

UNIVERSIDAD DE VALLE DE GUATEMALA

Faculta de Ingeniería



**REDUCIR LOS INDICADORES DE RECHAZO POR CALIDAD Y DISMINUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS DE INSUMOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE JABÓN**

**Trabajo de graduación presentado por:  
Kevin Antonio Vásquez Santizo  
para optar al grado académico de  
Licenciado en Ingeniería en tecnología industrial**

**Guatemala**

**2019**



UNIVERSIDAD DE VALLE DE GUATEMALA

Faculta de Ingeniería



**REDUCIR LOS INDICADORES DE RECHAZO POR  
CALIDAD Y DISMINUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS DE  
INSUMOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA  
FÁBRICA DE JABÓN**

**Trabajo de graduación presentado por:**

**Kevin Antonio Vásquez Santizo**

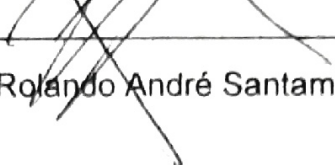
**para optar al grado académico de**

**Licenciado en Ingeniería en tecnología industrial**

**Guatemala**

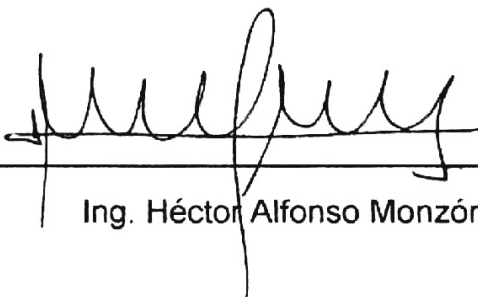
**2019**

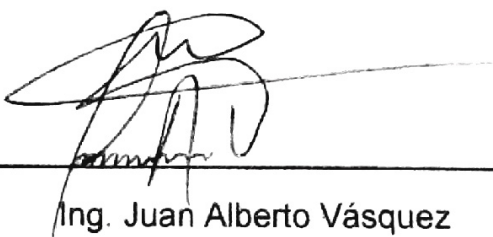
Vo.Bo.

(f)   
Ing. Químico Rolando André Santamaría Leonéz

Tribunal examinador

(f)   
Ing. Químico Rolando André Santamaría Leonéz

(f)   
Ing. Héctor Alfonso Monzón

(f)   
Ing. Juan Alberto Vásquez

Fecha de aprobación: Guatemala 26 de octubre de 2019

# ÍNDICE

	Página.
LISTADO DE FIGURAS .....	vi
LISTADO DE CUADROS .....	vii
RESUMEN .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
A. Objetivo general .....	3
B. Objetivos específicos .....	3
III. JUSTIFICACIÓN .....	4
IV. METODOLOGÍA .....	6
A. Descripción de la metodología .....	6
B. Herramientas .....	6
C. Método .....	7
D. Desarrollo .....	7
1. Análisis de los parámetros de calidad actuales del proceso .....	7
2. Desperdicio de insumos termo-encogible .....	15
3. Registro de paros no programados .....	18
V. RESULTADOS .....	23
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	32
A. Análisis de los parámetros de calidad actuales del proceso .....	32
B. Desperdicio de Insumos termo-encogible .....	32
C. Registro de paros no programados .....	33
VII. CONCLUSIONES .....	34
VIII. RECOMENDACIONES .....	36
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	38
X. ANEXOS .....	39
XI. GLOSARIO .....	40

## LISTADO DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Gráfico de control humedades en la saponificación mes de agosto...10	
Figura 2. Gráfico de control humedades en el secado .....11	
Figura 3. Gráfico de control humedades en el producto terminado .....11	
Figura 4. Análisis de causa efecto para el control de humedades en el área de secado .....12	
Figura 5. Análisis de causa efecto, de material termo-encogible desechado ...17	
Figura 6. Análisis de causa efecto tiempos no productivos .....21	
Figura 7. Humedades mes de diciembre en el secado .....23	
Figura 8. Humedades mes de diciembre producto terminado .....24	
Figura 9. Tiempo perdido Línea 1 .....28	
Figura 10. Tiempo perdido Línea 2 .....29	
Figura 11. Tiempo perdido Línea 3 .....30	

# LISTADO DE CUADROS

	Página.
Cuadro 1. Especificaciones utilizadas en la fabricación de jabón .....	7
Cuadro 2. Fórmulas utilizadas para el control de la calidad en jabones según la NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 5604 .....	9
Cuadro 3. Promedio mensual de material termo encogible deteriorado .....	16
Cuadro 4. Costo promedio de sobre proceso de termo-encogible inicial .....	17
Cuadro 5. Tiempos no productivos acumulados al mes .....	19
Cuadro 6. Repaso de jabón por marcas .....	20
Cuadro 7. Ficha técnica de especificaciones del producto .....	25
Cuadro 8. Material termo encogible deteriorado promedio mensual .....	26
Cuadro 9. Costo promedio de sobre proceso de termo-encogible .....	26
Cuadro 10. Tiempos no productivos, nuevo formato .....	27
Cuadro 11. Tiempos no productivos. Detallado .....	28
Cuadro 12. Repaso de jabón por marcas principales ajustado .....	30
Cuadro 13. Cuadro comparativo antes y después del ajuste .....	30

## RESUMEN

Durante el desarrollo de este documento, se presenta el análisis de las condiciones actuales de producción en una planta de jabón de lavandería, con el objetivo de plantear una propuesta de mejora durante el proceso de fabricación. Esto se debe a que existe problema en las especificaciones fuera de rango en los parámetros de calidad.

Primero: la humedad del producto terminado. Se pudo identificar mediante la elaboración de gráficos de control, que las humedades en los productos terminados, no mostraban una constante ni permanecían dentro de los parámetros de calidad, se identificó que el punto crítico en el sistema se encontraba en el área de secado y se procedió a realizar las modificaciones al sistema y ampliar su capacidad.

Segundo: Estudio de la integridad del empaque. Con la propuesta se disminuyeron los desperdicios de insumos por reprocesado a un 50% o menos y los desechos a un 10% o menos. Contribuyendo así a la mejora en la eficiencia de la producción.

Tercer: Evaluar de los tiempos muertos durante el proceso. Se determinó que la principal causa se debía a problemas de la calidad del corte y troquelado del jabón. Con la recolección de datos y ajustes del proceso se logró reducir los tiempos muertos.

La metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue cuantitativa, se procedió a la toma de datos que respalden el estudio y con ello fue posible llegar al planteamiento de la propuesta de mejora.

# I. INTRODUCCIÓN.

Durante el desarrollo de este informe, se evaluaron tres puntos claves durante la evaluación de calidad en el proceso de fabricación de jabón de lavandería. Estos tres puntos son: la humedad en el producto terminado, la cual presenta resultados fuera de especificación; la integridad del material de empaque primario (termo-encogible), proceso donde actualmente se está incurriendo en sobre procesos y desperdicios de material de empaque; y finalmente, los tiempos muertos en el proceso de fabricación, identificando las causas por las cuales se incurre en el uso inadecuado del tiempo del personal.

La metodología empleada durante el desarrollo del informe es cuantitativa, se realizaron estudios numéricos de los resultados obtenidos en cada etapa de producción mencionada anteriormente, con lo cual fue posible implementar acciones correctivas al proceso.

Al finalizar el estudio se pudo concluir lo siguiente:

Para los parámetros de humedad en el producto terminado, existía un proceso fuera de control en la etapa de secado del jabón, lo cual influía negativamente en la humedad del producto terminado. Se determinó que la capacidad de refrigeración no era la adecuada y mediante ajustes a este elemento se pudo regular los resultados en el producto terminado.

Durante el proceso de empaque primario se determinó que el equipo de termo-contracción se encontraba con un periodo largo de tiempo desde el último mantenimiento, por lo que esto contribuía al deterioro del empaque. Se procedió a realizar ajustes y mejorar al proceso, contribuyendo así a una mejora en la eficiencia de la planta.

Finalmente, para el estudio de tiempos muertos se identificó que el mayor desperdicio de tiempo estaba en el proceso de corte y troquelado. Se ajustó el registro de tiempos muertos, se implementaron controles y se mejoró el tiempo perdido.

## **II. OBJETIVOS**

### **A. OBJETIVO GENERAL**

- Establecer los indicadores de rechazo por calidad y los desperdicios de insumos en el proceso de fabricación del jabón de lavandería, a través de la recolección e interpretación de datos con el apoyo de gráficos de control y diagramas de causa y efecto con el objetivo de plantear una propuesta de mejora en el cálculo de los parámetros de rechazo por calidad, que contribuya a disminuir los desperdicios de insumos utilizados durante la producción de jabón

### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las condiciones de productividad actuales de la planta de jabón de lavandería con la elaboración de diagramas de procesos para definir una propuesta de mejora en el proceso.
- Identificar los puntos críticos de cambios en la humedad del producto con el uso de gráficos de control para una mejora en el proceso con la implementación de medidas correctivas en el sistema de producción.
- Evaluar los motivos por los cuales el proceso de extrusión, corte y troquelado genera actualmente el tiempo perdido, para buscar reducirlo mediante la medición de la cantidad de material extruido, que no termina como producto terminado en los puntos en donde se generan estos sobre procesos.
- Identificar las causas por las cuales se compromete la integridad del material de empaque termo-encogible, para reducir los desperdicios de insumos por reprocesado a un 50% o menos y reducir los desechos a un 10% o menos.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

Los indicadores de calidad, porcentaje de humedad, tiempo perdido de proceso e integridad en el empaque, actualmente son las principales causas del bajo desempeño de la planta de producción de jabón de lavandería.

Un porcentaje de humedad mayor de 20% en el producto terminado, ocasiona que el producto sea puesto en retención, lo cual repercute en un aumento en el tiempo de despacho. Sin embargo, a menor humedad se presentan mayores dificultades en el proceso de producción, por lo que se buscan las condiciones de proceso que permitan fabricar cualquiera de las fórmulas mencionadas en este trabajo, obteniendo un desempeño aceptable en proceso y producto. Por ende, es necesario identificar los puntos críticos de control a lo largo del proceso de producción y establecer un método de estandarización entre la humedad y el flujo productivo.

