

“Incremento de eficiencia en una máquina formadora de envases de vidrio, utilizando herramientas manufactura esbelta y seis sigma”

Nombre de Autores: Carlos Pérez Narváez e Ing. Manuel Helguero
Facultad de Ingeniería Mecánica Y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Ingeniería Mecánica
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
Email del autor: carlos.perez@o-i.com

Resumen

El trabajo que a continuación se presenta, es un resumen de las actividades que desarrollé como Líder del proyecto: “Incrementar la eficiencia de formación en 0.3% de una máquina formadora de envases de vidrio”. La idea de este proyecto nació luego que un análisis de la empresa determinó que esta máquina tenía el potencial de ser una de las mejores máquinas de Latinoamérica, pero tenía una baja eficiencia en el área de formación, razón por la cual se me encargó la determinación y solución de las causas del problema, poniendo como objetivo una mejora del 0.3%.

Para facilitar la comprensión del proyecto en el primer capítulo revisaremos un resumen de cómo se fabrican los envases de vidrio y los procesos existentes para fabricar envases, como son: Soplo y sople, prensa y sople, y NNPB.

Como herramientas para determinar las causas del problema y las soluciones del mismo se utilizó las herramientas de Lean Six Sigma, en el segundo capítulo daremos una introducción al proceso DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) y las diferentes herramientas utilizadas en cada una de las etapas.

En el tercer capítulo mostraremos como se desarrolló el proyecto utilizando LSS, de una manera didáctica relacionaremos nuestro proyecto con cada etapa del proceso DMAIC, Definición del proyecto; medición de la capacidad del proceso; análisis de los factores claves que tienen mayor impacto en el rendimiento del proceso; implementación de las soluciones a los problemas que fueron determinados en la etapa anterior; y posteriormente iremos a la etapa de control la cual nos ayudó a mantener en el tiempo las mejoras realizadas.

En el capítulo cuatro expondremos las conclusiones y recomendaciones que se derivaron del proyecto.

Palabras Claves: *Incrementar la eficiencia de una máquina, Formación de envases de vidrio.*

Abstract

The work presented below is a summary of the activities developed as Leader of the project: "Improving the forming efficiency at 0.3% of a forming machine for glass containers." The idea of this project was born after a company analysis found that this machine had the potential to be one of the best machines in Latin America, but had a low efficiency in the forming area, which is why I was asked to determine and addressing the causes of the problem, by targeting an improvement of 0.3%.

To facilitate understanding of the project in the first chapter we review a summary of how to make glass containers and existing processes for manufacturing containers, such as: blow and blow, press and blow, and NNPB.

As tools to determine the causes of the problem and solutions were used for tools of Lean Six Sigma, in the second chapter will give an overview of the DMAIC process (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) and the various tools used in each stage.

In the third chapter will show how the project was developed using LSS, in a didactic way our project will relate to each stage of DMAIC, project definition, measurement of process capability analysis of key factors have greater impact on performance the process, implementing solutions to problems that were identified in the previous stage, and then go to the control stage which helped us to maintain over time the improvements.

Chapter four will discuss the conclusions and recommendations that emerged from the project.

Keywords: Increasing the efficiency of a machine, glass container forming.

1. Introducción

La eficiencia de formación esta definida como la relación entre la cantidad de botellas que pasan al archa y las gotas que fueron cortadas, esta eficiencia es un indicativo muy confiable de la calidad de las calibraciones mecánicas y electrónicas que fueron hechas en una máquina formadora de envases previo a la producción de los mismos.

Este trabajo tuvo como propósito el incremento de la eficiencia de una máquina formadora de envases, mediante la utilización de herramientas de metodología esbelta y seis sigma.

La máquina A3 tenía la eficiencia mas baja en comparación con las otras dos máquinas de la planta, debido a esto era muy importante para la compañía incrementar su eficiencia para garantizar resultados económicos mucho mayores para la operación.

2. Descripción del Proceso de fabricación de envases de vidrio.

El proceso de fabricación de envases de vidrio cuenta con las siguientes etapas:

- 1.- Pesado y mezclado.
- 2.- Fundición.
- 3.- Refinación.
- 4.- Acondicionamiento.
- 5.- Formación de nevas
- 6.- Recocido
- 7.- Inspección automática
- 8.- Paletizado
- 9.- Almacenamiento
- 10.- Despacho

La arena es el componente básico forma el 70% de la mezcla, el trabajo de la soda es permitir un fundido parejo de la arena, la caliza ayuda a que el envase sea mas fácil de formar y lo hace durable.

