

# Mejoramiento de la Calidad y Productividad de una Línea de Producción de Enlatados de Sardinas en Salsa de Tomate, Utilizando TQM.

Ana Belén Barcia Dufflart, Priscila Castillo Soto.  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
[anabebar@espol.edu.ec](mailto:anabebar@espol.edu.ec), [pcastil@espol.edu.ec](mailto:pcastil@espol.edu.ec)

## Resumen

*En el presente artículo se expone el estudio realizado en una línea de producción de enlatados de sardina en salsa de tomate, con el objetivo de proponer mejoras para la optimización de recursos, lo que conlleva a ahorros económicos, aumento de eficiencia de producción, mejoramiento de calidad de producto y por ende se mejorará la satisfacción de los clientes tanto internos como externos, todo esto encamina a lo que se conoce como Total Quality Management.*

*En el desarrollo, se observarán análisis estadísticos, estudios de tiempos, movimientos y distribución respecto a esto se aplicarán varias técnicas para la propuesta de mejora y se finalizará con la simulación de los resultados esperados.*

**Palabras Claves:** TQM, Calidad, Productividad, Mejoramiento, Ahorro.

## Abstract

*This paper presents the study made in a production line of canned sardines in tomato sauce, in order to suggest improvements to optimize resources, leading to cost savings, increased production efficiency, improvement the quality of the product and therefore will improve customer satisfaction both internal and external, all headed for what is known as Total Quality Management.*

*In development, statistical analysis, time studies, movements and distribution will be observed, having this information, there will be proposals of apply improvement techniques, at the end of this proyect there will be data about the simulation of the expected results.*

**Keywords:** TQM, Quality, Productivity, Improvement, Saving.

## 1. Introducción

En la actualidad la tendencia del sector industrial es alcanzar altos índices de productividad, lo cual expone la optimización de recursos para así obtener la máxima producción posible y a su vez elaborar productos con altos estándares de calidad.

Teniendo conocimiento de esto, el trabajo que se presenta a continuación tiene como objetivo exponer propuestas para la implementación de técnicas tanto de producción como de estadística en una línea de sardinas en salsa de tomate enlatadas, con el fin de optimizar recursos y de esta manera estar a la vanguardia de la tendencia productiva.

Este estudio y todo lo concerniente a él, conlleva a un mejor conocimiento del comportamiento de la línea, a tener un control más estricto de ella, por consiguiente se estará previniendo daños, eliminando desperdicios (actividades que no agregan valor al proceso) y elaborando un producto de alta calidad.

Todo esto nos encamina a lo que se conoce como Total Quality Management (Gestión de Calidad Total) cuyo enfoque busca satisfacer las expectativas de los clientes tanto internos como externos.

## 2. Materiales y Métodos.

Para la realización de este trabajo se planteó un esquema de metodología de desarrollo.

Se utilizaron datos históricos del departamento de calidad y producción de la empresa de la línea en estudio.

Se obtuvieron datos experimentales para el estudio de tiempos, distribución y movimientos.

Se aplicaron métodos estadísticos para estudiar el comportamiento actual de las etapas pertinentes. Así también conceptos de producción limpia para eliminar actividades que no agregan valor al proceso.

Todo esto se traduce en el Total Quality Management.

A continuación se muestra el esquema de desarrollo:

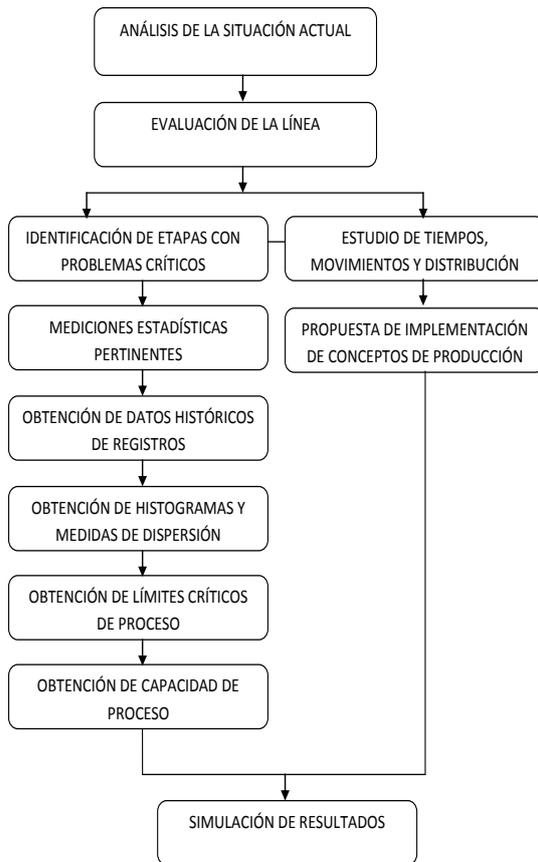


Figura 1. Metodología del desarrollo del trabajo

### 2.1 Análisis de la situación actual

La empresa en donde se realizó este estudio se dedica a la producción de conservas de productos marinos. La línea en análisis es la de sardinas enlatadas en salsa de tomate. Actualmente ésta línea produce un promedio de 1200 cajas de 48 unidades en un día y el proceso dura alrededor de 10 horas.