El porcentaje de tiempo perdido por defectos debido a la extrusión, corte y troquelado representa el 40% del tiempo disponible para la producción mensual. Esto repercute directamente en la eficiencia de la planta, en consecuencia, es crítico reducir el porcentaje de tiempos perdidos.

Finalmente, el porcentaje de reproceso y de desperdicios en el material de empaque debido a irregularidades, es igual a un 78% de termo-encogible utilizado, lo cual eleva los costos de producción. Debido a esto, se deben evaluar los motivos que están ocasionando esta cantidad de desperdicios y plantear las acciones necesarias para su reducción. Actualmente la empresa cuenta con varias líneas de producto las cuales utilizan dos tipos distintos de materiales. PET y PVC, los cuales son los más utilizados en el mercado por su adaptación a las superficies.

Con este proyecto se propone mejorar los indicadores de rendimiento de la planta y colocarlos dentro de los valores permisibles, reduciendo con ello los costos de fabricación por insumos aplicados a la producción.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **A. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA**

La metodología empleada durante la presente investigación fue cuantitativa, se procedió a la recolección de datos numéricos en cada uno de los tres puntos a evaluar. Para el caso de las humedades, se trabajó en función a los estándares de calidad ya establecidos por la empresa; en los procesos de saponificación, secado y producto terminado y con base a estos se plantearon los gráficos de control. Para el caso del material termo-encogible deteriorado se procedió a recolectar datos en las líneas de producción. Finalmente, para el proceso de extrusión, corte y troquelado, se recolectaron datos directamente en los dos puntos identificados donde se genera el sobre proceso. De la misma forma se implementó el registro del tiempo no laborado debido a paros no programados.

### **B. HERRAMIENTAS**

Este estudio investigativo, realizado mediante el empleo de herramientas de control de calidad, destaca como principales elementos, el uso de:

- Diagrama de Pareto: Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.
- Diagrama causa-efecto: Es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema.
- Gráfico de control: Es una gráfica lineal en la que se han determinado estadísticamente un límite superior (límite de control superior) y un límite inferior (límite inferior de control), a ambos lados de la media o línea central. La línea central refleja el valor esperado para el proceso.

## C. MÉTODO

Se procedió a una observación previa e investigación de las condiciones actuales del proceso. Se inició la fase de investigación numérica mediante la recolección de datos, los cuales son: la humedad en el producto terminado, la integridad del material de empaque primario termo-encogible y el tiempo muerto en producción.

Finalmente se analizaron los resultados los cuales brindaron una perspectiva clara del panorama actual de la empresa y los puntos donde existe la oportunidad de mejorar. En los siguientes apartados se describirán tres puntos críticos los cuales se trataron a lo largo de esta investigación.

## D: DESARROLLO

### 1. Análisis de los parámetros de calidad actuales del proceso

En la actualidad, el proceso cuenta con los siguientes puntos de control y especificaciones de calidad:

**Cuadro 1.** Especificaciones utilizadas en la fabricación de jabón

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	MÉTODO	ESPECIFICACIONES
Humedad	Cantidad de agua contenida en la emulsión	HIGRÓMETRO	Saponificación
			23% a 26 %
			Secado.
			19% a 20 %
			Producto terminado.
19% a 23%			

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	MÉTODO	ESPECIFICACIONES
<b>Alcalinidad</b>	Chequeo del porcentaje de hidróxido de sodio presente en la muestra de jabón.	VOLUMETRÍA	Empastado
			0.08% a 0.15 %
			Secado.
			0.11% a 0.12%
			Producto terminado.
			0.08% a 0.12%
<b>Cloruros</b>	Cantidad de sales y minerales que posee el producto.	ARGENTOMETRÍA	30 - 50 %
<b>Insolubles</b>	Cantidad de elementos presentes en el jabón que no se disuelven en el agua.	INSOLUBILIDAD	3% A 6%
<b>Ácidos grasos</b>	Cantidad de materia grasa presente en la muestra	SAPONIFICACIÓN	70% a 80%
<b>Color</b>	Verificación de las tonalidades del color en el jabón mediante tablas de colores.	COLORACIÓN	Inspección visual, del producto mediante plantillas de color.
<b>Estabilidad de espuma</b>	Determinar la calidad de la espuma generada por el jabón.	CONSITENCIA	75% a 80% de estabilidad en 1 minuto
<b>Peso</b>	Verificación de los parámetros de gramaje para cada presentación.	AGITACIÓN	Según tipo de producto se establece un rango de gramos
<b>Forma</b>	Inspección de la calidad del troquelado y forma de la bola.	TROQUELADO	Cada producto posee una copa determinada para ser troquelada y darle la forma específica.
<b>Integridad en el empaado</b>	Verificación de la calidad del empaque, tanto primario como secundario.	EMPACADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faltante de cocción</li> <li>Exceso de acción. (quemado)</li> </ul>

**Cuadro 2.** Fórmulas utilizadas para el control de la calidad en jabones según la NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 5604

<b>Código</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Nomenclatura</b>
<b>Fórmula 1</b>	$humedad = \frac{((Pm + Pc) - Pms) * 100}{Pm}$	Pm=peso de la muestra Pc=peso contenedor Pms=peso muestra seca
<b>Fórmula 2</b>	$Al = \frac{0.1 * 0.04 * 100}{Pm}$	Pm=peso de la muestra
<b>Fórmula 3</b>	$Clo = \frac{milNit * 0.1 * 0.0585 * 100}{Pm}$	Pm=peso de la muestra
<b>Fórmula 4</b>	$Clo = \frac{(Pfh - Pfs) * 100}{Muestra\ alcalinidad}$	Pfh=peso filtro húmedo Pfs=peso filtro seco Muestra de alcalinidad
<b>Fórmula 5</b>	$Acig = \frac{(Ppastilla - Prafina) * 100}{Pjabón}$	Ppastilla=peso pastilla obtenida Parafina=peso parafina incorporada Pjabón=peso inicial muestra de jabón
<b>Fórmula 6</b>	$Acig = \frac{(V1 - V2) * 100}{V1 - 100}$	V1=volumen 1 de espuma V2=volumen 2 de espuma

La empresa donde se realizó el estudio a lo largo de los años ha utilizado el rango de humedad en la saponificación entre un 23% a 26%, para el secado debe descender hasta un 19% a 20%. Y finalmente el rango en la extrusión, se eleva de 20% a 23% (Datos de ficha técnica producto xx), se observa que, para efectos de esta investigación, los tres puntos críticos de humedad del producto se encuentran en la saponificación, secado y la extrusión. Si en el laboratorio se determina que el producto terminado cuenta con una humedad superior al 24% deberá colocarse en cuarentena, esto incurre en un retraso en la entrega del producto. Por lo tanto, es necesario realizar ajustes a las humedades obtenidas en todo el proceso y evaluar las tolerancias a las cuales está sometido el producto.

Como instrumento de evaluación se plantea el uso de los gráficos de control. A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante el muestreo efectuado dos veces al día durante treinta días.