Luego de descargar las materias primas son llevadas a la casa de mezcla, bajo estricto control automático los ingredientes son pesados y mezclados, luego la mezcla es llevada al horno y se va suministrando al tiempo de que una cantidad similar de vidrio fundido sale por el otro extremo, esto mantiene el nivel del horno casi al mismo nivel

A una temperatura de 2850 °F los componentes se funden juntos para formar vidrio fundido . Del horno el vidrio va al refinador, el este se deja que los gases producto de las reacciones químicas que se dieron en

la fusión escapen. Ahora el vidrio va hacia una cámara larga llamada canal acondicionador, esta cámara esta diseñada para disminuir la temperatura del vidrio en una forma pareja hasta unos 2100 °F, al final del canal esta el Feeder, este usa una tina rotatoria que se mueve hacia arriba y hacia abajo para controlar el flujo de vidrio y una o mas agujas, estas agujas empujan el vidrio para que salga por un orificio llamado el anillo, cada golpe de la aguja empuja al vidrio para que salga por el orificio, luego que pasa por el orificio es cortado por cuchillas en el momento preciso para formar cilindros alargados de vidrio a los cuales se les llama gotas, cada gota formara un envase de vidrio.

La altura de la tina, el golpe de las agujas, el tamaño del anillo, y la frecuencia del cortado, determinan el tamaño y forma del envase resultante, Luego la gota viaja por una serie de deflectores a la máquina formadora, cada gota cae primero es un cucharón que dirige la gota a un molde específico, la gota se desliza hacia un deflector y cae en el primero de dos moldes en la máquina formadora.

El primer molde es llamado el premolde, aquí el terminado es moldeado y el resto del gota queda en una forma alargada llamada palezón, en este punto el palezón esta de cabeza y no parece aún una botella, pero ya esta lista para ser llevado a su forma final. Del premolde el palezón es invertido y llevado al molde donde es soplado con aire comprimido y llevado a su forma final.

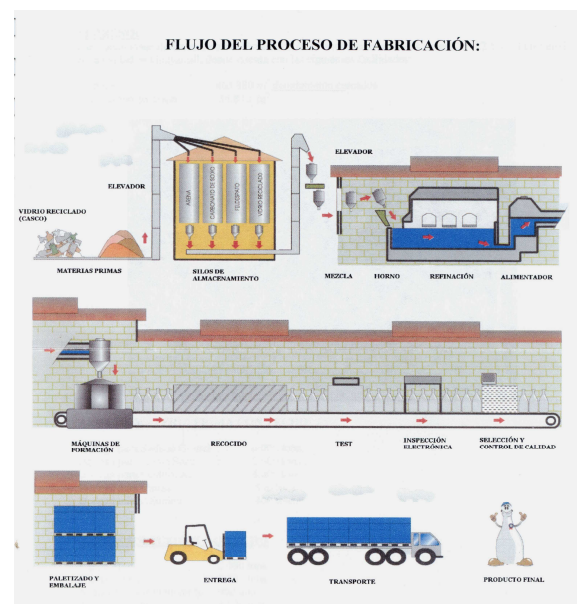


Figura 1. Diagrama del proceso de fabricación de envases de vidrio.

2.1. Procesos para formar envases de vidrio.

Existen dos procesos básicos para la formación de envases: Soplo & soplo y Prensa & soplo, existen otros procesos derivados de estos como es el NNPB (prensado de boca angosta, por sus siglas en inglés).

2.1.1. Soplo y soplo.

Es un proceso por el cual el palezón se forma a través de aire comprimido, en primer lugar el soplo de asentamiento empuja al vidrio hacia la parte inferior formando el terminado, posteriormente las agujas inyectan aire comprimido formando el palezón, este palezón es invertido hacia el lado molde donde al ser soplado nuevamente toma su forma final.

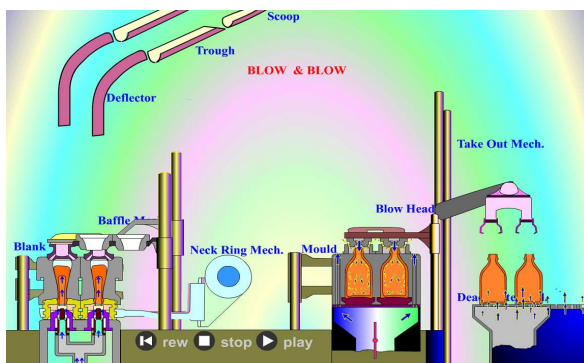


Figura 2. Proceso soplo y soplo.

