

**TITULO:** Proceso de Implementación de un Sistema de Producción más Limpia en una Empacadora de Camarones.

**AUTOR:** Adela Nathalie San Miguel Figueroa<sup>1</sup>, Alfredo Barriga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniera de Alimentos, 2.004

<sup>2</sup>Director de Tesis. Ingeniero Mecánico. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 1.973. PhD. Engineering Science. Washington State University. 1.979 .Profesor de la ESPOL desde 1973.

## RESUMEN

Producción más limpia (PML) significa aplicar una estrategia preventiva integral a los procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia y reducir los riesgos para las personas y el ambiente.

Para la implementación se debió primeramente establecer un equipo de trabajo, luego se hizo un reconocimiento completo del proceso, seguido de un balance de materia y energía en el área de Shell On. Para identificar oportunidades de PML, se procedió a utilizar una matriz de impactos ambientales donde se analiza la severidad de los impactos, la probabilidad de contaminación y medidas para la reducción de los impactos, determinando la prioridad de las medidas y actuaciones a tomar por la empresa.

Una vez determinada la prioridad de los casos se hace un estudio detallado de casos problema en este estudio se incluye identificación de los principales indicadores, análisis económicos y beneficios ambientales. Finalmente se establecen las conclusiones y recomendaciones.

## INTRODUCCION

La empresa se dedica al proceso de empaque y comercialización interna y externa del camarón desde el año 1.992, pero es en el año 2.000 donde la adquieren nuevos dueños, quienes se han preocupado desde entonces en posicionarse en los primeros lugares de la exportación de este producto, por lo cual desea seguir manteniendo la confianza de sus clientes.

En el año 2.002 obtiene la certificación HACCP, pero debido a que la planta tiene miras de crecimiento y en la actualidad posee proyectos de diversificación de su producción, está muy conciente que el desarrollo de su materia prima depende directamente del ecosistema, por lo cual está muy

interesada en que sus procesos se lleven de la mejor manera para minimizar impactos ambientales, motivo por el cual acogió de una manera entusiasta la implementación del Programa de Producción más Limpia.

La filosofía de Producción más Limpia es: hacer un uso eficiente de los recursos naturales, reducir el desperdicio industrial, evitar contaminación ambiental y aumentar la eficiencia productiva. Dicha filosofía se aplicó a esta empresa empleando una metodología donde se obtuvo los siguientes resultados:

Reducción de residuos del proceso en un 100% ( cabezas y cáscaras).

Reducción del consumo energético 2024,96 kwh/mes.

Reducción de acumulación de residuos sólidos en el canal de drenaje en 70%.

## **CONTENIDO**

El proceso de implementación del sistema de Producción más Limpia en una empacadora de camarones consistió en la identificación y evaluación de los aspectos técnicos, ambientales, económicos y de seguridad relevantes de todas las etapas de las operaciones de empaque.

Las oportunidades de los casos de estudio fueron obtenidas a partir de las condiciones encontradas en las instalaciones durante las inspecciones de campo efectuadas entre los meses de Septiembre – Diciembre de 2003, en conjunto con entrevistas con el personal que conformaba el ecoequipo y personal administrativo de la empresa, y recopilación de datos del año 2003.

Por manejarse datos confidenciales de la empacadora la ESPOL ha decidido omitir el nombre de la misma.

## **PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE PML**

- 1. Formación del Eco-Equipo:** Este estuvo integrado por los miembros de los departamentos más relevantes de la empresa: Gerente de Producción, Jefe de Planta, Jefe de Mantenimiento. Aunque la Presidencia y la Gerencia General no formaron parte del eco-equipo siempre se mantuvieron muy interesados en conocer como se iba llevando la implementación de la metodología de PML en la empacadora.
- 2. Proceso de Producción.** La empresa posee dos áreas de producción: Shell On (Colas de Camarón sin Pelar) y Valor Agregado (PUD: colas

peladas sin desvenar, P&D: colas peladas y desvenadas y BTO: mariposa). Para el estudio se tomó solo como referencia el área de Shell On, esta área funciona solo 15 días al mes que es el tiempo que dura el aguaje ( cosecha del camarón ), realizando 2 turnos de producción de 8 horas cada uno.

Shell On posee 12 etapas para su procesamiento que son: Recepción de materia prima, pesado, descabezado, lavado, almacenamiento temporal, clasificación, empacado y pesado, glaseado, congelado, encartonado, mantenimiento, embarque.