El proceso sigue la siguiente secuencia general:

Recepción – Envasado – Volteo1 - Cocción – Volteo2 - Sellado – Esterilizado – Etiquetado – Almacenamiento – Distribución.

### 2.2 Identificación de etapas con problemas críticos.

Haciendo un análisis etapa por etapa del proceso, comparando datos históricos con especificaciones se concluyó que la etapa de envasado y sellado son las etapas con problemas críticos.

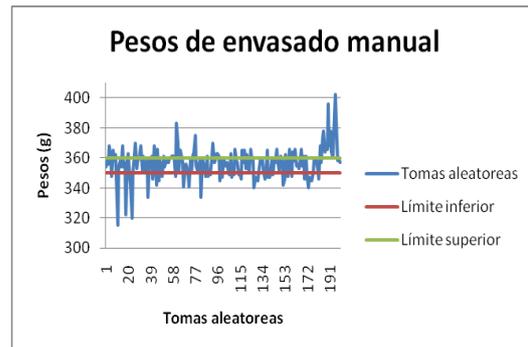


Figura 2. Comparación de pesos con especificaciones

Tabla 1. Resumen de tiempos averías de las máquinas

Máquina	Tiempo promedio de avería diaria (min)
A	48
B	58

Se realizó un análisis de espina de pescado en donde se identificaron las causas raíces de los problemas. Estos son:

Etapa de envasado:

- Método de inspección, mano de obra y la clasificación de la materia prima.

Etapa de sellado:

- Los métodos de mantenimiento son ineficaces ya que se espera que ocurra el daño para realizar la reparación.

### 2.3 Análisis de costos

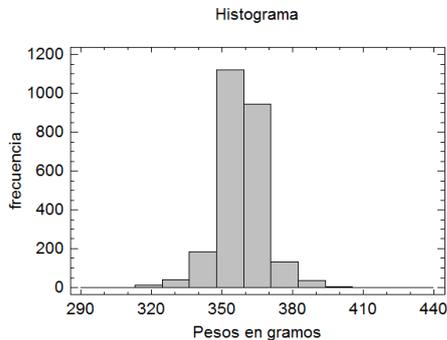
Puesto que al final de este documento se cuantificarán ahorros estimados, se realizó un análisis de costos de la producción lo cual reveló que el total de costos en el periodo de análisis de enero a agosto 2011 fue \$440000, de los cuales los rubros más representativos son: consumo de diesel, consumo de energía eléctrica y mano de obra, con un costo de \$33000, \$20000 y \$293000 respectivamente, los cuales representan el 89,5% de los costos totales.

## 3. Análisis Estadístico

Para realizar los análisis de ésta sección se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurion XV.

### 3.1 Obtención de histogramas y medidas de dispersión

Se realizaron mediciones estadísticas con el fin de establecer histogramas de distribución de las etapas identificadas como críticas, las cuales se presentan a continuación:



**Figura 3.** Histograma de distribución etapa de envasado

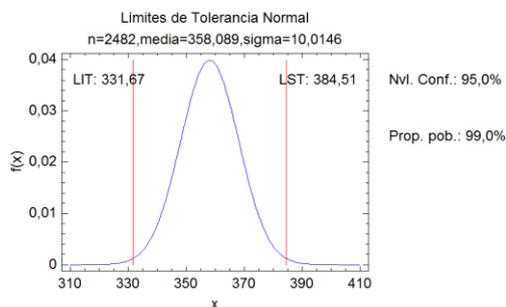
Los datos más frecuentes están ubicados aproximadamente entre 350 y 370 g. La media obtenida es 358 g, el rango en que debería estar los pesos para un efectivo envasado es entre 350 y 360 g, lo cual quiere decir que la media óptima sería 355 g, comparando los dos datos, se concluye que el proceso tiende hacia el sobrellenado. La desviación estándar que se obtuvo fue 10,01, lo que indica que existe una variabilidad considerable dentro del grupo de datos.

En la etapa de sellado existen dos máquinas cerradoras, por lo cual se hizo un análisis por separado, así también existen 5 medidas que se realizan en los controles de proceso que son: altura, espesor, gancho de cuerpo, gancho de tapa y traslape.

Los histogramas revelaron que las etapas están descentradas y los valores de desviación estándar son amplios lo cual indica que los valores respecto a la media están dispersos.

### 3.2 Establecimiento de límites de proceso

Con los mismos datos usados para la sección anterior se establecieron los límites de proceso para las etapas en estudio. Los resultados fueron los siguientes:



**Figura 4.** Límites de proceso de etapa de envasado

Con el 95% de confiabilidad, el 99% de los datos se encuentran entre 331 y 384 g. Las especificaciones dicen que el rango en el que deberían caer los pesos en esta etapa son 350 – 360, se observa que el proceso está fuera de especificaciones.