2.1.2. Proceso prensa y soplo.

En primer lugar al cargar la gota en el premolde este se cierra y el baffle sella la cavidad en ese momento el macho sube y prensa el vidrio, a diferencia del proceso Soplo y Soplo en el que lo que primero se forma es el terminado, en el prensado lo último que se forma es el terminado y lo hace con el vidrio que es desplazado de la cavidad del premolde.

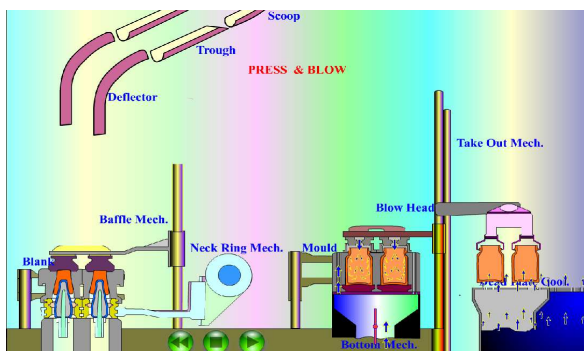


Figura 3 Proceso prensa y soplo.

2.1.3. Proceso NNPB.

Es un prensado para envases con terminados menores de 38mm, fue desarrollado para aprovechar las ventajas del prensado y soplado en lo que respecta a distribución de vidrio y aprovecharlo para la disminución de peso en los envases con terminados pequeños, con esto se obtiene una gran disminución de peso en los envases de alrededor del 25%.



Figura 4. Proceso NNPB

3. Incrementar 0.3% la eficiencia de una máquina formadora de envases de vidrio utilizando herramientas de manufactura esbelta y seis sigma.

Entiéndase por eficiencia de formación a la relación entre la cantidad de botellas que entran al archa con las gotas cortadas en un lapso de tiempo. Esta eficiencia tiene factores que afectan su valor como son:

- Tiempo perdidos por fallas en mecanismos.
- Fallas en el acondicionamiento del vidrio.
- Defectos que se presentan en la producción que provoquen el rechazo de los envases.
- Problemas por manejos en el transportador.
- Cambios de referencia.
- Demoras en la carga de la máquina.
- Descartes por lubricación.
- Descartes por inspección.
- Cortes de energía.
- Fallas en sistemas auxiliares.
- Moldura en mal estado que provoque defectos.
- Mal ajuste en velocidad de mecanismos.
- Temperatura de equipo de moldes no acorde con la referencia que esta trabajando.

3.1. Definición y alcance del proyecto.

La máquina A3 tiene la eficiencia mas baja de formación comparada con las otras dos líneas de la planta 97.5%. Se requiere de un plan de acción para incrementar esta eficiencia en un 0.3%. Esto significaría una ganancia de 23.500 dólares en un año.

El alcance del estudio empieza en el Feeder, pasando por el proceso de formación, análisis de tiempos perdidos, sincronismo de máquina, manejo de formación, manejo de envases, hasta la entrada al archa.

Tabla1. Voz del cliente

Cliente	Voz del Cliente	Restricción clave del cliente	Requerimiento Critico del Cliente
Célula A3/Planta	Requiere maximizar la utilización de la máquina	Minimizar perdidas de envases en formación	Incrementar eficiencia de formación
CEO	Incrementar ganancias de la compañía	Sin problemas de calidad	Beneficios económicos demostrables.
Calidad	No subir el nivel de defectos. No reclamos de clientes	Mantener el porcentaje de envases rechazados por las FP	Botellas rechazadas por las FP Número de reclamos de clientes.

Posteriormente se analizó el proceso con la ayuda del SIPOC. Con ayuda del grupo de trabajo logramos determinar las entradas, salidas, proveedores, y clientes de nuestro proceso con esto logramos enfocar debidamente los esfuerzos

SIPOC

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
<ul style="list-style-type: none"> Horno y casa de mezcla Mantenimiento General Mantenimiento de Alimentador Mant Máquinas Mant Moldes 	<ul style="list-style-type: none"> Programa de mantenimiento preventivo maq. Cambios programados de moldura Historia de las referencias Manejo Carga Calibración de mecanismos Conocimientos del personal Estado de equipo variable 	<p>Proceso de formación de envases.</p> <p>Alimentador – entrada al archa</p>	<ul style="list-style-type: none"> Eficiencia de formación Rechazos de Fp Reclamos 	<ul style="list-style-type: none"> Célula A3 Clientes

Figura 5. SIPOC

3.2. Proceso de toma de datos y determinación de la capacidad del proceso.

Con la ayuda del Sistema de Producción tuvo acceso a información histórica del comportamiento la eficiencia de formación hora a hora, cabe indicar que eficiencia de formación se comporta diferente

dependiendo del color de vidrio que se fabrica debido a la cantidad de cambios de trabajo que se hacen en las diferentes campañas, por tal motivo se presentan cuadros de control diferenciados por colores.