Una de las herramientas principales utilizadas para la implementación del programa fue el Diagrama de flujo, ya que nos da una ayuda visual para entender mejor el proceso, donde detectamos de manera preliminar donde se encuentran la mayoría de los problemas de la planta. El lay out de la empresa nos muestra la distribución de los equipos y nos da una idea visual sobre el espacio para la circulación del personal. En la etapa de congelación hay dos métodos uno es por túneles y otro por contacto directo usando un congelador de placas. Es en este punto donde no hay secuencia lineal ya que para usar el congelador de placas se debe ingresar al área de valor agregado.

### **3. Balance de Materiales**

Seguidamente se procede a realizar un balance de materiales donde se evalúa minuciosamente las entradas y salidas, donde conociendo los diferentes consumos existentes, y el costo de cada uno de los elementos se procede a usar la planilla auxiliares para la selección de los casos de estudio para encontrar el tipo de soluciones que puedan tener estos casos.

### **4. Identificación de Oportunidades**

Se procedió a llenar la planilla de caracterización de desechos, subproductos, efluentes: Los encontrados fueron: Cuerpos extraños y Cabeza de camarón en el descabezado, generación de aguas residuales en el pesado, lavado, almacenamiento temporal y clasificación. I se encontraron pérdidas energéticas durante la congelación.

Luego de esta categorización se procede a determinar las alternativas para minimizar o tratar estas salidas, estas son: Buenas prácticas operacionales, Proceso y tecnología, Producto, Materias primas, Reciclado y tratamiento.

Las soluciones que he encontrado son:

En buenas prácticas operacionales podemos lograr la optimización de parámetros al cerrar con una cubierta el congelador de placas y así disminuir el tiempo de congelación y el consumo de energía.

En proceso y tecnología: se puede realizar un cambio en el lay-out cambiando la ubicación del congelador de placas al área donde se lo usa, para esto se deberá esperar la construcción de la nueva área de producción. Con lo que se ahorrarían tiempos muertos.

En reciclado y tratamiento: Se puede aplicar la parte de Tratamiento y disposición de residuos con las aguas residuales del proceso, lo cual requiere una inversión inicial fuerte pero se tiene como beneficios evitar contaminar el ambiente y que la empresa tenga pérdidas económicas por pago de multas. En esta misma parte se puede asociar con mejorar el sistema de ventas de residuos.

## 5. Evaluación de aspectos ambientales

Para poder ser más objetivos se realiza un Diagnóstico Ambiental de Proceso, por medio de una herramienta de diagnóstico se evalúa cuantitativamente todos los aspectos, viendo en que forma impactan a los diversos recursos naturales como son aire, agua y suelo, y a las personas.

En esta planilla también se analiza la probabilidad de ocurrencia de los aspectos, obteniéndose así la relevancia del impacto. Además se observa si cada uno de los aspectos tiene o no requisitos legales y alguna medida de adecuación de estos. Entre los resultados encontrados tenemos los mismos de las planillas anteriores donde sobresale: la contaminación ambiental por las aguas residuales sin tratamiento eficiente; pérdidas energéticas por mal uso de este recurso; y gran cantidad de residuos industriales que son materia orgánica biodegradable.

## 6. Selección de los Casos de Estudio

Se escogieron 3 casos de estudio:

### Estudio de Caso nº 1

<b>Nombre del estudio de caso:</b>	Consumo de energía del Congelador de Placas/ Parada
<b>Fecha de implantación:</b>	A determinar por Gerencia

Su tiempo de proceso se ve afectado debido a que el congelador de placas esta abierto al ambiente donde trabajan aproximadamente 150 personas, lo cual repercute en un mayor consumo de energía eléctrica. Solo es usado al mes en un 19,45%

## Estudio de Caso nº 2

<b>Nombre del estudio de caso:</b>	Masa de materia orgánica desechada en canal de drenaje (sólidos gruesos) / volumen de agua residual
<b>Fecha de implantación:</b>	A determinar por Gerencia

El sistema de desbaste es ineficiente y se envía a el pozo de pretratamiento de las aguas residuales: camarones pequeños, cabezas y Cuerpos extraños que se degradan con gran dificultad. Esta agua al ser descargada de la planta disminuye la disponibilidad de oxígeno para los seres que habitan en los cuerpos de agua.