Este mismo estudio se realizó para la etapa del sellado, el cual indica que en la mayoría de las medidas tanto de la máquina A como en la máquina B, el proceso está fuera de especificaciones.

### 3.3 Establecimiento de capacidad de proceso

La capacidad de proceso indica si el proceso es capaz o no de cumplir con las especificaciones dadas. Para determinar lo mencionado tenemos dos valores, Cp y Cpk.

La tabla 2 mostrada a continuación muestra los valores de referencia para conclusiones de los valores de Cp.

**Tabla 2.** Valores de referencia de capacidad de proceso

Valores guías de la capacidad	Conclusión
1,33 o mayor	El proceso es satisfactorio
1,00 a 1,33	El proceso es capaz, pero marginalmente. El proceso no soportará un cambio significativo.
1,00 o menor	El proceso no es satisfactorio. O el proceso está fuera de especificaciones, o eso está a punto de suceder.

### Capacidad de proceso de la etapa de envasado

Ingresando los datos pertinentes, se obtuvieron los valores que nos indican si el proceso es capaz o no de cumplir con las especificaciones y los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Valores de Cp y Cpk para la etapa de envasado

	Valores
Cp	0,166424
Cpk (superior)	0,063606
Cpk (inferior)	0,269243

Los valores son menores que 1, por lo que se concluye que el proceso no es capaz, además se obtuvo información adicional del producto fuera de especificaciones. Con respecto al límite superior existe 42,43%, mientras que en el límite inferior 20,96%, un total de 63,39% de producto fuera de especificaciones.

#### Capacidad de proceso de la etapa de sellado.

Para analizar esta etapa se tomó en consideración la medida de traslape como la referente. Hay que aclarar que para esta etapa las medidas que se tomaron como especificaciones son valores ideales recomendados por el proveedor, se realizó esto para tener un dato con el cual comparar, a diferencia de la etapa de envasado que son especificaciones dadas en una norma.

#### Máquina A

Cp es igual a 0,671535, menor a uno, lo cual verifica que el proceso no es satisfactorio. El producto fuera de especificaciones (recomendadas por el proveedor) para el límite superior es 1,53% mientras que para el inferior 3,10%, haciendo un total de 4,62%. Esto no representa un riesgo desde el punto de vista de inocuidad, ni de calidad, ni siquiera económico, pero sí es un indicio de que las máquinas han disminuido su eficiencia y es la razón por la que existen averías frecuentes.

#### Máquina B

El valor de Cp para ésta etapa es 0,713259, lo cual indica que el proceso no es satisfactorio. El porcentaje de producto fuera de especificaciones en el límite inferior es 0,10% mientras que en el superior es 11,35%, siendo un total de 11,46%.

### 3.3 Gráficos de Control

Para mejorar los controles de los procesos antes estudiados se propone usar gráficos de control.

Para la etapa de envasado, se propone realizarlos por cada colaboradora en esta etapa en una frecuencia de una hora. Esto es de gran importancia ya que actualmente por estas fallas en estas etapas la empresa está perdiendo un promedio de \$24000 al año en la etapa de envasado y \$65000 en el sellado.

En la figura a continuación se muestra una plantilla del gráfico de control propuesto:

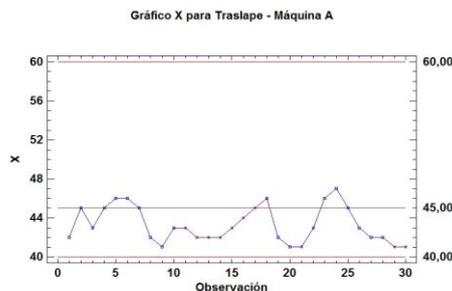


Figura 5. Gráfico de control propuesto

## 4. Estudio de tiempos, distribución y movimientos.

### 4.1 Análisis de tiempos

Para el efecto se dividió el proceso para conveniencia del análisis.

#### Análisis de etapas de envasado a sellado

Se establecieron estaciones:

- Estación 1: Envasado.
- Estación 2: Volteo 1.
- Estación 3: Cocción, volteo 2, sellado, llenado de coches.

La tasa de producción en latas/minuto de cada estación se presenta a continuación:

Tabla 4. Tasa de producción promedio de estaciones de trabajo en latas/minuto

Estación 1	Estación 2	Estación 3
136	100	136

La estación 2, tiene una tasa de producción menor que las dos estaciones restantes, por lo cual, en el proceso existe producto en espera o también llamado WIP (Work In Process).

Esto representa un problema desde el punto de vista de producción en que la línea está desbalanceada, baja eficiencia, espacio ocupado innecesariamente, pero, existe un problema más grave viéndolo desde el punto de vista de inocuidad, puesto que las condiciones para la MP en ese tiempo de espera no son adecuadas por ende los peligros relacionados como los niveles de histamina podrían alcanzar niveles riesgosos.

