con superficie brillante
Textura	Dura y crujiente
Índice de expansión lineal después de freír	1.8
Textura de hojuela frita	textura porosa y crujiente con centro duro
Sabor	sabor natural de camarón

5.1.4 Elaboración de harina a partir de cabeza y concha de camarón

La harina es una fuente excelente de minerales, quitina, colesterol, fosfolípidos, y ácidos grasos también sirve como actrante; ésta debe contener un mínimo de 32% de proteína y 4% de lípidos y un máximo de 14% de fibras. La cantidad de nutrientes que obtenganos de la harina dependerá del tipo de camarón que se ha procesado existe harina con un rango de proteína de 51.31% otras con 47.94%, es probable que en la mayor haya quedado pequeños trozos de carnes pegados en la cáscara y por consiguiente se haya elevado el contenido de proteína cruda. También hay que tomar en cuenta que las diferencias de los valores se deben a las diferentes especies de camarón con las que se trabaja, tamaño y tiempos de muda.



El proceso inicia con la recepción de los desechos de cabezas y conchas, seguidamente estas son refrigeradas para su procesamiento posterior. Después de la etapa de cocimiento estos son enviados hacia un tambor rotatorio para la deshidratación y finalmente se envía a un molino de martillo a la trituración y finalmente obtener la harina. El producto terminado debe cumplir con las siguientes características:

Tabla 10. Características de la harina

Parámetros	%
Humedad	8.22
Proteína	49.8
Grasas	10.61
Sal	0.95
Calcio	4.78
Fósforo	1.25 - 1.59
Cenizas	16.78
Nitrógeno	3.74
Fibra	13.8
Quitina	13
Lípidos	4

Beneficios

- Ingresos adicionales.
- Aprovechamiento de los desechos en la obtención de subproductos.
- Mejor desempeño ambiental.
- Reducción de los desechos que se incorporan al efluente y por consiguiente la carga orgánica del mismo.
- Crear nuevos empleos.
- Mejora la imagen de la empresa ante la sociedad y las autoridades ambientales.



5.2 Tratamiento de Aguas Residuales

Mientras que la reducción en la fuente y el reciclaje son prioridades para la reducción de desechos, una vez explorados y aplicado todos los posibles métodos, inevitablemente se generan algunos desechos y es necesario investigar tecnologías de tratamiento acertadas para la reducción de su impacto en el ambiente.

Existen diferentes maneras de tratar las aguas de desecho que contienen una alta cantidad de nutrientes, incluyendo tratamientos químicos y filtración de membrana. Aún cuando se trate de esquemas de tratamiento de 'final del tubo', es importante mantener una mentalidad de reducción de fuente - costo más bajo con uso mínimo de materiales tóxicos y peligrosos. El proceso de tratamiento puede ser visto como una operación separada y distinta a PML, sin embargo este enfoque se puede también aplicar al tratamiento de desechos (ver Figura 4).

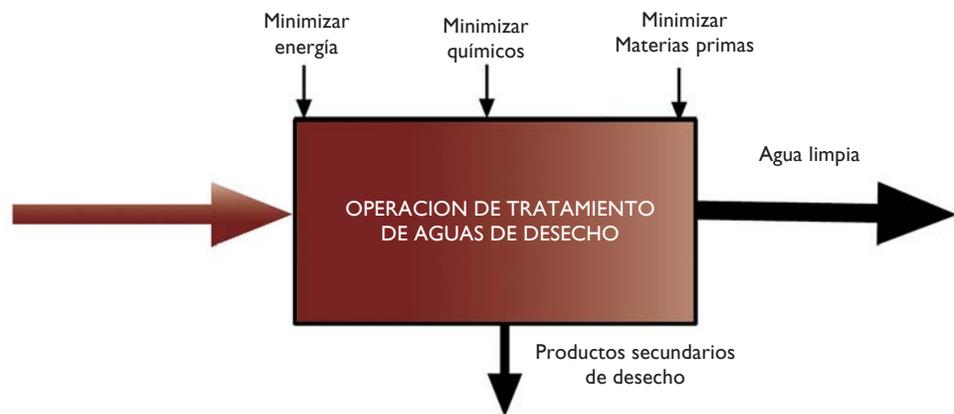


Figura 4. Análisis del tratamiento del agua como otra operación de PML



Tecnología de membranas.

Sobre la base de la experiencia en industrias camaroneras se pueden utilizar dos tipos de procesos, los cuales se describen a continuación:

5.2.1 Filtración de membrana⁵

Las ventajas del proceso de filtración de membrana sobre otras tecnologías incluye: la no adición de químicos y por lo tanto, ninguna necesidad de compensación, lo cual requeriría de monitoreo y control de procesos. Adicionalmente, debido a que la solución no es alterada químicamente, las proteínas de camarón concentradas, se pueden recuperar más fácilmente para un posible procesamiento futuro.

Las membranas pueden separar las partículas del tamaño de micrones (micro

⁵ Fuente: Eugene Park Ph, D epark@parkenvironmental.com

filtración), partículas menores que 0.1 micrón de tamaño o moléculas grandes (ultra filtración), y moléculas pequeñas, así como metal disuelto (nano filtración o osmosis revertida). La ultrafiltración se utiliza comúnmente para limpiar muchos tipos de aguas de desecho debido a sus capacidades de separación de mediano rango y sus razonables costos de capital/operación. Para hacer uso de membranas más compactas como la nano filtración y la osmosis revertida, se necesita equipo de alta presión, cuyo mantenimiento es más costoso. Se hace un intercambio para balancear costos y la calidad del agua producida. De las pruebas realizadas en aguas de desecho en el procesamiento de calamar, los orgánicos, según las mediciones de DBO (demanda bioquímica de oxígeno), se podían reducir hasta en un 80% utilizando la ultra filtración. Pruebas similares en las que se utilizó las membranas de nano filtración producen un porcentaje de reducción aún mayor, pero los costos serían inaceptablemente altos debido a la mayor presión y al aumento en el requerimiento del área de membrana.

El esquema del proceso para una operación de membrana de una sola etapa se puede observar en la Figura 5,

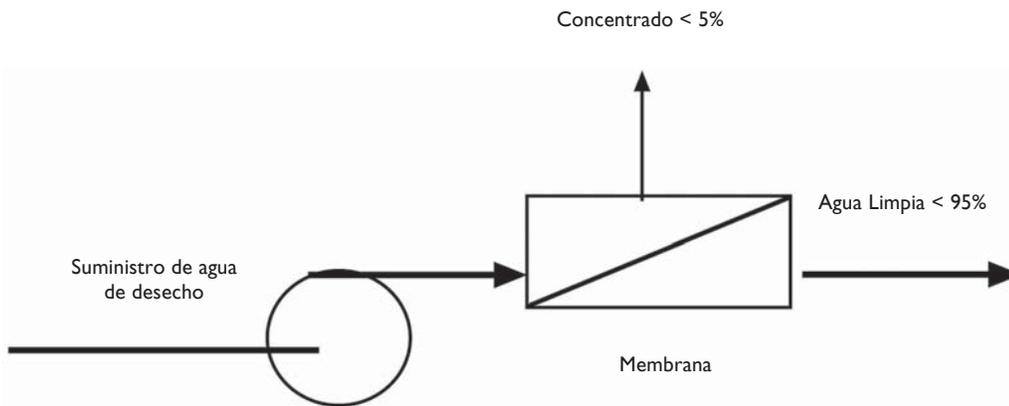
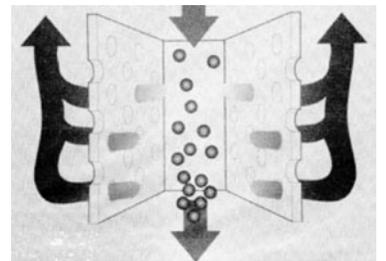


Figura 5. Esquema de membrana de única etapa

En cualquier proceso de membrana, los flujos concentrados también deben ser tratados como corresponde. En esta aplicación particular, los flujos concentrados contienen altos niveles de orgánicos que han sido separados por la membrana. Se predice que el volumen del concentrado es de aproximadamente 5% del total del volumen tratado. Por ejemplo, si se tratan 100,000 galones/día de aguas de desecho como afluente diario al proceso, se producirán 95,000 galones/día de agua limpia (o penetrada) y 5,000 galones/día de concentrado. Entre los usos posibles para el concentrado se incluyen un procesamiento adicional para el desarrollo de producto de grado inferior como fertilizante, y tratamiento secundario con otras tecnologías como evaporación o tratamiento biológico.