### Gráficos de control de humedades

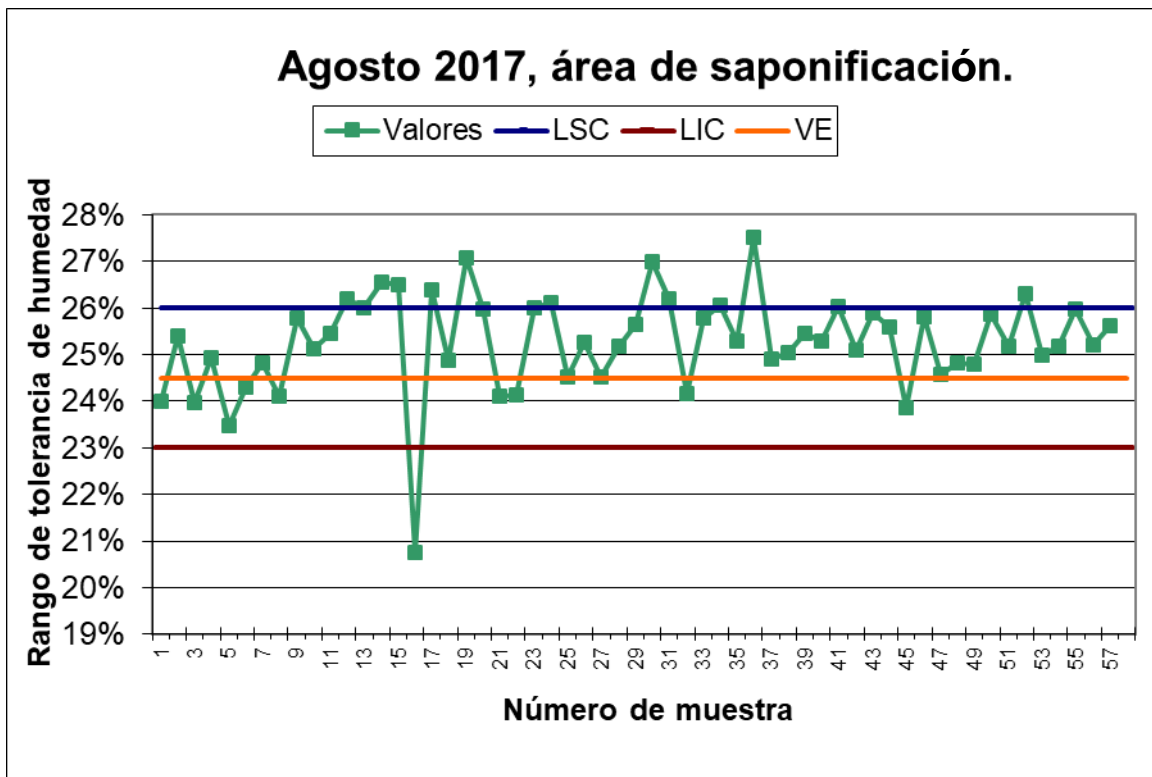


Figura 1. Gráfico de control humedades en la saponificación mes de agosto

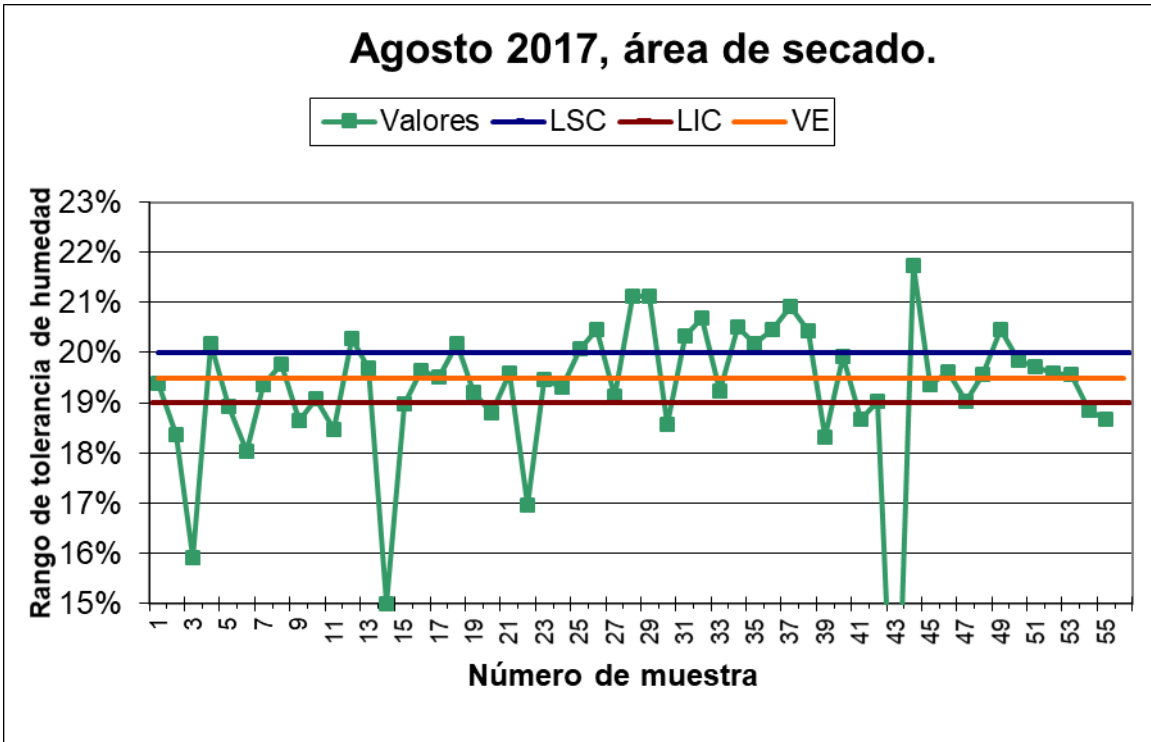


Figura 2. Gráfico de control humedades en el secado

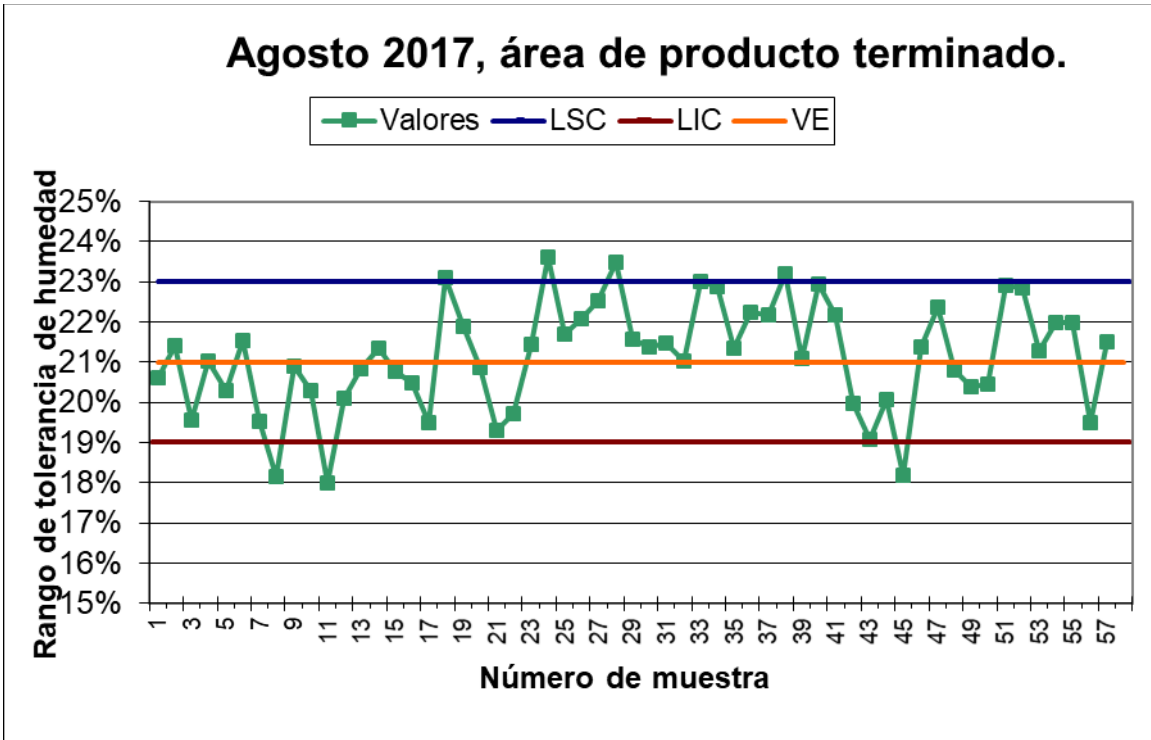
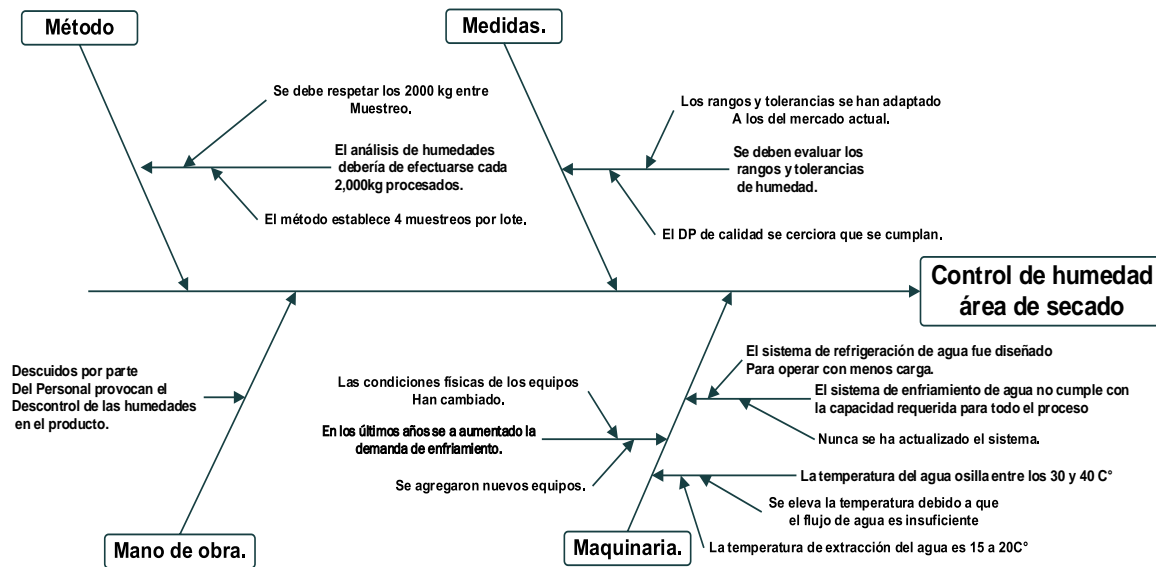


Figura 3. Gráfico de control humedades en el producto terminado

Mediante la 3ª gráfica, se visualiza que existe un proceso fuera de control con respecto a los parámetros y tolerancias de calidad. De las tres gráficas, la del secado, es la que plantea un mayor descontrol en su humedad.

### Análisis de causa efecto para el control de humedades en el área de secado



**Figura 4.** Análisis de causa efecto para el control de humedades en el área de secado

Del análisis de este diagrama se concluyó que el principal motivo de variación era una probable falta de capacidad de enfriamiento.

- **Plan de acción**

El sistema actual de enfriamiento de agua cuenta con dos bancos de hielo los cuales tienen una capacidad de procesar 3,456 litros de agua cada uno. Haciendo un total de 6,912 litros de agua entregada al sistema.

Al evaluar las condiciones de trabajo y requerimientos del sistema, se determina que existe la necesidad de implementar un banco de hielo adicional, el cual brinde al proceso la regulación de temperatura apropiada para la fabricación del jabón.

- **Acciones por seguir**

Evaluando las condiciones de trabajo, se concluye que es necesario implementar un banco de hielo adicional, el cual brinde al sistema, la regulación de temperatura apropiada para el proceso de fabricación. De igual forma se tomará en consideración la necesidad de implementar un sistema periódico de control de humedades, buscando evaluar los rangos de humedad cada 2,000 kg, se ajustarán las tolerancias de humedad en el secado de 18% a 21%.

- **Método de evaluación**

Se verificaron los resultados obtenidos, mediante la toma de datos de humedades y uso de gráficos de control.

## Ejecución

Evaluación de la capacidad de refrigeración.