La empresa ha pagado una multa de 1,200 USD impuesta por el municipio debido a que no se ha implementado el sistema de tratamiento de las aguas residuales, por esta razón contrató a una compañía especialista para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales, la misma que se encargó de la toma de muestra y la caracterización de las aguas provenientes de las operaciones industriales en sus dos áreas de producción: Shell on y Valor Agregado. Así como la toma de los caudales.

## Estudio de Caso nº 3

<b>Nombre del estudio de caso:</b>	Reducción de Residuos sólidos del proceso, mediante su venta completa, los mismos que servirán de subproducto para balanceados
<b>Fecha de implantación:</b>	A determinar por Gerencia

Se desechaba mensualmente el 4.23% cabezas y 100% cáscaras, además incurría a un costo de 5 USD diarios por recolección de los mismos

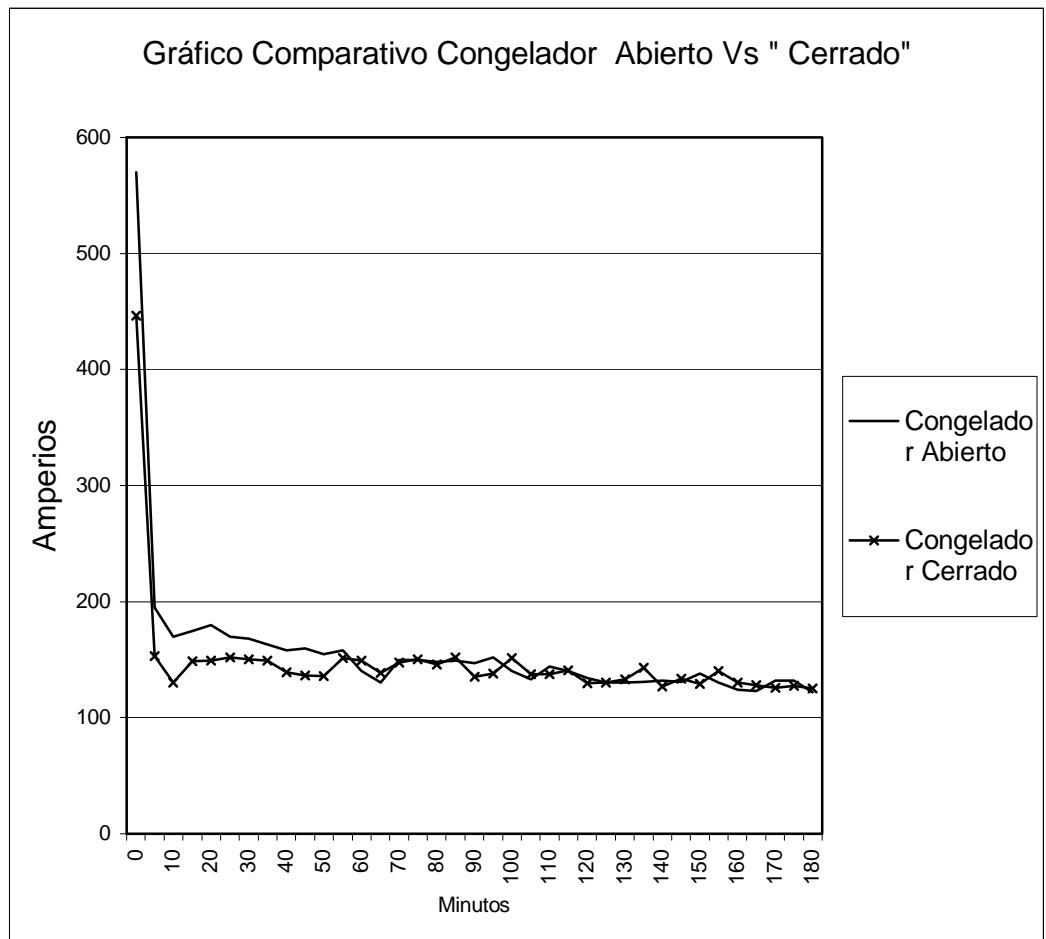
Mensualmente por la venta se tiene una ganancia de promedio de 2,192 usd, y una pérdida de 97 usd por lo que no se ha vendido, a esto se suma el costo de la recolección.