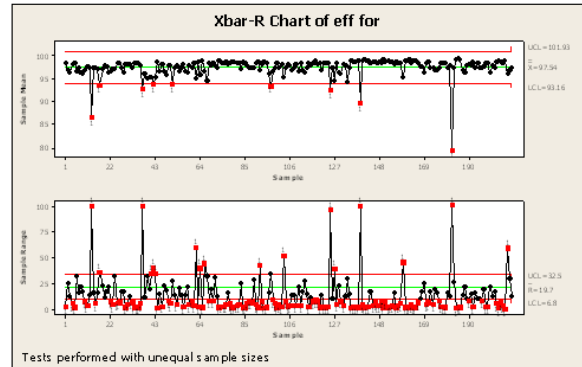


Figura 6. Eficiencia de formación A3 Enero-Julio 2009, promedio 97.54%

Los datos anteriores fueron capturados a través de un sistema de contadores, para poder garantizar que estos datos sean confiables debemos hacer una prueba R&R.

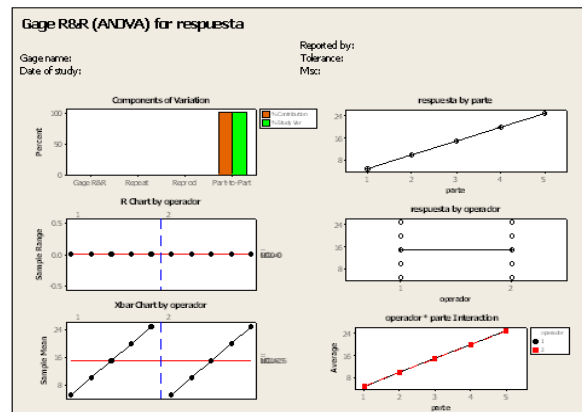


Figura 9. Prueba R&R del sistema de medición.

Una vez que se comprobó que el sistema de medición es confiable, se procedió a establecer la capacidad del proceso.

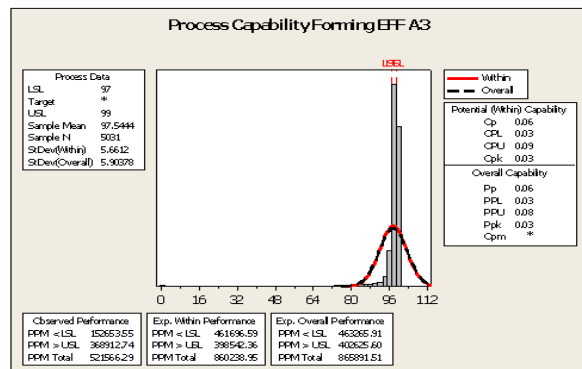


Figura 10. Capacidad del proceso eficiencia de formación.

Se pudo establecer gracias a una muestra de 5031 datos que el promedio general de la eficiencia de formación es 97.54%, la desviación estándar es 5.9 el Cpk tiene un valor de 0.06 lo cual nos indica que el proceso necesita ser centrado en sus límites. La desviación estándar para Ámbar y para Flint es 4.97 y 6.13 respectivamente

Para ayudar al proceso de análisis durante la etapa medir se genera un mapa de flujo de valor, en el cual se coloca las variables de cada etapa del proceso.

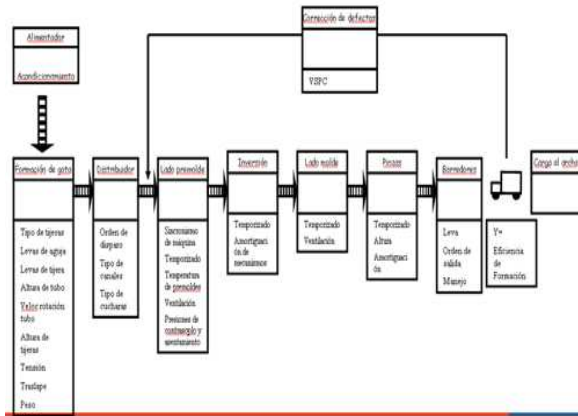


Figura 11. Mapa de flujo de valor.