Las membranas separan moléculas grandes y pequeñas.



5.2.2 Tratamiento biológico

El tratamiento de aguas de desecho ricas en nutrientes, tradicionalmente se ha realizado con el uso de microorganismos que descomponen los compuestos orgánicos en dióxido de carbono y agua. En los sistemas anaeróbicos, no se utiliza oxígeno, y se produce metano en vez de dióxido de carbono. Los costos generales asociados con la adquisición y funcionamiento de la mayoría de opciones de tratamiento biológico, tales como sistemas de activados de fangos de alcantarillas son demasiado altos para la mayoría de aplicaciones industriales. Los desarrollos recientes que utilizan tanto tratamientos anaeróbicos como aeróbicos han permitido que ciertas aplicaciones industriales se vuelvan más efectivas en cuanto a costo. En la actualidad se encuentra disponible en el mercado un material de red diseñado de forma especial, en el cual los microorganismos necesarios para digerir y reducir la carga orgánica de las aguas de desecho, pueden crecer y se adhieren. En los sistemas estándar de tratamiento de fangos de alcantarillas activados, el microorganismo se suspende y no se adhiere. El "Fango de alcantarilla activado y de película fija activada" o IFAS (por sus siglas en inglés) es un proceso de fango de alcantarilla activado que combina una aglomeración bacteriana suspendida de agua de desecho con una población fija de bacterias que digieren los desechos.

En los sistemas tradicionales, los requerimientos de capacidad de tanques grandes y el mantenimiento extra debido al manejo de fangos de alcantarilla son preocupaciones comunes. Se considera que el material de red utilizado en estos sistemas ofrece un tipo de tratamiento biológico de 'película fija' o 'adherido'; la configuración utilizada puede ser de manera sumergida, en la cual se proporciona aireación bajo el agua para la transferencia de oxígeno o independiente, en la cual el agua de desecho se pasa gradual e irregularmente a través del material de la red.

Se ha comprobado que la tecnología IFAS proporciona a las plantas de tratamiento y lagunas de oxidación opciones efectivas de bajo costo para una mejor capacidad de tratamiento. Las plataformas de medios, colocadas en una pila de tratamiento o laguna, atraen rápidamente y fijan microorganismos que digieren desechos debido a que cada plataforma sostiene miles de pies de sustrato en el área alta de la superficie. Se ha desarrollado sustrato (medios) de fijación de biomasa altamente eficientes para permitir un significativo crecimiento de microbios y por lo tanto, altos niveles de digestión. El diseño, así como las dimensiones de marco dependen de la pila o laguna.



Plataforma de medios.



Las plataformas pueden asegurarse directamente al piso de una pila o bien a un sistema de rieles que permite la fácil movilización de plataformas para mantenimiento rutinario. Para aplicaciones de lagunas, puede ser más fácil hacer flotar las plataformas. De ser necesario, se pueden adherir difusores directamente a las plataformas para asegurar aeración apropiada y un patrón de deslizamiento de aguas de desecho a través de los medios.

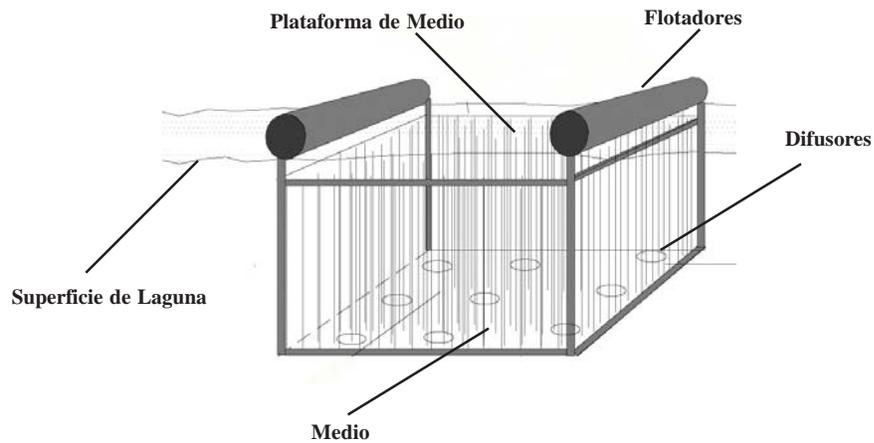


Figura 6. Plataforma de medio de bioproceso flotante



VI. CASOS EXITOSOS DE PML EN PROCESADORAS DE CAMARON



Camarones de Nicaragua (CAMANICA)
Dirección: Km 130, Carretera León-Chinandega,
Chinandega, Nicaragua
Tel: (505) 341-1628
Fax: (505) 341-3744
Contacto: Larry Drazba

Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua
Universidad Nacional de Ingeniería
Campus Simón Bolívar
Avenida Universitaria
Managua, Nicaragua
Telfax: (505)2703880
Apdo.Postal:5595
www.cpmplnic.org.ni
Contacto: Ing. César Barahona/Director CPML-N

Hoja Técnica “Camarones de Nicaragua”

Descripción de la Empresa:
Nombre: Camarones de Nicaragua S.A.
Ubicación: Chinandega, Nicaragua
No. De Empleados: 300 fijos y 55 eventuales
Sector: Pesca
Productos principales: Camarón entero, camarón descabezado, camarón pelado (PUD, P&D, PPB, Shell on y Taylor)
Mercado: Internacional



BENEFICIOS ECONÓMICOS

Opciones	Inversión (US\$)	Ahorro (US\$/año)
Agua	5,036.00	2,964.12
Energía	32,294.00	20,845.76
Total	37,330.00	23,809.88

BENEFICIOS AMBIENTALES

Recurso	Ahorros Anuales
Agua	23,713 m3
Energía	138,258 Kg. de CO2



CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO	<p>CAMANICA S.A. es una industria procesadora y empacadora de camarones de exportación. El acopio se realiza en bins los cuales proviene de granjas camaroneras. El 60% de la producción es propia y el 40% es maquila de otras fincas.</p> <p>Actualmente la empresa está certificada en el sistema HACCP y en ACC, por lo tanto cumple con las normas de higiene y calidad en la adquisición y manejo de la materia prima a lo largo de todo el proceso.</p>
RESUMEN DEL PROYECTO	<p>La evaluación de PML en CAMANICA realizada por el CPML consistió en la segunda fase de aplicación, dando continuidad a la primera etapa realizada por la empresa consultora estadounidense Park Environmental, a través del apoyo de PROARCA / SIGMA. El análisis de esta segunda etapa se centró en el consumo de agua, generación de efluentes y consumo de energía. Los principales potenciales de mejora se encontraron en la reducción del volumen de agua utilizada, lo cual beneficia el funcionamiento del sistema de tratamiento actual con que cuenta la empresa. Se generó un total de 11 opciones que representan una disminución del 26.5% del consumo mensual de agua y 5% de reducción en la factura eléctrica anual. También se dio seguimiento a la implementación de las opciones de mejora encontradas en la primera etapa de evaluación, concluyendo que el 50 % de las recomendaciones fueron implementadas y 33.33 % se encuentran parcialmente implementadas. Sin embargo, la empresa está dando continuidad a la aplicación de PML, a través de un plan de trabajo donde se integran todas las opciones de ambas etapas de evaluación. Como parte del proyecto, también se capacitó al personal y se formó un grupo de trabajo para la gestión de la aplicación de PML en la empresa.</p>
PARTICIPANTES	<p>Empresa consultora Estadounidense Park Environmental y Equipo de consultores del CPML-N, con financiamiento de PROARCA/SIGMA a través de fondos de la AID y el apoyo del equipo de trabajo de la empresa.</p>
CONCLUSIONES	<p>La Evaluación en Planta realizada en CAMANICA S.A. generó una cantidad de 11 opciones, de las cuales se obtiene un ahorro total estimado de US \$ 23,809.88 anuales con una inversión total de US\$ 37,330.00. También se ha integrado a la empresa la metodología de PML como una herramienta de mejora continua, gracias a la concientización y capacitación del personal y al interés de la gerencia</p>