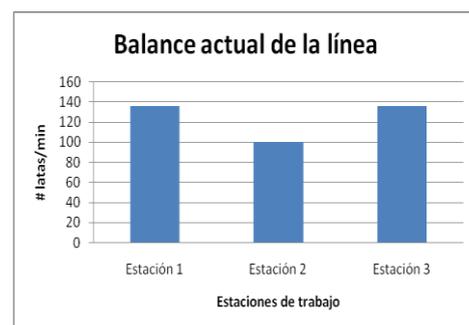


Figura 6. Balance actual de la línea.

La línea no está balanceada, esto se refleja en la eficiencia, la cual se obtendrá a continuación, por medio de la ecuación de Federic Taylor:

$$E = \frac{C_{exp}}{t_t * n_{estaciones}}$$

Donde:

Cexp = Ciclo experimental: suma de tiempos de cada estación.

t<sub>i</sub> = tiempo task.

n = número de estaciones.

Para obtener el tiempo task tenemos la ecuación siguiente:

$$t_i = \text{tiempo disponible} / \text{unidades producidas}$$

Para aplicar la fórmula de tiempo task, el tiempo disponible se multiplica por 90%, que representa la eficiencia del personal, donde el 10% restante se lo asigna a necesidades personales (3%), desviaciones varias (3%) y fatiga (4%).

Entonces se tiene:

Tiempo disponible: 10 horas = 600min.

Unidades promedio producidas: 1200 cajas.

$$t_i = 600 \text{ min} * 0,9 / 1200 \text{ cajas}$$

$$t_i = 0,45 \text{ min/caja}$$

Ahora, el ciclo experimental se lo expresa en unidades de tiempo, en la tabla 4 se muestra la tasa de producción de cada estación en un minuto, pues bien, se realizó una regla de tres con los valores obtenidos para calcular el tiempo de cada operación para producir 1 caja de producto que contiene 48 latas, los resultados se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Tiempo de producción expresado en minutos de 1 caja de producto

Estación 1	Estación 2	Estación 3
0,35	0,48	0,35

Continuando con el cálculo de eficiencia se tiene:

$$C_{exp} = 0,35 + 0,48 + 0,35 = 1,18 \text{ min/caja}$$

$$E = 1,18 \text{ min/caja} / 0,45 \text{ min/caja} * 3 = 0,87$$

Los valores de referencia para concluir que tan eficiente está siendo la línea son >0,80 eficiente, <0,80 deficiente.

Actualmente la línea cae en el rango de eficiente, sin embargo existen problemas en la línea con lo cual vamos a poder mejorar.

### Análisis de etapa de esterilización

El tiempo total de esterilización es 4 horas 45 minutos, existen 3 autoclaves horizontales discontinuos a vapor utilizados para este producto. Dos autoclaves cuentan con capacidad 100 cajas. Mientras que el último autoclave tiene capacidad 200 cajas.

El tiempo promedio de todo el proceso diario de esterilizado es de 15 horas desde que el primer coche ingresa al primer autoclave hasta que el último coche sale de su proceso de esterilización.

### Análisis de etapas comprendidas desde limpieza hasta encartonado

Una vez esterilizado el producto pasa a una sala de enfriamiento en donde quedan almacenados temporalmente toda la noche para al día siguiente proceder a la limpieza, etiquetado y encartonado.

Operación K: Etiquetado

Operación L: Encartonado

Se estableció el tiempo para cuatro cajas puesto que existen cuatro etiquetadoras, por lo que al momento de tomar tiempo de una caja, se ha formado paralelamente tres más.

**Tabla 6.** Tiempo de operaciones etiquetado y encartonado

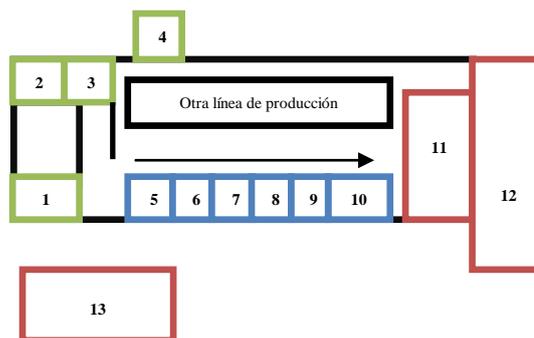
Operaciones	Tiempo (seg)
K	94
L	80

La etapa L es más rápida que K, lo que se traduciría que el encartonado es más rápido que el etiquetado, sin embargo en la práctica esto no se da, puesto que muchas veces el puesto L, queda vacío por varias razones, la principal es falta de materiales a tiempo o en el sitio, lo que repercute en el desarrollo fluido de esta etapa, otra causa es el agotamiento, a medida que se van armando los pallets con producto terminado el encartonador va disminuyendo la velocidad, todos estos factores conllevan a la acumulación de producto en línea.