Una vez que se estableció el mapa de flujo de valor, con la ayuda del grupo de trabajo se determinó cuales son las variables críticas que tienen influencia directa en la eficiencia de formación, es este caso las variables críticas encontradas fueron:

- Eficiencia de formación.
- Porcentaje de rechazado por equipos de inspección.
- Envases rechazados por asistente.
- Tiempo perdido programado y no programado de Reparación Máquinas.
- Tiempo perdido programado y no programado de Reparación Moldes.
- Tiempo perdido programado y no programado de Formación.
- Tiempo perdido programado y no programado de Mantenimiento general.
- Tiempo perdido por Cambios de referencia.

Para realizar la medición de estas variables preparamos lo que se llama “Plan de recolección de datos”, en el cual se establece responsables de la medición, frecuencia y la fuente de la información.

3.3 Análisis de datos y determinación de posibles soluciones.

Las principales causas de perdidas en formación de A3 son los siguientes:

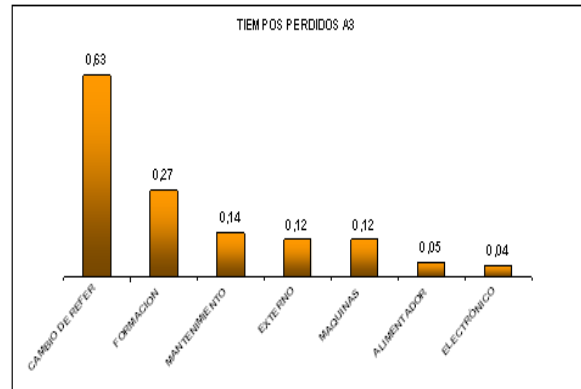


Figura 12. Tiempos perdidos A3 Guayaquil.

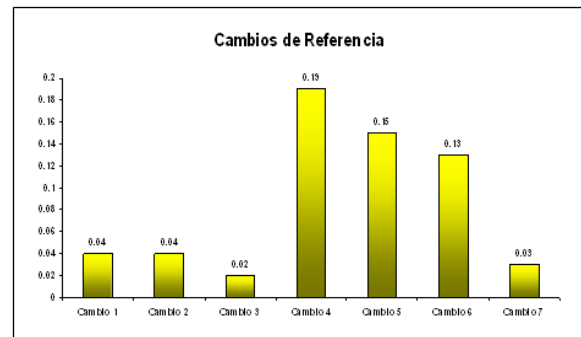


Figura 13. Tiempos perdidos por cambios de referencia A3 Guayaquil.

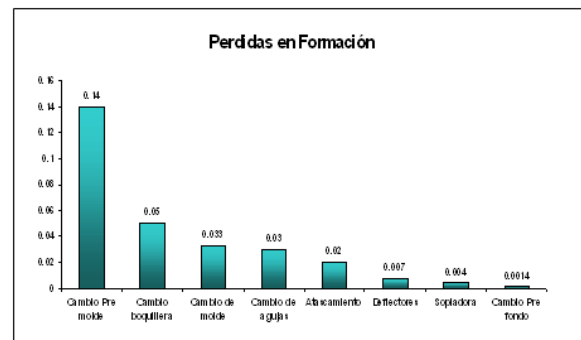


Figura 14. Tiempos perdidos por formación A3 Guayaquil.

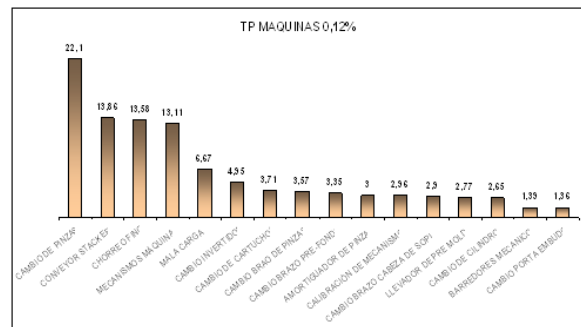


Figura 15. Tiempos perdidos por Reparación de máquinas A3 Guayaquil.

Se pudo determinar que uno de los problemas de la máquina era una carga imprecisa, esto quiere decir que las gotas A y B no entraban en forma pareja y consistente al premolde, esto concordaba con los problemas que se presentaban y eran reportados como tiempos perdidos, por ejemplo: una mala carga puede provocar atascamientos en las secciones provocando golpes en los equipos, daños en los mecanismos de pinzas por golpes durante estos atascamientos.

3.4. Implementación de soluciones

3.4.1. Carga de la máquina.

se evidenció una diferencia de altura entre las cucharas y los canales de 1/8 pulg., estando las cucharas más bajas que los canales, la solución obvia fue colocar subir las cucharas 1/8 pulg. por medio de un suplemento.