Sahlman Seafoods of Nicaragua
 Dirección: Municipio del Viejo, Chinandega,
 138 km, Carretera a Chinandega
 Tel: (505) 344-2453
 Fax: (505) 344-2455
 Contacto: Verónica Paredes (gerente de
 producción)

Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua
 Universidad Nacional de Ingeniería
 Campus Simón Bolívar
 Avenida Universitaria
 Managua, Nicaragua
 Telfax: (505)2703880
 Apdo.Postal:5595
 www.cpmplnic.org.ni
 Contacto: Ing. César Barahona/Director CPML-N

Hoja Técnica “Sahlman Seafoods of Nicaragua”

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Nombre: SAHLMAN SEAFOODS OF NICARAGUA
Ubicación: Municipio del Viejo, Chinandega, a 138 Km de la ciudad de Managua
No. Empleados: 448 eventuales y 91 fijos
Producto: Camarón entero, camarón descabezado, camarón pelado (PUD, P&D ,P&D Talyon)
Mercado: Europa, Estados Unidos y una pequeña parte mercado nacional
Producción: 3,385,351.9 Kg/año
Sector: Pesca



BENEFICIOS ECONÓMICOS ESTIMADOS (I FASE)

RECURSO	INVERSIÓN (US\$)	AHORROS (\$\$/AÑO)	# DE OPCIONES
MATERIA PRIMA	0	3,362.90	1
AGUA	7,883.39	35,411.09	11
ENERGIA	8,139.00	35,836.68	4
DESECHOS	-	-	-
TOTAL	16,022.39	74,613.90	16

BENEFICIOS AMBIENTALES (I FASE)

Recurso	Ahorro	Observaciones
Agua	54,808 m3/año	Contribuye en reducir el consumo de agua en la planta y por ende una disminución del caudal del agua residual a vertir. Además que se garantiza mayor vida útil a la fuente natural.
Materiales	3,362.9 US\$/año	El cambio de Hipoclorito de Calcio por Hipoclorito de Sodio garantiza, ahorro económico, ya que es un producto que se encuentra en el mercado nacional, evita las emisiones de gases durante su uso (saneamiento) y en el agua residual elimina la presencia de óxido de calcio.
CO2	191,857 kgs de CO2/año	La empresa potencialmente puede hacer un aporte a la reducción en la generación de gases de efecto invernadero, principalmente en la reducción de emisiones de CO2.



CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO	Sahlman Sea Foods of Nicaragua S.A. es una industria procesadora y empacadora de camarones de exportación. El acopio se realiza en bins los cuales proviene de más de 100 granjas camaroneras de la zona, así como de granjas propias de la empresa. La producción está dirigida a camarón cola o descabezado, en temporada alta, camarón entero PUD y camarón pelado P&D. Los potenciales de mejora del proceso se basan en la mejora del uso del agua y de la energía, los cuales por las características del proceso, presentan un elevado consumo.
RESUMEN DEL PROYECTO	El objetivo de la evaluación de PML consistió en realizar un análisis del proceso productivo respecto al consumo de materia prima, agua y energía, con el fin de generar oportunidades que contribuyan a aumentar la eficiencia del proceso, mediante una evaluación técnica económica y ambiental de las oportunidades identificadas.
PARTICIPANTES	La evaluación fue realizada por consultores del CPML, con la ayuda del equipo de la empresa constituido por: Directora de Control de Calidad, Gerente de Operaciones, Supervisor de Saneamiento, Gerente Financiero y Gerente de Mantenimiento.
CONCLUSIONES	La aplicación de PML en la empresa camaronera Sahlman Seafoods se generó opciones que permiten reducir un 60% del consumo de agua y 8% en consumo de energía, contribuyendo a la reducción de costos operativos. Otro aspecto de importancia es que la empresa ha venido integrándose a actividades que la comunidad ha desarrollado a favor del medio ambiente. Así como formar parte de la comisión ambiental de la localidad donde se encuentra ubicada la empresa.

RESULTADOS DEL MONITOREO (4 MESES DESPUÉS DE LA EVALUACIÓN)

Porcentaje de implementación: 60 %

RECURSO	INVERSIÓN (US\$)	AHORROS (S\$/AÑO)	Observaciones
MATERIA PRIMA	0.00	3,445.94	Sustitución de materiales de desinfección.
AGUA	951.25	7,412.41	15 % de reducción del consumo y del efluente (12,625.7 m ³).
ENERGIA	20,000.00	11,843.00	Reducción de 30,089 Kg de CO ₂ emitidos al ambiente.
TOTAL	20,951.25	22,701.35	

**Mar y Sol**

Dirección: Cantón el Jagüey, Jurisdicción de Conchagua, Departamento de la Unión
 Contacto: Dalila Marisol Soriano
 Teléfono: (503) 222-4245
 Fax: (503) 649-5072

Centro Nacional de Producción más Limpia de El Salvador
 Calle Lirio # 19, Colonia Maquilishuat
 Tel: (503) 264-4622/23/24 ext. 122
 Contacto: Ing. Yolanda Salazar de Tobar/Director CPML-N.
www.camagro.com/cnpml/

Hoja Técnica “Mary Sol”

Descripción de la empresa

Nombre de la empresa: MARY SOL S.A de C.V

Ubicación: San Salvador

No Empleados: 114 empleados, 110 en planta y 4 en área administrativa

Producto: Procesamiento de camarón blanco y rojo

Mercado: Nacional

Producción: 20,000 Kg/mes

Sector: Pesca y Mariscos

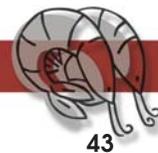


BENEFICIOS ECONÓMICOS

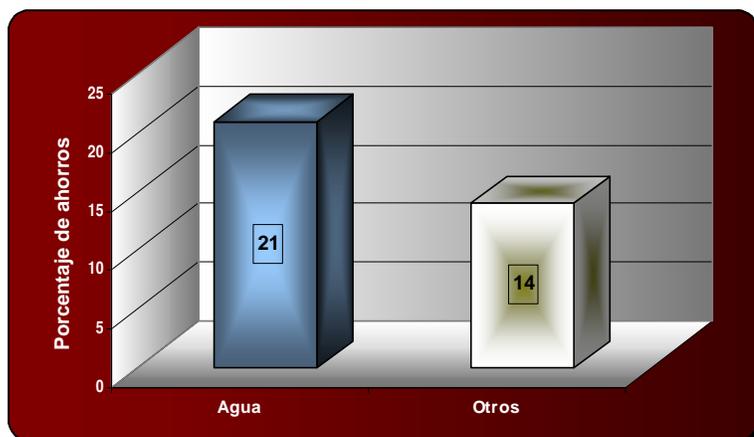
Recurso	Inversión(US\$)	Ahorros (US\$/año)	# de opciones
Agua	64.12	11,302.59	4
Energía	---	2,681.91	1
Otros	11,271.30	8,230.63	2
Total	11,335.42	22,215.13	7

BENEFICIOS AMBIENTALES

Recurso	Ahorro	Observaciones
Agua	1,504.66 m3/año de agua	Estos ahorros son obtenidos a través de la implementación de sistemas de recirculación y principalmente a la aplicación de las buenas prácticas operativas.
CO ²	28,530.9 Kg	El ahorro es debido a la optimización de energía eléctrica dentro de la planta.
Freón R-22	Reducción de 165 Kg de freón R-22/año	Este ahorro es debido a la reparación de las fugas en la máquina de elaboración de hielo.



RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN MONITOREADA UN AÑO DESPUÉS DE LA EVALUACIÓN PRELIMINAR.



Recurso	Beneficio económico (U\$/año)	Beneficio ambiental
Consumo de agua	2,384.00	767 m3/año
Otros	1,152.00	163 Kg de Freón/año

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO

La capacidad promedio mensual de producción de la empresa actualmente es de 22,743.7 Kg. de camarón procesado. Dicha empresa cuenta con un total de 114 empleadas (mujeres) de las cuales se distinguen 4 en el área de administración y 110 en producción. Los principales desechos generados son los correspondientes a las operaciones de deshielo de producto en el área de recepción de materia prima, en la operación de lavado de producto tanto de camarón shellon como PyD, PUD, dichas aguas poseen un alto contenido de carga orgánica, debido a que las partículas de camarón quedan suspendidas, elevando así la concentración de sólidos totales, también se tienen las aguas de limpieza de equipos, estas poseen un alto contenido de carga química debido al uso de detergentes los cuales son utilizados para la limpieza y desinfección del lugar. Los vertidos son conducidos a través de tuberías subterráneas por gravedad hacia unas fosas sépticas que son propiedad de la empresa, pero las fosas sépticas están sobre dimensionadas ya que se rebalsan debido a la elevada descarga contaminante diaria que resulta al final del proceso. La generación de vertidos sólidos dentro de la empresa podemos mencionar la cáscara tanto de camarón como chacalín la cual se genera en la operación de pelado, dicha cáscara no es tratada actualmente, sino que esta es acumulada en forma de basura, y al final de cada mes es llevada por el camión recolector de la basura hacia el botadero municipal.



Resumen del Proyecto	<p>Mediante la visita a la empresa Mar y Sol se pudo determinar que las operaciones de lavado de camarón y chacalín, deshiélalo de producto, así como las aguas de limpieza de equipos presentan un elevado potencial de mejora tanto desde el punto de vista económico como ambiental para la empresa, debido a que en dichas operaciones se pudo constatar de que el recurso agua y hielo son utilizados en exceso, también se pudo determinar que el sistema de refrigeración tanto de los cuartos fríos, como de la maquina para hacer hielo no se encontraban en un buen estado existiendo fugas de refrigerante freon 22, así como también de agua la cual influyen grandemente en la eficiencia de la máquina, incurriendo en costos de energía eléctrica para la empresa, así como de producto dañado. Presentándose a continuación las áreas y operaciones que a criterio del concepto de producción más limpia poseen un alto potencial de mejora tanto económico como ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none">● En la operación de lavado y limpieza de equipos las mangueras que utilizan para llenar los recipientes de lavado y limpieza pasan encendidas mucho tiempo provocando así un excesivo desperdicio de este recurso, y aumentando la descarga líquida debido a su elevado contenido orgánico, así como agua con un alto contenido de químico debido a la utilización de los detergentes, principalmente el cloro.● En cuanto a la utilización del hielo se está generando más hielo del que se necesita en el procesamiento de dichos productos provocando una alza en los costos de energía, así como también de refrigerante (FREON), el cual aparte de ser caro, este daña la capa de ozono, y contribuye al efecto de gases de invernadero.● En la operación de deshielo de producto se ocupa al agua en exceso debido a que dicho recurso es utilizado para descongelar el camarón contribuyendo así dicha operación en la generación de los vertidos líquidos debido a su alto contenido de carga orgánica.● En el sistema de refrigeración se pudo determinar que existían fugas tanto de refrigerante como de agua, provocando una disminución considerable de la eficiencia de la maquina para hacer hielo, por lo que se desaprovecha en esta área el sistema de energía, debido a las fugas existentes dentro de dicho sistema.
PARTICIPANTES	Park Environmental (consultora estadounidense experta en el sector camarónicas) y el Centro de la Producción más Limpia de El Salvador, con el apoyo de PROARCA/SIGMA.
CONCLUSIONES	<p>Mediante la visita a la empresa Mar y Sol se pudo determinar que las operaciones de lavado de camarón y chacalín, deshiélalo de producto, así como las aguas de limpieza de equipos presentan un elevado potencial de mejora tanto desde el punto de vista económico como ambiental para la empresa, debido a que en dichas operaciones se pudo constatar de que el recurso agua y hielo son utilizados en exceso, también se pudo determinar que el sistema de refrigeración tanto de los cuartos fríos, como de la maquina para hacer hielo no se encontraban en un buen estado existiendo fugas de refrigerante freon 22, así como también de agua la cual influyen grandemente en la eficiencia de la maquina, incurriendo en costos de energía eléctrica para la empresa, así como de producto dañado.</p>

**PROSALMAR**

Dirección: Cantón el Jagüey Carretera al Tamarindo Jurisdicción de Conchagua, departamento de la Unión
 Contacto: Lic. Reina Castillo
 Teléfono: (503) 649-5053
 Fax: (503) 649-5211

Centro Nacional de Producción más Limpia de El Salvador
 Calle Lirio # 19, Colonia Maquilishuat
 Tel: (503) 264-4622/23/24 ext. 122
 Contacto: Ing. Yolanda Salazar de Tobar/Director CPML-N.
 www.camagro.com/cnpl/

Hoja Técnica “PROSALMAR”

Descripción de la empresa

Nombre de la empresa: PROSALMAR

Ubicación: San Salvador

No Empleados: 5 en planta y 2 administrativos, para un total de 7

Producto: Procesamiento de camarón blanco

Mercado: Nacional

Producción: 4,553.5 Kg/mes

Sector: Procesadora de alimentos



BENEFICIOS ECONÓMICOS ESTIMADOS EN LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DE PML

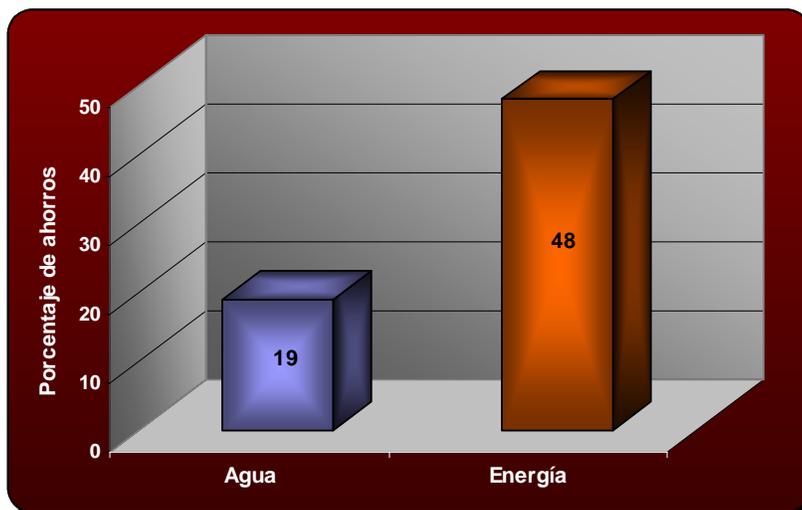
Recurso	Inversión(US\$)	Ahorros (US\$/año)	# de opciones
Agua	64.12	7,496.14	3
Energía	0.00	3,566.96	2
Total	64.12	11,063.10	5

BENEFICIOS AMBIENTALES

Recurso	Ahorro	Observaciones
Agua	550.39 m ³ /año	Reducción de la cantidad de agua a través de la recirculación de la misma para otras áreas del proceso, así como la colocación de reductores de flujo en las mangueras.
Energía	37,949.58 Kg de CO ²	Reducción de la cantidad de CO ₂ el cual es uno de los principales causantes del efecto invernadero.