El sistema actual cuenta con dos bancos de hielo de dimensiones:

- Altura 1.2 metros
- Ancho 1.2 metros
- Largo 2.4 metros

Teniendo un volumen de  $3.456 \text{ m}^3$ , se posee una capacidad en litros de agua igual a:

$$l = 3.456 \text{ m}^3 * \frac{1,000l}{1 \text{ m}^3} = 3,456 \text{ l}$$

En consecuencia, la capacidad total de litros entre ambos sistemas, requieren de seis horas para ser enfriada a la temperatura de trabajo. Por lo tanto:

$$\frac{\text{litros}}{\text{minuto}} = \frac{6,912 \text{ litros}}{6 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 19.2 \frac{\text{litros}}{\text{minuto}}$$

El sistema cuenta con siete cargas principales, y dos complementarias, las cuales consumen un flujo aproximado de  $27.2 \frac{\text{Litros}}{\text{minuto}}$  trabajando al mismo tiempo. Por lo tanto, al evaluar la factibilidad de implementar un tercer banco de hielo se obtiene.

$$\begin{aligned} 6,912 \text{ litros} + 3,456 \text{ litros} &= 10,368 \text{ litros} = \frac{10,368 \text{ litros}}{6 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \\ &= 28.8 \frac{\text{litros}}{\text{minutos}} \end{aligned}$$

Por lo tanto, el sistema será capaz de mantener la temperatura entre los parámetros de funcionamiento deseados, con la implementación de un tercer banco de hielo. Sin embargo, eso solo será posible si el sistema actual no se expande. En dado caso se deberá considerar la construcción de un banco de hielo adicional.

## **2. Desperdicio de insumos termo-encogible**

### **Manga termo encogible.**

Las mangas termo encogibles, son producidas en películas de formulación especial y se encogen en sentido biaxial. Son aplicadas a un recipiente o producto que luego pasa por un proceso de encogimiento por medio de calor, hasta que éste adopta la forma del envase o producto. (Flexsa (Flexografica, s.f.)

Como se menciona en la justificación la empresa cuenta con varias líneas de producto las cuales utilizan, dos tipos distintos de materiales. PET y PVC los cuales son los más utilizados en el mercado por su adaptación a las superficies.

### **Material de empaque termo-encogible desechado.**

A continuación, se presenta una tabla detallando el consumo mensual por cada tipo y línea de producto, cantidad deteriorada, costo de cada unidad de termo-encogible, costo total que representa la cantidad de termo-encogible deteriorado, según el tipo de empaque.

**Cuadro 3. Promedio mensual de material termo encogible deteriorado**

Descripción del artículo	Promedio mensual de producción	Promedio mensual deteriorado	Costo por unidad de termo encogible	Costo total de desperdicio de termo encogible	% mensual deteriorado
THERMO SUP SON 425 GRS LAVANDA	11,640	4,653	Q. 0.17	Q 790.95	40%
THERMO SUP SON 425 GRS BLANCO	33,600	9,942	Q. 0.17	Q. 1,690.14	30%
THERMO SUP SON 425 GRS SPECKELS	17,099	4,575	Q. 0.17	Q. 777.75	27%
THERMO SUP SON 425 GRS GENÉRICO	10,334	2,752	Q. 0.17	Q. 467.84	27%
THERMO SU / VERDE 230 GRS. / 3 UNID.	4,076	1,084	Q. 0.15	Q. 162.65	27%
THERMO SU / ÁMBAR 270 GRS. / 1 UNID.	7,212	1,473	Q. 0.70	Q. 1,030.87	20%
THERMO SU / VERDE 230 GRS. / 1 UNID.	9,264	1,885	Q. 0.70	Q. 1,319.73	20%
THERMO SON 300 GRS	8,915	1,792	Q. 0.11	Q. 197.16	20%
TEHRMO SU/AMBAR 270 GRS. / 3 UNID.	4,188	806	Q. 0.15	Q. 120.90	19%
THERMO SUP SON 425 GRS NARANJA	9,104	1,699	Q. 0.17	Q. 288.89	19%
MANGA IMPRESA SUP SON AZUL 425 GRS 3 UNID.	3,972	728	Q. 0.61	Q. 443.88	18%
THERMO SUP SON 425 GRS VERDE	22,068	3,995	Q. 0.17	Q. 679.15	18%
THERMO SUP CTO 425 GRS	10,816	1,517	Q. 0.22	Q. 333.67	14%
THERMO LAX 425 GRS 3 UNID. H	10,013	2,394	Q. 0.30	Q. 718.10	13%
BOLSA PLÁSTICA TRANSPARENTE 14X20X3 "LAX 425/12 H"	4,503	427	Q. 0.41	Q. 175.07	9%
MANGA TRANSPARENTE REFUERZO	19,566	1,660	Q. 0.41	Q. 680.60	8%
MANGA IMPRESA MEGA LAX LILLA 425/3	3,166	160	Q. 0.61	Q. 328.18	6%
MANGA IMPRESA MEGA LAX VERDE 425/3	3,166	160	Q. 0.61	Q. 97.60	5%
THERMO SUP AVE 3/425 GRS	3,250	159	Q. 0.21	Q. 33.46	5%
MANGA IMPRESA MEGA LAX AZUL 425/3	3,074	108	Q. 0.61	Q. 65.68	4%
BOLSA PLÁSTICA TRASPARENTE 12X18X3 "CTO 250/15 H"	3,814	0	Q. 0.41	Q. 0.00	0%
<b>Total</b>	<b>217,042</b>	<b>42,347</b>	<b>Total</b>	<b>Q. 10,402.26</b>	<b>20%</b>

### Material termo-encogible que debe repasarse

Adicional al reporte de producto deteriorado de material de empaque, se presentan los casos adicionales de sobre proceso cuando el material termo encogible está:

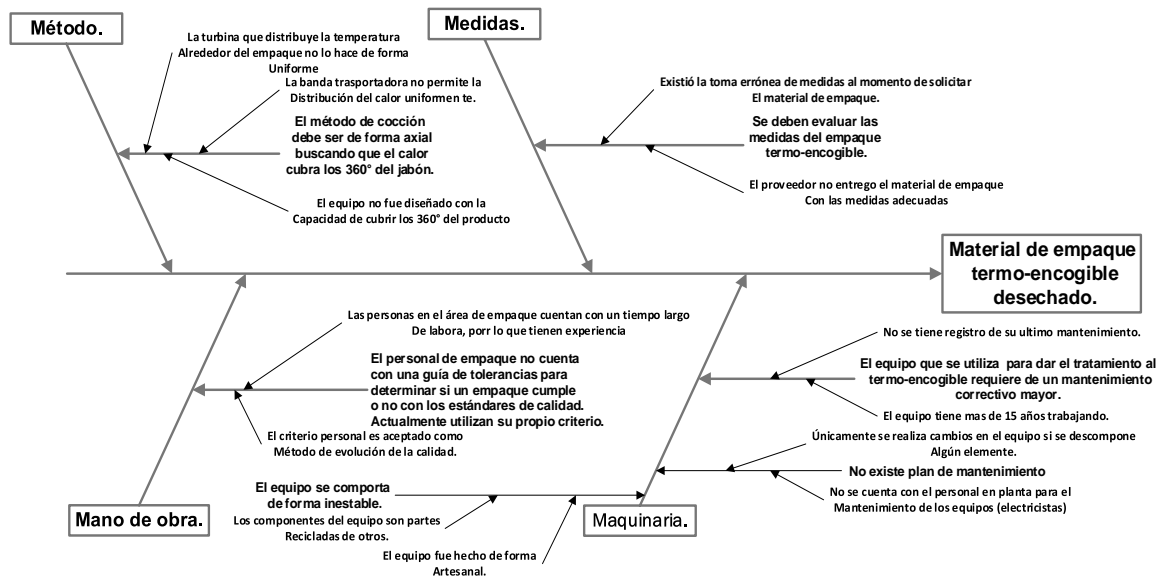
- Deficiente de termo contracción. Esto se refiere a que el material no alcanzó su estado completo de contracción y, por lo tanto, no se adaptó completamente al producto.
- Codificación defectuosa. Se presenta este caso cuando en algún momento del proceso de codificación la máquina codificadora presenta algún fallo.

Al momento de realizar la recolección de datos, se determinó que aproximadamente un 63% de los empaques procesados deben ser sobre procesados, debido a carecer del punto de termo contracción para ser aceptado o el codificado ha sido defectuoso. Utilizando la recopilación de datos de tiempos perdidos se puede obtener el tiempo promedio mensual que conlleva el sobre proceso y su costo.

**Cuadro 4.** Costo promedio de proceso de termo-encogible inicial

Causas de tiempo perdido	Suma de tiempo muerto en horas	Costo por hora de mano de obra 16 trabajadores	Total en quetzales que representa	Porcentaje
Repaso de jabón	55.73	Q. 195.30	Q. 10,884.72	29%
Falla eléctrica o mecánica	46.37	Q. 195.30	Q. 9,055.41	24%
Irregularidad en el entermado	35.15	Q. 195.30	Q. 6,871.31	18%
Limpieza de línea (cambio de copas por cambio de jabón)	17.78	Q. 195.30	Q. 3,473.09	9%
Reproceso de jabón	16.50	Q. 195.30	Q. 3,222.45	8%
Irregularidades en el troquel y el extrusor	6.48	Q. 195.30	Q. 1,266.20	3%
Otros	6.00	Q. 195.30	Q. 1,171.80	3%
Falta de jabón en los silos	5.42	Q. 195.30	Q. 1,057.88	3%
Cambio de malla y/o limpieza de conos	4.50	Q. 195.30	Q. 878.85	2%
Excedente de jabón en el área de empaque	1.33	Q. 195.30	Q. 260.40	1%
<b>Total, general</b>	<b>195.30</b>	<b>Total</b>	<b>Q. 38,142.09</b>	<b>100%</b>

**Análisis de causa efecto, de material termo-encogible desechado.**



**Figura 5.** Análisis de causa efecto, de material termo-encogible desechado

- **Plan de acción**

El equipo que se utiliza para dar tratamiento térmico al material termo-encogible tiene aproximadamente 25 años de estar operando. Hasta la fecha no se lleva registro exacto de tiempo entre mantenimientos, por lo tanto, se evidencia la necesidad de evaluar el estado de sus elementos y corregir las posibles fallas que existan. De igual forma el fabricante del material termo-encogible recomienda que el calor aplicado sea de forma axial y que abarque los 360° del producto para garantizar su adecuada termo contracción.