Figura 16. Soporte de cucharas.

3.4.2. Determinación de parámetros de carga.

Los principales parámetros que deben determinarse para encontrar una carga de precisa y consistente son: Fase de la máquina y Carga de gota.

Antes de entrar a este tema debemos establecer algunas definiciones:

BPM = Botellas por minuto (Botellas/min.)

Cavity rate = Botellas por cavidad por minuto (Botellas/(min * cavidad))

Se las puede expresar de diferente manera.

BPM= cavity rate * secciones activas*cavidades por sección.

Cavity rate = BPM / (secciones activas*cavidades por sección).

También se debe aclarar la conversión entre grados de máquina (°) y tiempo (seg.). Un ciclo de máquina toma 360 ° en grados de máquina, la conversión está directamente relacionada a la velocidad en BPM, si la velocidad sube, la equivalencia en segundos de un grado de máquina disminuye y si la velocidad baja la

equivalencia en segundos de un grado de máquina aumenta.

Fase de máquina: La fase de máquina representa el retraso, en grados de máquina, de una máquina para compensar el tiempo que le toma a una gota ir desde que es cortada por las tijeras hasta ingresar al premolde.

Fase de máquina (M.P.) = $t_2 + t_3 - t_1$, donde t está expresada en grados de máquina.

t_1 : Tiempo en grados de máquina, en el cual la gota esta entrando al premolde desde el 0 ° de la sección.

t_2 : Tiempo, en grados de máquina, que toma la gota desde el rechazador hasta entrar en el premolde.

t_3 : Tiempo, en grados de máquina, que le toma a la gota ir desde las tijeras al rechazador.

Carga de gota: La carga de gota es un tiempo de sección expresado en grados de máquina, en la cual se activa la retracción del rechazador y permite a la gota cargar dentro de una sección.

Carga de gota on = $360 + t_1 - (t_2 + t_4 / 2)$

Carga de gota off = Carga de gota on + t_4

t_4 : Tiempo en grados de máquina que representa el tiempo entre dos cortes consecutivos.

Delta: Es la compensación, en grados de máquina, que se debe hacer a la carga de máquina debido a que la gota viaja diferentes distancias a través del equipo de entrega, dependiendo de la sección.

Tabla 2. Cálculo de Fase y Carga de máquina

# Secciones activas	9
# Cavidades por sección	2
Velocidad de máquina (BPM)	172
Botellas por cavidad/min	9.55
t_{corte} (min)	0.105
t_{corte} (s)	6.280
Conversion:	
1" =	0.0174 s
Baffle On (s)	Baffle On (°)
0.733	42
Constante (s)	Constante (°)
0.149	8.54
t_1 (s)	t_1 (°)
0.882	50.54
t_2 (s)	t_2 (°)
0.886	49.5
t_4 (s)	t_4 (°)
0.698	40
Sections 1 & 10:	
Carga de gota On (°)	341
Carga de gota OFF (°)	21

	Cavit y Rate	Section									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Delta	3.5										
φ.L. On		0	-2	-5	-7	-9	-9	-7	-5	-2	0
φ.L. Off		21	23	26	28	30	30	28	26	23	21

Rechazo: El tiempo de rechazo es un tiempo de sección que representa el tiempo entre el cero grados de la sección y el tiempo en el cual la botella es rechazada en el chute del transportador.

$$\text{Rechazo}^\circ = \text{M.P.}_{\text{ALL}}^\circ + \text{Giro del barredor}^\circ + (\text{D} \times \text{A} + \text{Dist}) \times 360^\circ / (\text{Espaciamiento} / \text{producción} \times \text{\#secciones activas}) - [\text{Angulo de inicio}^\circ + \text{M.P.}^\circ]$$

M.P. ALL: Es la fase de todos los barredores, en grados de máquina, esto representa el tiempo en grados de máquina desde que la tijera corta hasta el arranque del movimiento del primer barredor.

$$\text{M.P.}_{\text{ALL}}^\circ = \text{MP}^\circ + \text{TakeOut IN ON}^\circ$$

Giro del barredor: Es el tiempo en grados que toma le toma al barredor desde el inicio de su giro hasta que la botella este sobre el transportador.

Dist: Distancia entre la última sección física o la mas cercana al archa y los rechazadores que se ubican en el transportador.

Espaciamiento / producción: es la distancia entre las botellas de la cavidad A de dos secciones consecutivas sobre el transportador.

Angulo de inicio: Es el ángulo con el cual el barredor inicia su movimiento.