El paletizado toma 45 minutos en dejar listo un pallet de 18 cajas, esta operación la realiza la misma persona que encartona.

### 4.2 Análisis de Distribución.

La figura a continuación muestra la distribución de las etapas de la línea en estudio.



**Figura 7.** Distribución de la línea

El proceso está distribuido continuamente, de tal manera el flujo sigue una secuencia prácticamente lineal, como lo indica la flecha en la figura.

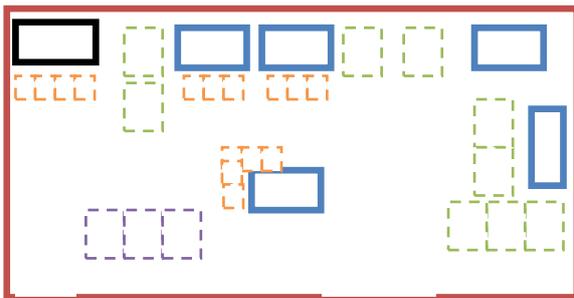
Para comprender mejor la figura 7 en la siguiente tabla se detalla la simbología.

**Tabla 7.** Símbología de la figura 7.

Símbología	Nombre de área
1	Entrada a sala de proceso.
2	Área de almacenamiento en frío.
3	Área de descarga de materia prima.
4	Sala de flujo de desperdicios.
5 al 10	Área de producción: Envasado, volteo 1, cocción, volteo 2, sellado, lavado de latas.
11	Área de esterilización.
12	Área de limpieza y etiquetado.
13	Bodega de producto terminado.

Se observa que no existe mayor inconveniente con la distribución de las áreas, la línea de producción es lineal, una etapa en secuencia de otra.

La que presenta problemas en cuanto a distribución es el área de etiquetado cuyo esquema se muestra a continuación:



**Figura 8.** Distribución de área de etiquetado.

Los recuadros de color celeste representan las mesas de etiquetado puesto que se realiza manualmente, el recuadro de color negro el área de codificado, el color verde indica los pallets ya elaborados, el color naranja insumos varios y el color morado coches de autoclaves almacenamos. Existe mucho desorden en esta área.

#### 4.3 Análisis de movimientos.

Haciendo un análisis general etapa por etapa se concluye que la mayoría de los puestos no proveen de total ergonometría, muchos puestos son monótonos, por ende estos factores disminuyen la eficiencia del personal en la jornada laboral.

#### 4.4 Propuesta de mejora.

Para el efecto se establecieron metas mostradas en la siguiente tabla:

**Tabla 8.** Metas propuestas

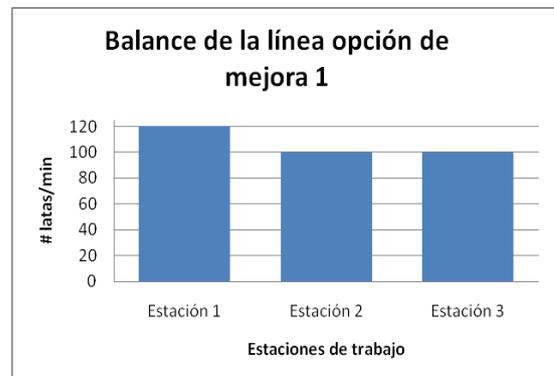
Metas propuestas		
Medida	Actual	Futuro
Producción diaria	1200 cajas	1500 cajas
Eficiencia de la línea	0,87	1
Materia prima en espera	396 kilos cada 18 minutos	0 kilos
Producto envasado en espera	660 latas cada 30 minutos	0 latas
Tiempo de producción	10 horas	8 horas

#### Balance de la línea

Se quiere llegar a producir 1500 cajas al día, la línea tal como está en condiciones ideales podría producir un máximo de 1344 cajas, dado por la capacidad del cocinador. Para aumentar la producción diaria y disminuir horas de la jornada se requeriría implementar otra línea o realizar doble jornada. Existen limitantes para esto, ya que la empresa requiere mejoras a corto plazo y con la mínima inversión económica por lo que implementar otra línea de producción no es factible. La opción de realizar dos turnos en un día requeriría al menos un autoclave más pero en estos momentos la empresa no cuenta con un espacio físico para este equipo.

Para balancear la línea, se identificaron dos opciones, reducir la tasa de producción del envasado, cocción y cerradoras, con lo cual se reduciría la producción diaria, o la segunda opción aumentar la capacidad del volteo.

Para la opción 1 se propone disminuir el número de envasadoras en este punto de 17 a 15 con lo cual se estaría generando 120 latas por minuto.



**Figura 9.** Balance de la línea implementando opción 1 de mejora.

Se observa que existe una mejor distribución de la línea por lo cual lo lógico es pensar que la eficiencia de ésta ha incrementado, lo cual lo confirmaremos aplicando la ecuación antes descrita de Federic Taylor:

$$C_{exp}=0,4+0,48+0,48=1,36\text{min/caja}$$

Tiempo disponible: 8 horas = 480min.