- **Acciones por seguir**

Se evaluará el estado y condiciones de funcionamiento de los equipos termo-encogibles y se procederá a realizar su respectivo mantenimiento preventivo y correctivo.

- **Método de evaluación**

Se realizará un muestreo estadístico y un cuadro comparativo entre los consumos y desperdicios de referencia obtenidos en el apartado anterior y su contraparte luego de ser implementadas las mejoras.

### **3. Registro de paros no programados**

#### **Tiempo productivo**

Como recurso principal de la empresa, se tiene el tiempo disponible para la producción; tanto de la maquinaria, como del talento humano. Se ha determinado que, en jornada normal de trabajo, existe un tiempo disponible de labores que es de 7 horas con 45 minutos.

## Tiempos no productivos

Al analizar los datos obtenidos al finalizar el mes, mediante el registro obtenido del informe diario de trabajo, se observa, que existen tiempos no productivos. Para lo cual se presenta la siguiente tabla.

**Cuadro 5.** Tiempos no productivos acumulados al mes

Causas de tiempo perdido	Suma de tiempo muerto en horas	Costo por hora de mano de obra 16 trabajadores	Total en quetzales que representa	Porcentaje
Repaso de jabón	94.00	Q. 195.30	Q. 18,358.85	42%
Falla eléctrica o mecánica	40.12	Q. 195.30	Q. 7,836.09	18%
Irregularidad en el entermado	31.37	Q. 195.30	Q. 6,126.56	14%
Limpieza de línea (cambio de copas por cambio de jabón)	18.79	Q. 195.30	Q. 3,669.04	8%
Reporceso de jabón	17.10	Q. 195.30	Q. 3,340.28	8%
Irregularidades en el troquel y el extrusor	11.02	Q. 195.30	Q. 2,152.21	5%
Otros	9.60	Q. 195.30	Q. 1,875.53	4%
Falta de jabón en los silos	4.42	Q. 195.30	Q. 862.58	2%
Cambio de malla y/o limpieza de conos	0.00	Q. 195.30	Q. 0.00	0%
Excedente de jabón en el área de empaque	0.00	Q. 195.30	Q. 0.00	0%
<b>Total, general</b>	<b>226.43</b>	<b>Total</b>	<b>Q. 44,221.13</b>	<b>100%</b>

La mayor causa de tiempos perdidos es el repaso del jabón, con un 42%.

Este proceso consiste en detener las líneas, para trasladar el producto en su fase final de fabricación que no cumplió con los parámetros de calidad, al extrusor de producción y ser compactado de nuevo.

Dicho producto es acumulado en dos fases de las líneas, la primera fase, es en el área de corte y la segunda fase, en el troquelado. La segunda causa en el proceso es debido a las fallas eléctricas y mecánicas. La tercera causa es la irregularidad en el entermado, esta causa se da en la fase de colocación del empaque termo-encogible y su proceso de termo-contracción. Como se vio en el inciso D-2 se dan 3 condiciones durante el proceso. La ruptura o quemado del empaque, la falta de termo contracción y la deficiencia en el codificado.

Finalmente, la cuarta causa es la limpieza de líneas, proceso que debe realizarse en el momento en el que se da un cambio de producto y presentación.

Siguiendo el principio de Pareto estas cuatro causas son el 80% del tiempo perdido, sin embargo, la que representa mayor cantidad de tiempo y costo es el repaso de jabón, por lo tanto, se plantea como prioridad a lo largo de este trabajo.

### Datos recopilados del repaso de jabón por marcas principales

**Cuadro 6.** Repaso de jabón por marcas

Marca	Repaso total generado en la cortadora horizontal (kg/hora)	%	Promedio de repaso generado al final de la línea (kg/hora)	%
Victo 200/30	72.685	72%	28.570	28%
Ave 200/30	60.540	67%	29.700	33%
Mega lax 425/18	127.194	78%	34.867	22%
Súper son 425/18	130.804	55%	108.987	45%
		68%		32%

Se puede observar que la mayor cantidad de repaso de jabón es generada en la cortadora horizontal, representando alrededor del 68% del material reprocesado, por ende, se buscará reducir la cantidad de materia generada en este punto.

## Análisis de causa efecto tiempos no productivos

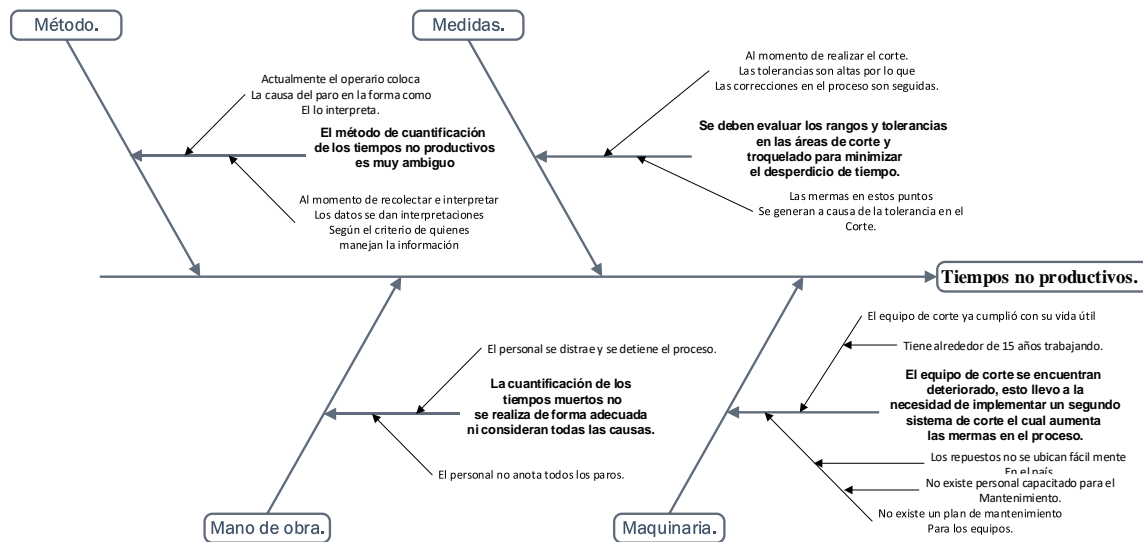


Figura 6. Análisis de causa efecto tiempos no productivos

- **Plan de acción**

Debido a que el mayor tiempo no productivo se da por el repaso de jabón, consumiéndose alrededor de 94 horas mensuales de producción en las tres líneas, debido a esto, se ve la necesidad de reducir la cantidad de materia reprocesada en el sistema. Actualmente existen dos puntos donde se genera y acumulan el material para ser repasado, la cortadora horizontal donde se genera la merma derivada del corte de las tres bolas. Y el otro punto se genera al final de la línea, donde llega todo aquel producto que no fue troquelado adecuadamente o no se encuentra compactado en su totalidad.

- **Acciones a tomar**

El sistema empleado actualmente para dar seguimiento a los tiempos perdidos del extrusor de producción no detalla en que línea se dio el problema y por qué causa, debido a que el formato empleado deja mucho espacio para ambigüedades e interpretaciones del personal. En pocas palabras no está estandarizado. Por lo cual se propone la implementación de un nuevo formato que permita llevar un control detallado. (Anexo 1).

En la cortadora horizontal se generan dos residuos que pesan un promedio de 96.9 gramos. Estos residuos deben ser almacenados y acumulados, para luego ser llevados a la entrada del extrusor de producción y ser repasados. La propuesta se basa en evaluar las condiciones de trabajo tanto en la cortadora horizontal como en el extrusor de producción y analizar la forma de obtener la menor cantidad posible de residuo, al ajustar el mecanismo que le da el tamaño al taco y la distribución de las bolas al ser cortadas.

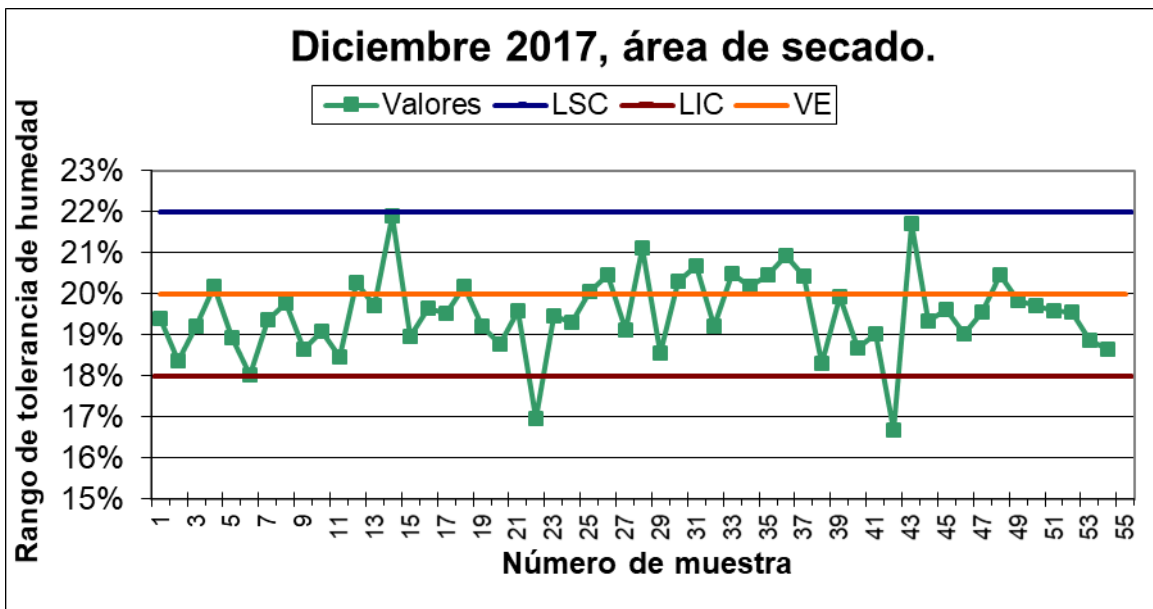
**Método de evaluación.**

Se deberá realizar el seguimiento periódico mediante el formato de tiempos muertos del extrusor.