## INDICADORES

NOMBRE DEL INDICADOR AMBIENTAL	ANTES DE PML	DESPUÉS DE PML
CASO 1 :Consumo de energía por parada	325.8 kwh	262.4 kwh
CASO 2: Masa de materia orgánica desechada en canal de drenaje/volumen de agua residual	0.02 kg/m <sup>3</sup> (347.1 ppm)	0.007 kg/m <sup>3</sup> ( 104 ppm)
CASO 3: Masa de desechos al basurero (cabeza 5,493.8 kg cáscara 11,613 kg)	Total: 17,106.84 Kg/mes	0 Kg/mes
CASO 3: Costo asociado a desechos	150 USD/mes	0 USD/mes

### Monitoreos:

**Caso 1:** Se realizó un estudio del consumo de energía por parada de producción, bajo dos condiciones, la primera tomando el amperaje durante el 50% del tiempo de operación del equipo (3 h) a condiciones normales y el segundo durante el mismo tiempo pero cerrando con un plástico el congelador (condiciones experimentales). Aunque también se tomó en cuenta el tiempo final del proceso para el primer caso fue de 6 horas y el segundo 5,5 horas.



Los resultados obtenidos fueron:

	<b>Consumo Kwh/mes</b>	<b>USD</b>	<b>Ahorro Anual</b>
Plaquero Abierto	10,423.68	1,042.37	2,429.95
Plaquero Cerrado	8,398.72	839.87	
Ahorro	2,024.96	202.50	

**CASO 2 :**

Se debe realizar un muestreo para determinar la relación kg de materia orgánica o desechada por el canal de drenaje del área de shell on. Debido a que los análisis de laboratorio de las aguas residuales de esta área arrojaron una alta DBO (1100 mg/lit), se sabe que un punto importante es que el sistema de desbaste (rejas paralelas con 1 cm de separación ) en el canal de drenaje es ineficiente y por el mismo pasa gran cantidad de materia orgánica.

Se necesita un operario para la recolección constante de la materia orgánica, cada hora.

Se debe implantar en el mismo sistema de desbaste una malla de ¼ pulgada de abertura (o perforaciones), para evitar que lleguen a los pozos camarones pequeños, cabezas o cuerpos extraños pues estos se degradan con mayor dificultad y requieren para esto una mayor demanda de oxígeno. Con este sistema físico se retendrán un 70% los sólidos gruesos, y se reducirá la DBO entre un 30 a 40%.

**CASO 3: Kg de desechos generados**

La magnitud de la generación de desechos son indicadores ambientales, si estos si no son vendidos al son llevados al basurero al degradarse causan una contaminación al ambiente.

Se necesita un trabajador que tome los pesos a diario de los desperdicios. En el área de shell on siempre se ha llevado este control, no así en valor agregado.

## **Modificaciones Propuestas:**

### **CASO 1**

Se concluye que para bajar los consumos de energía eléctrica por tanda y disminuir el tiempo de congelación por batch, es necesario cerrar el congelador.

A nivel experimental se obtuvo un ahorro del 12,12 % de energía, durante la condición congelador de placas cerrado con plástico en relación a la condición congelador de placas abierto.

Es decir que el porcentaje de ahorro tenderá a incrementarse usando el material adecuado para la carcasa compuesto por metal y aislante (poliuretano). La inversión será de 3,666 usd y su recuperación será en un año.

### **CASO 2**

Se concluye que para evitar incumplir con las normas de descarga de las aguas residuales al cuerpo receptor, y ser multados ( 50 smv) o en el peor de los casos clausurada la empresa ( pérdida en 15 días de 726,969.2 USD), es muy necesario el sistema de tratamiento de las aguas. Se recomienda hacer una modificación en el sistema de desbaste (rejillas) con lo cual se reducirá el paso de los sólidos gruesos al canal de drenaje, no siendo un cambio complicado ni costoso ya que solo se está hablando de una operación física con esto vamos a reducir la DBO en un 35%, además ayudará a que el sistema de tratamiento de agua residual ( Método Biológico) trabaje más eficientemente. La inversión de ambas modificaciones será de 81,500 usd

### **CASO 3**

A partir del mes de Octubre se cambió de cliente, siendo una Industrial Pesquera quien compra en su totalidad los residuos de cabeza y cola. Con esto se ahorra el costo de la recolección de los residuos, evitamos la contaminación atmosférica y se realiza un aprovechamiento integral de los mismos por parte de dicha empresa.

Esta empresa utiliza en su proceso en una proporción de 1 lb de cáscara por 16 lb de cabeza.