Unidades promedio producidas: 1280 cajas.

$$t_i=0,33\text{ min/caja}$$

$$E= 1,36\text{ min/caja}/0,33\text{min/caja}*3= 1,37$$

El índice de eficiencia aumentó de 0,87 a 1,37, está por encima de 0,80 lo que nos dice que de esta manera la línea será eficiente.

Con esta opción se aumenta eficiencia de la línea, se disminuye WIP, pero existe la desventaja de que disminuye la producción, en la sección siguiente analizaremos económicamente las ventajas y desventajas, así también mediante un modelo de simulación se buscará la solución óptima.

Si se implementa un dispositivo de volteo de 4 latas entonces la tasa de producción de esta etapa sería 140 latas por minuto, considerando que el producto a esta etapa será ingresado de manera manual se estipula que se podrá cumplir con el objetivo requerido, por lo tanto, el balance de la línea con esta propuesta se ve en la figura 10.

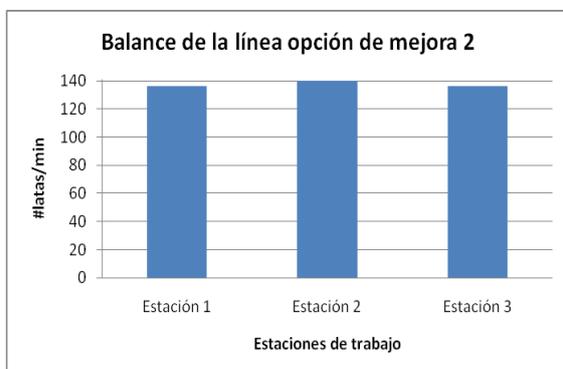


Figura. 10 Balance de la línea implementando opción 2.

Haciendo uso de las ecuaciones antes mencionadas tenemos que la eficiencia de la línea con la opción de mejora 2 es de 1.13, menor que la mejora de la opción 1, sin embargo la producción es mayor.

En la sección posterior se analizarán factibilidades.

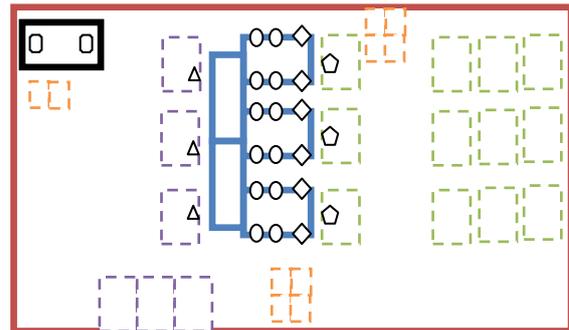
### Mejoramiento de condiciones de trabajo del personal

Para el mejoramiento de las condiciones de trabajo del personal, se propone usar el "cross training" que consiste en entrenar a cada uno de los integrantes de

la línea, en todas las actividades realizadas en ella, con el fin de tener flexibilidad para rotar al personal. El beneficio de esto es que la carga laboral estará equilibrada, la monotonía disminuirá y la eficiencia del personal será más constante.

### Mejoras en el área de etiquetado

En esta área se propone aplicar dos conceptos de producción esbelta que son manufactura celular y 5S, puesto que el problema principal en esta área es el desorden, con estas técnicas se optimizarán espacios y cada cosa tendrá su lugar sin opción a volver al desorden.



Simbología	
	Codificado
	Mesa etiquetad
	Paletscon PT
	Coches de autoclave
	Materiales e insumos
	Limpiadoras
	Etiquetadoras
	Encartonadores
	Descocheadores
	Codificadores

Figura 11. Reordenamiento del área de etiquetado

## 5. Resultados

### 5.1 Simulación de propuestas

Para los resultados se utilizó el programa de simulación de procesos Promodel versión 4.4

Se compararon las dos propuestas de mejoras para balancear la línea de producción, el objetivo principal es reducir al máximo la cantidad de producto en espera antes de ingresar a la etapa de cocción, los resultados se muestran a continuación.

En primera instancia se simuló la situación actual, 17 empacadoras con un periodo de corrida de 10 horas, para conocer cuánto es el producto que se debería producir y comparar con cuanto se produce en la actualidad.

Luego de esto, se simuló disminuyendo el número de empacadoras, para obtener resultados confiables se hicieron 30 réplicas de cada corrida.

Realizando corridas en el software se conoció que en las condiciones actuales con 10 horas de proceso la línea debería producir 1611 cajas, sin embargo en la realidad se está produciendo un promedio de 1200 cajas al día.

### Simulación de la propuesta 1: Disminuir personal en envasado

La tabla 9 a continuación muestra los resultados de las simulaciones, haciendo variaciones en el número de empacadoras.