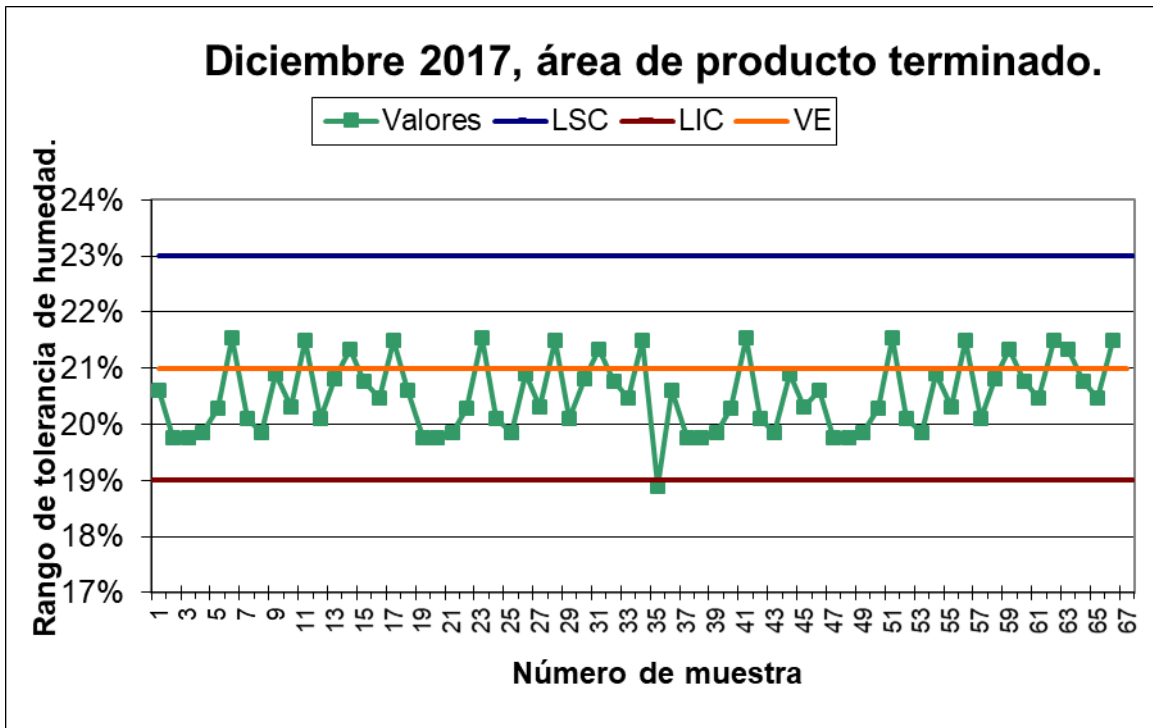
## V. RESULTADOS

### A. Resultados obtenidos para la regulación de humedades en el producto terminado.

En la siguiente gráfica de control, se establece que, mediante la implementación de un tercer banco de hielo, las humedades, en el secado y producto terminado se han regulado.



**Figura 7.** Humedades mes de diciembre en el secado



**Figura 8.** Humedades mes de diciembre producto terminado

Se observa que, mediante la implementación del tercer banco de hielo, los gráficos de control en el área de secado se han regulado. Se han obtenido resultados más cercanos al 20% de humedad (Para el mes de agosto, existía una desviación estándar del 1.35%; para el mes de diciembre, luego de implementado el tercer banco de hielo, la desviación se redujo a 0.65%) y únicamente dos puntos del muestreo están fuera de los rangos. Esto dio como resultado la regulación de la humedad en el área de producto terminado, al poseer el secado un rango mayor y una exactitud de humedad más precisa.

**Cuadro 7.** Ficha técnica de especificaciones del producto actual.

	<b>CERTIFICADO DE CALIDAD</b> - Viruta de jabón de lavandería -	<b>Código</b> F-AC-010
		<b>Versión</b> 01

Número de Lote	<b>Ilustrativo</b>	Fecha de elaboración
Fecha de análisis		Fecha de vencimiento

<b>SECCIÓN 1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PRODUCTO</b>		
Nombre del producto	Base 1	
Presentación	Viruta	
Fabricado por	<b>Ilustrativo</b>	

<b>SECCIÓN 2. ESPECIFICACIONES FÍSICAS</b>		
PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Aspecto	Libre de material extraño	Aceptable
Consistencia	Sólida, suave al tacto	Aceptable
Forma	Taco	Aceptable

<b>SECCIÓN 3. ESPECIFICACIONES QUÍMICAS</b>			
PARÁMETRO	RANGO	VALOR (%)	RESULTADO
Humedad saponificación (% de agua)	23.00-26.00%		Aceptable
Humedad secado (% de agua)	18.00-22.00%		Aceptable
Humedad producto terminado (% de agua)	19.00-23.00%		Aceptable
Alcalinidad (% NaOH)	máx 0.20%		Aceptable
Cloruros	máx 0.50%		Aceptable
Insalcohol	máx 10.0 %		Aceptable
Estabilidad de espuma	mín 80 %		Aceptable
Ácidos grasos TFA	mín 60.0 %		Aceptable

\_\_\_\_\_  
**Jefe de Aseguramiento de Calidad**

\_\_\_\_\_  
**Analista**

## B. Resultados obtenidos para la reducción del desperdicio del material de empaque termo-encogible

**Cuadro 8.** Material termo encogible deteriorado promedio mensual

Descripción del artículo	Promedio mensual de producción	Promedio mensual deteriorado	Costo por unidad de termo encogible	Costo total de desperdicio de termo encogible	% mensual deteriorado
THERMO SU / VERDE 230 GRS. / 3 UNID.	5,094	2,156	Q. 0.15	Q. 323.40	42%
MAGA IMPRESA MEGA LAX AZUL 425/3	10,419	2,453	Q. 0.61	Q. 1,496.33	24%
THERMO SUP CTO 425 GRS/1 UNID.	744	150	Q. 0.22	Q. 33.00	20%
THERMO SU/VERDE 230 GRS./1 UNID.	8,424	1,665	Q. 0.70	Q. 1,165.50	20%
THERMO SU/ÁMBAR 270 GRS./1 UNID.	8,874	1,722	Q. 0.70	Q. 1,205.40	19%
MANGA IMPRESA MEGA LAX VERDE 425/3	15,498	2,995	Q. 0.61	Q. 1,826.95	19%
MANGA IMPRESA SUP SON AZUL 425 GRS 3 UNID	14,175	2,475	Q. 0.61	Q. 1,509.75	17%
MANGA TRANSPARENTE REFUERZO	50,439	8,404	Q. 0.41	Q. 3,445.64	17%
THERMO SU/ÁMBAR 270 GRS./3 UNID.	4,296	706	Q. 0.15	Q. 105.90	16%
MANGA IMPRESA MEGA LAX LILA 425/3	10,392	1,633	Q. 0.61	Q. 996.13	16%
THERMO LAX 425 GRS 3 UNID H	17,292	1,573	Q. 0.30	Q. 471.90	9%
THERMO SÓN 300 GRS	8,752	795	Q. 0.11	Q.87.45	9%
BOLSA PLÁSTICA TRANSPARENTE 12X18X3X "CTO 250/15 H"	4,323	315	Q. 0.41	Q. 129.15	7%
THERMO SUP AVE 3/425 GRS	8,505	400	Q. 0.21	84.00	5%
THERMO SUP SON 425 GRS GENÉRICO	115,059	41	Q. 0.17	Q. 6.97	0%
THERMO SUP SON 425 GRS LAVANDA	0	0	Q. 0.17	Q.0.00	0%
THERMO SUP SON 425 GRS BLANCO	0	0	Q. 0.17	Q. 0.00	0%
THERMO SUP SON 425 GRS SPECKELS	0	0	Q. 0.17	Q. 0.00	0%
THERMO SUP SON 425 GRS NARANJA	0	0	Q. 0.17	Q. 0.00	0%
THERMO SUP SON 425 GRS VERDE	0	0	Q. 0.17	Q. 0.00	0%
BOLSA PLÁSTICA TRANSPARENTE 14X20X3 "LAX 425/12 H"	0	0	Q. 0.41	Q. 0.00	0%
<b>Total</b>	<b>282,286</b>	<b>27,483</b>	<b>Total</b>	<b>Q. 12,887.47</b>	<b>10%</b>

Se establece que el porcentaje de material termo encogible se redujo de 20% a un 10%, por lo que el ahorro fue de un 70% en términos de costos por material deteriorado.

**Cuadro 9.** Costo promedio de sobre proceso de termo-encogible

Causas de tiempo perdido	Suma de tiempo muerto en horas	Costo por hora de mano de obra 16 trabajadores	Total en quetzales que representa	Porcentaje
Repaso de jabón	47.37	Q. 195.30	Q. 9,251.36	31%
Falla eléctrica o mecánica	32.68	Q. 195.30	Q. 6,382.40	22%
Irregularidad en el entermado	23.59	Q. 195.30	Q. 4,607.13	16%
Limpieza de línea (cambio de copas por cambio de jabón)	11.89	Q. 195.30	Q. 2,322.12	8%
Reproceso de jabón	8.75	Q. 195.30	Q. 1,1708.88	6%
Irregularidades en el troquel y el extrusor	4.24	Q. 195.30	Q. 828.07	3%
Otros	5.50	Q. 195.30	Q. 1,074.15	4%
Falta de jabón en los silos	11.21	Q. 195.30	Q. 2,189.31	7%
Cambio de malla y/o limpieza de conos	3.75	Q. 195.30	Q. 732.38	2%
Excedente de jabón en el área de empaque	1.67	Q. 195.30	Q. 326.15	1%
<b>Total, general</b>	<b>150.65</b>	<b>Total</b>	<b>Q. 29,421.95</b>	<b>100%</b>

Se observa que, mediante la inspección y reparación de los equipos termo-encogible, se redujo de 31.37 horas utilizadas en la irregularidad del proceso de termo contracción a 23.59 horas. Representando una reducción del 25% del tiempo desperdiciado. Por lo que el 63% de empaque sobre procesado se redujo a un 38% representando un ahorro económico aproxima de Q1, 519.11 mensuales.