A: Es la diferencia entre el número de secciones físicas y el número de secciones activas.

$$\text{M.P.}_{\text{ALL}}^\circ + \text{Giro del barredor}^\circ + (\text{D} \times \text{A} + \text{Dist}) \times 360^\circ / (\text{Espaciamiento} / \text{producción} \times \text{\#secciones activas}).$$

Representa, el tiempo en grados de máquina, desde el inicio del giro del barredor de la primera sección activa hasta su rechazo en el interior del chute.

Debido a que el rechazo es un tiempo de sección, su cero grados representa el cierre de premolde on, el valor obtenido antes debe ser afectado por la segunda parte de la ecuación:

$$\text{Angulo de inicio}^\circ + \text{M.P.}^\circ$$

Con esto el rechazo se convierte en tiempo de sección. Para obtener el valor de rechazo de las otras secciones se debe sumar: $360 / \text{No. secciones activas}$, al siguiente sección de acuerdo al orden que se presente en el transportador.

Tabla 3. Cálculo del rechazo de la máquina.

MP All (°):	219
Giro del barredor (°):	82
D (in):	60
Espaciamiento/barredor (in):	10.5
# Secciones activas:	10
Fase de máquina MP (°):	11.7

Secciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Start Angle	0	36	72	324	108	144	288	216	252	180
Conveyor Order	1st	10th	9th	4th	6th	5th	7th	3rd	2nd	8th
Reject (°)	63	27	351	171	243	207	279	135	99	315

Tal como se muestra el rechazo depende de la fase de máquina, fase de los barredores MP ALL y el ángulo de inicio si se modifica alguno estos, entonces se debe modificar el rechazo.

3.5. Seguimiento y control del proyecto.

Etapa del proceso en la cual se estableció si las acciones tomadas como mejora al proceso dieron los frutos deseados, para esto se evaluó nuevamente la capacidad del proceso, pero esta vez con los datos obtenidos de eficiencia de formación después de la aplicación de las mejoras

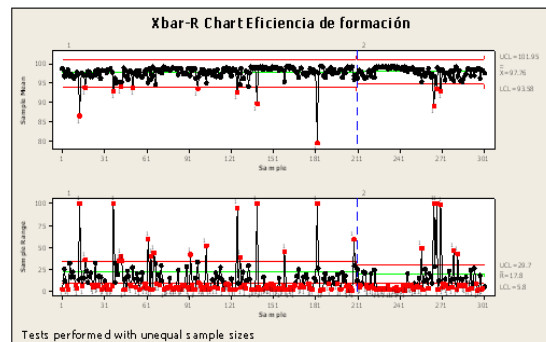


Figura 18. Eficiencia de formación general.

Se pudo observar una mejora de 0.22% en la eficiencia de formación general de la A3, a pesar de que todavía se encontraban mejoras en proceso de implementación, la eficiencia de formación del color ámbar aumento en 0,3%, y la de Flint prácticamente se mantuvo en los mismos valores pero la diferencia radicó en que en ese periodo se aumentaron los cambios de trabajo

El promedio solamente no nos da una idea clara si se mejoró o no un proceso, por eso volvemos a medir la capacidad del proceso.

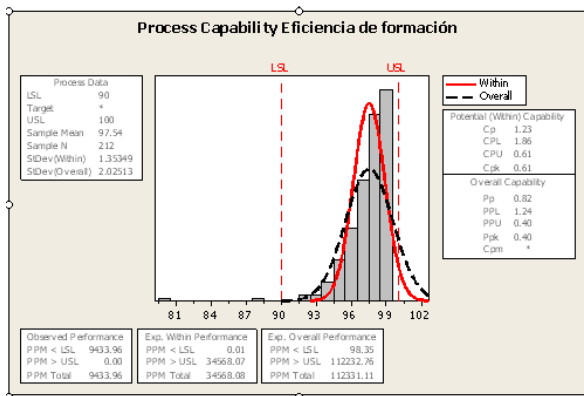


Figura 21 Capacidad de proceso luego de las mejoras.

En primer lugar se notó una mejora en la desviación estándar paso de 5,9% a 2% el CPk pasó de 0,03 a 0,61 si bien es cierto el valor de Cpk no estuvo sobre 1.33 pero fue una mejora notable en la estabilidad de la eficiencia de formación.