**Tabla 9.** Resultados de simulación variando número de empacadoras.

# empacadoras	% Utilización cocinador	Máximo WIP acumulado (latas)	Producción total (cajas)
17	95,96	1240	1269
16	91,30	430	1208
15	86,02	160	1132

Como es lógico pensar al disminuir el número de empacadoras, se reducirá la producción, los resultados confirmaron esto, sin embargo debemos analizar los costos para poder tomar una decisión.

A cada opción se le asignó un valor de ahorro el cual comprende un recurso humano menos, ya que se propone implementar un dispositivo mecánico de limpieza para lavado de latas antes del cocinador, actividad que actualmente la realiza un recurso humano, el costo promedio de este puesto de trabajo por día es \$105. Estandarizar tiempos y cantidad de producción durante la jornada, conllevará a disminuir las horas de trabajo (esto acompañado con la implementación de TPM), por lo cual se disminuiría de 10 a 8 horas, esto representa ahorro de diesel y energía eléctrica, la tasa de costo de estos rubros son \$0,19/caja y \$0,11/caja, en este transcurso de tiempo habría una producción de 337 cajas aproximadamente, con lo cual se realizó el cálculo.

La opción de 17 empacadoras desde el punto de vista económico es rentable. Sin embargo ya conocemos que se genera un WIP elevado y por consiguiente se pone en riesgo el producto.

La opción de 16 empacadoras disminuye 61 cajas en la jornada de 8 horas, eso representa \$122, ya que la ganancia neta por caja es \$2, así mismo, por las razones expuestas anteriormente se ahorra \$311 ya que aquí se resta un recurso humano más, es decir el ahorro neto sería \$189 por día, tomando en cuenta que el WIP disminuye considerablemente en comparación con la opción 1.

Analizando la opción con 15 empacadoras vemos que ésta es la óptima desde el punto de vista de inocuidad de alimentos, ya que el WIP se disminuye al mínimo, el ahorro por optimización de recursos es

\$521/día, se reduce la producción en 137 cajas por día, lo que representa \$274, el ahorro neto sería \$247.

Hoy en día se busca producir con la menor cantidad de recursos posibles un producto de excelente calidad. Se observa que con la opción 3, disminuir el número de empacadoras a 15, a pesar de que se disminuye la producción total al día, existe un ahorro de \$247/día el más alto entre las tres opciones, esto anualmente representaría \$49400.

### Simulación de propuesta 2: Aumento de capacidad de volteo

Se propuso implementar otro dispositivo de volteo para conocer si de esta manera se puede también balancear la línea, en esta opción se considerará el costo de inversión del equipo, más el aumento de dos personas en la línea para maniobrar.

Se puede ver que con esta opción aumenta significativamente el WIP, lo cual está en contra del objetivo que queremos alcanzar, la acumulación de producto se debe a que como se agiliza la operación de volteo, por consiguiente va a existir desfase en los tiempos de arribos.

Los costos involucrados en ésta propuesta son, por implementar un dispositivo más es \$1200, más \$210/día por las personas encargadas de maniobrar el dispositivo. A esto debemos restarle lo que estamos ahorrando por mejoras en el proceso, que son \$206/día.

Haciendo un balance de costos, anualmente se invertiría \$43200 en mano de obra y la inversión del equipo. Comparando con la propuesta de disminuir el número de empacadoras a 15, al día se estarían produciendo 145 cajas más, lo cual representa \$290, al año \$58000. Mientras que el ahorro sería \$41200/año. La ganancia total sería \$56000/año.

Comparando esta opción de aumentar un dispositivo de volteo y disminuir el número de empacadoras a 15, se observa que la última opción analizada es más rentable, pero que no cumple la expectativa de reducir producto acumulado. Existirían \$6600 de diferencia entre las dos opciones, sin embargo, se pondría el producto en peligro y con ello la salud del consumidor, un retiro de producto tiene un costo de \$70000 o más en caso de que no haya hecho daño al consumidor, de lo contrario esta cifra aumentaría de manera abrupta.

La salud del consumidor y el prestigio de la empresa no tienen precio, es por esto que se escoge la opción de disminuir a 15 el número de empacadoras. Ya que \$6600 estaría siendo el costo por prevención.

## 5.2 Ahorro estimado

Para poder valorar el ahorro estimado que se generaría al implementar las propuestas de mejoras,

debemos hacer un recuento de los rubros que se han optimizado.

Primero tenemos ahorro por prevención de ocurrencias de errores en el proceso, esto se verá en un largo plazo aplicando las herramientas estadísticas, sin embargo para poder hacer una evaluación se le adjudicará 5% de ahorro de los costos totales.

Al estandarizar tiempos, controlar la producción de manera estricta, implementar un plan de mantenimiento preventivo de las máquinas, se reducirá el proceso en dos horas, en las cuales se está ahorrando diesel, energía eléctrica, representando los rubros más importantes, la mano de obra no se toma en cuenta, puesto que en esta empresa se paga por producción.

Se propuso la reducción de tres operadores en la línea al crear un dispositivo de limpieza de latas antes del cocinador y al reducir dos empacadoras.