Adicionalmente a esto el costo por material deteriorado se redujo de un 20% a un 10%, por lo que obtuvimos una reducción del 50%. Si en el mes de noviembre y diciembre se deterioraron alrededor de Q12, 886.94, se deduce que el costo se redujo  $(Q12, 886.94 * 0.5) = Q6, 443.47$  quetzales de ahorro. Sin embargo, sería conveniente realizar un seguimiento más adelante para detectar el descenso en la curva de efectividad del equipo. Si se vuelve a presentar un aumento sería bueno considerar la sustitución del equipo

### C. Resultados obtenidos mediante la implementación del nuevo formato

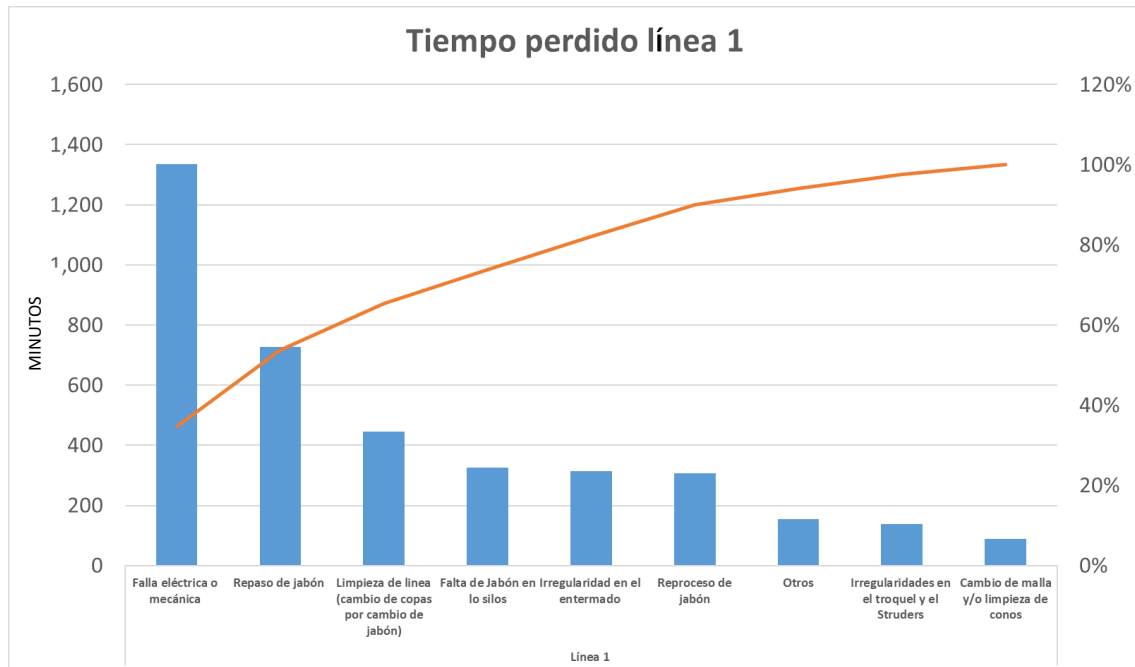
Mediante la implementación del nuevo formato (Anexo 1) se ha podido clasificar y detectar de forma más precisa y clara las causas y líneas donde se dan las pérdidas de tiempo en producción. Se puede observar que la constante aún sigue siendo la pérdida de tiempo por repaso de jabón, la cual se da en mayor cantidad en la línea número dos.

**Cuadro 10.** Tiempos no productivos, nuevo formato

Causas de tiempo perdido	Suma de tiempo muerto en horas	Costo por hora de mano de obra 16 trabajadores	Total en quetzales que representa	Porcentaje
Repaso de jabón	55.73	Q. 195.30	Q. 10,884.72	29%
Falla eléctrica o mecánica	46.37	Q. 195.30	Q. 9,055.41	24%
Irregularidad en el entermado	35.18	Q. 195.30	Q. 6,871.31	18%
Limpieza de línea (cambio de copas por cambio de jabón)	17.78	Q. 195.30	Q. 3,473.09	8%
Reproceso de jabón	16.50	Q. 195.30	Q. 3,222.45	8%
Irregularidades en el troquel y el extrusor	6.48	Q. 195.30	Q. 1,266.20	3%
Otros	6.00	Q. 195.30	Q. 1,171.80	3%
Falta de jabón en los silos	5.42	Q. 195.30	Q. 1,057.88	3%
Cambio de malla y/o limpieza de conos	4.50	Q. 195.30	Q. 878.85	2%
Excedente de jabón en el área de empaque	1.33	Q. 195.30	Q. 260.40	1%
<b>Total, general</b>	<b>195.30</b>	<b>Total</b>	<b>Q. 44,221.13</b>	<b>100%</b>

**Cuadro 11. Tiempos no productivos. Detallado**

	Suma de tiempo muerto min.	Suma de tiempo horas
<b>Línea 1</b>	<b>3837</b>	<b>63.95</b>
Falla eléctrica o mecánica	1335	22.25
Repaso de jabón	728	12.13
Limpieza de línea (cambio de copas por cambio de jabón)	445	7.42
Falta de jabón en los silos	325	5.42
Irregularidad en el entermado	314	5.23
Reproceso de jabón	307	5.12
Otros	155	2.58
Irregularidades en el troquel y el Struders	139	2.32
Cambio de malla y/o limpieza de conos	89	1.48
<b>Línea 2</b>	<b>4339</b>	<b>72.32</b>
Repaso de jabón	1511	25.18
Irregularidad en el entermado	959	15.98
Falla eléctrica o mecánica	827	13.78
Limpieza de línea (cambio de copas por cambio de jabón)	325	5.42
Reproceso de jabón	281	4.68
Irregularidades en el troquel y el Struders	175	2.92
Otros	110	1.83
Excedente de jabón en el área de empaque	80	1.33
Cambio de malla y/o limpieza de conos	71	1.18
<b>Línea 3</b>	<b>3542</b>	<b>59.03</b>
Repaso de jabón	1105	18.42
Irregularidad en el entermado	838	13.97
Falla eléctrica o mecánica	620	10.33
Reproceso de jabón	402	6.70
Limpieza de línea (cambio de copas por cambio de jabón)	297	4.95
Cambio de malla y/o limpieza de conos	110	1.83
Otros	95	1.58
Irregularidades en el troquel y el Struders	75	1.25
<b>(en blanco)</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>
<b>Total general</b>	<b>11718</b>	<b>195.30</b>



**Figura 9. Tiempo perdido Línea 1**



**Figura 10.** Tiempo perdido Línea 2



**Figura 11.** Tiempo perdido Línea 3

## D.Resultados obtenidos mediante el ajuste de la cortadora horizontal, para disminuir la cantidad de material de repaso

Al realizar los ajustes pertinentes al sistema de corte primario se logró llegar a los siguientes resultados:

**Cuadro 12.** Repaso de jabón por marcas principales, ajustado

Marca	Repaso total generado en la cortadora horizontal (kg/hora)	%	Promedio de repaso generado al final de la línea (kg/hora)	%
Victo 200/30	47.593	62%	28.570	38%
Ave 200/30	38.400	56%	29.700	44%
Mega lax 425/18	103.578	75%	34.867	25%
Súper son 425/18	106.294	49%	108.987	51%
			52%	38%

Se puede observar una reducción de seis puntos porcentuales al ajustar la cortadora horizontal. Con el fin de evaluar el impacto total, se presenta una compararan en la siguiente tabla.

**Cuadro 13.** Cuadro comparativo antes y después del ajuste

Marca	Antes del ajuste					Después del ajuste						
	Repaso total generado en la cortadora horizontal (kg/hora)	%	Promedio de repaso generado al final de la línea (kg/hora)	%	Total repaso (kg/hora)	Repaso total generado al final de la línea (kg/hora)	%	Promedio de repaso generado al final de la línea (kg/hora)	%	Total regreso (kg./hora)	Diferencia (kg/hora)	Porcentaje de reducción
Victo 200/30	72.685	72%	28.570	28%	101.255	47.593	62%	28.570	38%	76.163	25.092	14.14%
Ave 200/30	60.540	67%	29.700	33%	90.240	38.400	56%	29.700	44%	68.100	22.140	13.98%
Mega lax 425/18	127.194	78%	34.867	22%	162.060	103.578	75%	34.867	25%	138.444	23.616	7.86%
Sumer son 425/18	130.804	55%	108.987	45%	239.790	106.294	49%	108.987	51%	215.510	24.510	5.39%
		68%		32%			52%		38%			9.85%

En general, se puede afirmar que al realizar el ajuste en la cortadora horizontal se logró reducir en promedio un 9.85% del material de repaso generado por hora.

Esta reducción se evidencia en el tiempo desperdiciado por repaso de jabón. El cual al principio era de 94 horas y luego del ajuste disminuyó a 55 horas, lo que equivale en porcentajes a  $(42\% - 29\%) = 13\%$ . Representando esto, un ahorro en quetzales de  $(Q18,358.85 - Q10,874.82) = Q7,511.03$ , por tiempo no productivo.

Sin embargo, el sistema no puede ser graduado con una mayor precisión debido a que la mayoría de las partes mecánicas se encuentran en mal estado. Por lo que, para lograr una reducción mayor en los índices de repaso de jabón, se debería tomar en consideración la posibilidad de adquirir un nuevo equipo.