No se requirió hacer ninguna inversión pero ahorramos 150 usd/mes por los costos asociados a recolección, además se vende al 100% las cabezas.

Se disminuye al 100% los residuos, ya que entre la empresa y la Industrial Pesquera hay un convenio de recolección de las cáscaras los 30 días al mes.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con la implementación de la metodología de PML se logrará reducir en un 12% las pérdidas energéticas en el congelador de placas lo cual se traduce a disminución de costos y además se disminuye el tiempo de congelación del producto, esto último trae un beneficio adicional ya que mejora la calidad del producto final.
- La implementación de los tamices será muy importante para reducir en un 70 % la cantidad de sólidos gruesos que pasen por el canal de drenaje, así como también para disminuir la Demanda Bioquímica de Oxígeno en las aguas residuales que posteriormente serán tratadas.
- La empacadora de camarón genera muchos desperdicios debido al alto porcentaje de cabezas y cáscaras. Conociendo que ambos residuos poseen valores nutricionales recuperables se los procede a trabajar bajo el sistema de empresas concadenadas con una fábrica que procesa harina de camarón y luego la usa en sus balanceados. Obteniéndose beneficios económicos y ambientales en el caso de nuestra empresa, ya que se reduce el desperdicio industrial al 100%, sin necesidad de realizar alguna inversión.
- Luego de construida la nueva planta shell on se recomienda que se considere la redistribución de los equipos de manera lineal con el fin de optimizar la producción y el tiempo, como es el caso del congelador de placas que se encuentra en otra área donde no se la necesita y reduce el espacio de la misma.
- Producir limpiamente se traduce en sustentabilidad, eficiencia y competitividad, por lo cual las empacadoras están considerando dentro de su proceso productivo el tema medioambiental, en parte es debido a la existencia de normas que definen claramente la vía de evacuación y contenido de los desechos que se generan en las plantas.
- Al escoger un sistema de tratamiento de aguas residuales se buscaría obtener una combinación óptima de: Máxima protección a la salud pública y el ambiente; y mínimos costos de construcción y operación
- Durante la estadía de la autora de la tesis en planta se trató de concientizar y educar al personal para que evitara enviar residuos sólidos por el canal de drenaje, pero lamentablemente el personal que labora en esta industria es contratado a destajo (según las necesidades de producción), por lo cual se recomienda al personal técnico debe de dictar charlas de capacitación a los empleados frecuentemente.
- La implementación del Programa de PML influyó positivamente en la empresa para que se reforzaran ciertos procedimientos de Buenas Prácticas de Fabricación que se estaban obviando como: uso de

mandil, botas y gorra para las personas ajenas a la empresa. Se ubicó a una persona a la entrada de la puerta de Shell On para que controlara que todos se desinfectaran las manos antes de entrar a producción.

- Los objetivos planteados en la tesis fueron cumplidos en su totalidad, ya que se aumentó la eficiencia productiva, se eliminó el desperdicio industrial y se está evitando contaminar el ambiente tratando las aguas residuales de la planta que serán descargadas al cuerpo receptor, no siendo posible esto sin el consentimiento de la Presidencia y Gerencia a quienes se les agradece por haber permitido realizar esta tesis en sus instalaciones.

## REFERENCIAS

A.Hernández M .y A. Hernandez L., Manual de Depuración Uralita. (1 era. Edición, Madrid, Editorial Paraninfo, 1.996), pp. 44, 109

Saneamiento / Higiene en el Procesamiento de los Alimentos. Curso por Correspondencia AIB. Manhattan, 1.993), pp 5, 6 (Lección 1), 2, 13 ( Lección 3 ),

C. Sawyer. Química para Ingeniería Ambiental. (4 ta. Edición, Bogotá, Editorial Mc Graw Hill, 2.000), pp 569 570.

Johnson, Hilburn. Análisis Básico de Circuitos Eléctricos. Materia Eléctrica. ( 3 era. Edición. Editorial Prentice ).

Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización. ( 3 era Edición. Madrid. Edición McGraw-Hill, 1.995), pp 54.

Dirección del Medio Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, Prevención y Control de la Contaminación Producida por las Descargas Líquidas y Las Emisiones al Aire de Fuentes Fijas. Ecuador, 1999.

Nathalie San Miguel  
Tesisista

Dr. Alfredo Barriga  
Director de Tesis