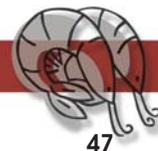


RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN MONITOREADA UN AÑO DESPUÉS DE LA EVALUACIÓN PRELIMINAR.



Recurso	Beneficio económico (U\$/año)	Beneficio ambiental
Consumo de agua	1,461.00	178.69 m3/año
Consumo de energía	1,702.00	18,111.6 Kg de CO ² /año

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO	<p>La capacidad promedio mensual de producción de la empresa actualmente es de 4553.5 Kg. de camarón. Dicha empresa cuenta con un total de 7 empleados de las cuales se distinguen 2 en el área de administración y 5 para el área de producción y limpieza general. Los principales desechos generados son los correspondientes a las operaciones de deshiélalo de producto en el área de recepción de materia prima, en la operación de lavado de producto de camarón con cáscara , dichas aguas poseen un alto contenido de carga orgánica, debido a que las partículas de camarón quedan suspendidas, elevando así la concentración de sólidos totales, también se tienen las aguas de limpieza de equipos, estas poseen un alto contenido de carga química debido al uso de detergentes los cuales son utilizados para la limpieza y desinfección del lugar. Los vertidos son conducidos a través de tuberías subterráneas por gravedad hacia dos fosas sépticas que son propiedad de la empresa.</p>
RESUMEN DEL PROYECTO	<p>Por medio de la evaluación la empresa podrá obtener beneficios económicos de 3,163 \$/año así como beneficios ambientales relacionados especialmente a un ahorro significativo de agua siendo este de 179 m3/ año y 20,124 kwh/año. La inversión que la empresa necesita realizar es de 65.0 \$.</p>



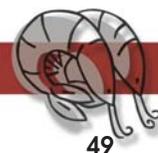
PARTICIPANTES	Park Environmental (consultora estadounidense experta en el sector camarón) y el Centro de la Producción más Limpia de El Salvador, con el apoyo de PROARCA/SIGMA.
CONCLUSIONES	<p>Mediante la visita a la empresa PROSALMAR se pudo determinar que las operaciones de lavado de camarón y chacalín, deshiélalo de producto, así como las aguas de limpieza de equipos presentan un elevado potencial de mejora tanto desde el punto de vista económico como ambiental para la empresa, debido a que en dichas operaciones se pudo constatar de que el recurso agua y hielo son utilizados en exceso, también se pudo determinar que el sistema de refrigeración tanto de los cuartos fríos, como de la máquina para hacer hielo no se encontraban en un buen estado existiendo fugas de agua ya que el sistema de tuberías se encuentra muy deteriorado por lo que el agua de alimentación influyen grandemente en la eficiencia de la máquina, incurriendo en costos de energía eléctrica para la empresa. Presentándose a continuación las áreas y operaciones que a criterio del concepto de producción más limpia poseen un alto potencial de mejora tanto económico como ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● En la operación de lavado y limpieza de equipos las mangueras que utilizan para llenar los recipientes de lavado y limpieza pasan encendidas mucho tiempo provocando así un excesivo desperdicio de este recurso, y aumentando la descarga líquida debido a su elevado contenido orgánico, así como agua con un alto contenido de químico debido a la utilización de los detergentes, principalmente el cloro. ● En cuanto a la utilización del hielo se está generando más hielo del que se necesita en el procesamiento de dichos productos provocando una alza en los costos de energía, también debido al sistema de tuberías de la máquina de hielo el cual se encuentra dañado, influyendo en la eficiencia de la máquina de hielo, ya que dicha eficiencia es bastante baja por lo que existe un gran porcentaje de agua que no es transformada en hielo. ● En la operación de deshielo de producto se ocupa al agua en exceso debido a que dicho recurso es utilizado para descongelar el camarón contribuyendo así dicha operación en la generación de los vertidos líquidos debido a su alto contenido de carga orgánica.



VII. PROVEEDORES DE TECNOLOGIA

7.1 Norteamérica

AQUAFAUNA BIOMARINE	Estados Unidos P.O. Box 5,Howthorne, California 92250 Telf: 310-676-9375 Fax: 310-676-9387 e-mail: aquafauna.bio-marine@worldnet.att.net www.aquafauna .com.	* Alimentos para camarones * Productos químicos y reactivos para laboratorio
GRAINGER	Estados Unidos www.grainger.com Branch Address: 6050 Southwest Freeway Houston, TX 77057-7514 Phone: 713-785-0175 Fax: 713-785-0498 Houston.International@grainger.com Grainger Export - Niles, IL E-mail: Europe.Africa@Grainger.com E-mail: Middle.East@Grainger.com Phone: 847-647-6000 Fax: 847-647-6004 Address: 5959 W. Howard St., MS: H470 Niles, IL 60714	* Equipos y accesorios
BONAR PLASTIC	Bonar Plastics BV Netherlands Tel: +31 570 660 706 Fax: +31 570 660 719 Email: netherlands@bonarplastics.net URL: www.bonarplastics.com Canada - Bonar Plastics 423 Highway 36 South Lindsay, Ontario K9V 4R8 Canada Tel: +1 800 661 7686 Fax: +1 705 328 1805	* Bines plásticos * Equipos de laboratorio * Compresores, equipos de refrigeración
INTRALOX	Estados Unidos INTRALOX, L.L.C. USA 201 Laitram Lane • Harahan, Louisiana 70123 • USA Toll Free: 800-535-8848 • Tel: 504-733-0463 • Fax: 800-877-7543 www.intralox.com ALOX, L.L.C. EUROPE Lemelerbergweg 20 • 1101 AJ Amsterdam Z.O. • The Netherlands Tel: +31-(0)20-430 36 00 • Fax: +31-(0)20-564 55 00	
PETRO-CHEM REFRIGERATION CORPORATION	Es PO Box 1157 La Porte Texas Telf: (258)930-0092 Fax. (281=930-0313	* Sistemas de refrigeración
STARGATE INTERNATIONAL INC	Estados Unidos Dirección: 10235S Progress Way Units 7&8 Parker. Co 80134 Telf: 303-840-8206 Fax:303-840-8320	* Linternas * Productos a base de Ozono * Equipos de laboratorio * Asistencia técnica



	<p>P.O. Box 95 Gardner, PA 17324 800-841-6800 Telf: 717-677-6181 Fax: 717-677-6826</p>	<p>* Alimentos para animales domésticos, zoológicos, laboratorio, acuicultura</p>
---	--	---

7.2 CENTROAMERICA

	<p>Nicaragua Carret Norte Km 2 1/2 Plaza Norte Módulo # 3 Teléfono: (505) 2400430, (505) 2488150</p>	<p>* Guantes Industriales * Capotes * Ropa Industrial * Protección * Focos Industriales * Calzado Industrial * Señalización</p>
<p>AQUATEC, S.A</p>	<p>Nicaragua Km. 2 1/2. Carretera Norte (505)249-6292, 248-3084 E-mail:ventasnic@hidrotecnia.net</p>	<p>* Sistemas de bombeo para agua</p>
<p>PRODUCTOS "EL SOL"</p>	<p>De los semaforos de Rubenia 2C. Al lago 21/2 arriba Teléfono: 289-7412 Fax: 289-1207</p>	<p>* Escurreidores de piso * Hidrolavadoras * Mangueras</p>
<p>SABINA DE INGENIERÍA, S.A.</p>	<p>Nicaragua Carret a Masaya Km 13 Teléfono: (505) 2799726 Fax: (505) 2799422</p>	<p>* Estructuras de Acero Inoxidable.</p>
	<p>'Nicaragua Rotonda El Periodista 100mts al Sur Contiguo a Ofiplaza Apartado Postal: #708 Managua, Nicaragua e-mail: sinte@ibw.com.ni Teléfono: (505) 2780177 Fax: (505) 1100</p>	<p>* División Industrial (Señalización, Plantas Eléctricas, Sellos de Seguridad, Básculas. * División Eléctrica (Iluminación, Accesorios, Cables y Alambres, Pararrayos).</p>
<p>MEM REFRIGERATION CARIBBEAN ALLIANCE CORPORATION</p>	<p>Costa Rica caccr@racsa.co.cr</p>	<p>* Equipos de refrigeración</p>