Realizando los cálculos, concluimos que el ahorro total que se estaría haciendo con la aplicación de las propuestas expuestas en este trabajo es \$64000 al año.

Hay que tomar en cuenta que en las opciones de mejoras, se propone adquirir una balanza con celda de carga, un clasificador de materia prima y enviar a hacer un dispositivo mecánico de limpieza. El costo de inversión aproximado será \$20500, recurso financiero que se obtendría de los ahorros generados por la implementación de estos elementos.

## 6. Conclusiones

1. Al realizar el estudio de aplicar Total Quality Management en una línea de producción de sardinas en salsa de tomate enlatadas se determinó que se llega a ahorrar el 13% de los costos de producción anuales. Superando al objetivo establecido al inicio de este trabajo que fue 10% de los costos.

2. Para aumentar los volúmenes de producción de la línea se requiere realizar inversión económica para adquirir un nuevo equipo de esterilización, de esta manera establecer dos turnos por día. La empresa en la actualidad espera mejoras a corto plazo sin mayor inversión económica.

3. Estadísticamente hablando, las etapas críticas identificadas fueron el envasado y el sellado. Esto se evidencia en el producto fuera de especificaciones, en el envasado existe 63,39%, en el sellado A 4,62% y en el sellado B 11,46%. Los gráficos de control aportarán a tener un dominio más estricto de las etapas críticas y por consiguiente prevenir errores, lo que se reflejará en ahorros monetarios.

4. Actualmente la línea está desbalanceada. Esto se relaciona con el índice de eficiencia de la misma que es 0,87.

5. Los tiempos de producción no están estandarizados. Esto repercute en la eficiencia de la línea, puesto que la jornada laboral se extiende a casi 10 horas, sin embargo los volúmenes de producción no justifican este suceso.

6. La distribución de la línea en general cumple con los requisitos para un flujo de trabajo eficiente. Las etapas están establecidas una en secuencia de otra.

7. Los movimientos del personal en su mayoría no cuentan con ergonometría. Esfuerzos físicos excesivos y monotonía fue lo que más se evidenció en los puestos de trabajo. Aplicando la técnica "cross training", se mejorará el confort de los colaboradores de la línea.

8. Estandarizando tiempos y volúmenes de producción se disminuirán las horas de la jornada laboral, pudiendo llegar a 8 horas de trabajo. Para esto se requiere adquirir una balanza con celdas de carga, de esta manera, realizar mediciones para un control más riguroso y así alcanzar metas diarias.

9. Disminuir el número de empacadoras en el envasado a 15 es la mejor opción para equilibrar la línea desde el punto de vista de inocuidad de los alimentos y económico.

## 7. Agradecimientos

A todas las personas que han sido apoyo fundamental para el desarrollo de este trabajo. A la Ing. Priscila Castillo Soto directora del mismo, al Ing. Daniel Nuñez por su importante aporte.

## 8. Referencias

[1] M. Prado, La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante 2008, Instituto Nacional de Pesca, Ecuador, 2008.

[2] Department of health and human services, Public health service, Food and drug administration, Center for food safety and applied nutrition, Office of food safety, Fish and Fishery Products Hazard and Controls Guide. 4th Edition, Estados Unidos, 2011.

[3] Luis Yu Chuen-Tao, El Control de la Calidad en la Empresa, Ediciones Dusto S.A, Bilbao, España, pp. 8-67.

[4] Douglas C. Montgomery; George C. Runger. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería.

Mc. Grawhill, México D.F, México, 1996, pp. 4-8, 195, 831-875.

[5] Eduardo García D; Heriberto García R; Leopoldo E. Cárdenas B. Simulación y Análisis de Sistemas con Promodel. Pearson Education. México D.F, México, 2006, pp. 131-219.

[6] Food Knowledge. Control Estadístico de Procesos. Quito, Ecuador, 2011.

[7] Jorge Vega. Reingeniería del Proceso de Elaboración de una Bebida con Base de Leche de Coco. Guayaquil, Ecuador, 2009, pp. 38 – 48.

[8] Kleber Barcia. Manual para Mejorar Sistemas de Producción y Servicio. Guayaquil, Ecuador, 2007.

[9] Situación actual y perspectivas del recurso Pinchagua (*Opisthonema spp.*) en Ecuador. Ruta de búsqueda: Google – Académico – Especie Pinchagua - Situación actual y perspectivas del recurso Pinchagua (*Opisthonema spp.*) en Ecuador. Link: <http://www.oceandocs.org/handle/1834/3049>.

[10] La pesquería de pelágicos pequeños en el Ecuador durante 2007. Ruta de búsqueda: Google – Académico – Especie Pinchagua - La pesquería de pelágicos pequeños en el Ecuador durante 2007. Link: <http://www.inp.gob.ec/irba/ppp/ianual/PPP%20Informe%20anual%202007%20.pdf>.