## **VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **A. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD ACTUALES DEL PROCESO**

Se pudo determinar que el sistema requería un tercer banco de hielo para el área de secado de jabón, datos que fueron validados mediante el cálculo de la capacidad de refrigeración. Mediante el tercer banco de hielo se pudo aportar al sistema un 50% de mayor refrigeración, esto traducido a términos de litros, fue de 28.8 litros/minuto y la carga requerida era de 27.2 litros/minuto, se pudo constatar que el volumen era el adecuado para solventar la necesidad del sistema. Con lo anterior, se logró controlar el porcentaje de humedad tanto en el área de secado como en el de producto terminado logrando obtener resultados cercanos al 20% de humedad en el producto terminado, asegurando un rango mayor de tolerancia y minimizando las variaciones de humedad.

### **B. DESPERDICIO DE INSUMOS TERMO-ENCOGIBLE**

Mediante la inspección y reparación de los equipos termo-encogibles, se redujo de 31.37 horas utilizadas en la irregularidad del entermado a 23.59 horas representando una reducción del 25% del tiempo perdido en este proceso. El 63% de empaque sobre procesado se redujo a un 38% representando un ahorro económico mensual aproximado de Q. 1,519.11.

El costo por material deteriorado se redujo de un 20% a un 10%, por lo que se obtuvo una reducción del 50%. Se deterioraron aproximadamente de Q.12, 886.94 en dos meses evaluados, esto quiere decir que el costo se redujo  $(Q12, 886.94 * 0.5) = Q.6, 443.47$ . El total de reducción del gasto correspondió a Q7, 962.58.

## C. REGISTRO DE PAROS NO PROGRAMADOS

En general, se puede afirmar que, al realizar el ajuste en la cortadora horizontal ubicada en el proceso de corte y troquelado de producto terminado, se logró reducir en promedio un 9.85% del material del proceso de repaso generado por hora, lo que evidencia en el tiempo improductivo que originalmente era de 94 horas y luego del ajuste disminuyó a 55 horas equivalente en porcentajes a  $(42\% - 29\%) = 13\%$ . Representando esto un ahorro en montos de quetzales, de  $(Q.18,358.85 - Q.10,874.82) = Q7,511.03$  por costo de tiempo no productivo.

## VII. CONCLUSIONES

Los indicadores de rechazo por calidad y los desperdicios de insumos en el proceso de fabricación del jabón de lavandería, a través de la recolección e interpretación de datos con el apoyo de gráficos de control y diagramas de causa y efecto al analizar la capacidad de refrigeración y mediante la construcción del tercer banco de hielo, se logró controlar el porcentaje de humedad tanto en el área de secado como en el de producto terminado obteniendo resultados cercanos al 20% de humedad en el producto terminado, asegurando un rango mayor de tolerancia y minimizando las variaciones de humedad.

Al identificar los puntos críticos de cambios en la humedad del producto, para una mejora en el proceso con la implementación de medidas correctivas en el sistema de producción, se concluyó que disminuyó a 55 horas, lo que equivale en porcentajes a  $(42\% - 29\%) = 13\%$ . Representando esto, un ahorro en quetzales de  $(Q18, 358.85 - Q10, 874.82) = Q7, 511.03$  por costo de tiempo no productivo.

Por medio de la evaluación de los procesos de cambios en la humedad del producto, como los motivos por los cuales el proceso de extrusión, corte y troquelado genera actualmente el tiempo perdido, para buscar reducirlo mediante la medición de la cantidad de material extruido que no termina como producto terminado en los puntos en donde se generan estos sobre procesos se determinó que las causas por las cuales se compromete la integridad del material el porcentaje de empaque termo-encogible que debía ser desechado, correspondía a un 20%; y un 63%, debía ser repasado.

Por medio de la identificación de las causas por las cuales se compromete la integridad del material de empaque termo-encogible, la mejora del material para reducir los desperdicios de insumos por reprocesado a un 50% o menos y reducir los desechos a un 10% o menos se pudo reducir de un 20% a un 10% el material de empaque desechado y de un 63% a un 38% ambos ahorros equivalen a Q7, 962.58.

## VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda considerar la construcción de un banco de hielo adicional en el caso que el sistema deba expandirse. O realizar una inspección detallada de todo el sistema para identificar posibles fugas y pérdidas. Buscando aumentar la eficiencia de los tres bancos de hielo existentes.

Se recomienda verificar las partes del sistema de refrigeración donde se puedan estar generando pérdidas por deterioro de tuberías.

Es recomendable realizar un seguimiento al descenso en la curva de efectividad del equipo termo-encogible, tomando en consideración que dichos equipos cuentan con más de 25 años de funcionamiento. Por lo que realizar reparaciones y mantenimientos seguidos, puede incurrir en mayores gastos para la empresa. Si se vuelve a presentar un aumento sería recomendable considerar la sustitución del equipo.

Es recomendable comenzar a llevar el historial y registro de mantenimientos dentro de la planta, actualmente se trabaja en forma desordenada. Las ordenes de trabajo y requerimientos no se llenan de forma adecuada. Por lo que el registro no es concluyente en cuanto al mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.

Es conveniente dedicar atención al proceso de corte horizontal. Lo anterior debido a que durante la evaluación y análisis en esta parte de la planta se logró establecer que existen muchas partes mecánicas con desgaste y en mal estado que afectan significativamente el rendimiento general de la planta.

Se recomienda que se establezcan reducciones graduales del tiempo perdido por el repaso del jabón durante el proceso, para mejorar la eficiencia de la planta. Así como revisar las otras causas de tiempos perdidos y establecer dentro de un

plan de trabajo las condiciones del estándar del extrusor, equipo de corte y el equipo de troquelado.

Según el presente estudio se recomienda a la empresa donde se efectuó el trabajo de investigación, que le dé seguimiento oportuno a los resultados obtenidos, mediante la creación de un mapa de indicadores de producción que contemplen la medición de la humedad en el producto terminado, el porcentaje de desperdicio de material de empaque y el tiempo muerto que se genera en las diferentes líneas de producción.

En este trabajo de investigación, se centraron los esfuerzos en investigar las causas directas del deterioro de material de empaque, siendo el equipo el primer punto de investigación, sin embargo, se recomienda investigar agentes externos como la calidad del material de empaque que los proveedores del mismo brindan. De igual forma se podrá establecer un indicador para medir al proveedor, siendo este el calibre y espesor del plástico entregado, y la calidad de la costura. Con esto, se podrá auditar al proveedor.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Ceja, G. G. (s.f.). *Sistemas administrativos análisis y diseño*. México: Facultad de Contaduría y Administración Universidad Nacional Autónoma.
2. Ceja, G. G., & Gómez Ceja, G. (s.f.).
3. Estadística, I. N., & INSTITUTO, N. E. (2016). INE. Obtenido de INE Instituto Nacional de Estadística.
4. Flexografica, S. (2009). [www.flexsagt.com](http://flexsagt.com). Obtenido de [http://flexsagt.com/p\\_manga\\_termoencogible.html](http://flexsagt.com/p_manga_termoencogible.html)
5. Flexsa (Flexografica, S. (s.f.). [www.flexsagt.com](http://flexsagt.com). Obtenido de [http://flexsagt.com/p\\_manga\\_termoencogible.html](http://flexsagt.com/p_manga_termoencogible.html)
6. Landa, F., & Eduardo, D. (2013). *Control de la calidad de termoencogible para el proceso de empacado de la producción de refresco de diferentes presentaciones*. Recuperado el 3 de 1 de 2018, de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/33959/1/friaslandadiego.pdf>
7. Milenio, E. d. (2000). *Diccionario Enciclopédico Uno Color*. Océano Grupo Editorial.
8. Silvia, Q. M. (2006). *Manual de experimentos de laboratorio para bioquímica*. Ecuador: EUNED.



## XI. GLOSARIO

Palabra	Significado
<b>Jabón</b>	La palabra jabón proviene del latín tardío “ <i>sapo, -ōnis</i> ”, y este a su vez del germánico “ <i>saipōn</i> ”. Se trata de un agente limpiador o detergente que se fabrica utilizando grasas animales y/o aceites vegetales
<b>Insumos</b>	Es un concepto económico que permite nombrar a un bien que se emplea en la producción de otros bienes. Según el contexto, puede utilizarse como sinónimo de materia prima o factor de producción.
<b>Estandarizar</b>	También llamada normalización, la estandarización es un proceso que se lleva a cabo para crear y aplicar normas que se emplean a nivel general en un cierto contexto
<b>Extrusión</b>	La extrusión es un proceso de deformación plástica en el cual un objeto o materia es forzado a fluir por compresión a través de las aberturas de la matriz, hacia una sección inferior a la original
<b>Troquelado</b>	El troquelado es el resultado de una operación mecánica por medio de la cual se hace un agujero o da forma a una pieza o elemento.
<b>Termo-encogible</b>	son películas plásticas transparentes, hechas con la combinación de varias resinas de polietileno de baja densidad, que se encogen al ser sometidas a una fuente de calor,
<b>Saponificación</b>	Como la formación de jabón por medio de la hidrólisis alcalina de una grasa. En la saponificación, los ácidos grasos se separan de las moléculas a las que están unidas y se forman sus sales respectivas.
<b>Indicadores de calidad</b>	Los indicadores de calidad de los procesos son medidas estadísticas basadas en cifras que se utilizan como criterio para juzgar y evaluar el desempeño de una organización, un sistema o un proceso

Palabra	Significado
<b>Intercambiador de calor</b>	Es un radiador diseñado para transferir calor entre dos fluidos, o entre la superficie de un sólido y un fluido en movimiento. Son elementos fundamentales en los sistemas de calefacción, refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento química
<b>Alcalinidad</b>	La alcalinidad se define en forma operacional como la capacidad de una solución (solución / suspensión acuosa diluida de compuestos orgánicos e inorgánicos, términos usados como sinónimo de agua) para neutralizar un ácido
<b>Cloruros</b>	Los cloruros son sales que resultan de la combinación del gas cloro (ion negativo) con un metal (ion positivo).