7.2 SURAMÉRICA

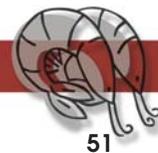
<p>BALZO S.A</p>	<p>Dirección: Cali cuchima , Ecuador Teléfono: (5934) 241546 Telefax. (5934)200452 E-mail: balzo07@telconet.net.balzoyahoo.com</p>	<p>* Diseño y Fabricación de máquinas clasificadoras</p>
<p>CORP-VER-COR Cia.Ltda</p>	<p>Dirección: BOSQUES DEL SALADO MZ. 301 SOLAR I LOCAL 5 Ciudad: GUAYAQUIL,Ecuador Teléfono: (593 4) 380284 fax: (593 4) 880960 E-mail: corpbrcor@hotmail.com</p>	<p>* Productos Químicos * Embalajes Plásticos * Mallas Plásticas para uso general * Mallas de filtración * Geomembranas</p>



MAXIGRAF S.A	Quito,Ecuador Calle los ciruelos y panamericana Norte Km 55 * Litografía y empaques	* Formularios continuos * Editorial * Tarjetas plastificadas
KOCH INDUSTRIES, INC	Koch-Glitsch Buenos Aires, Argentina 25 de Mayo 81, 5 Telephone: (54 11) 4343-7199 Fax: (54 11) 4343-6424 Koch Supply & Trading Londres, Inglaterra 2 George Yard, 7th Floor Lombard Street EC3V 9DH Telephone: 44 (0) 20 7648 6300	* Equipos y accesorios * Asistencia financiera * Servicios a industrias de diferentes ramos

7.3 Europa

STYLE INTERNACIONAL	Dirección: Midhraum 12, Islandia Teléfono: +3545448500 Fax: +3545448503 E-mail:grader@style.is	* Máquinas clasificadoras
----------------------------	---	---------------------------



VIII. GLOSARIO TÉCNICO

Butterfly: camarón descabezado, sin concha y con cortes en el abdomen.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Cantidad de oxígeno necesaria para la estabilización biológica de materia orgánica biodegradable.

Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 (DBO5) a 20 °C: Cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación biológica de sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua, a los 5 días a 20 °C..

Demanda Química de Oxígeno (DQO): La oxidación química fuerte de sustancias susceptibles de origen inorgánico y orgánico presentes en el agua.

Factor de Potencia: Es simplemente el nombre dado a la relación de la potencia activa usada en un circuito, expresada en vatios o kilovatios (KW), a la potencia aparente que se obtiene de las líneas de alimentación, expresada en voltio-amperios o kilovoltio-amperios (KVA).

Final del tubo: El tratamiento al final del tubo es una medida correctiva que actúa cuando ya se ha generado el problema y su significado tradicional está indicado a combatir la contaminación, el tratamiento de desechos y fuentes de desechos. El tratamiento del final del tubo puede incluir el tratamiento de agua residual, aire, ruido y desechos sólidos

Hidrolavadoras: Máquina que sirve para el lavado a presión con agua caliente o fría de las superficies a presión de 300 bares. Hasta 650 bares, con un caudal de agua de 300 a 650 l/h.

IFAS: Por sus siglas en inglés se le denomina al sistema de fangos activados con película fija utilizados en el tratamiento de aguas residuales.

Indicador Ambiental: Variable que permiten obtener información de la calidad ambiental de cada uno de los recursos naturales que se están monitoreando, como desechos sólidos, consumo de agua y emisiones gaseosas.

PYD : camarón pelado y desvenado

Producción Más Limpia: Estrategia preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos.

PUD: camarón pelado y con vena

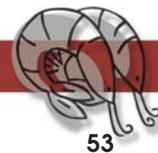
Recirculación de Agua: Operación de manejo de las aguas de la operación de lavado en circuito cerrado y con alta carga orgánica contaminante.

Sólidos Suspendidos o en suspensión: Son los sólidos no solubles que representan la diferencia entre los sólidos totales y los sólidos totales disueltos.



Shell-on: camarón con cabeza y concha

Tratamiento de desechos: El tratamiento de desechos incluye modificar la forma o composición del desecho a través de reacciones controladas para reducir o eliminar la cantidad de contaminantes. Algunos ejemplos son el tratamiento biológico, la incineración y el tratamiento clínico.



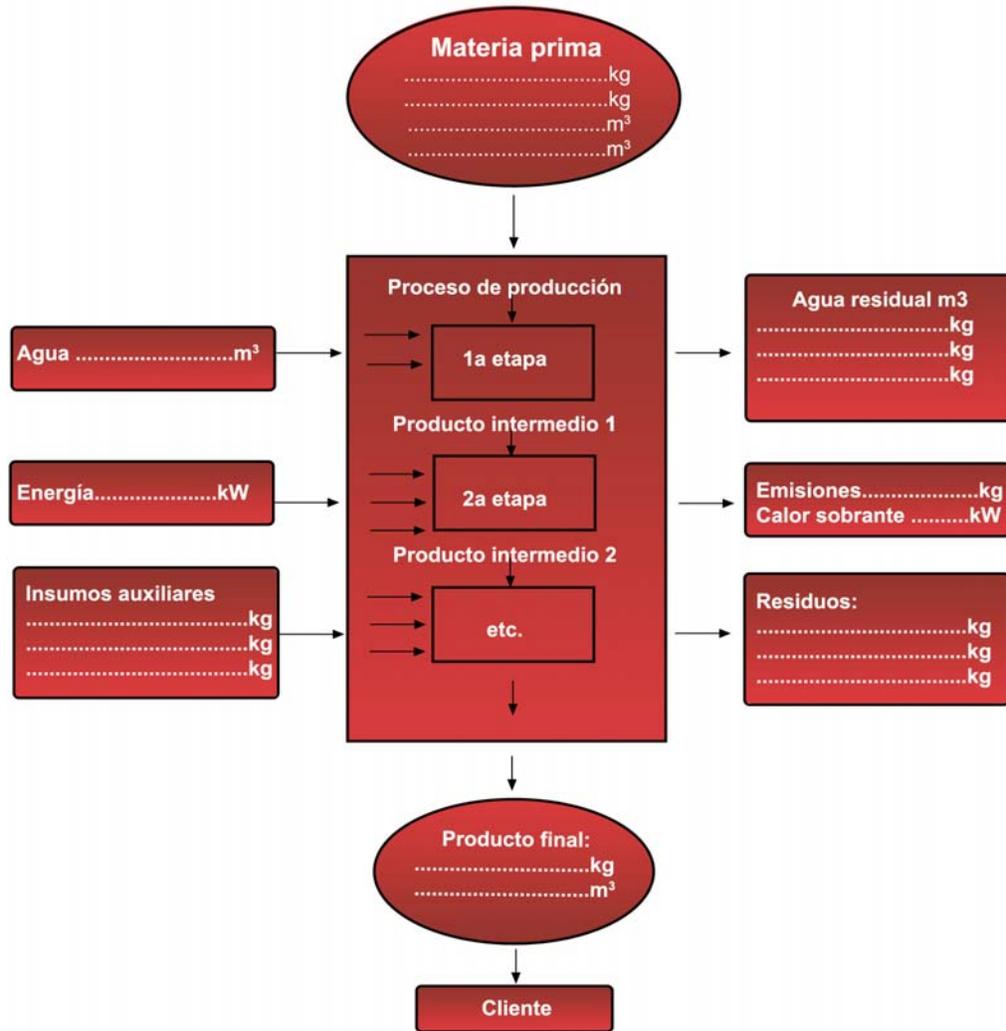
IX. BIBLIOGRAFÍA

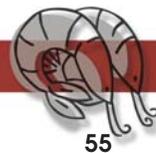
1. **Cleaner Production Assessment in Fish Processing.** Danish Environmental Protection Agency. UNEP.
2. **Evaluación en Planta en una Procesadora de Camarón de Nicaragua.** Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2002
3. **Evaluación en Planta en una Procesadora de Camarón de Nicaragua.** Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua, 2004.
4. **Evaluación en Planta en una Procesadora de Camarón San Salvador,** Centro de Nacional de Producción Más Limpia del Salvador, 2003.
5. **Evaluación en Planta en una Procesadora de Camarón San Salvador,** Centro Nacional de Producción Más Limpia el Salvador, 2003.
6. **Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en el Proceso Primario de Productos Acuícola,** Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo A.C.
7. **Manual de la Contaminación Industrial,** Freeman Harry M, 1998
8. **Manual de Eficiencia energética de Producción Más Limpia.** Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2003.
9. **50 Sugerencias Para Una Mayor Eficiencia Ambiental En La Industria De Alimentos,** CEGESTI, 1996
10. **Tratamiento de Aguas Residuales,** Veenstra & Polsprasert, 1996.



X. ANEXOS

Anexo 10.1 Esquema Conceptual del Balance de Materiales





Anexo 10.2 Cálculo del Costo del Agua.

a) Cálculo del consumo de energía del sistema de bombeo.

P = Potencia de la bomba.

t = Tiempo de operación de la bomba al mes (considerando que el agua es almacenada en un tanque que cuenta con un controlador de nivel de agua).

T = tarifa de energía aplicada a la empresa.

1 Energía consumida por la bomba:

$$E \text{ (kWh/mes)} = P \text{ (kW)} * t \text{ (h/mes)}$$

2 Costo de la energía consumida por la bomba.

$$\text{U\$ / mes} = E \text{ (kWh/mes)} * T \text{ (U\$/kWh)}.$$

3 Costo energético del m³ de agua.

$$\text{U\$ / m}^3 = (\text{U\$ / mes}) / (\text{m}^3/\text{mes})$$

b) Cálculo del costo del cloro por m³ de agua (U\$ / m³).

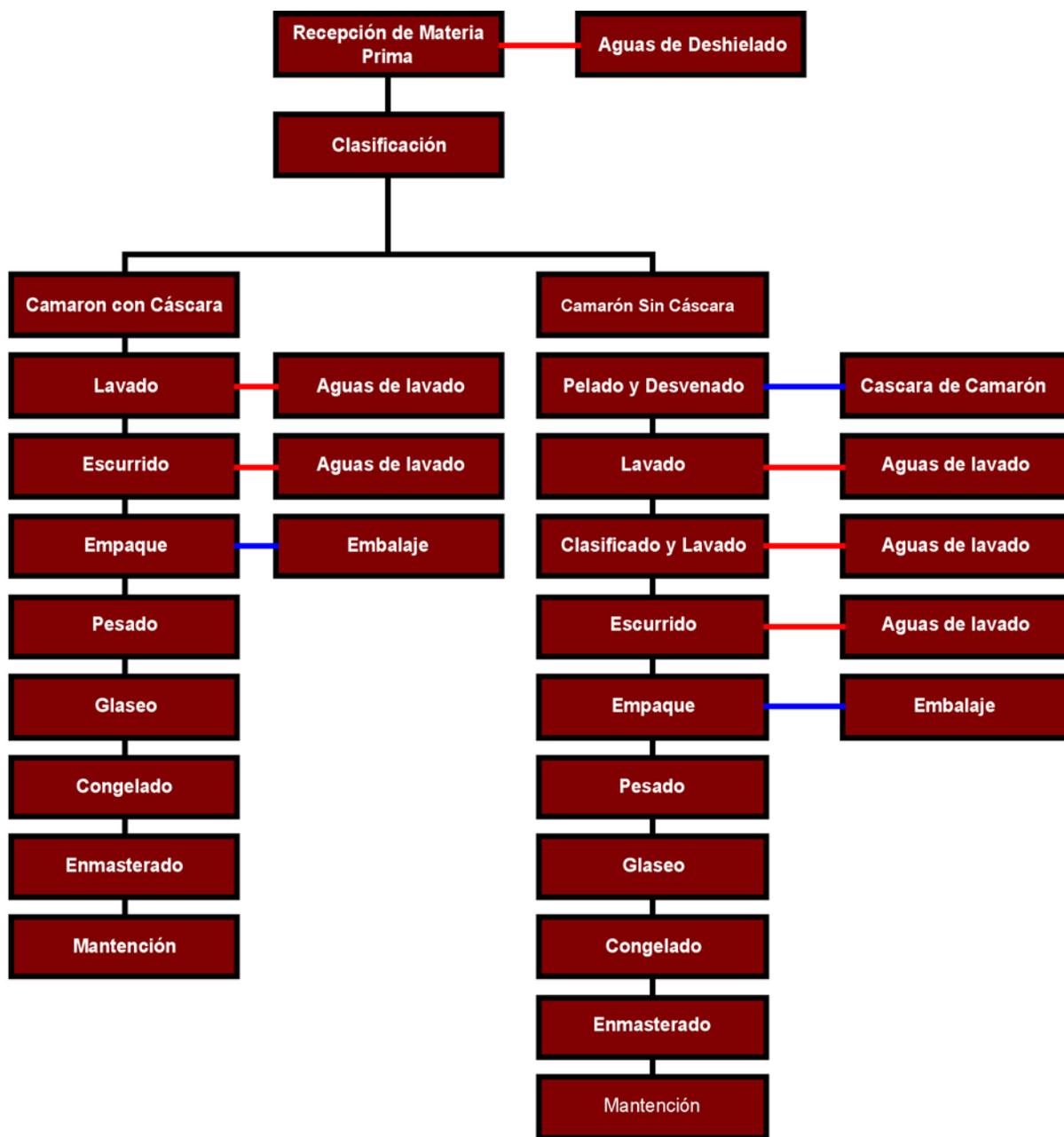
Se toma el total de cloro gastado al mes en el sistema clorinador y se divide entre el volumen de agua gastado en el mismo período de tiempo.

c) Costo total del agua.

$$\text{Costo del cloro (U\$ / m}^3) + \text{Costo de energía por bombeo (U\$ / m}^3).$$



Anexo 10.3 Diagrama de proceso de Elaboración de Quitina/ Chitosan

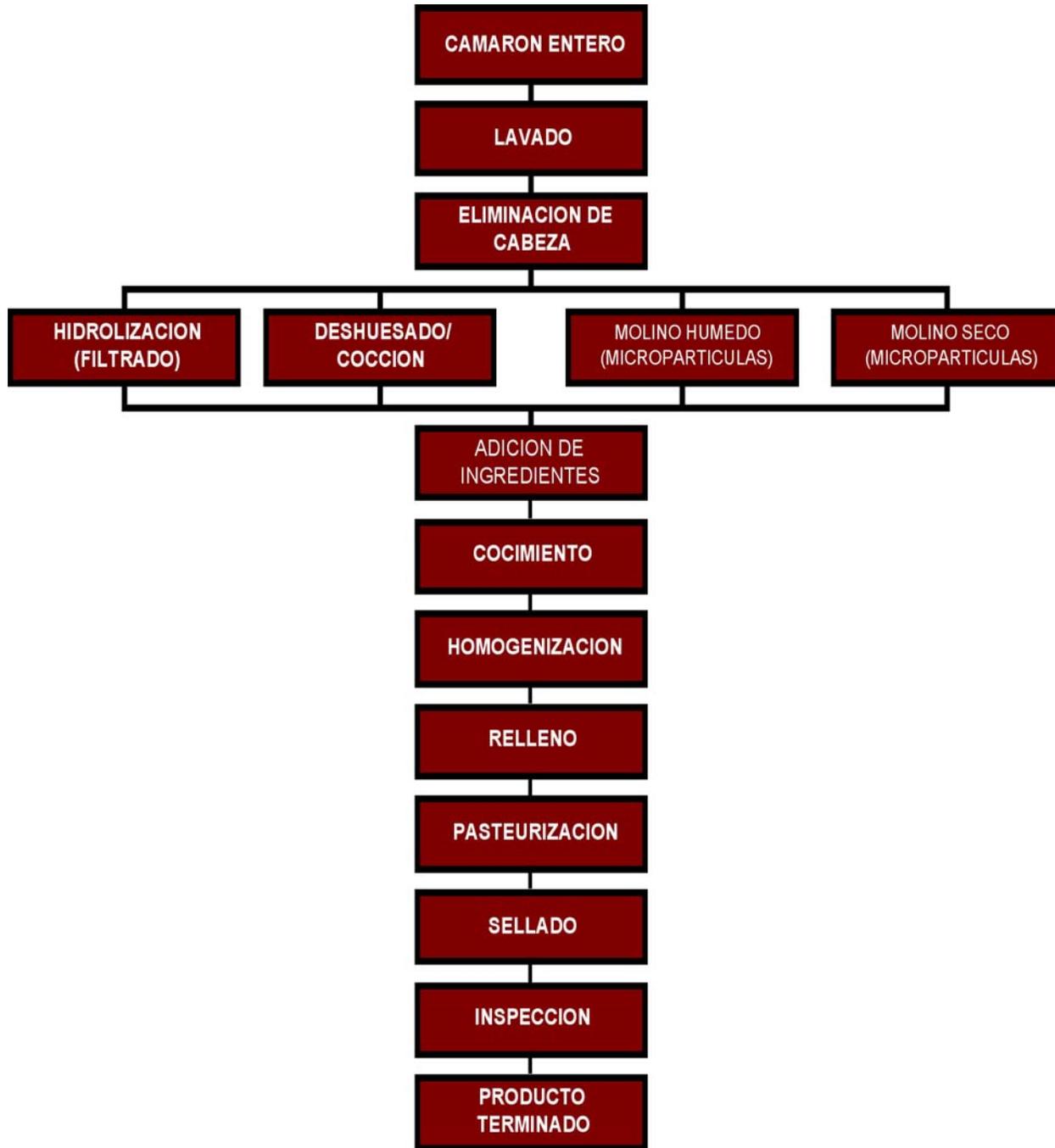


Nomenclatura: Línea Roja: (Vertidos Líquidos)

Nomenclatura: Línea Azul: (Desechos Sólidos)

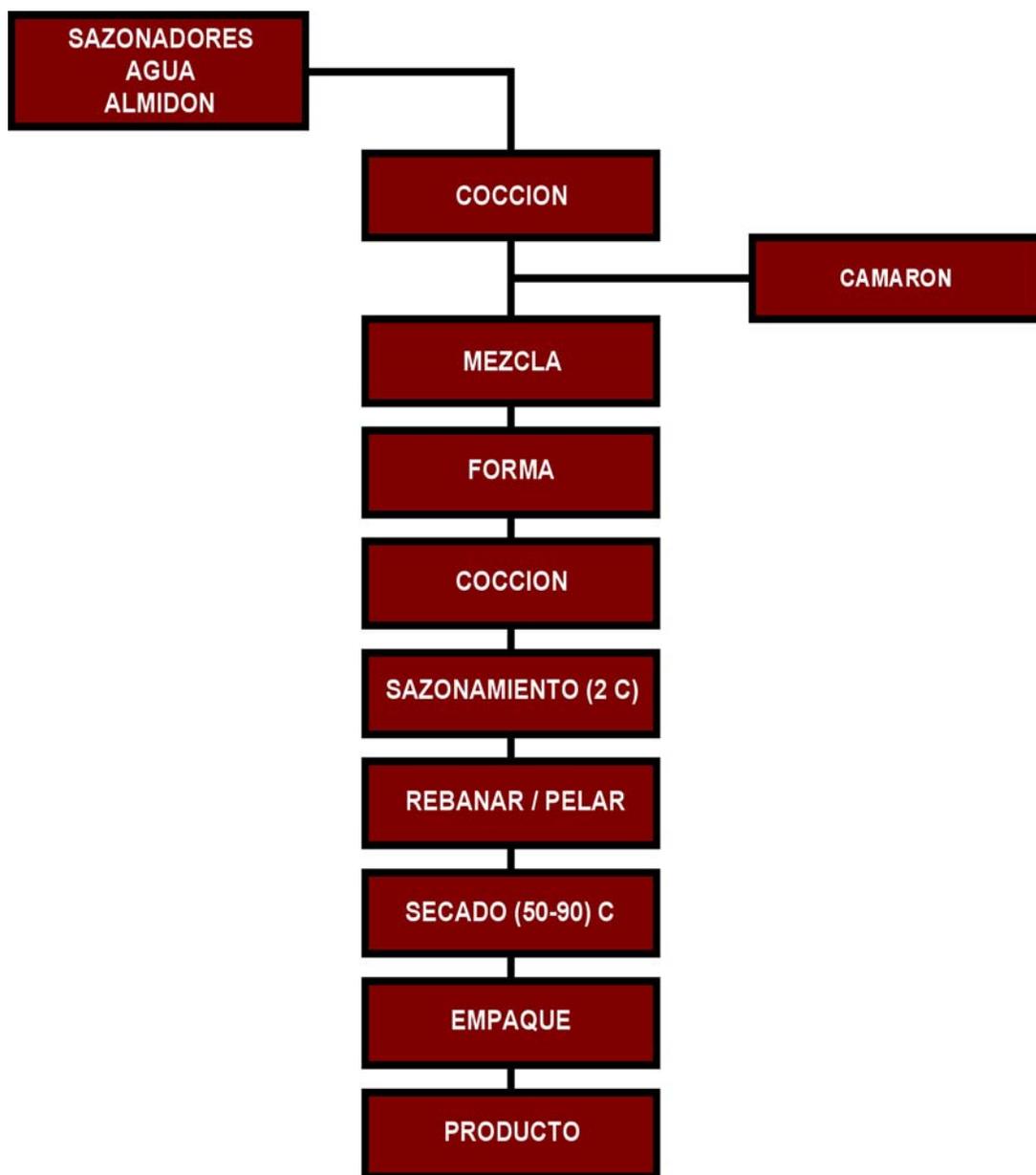


Anexo 10.4 Diagrama de Proceso de Producción de Saborizantes de Salsa a Partir de la Cabeza de Camarón





Anexo 10.5 Diagrama de Proceso de Producción de Hojuelas de Camarón





Anexo 10.6 Diagrama de Proceso de Producción de Harina a partir de los residuos de Camarón



¿Qué es PROARCA/SIGMA?

Administrado por **ARD**, **PROARCA/SIGMA** (Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente) es uno de los cuatro componentes que integran el **Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA)**, programa financiado por la **Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)**. Como un apoyo a la agenda de la **Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)**, uno de los objetivos de **PROARCA** consiste en realizar acciones para mejorar el manejo ambiental en el **Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)**.

Sabemos que la deforestación, el manejo inadecuado de desechos sólidos, el uso inapropiado de agroquímicos y el desecho de aguas residuales municipales e industriales río arriba, afectan los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana río abajo. Ante esa realidad, la meta de **PROARCA/SIGMA** es que municipalidades y el sector privado de la región incrementen el uso de prácticas y tecnologías menos contaminantes. Asimismo, busca reducir los efectos negativos, directos o indirectos, sobre el **Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)**, específicamente en aquellos territorios cuyas cuencas finalmente desembocan en cuatro áreas transfronterizas claves para la región: Golfo de Honduras, Costa Mosquitia (Honduras y Nicaragua), Golfo de Fonseca y La Amistad-Cahuitta-Río Cañas (Costa Rica y Panamá).



PROARCA/SIGMA

Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente (SIGMA),
proyecto USAID-CCAD, administrado por ARD

4 Avenida 17-09 zona 14. Guatemala, Guatemala.

Tel: (502) 2337-2906. Fax: (502) 2368-3423.

E-mail: sigma@proarca.org

www.proarca.org