Se definió un plan de control de las variables críticas del proceso, en el cual se especificó fuentes de la información, responsables de la recolección de la información y frecuencia con que la información debe ser tomada

Proceso	Part del Proceso	salida	Entrada	especificaciones del proceso (S.L., USL, Target)	Cpk	Técnica de Medición	VRQR PIT	Tamaño de muestra	Frecuencia	Fuente	Plan de Reparación
Eficiencia de formación	Revisión de Operación	% eficiencia	BPM	USL: 99.7 LSL: 97.5	1.33	Revisión del diario		1	horaria	plc	corrección fallas
Tempos perdidos Armación	Revisión de Operación	minutas	Mantenimiento Preventivo	USL: 0.2 LSL: 0	1.33	Revisión diaria de parámetros		1	Diario	Sistema Producción	Mantenimiento preventivo
Tempos perdidos máquinas	Revisión de Operación	minutas	Emisiones	USL: 0.15 LSL: 0	1.33	Revisión diaria de parámetros		1	Diario	Sistema Producción	Mantenimiento preventivo
Conexión de defectos	Entrenamiento	% perdidos	Estabilidad de operación	USL: 0.95% LSL: 0	1.33	Revisión del diario		1	Diario	Tabla excel	Plan de conexión de defectos
Perdidos por manejo	Revisión de Operación	% perdidos	Aire / Tiempo de Plomada	USL: 0.1% LSL: 0%	1.33	Revisión diaria de parámetros		1	Diario	Tabla excel	Revisar temperatura
Tempo perdido por cambios de referencia	Revisión de Operación	minutas	Preparación	USL: 0.7%	1.33	Revisión diaria de parámetros		1	Diario	Sistema Producción	Análisis programación y calibración

Figura. 22 Plan de control.

4. Análisis de resultados.

4.1. Beneficios en la operación.

1.- Al intervenir en la nivelación de los cucharones con los canales se pudo obtener una carga más consistente evitando los atascamientos de secciones.

2.- El predecir la fase de la máquina nos ayudó a evitar problemas con defectos en el terminado tales como rebabas o terminados sin llenar.

3.- La predicción del rechazo evita que defectos propios de un arranque de máquina se puedan ir a la zona de empaque y posteriormente al cliente .

4.- Estabilizar el manejo de los envases permite que el operador pueda concentrarse en la corrección de defectos y la operación en si de la máquina.

5.- El plan de mantenimiento preventivo de la los mecanismos de máquina

6.- El entrenamiento en técnicas de lubricación y corrección de defectos.

En términos generales los beneficios en la operación fueron enfocados a la reducción de tiempos perdidos, además de proporcionar al operador condiciones apropiadas y estables para realizar su trabajo.

4.2. Beneficios económicos

Por razones contables lo beneficios económicos se miden en la producción empacada, por lo se debió establecer la línea base de eficiencia de empaque durante el mismo periodo la cual fue de 94,4%, teniendo un objetivo de 0,3% de eficiencia en formación, con la premisa de no subir la cantidad de defectos, entonces el objetivo transformado a eficiencia de producción empacada se lo estableció en 94,68%.

Tabla 3. Reporte de ganancias del proyecto

Fecha	PTP	Toneladas adicionales	Beneficio
Nov-08	94,99	11,83	4750,35
Dic-08	93,54	-17,34	-6938,68
Ene-09	94,82	7,21	3188,46
Feb-09	94,7	6,28	2754,89
Mar-09	95,51	18,93	8245,15
Abr-09	95,19	6,43	2610,78
May-09	94,74	7,56	3214,87
Jun-09	95,4	20,64	7852,62
Jul-09	95,93	18,83	7179,85
Ago-09	94,4	1,53	630,81
Sep-09	96,69	38,53	15434,73
Oct-09	95,3	20,09	8059,09

El beneficio económico recibido fue muy superior a las expectativas, se logro un beneficio de 52.982,92 dólares.

4. Referencias.

GEORGE GROUP, Manual de entrenamiento para cintas verdes, 2009.

ISHIGURO JUAN, Machine Phase, Gob Load, Delta and Reject, 2004

PEREZ CARLOS, “Incremento de 0.3% de la eficiencia de formación de la máquina A3 de Guayaquil”, 2009.

OWENS ILLINOIS, COM-SOC Training Manual, 2000

OWENS ILLINOIS, “ Fuego y Arena”, Video ilustrativo de la manufactura de envases de vidrio, 1999

15. Información adicional

El estudiante debe entregar en el CICYT el artículo digital en un cd, un límite de 8 páginas.

Previamente el director de tesis o profesor responsable debe enviar un email a:

csegarra@espol.edu.ec

Con copia a:

jponcec@espol.edu.ec y a

mcampoever@cti.espol.edu.ec

indicando:

Certifico que he revisado el artículo (nombre completo del artículo) del Sr.(s)

NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS DE CADA TESISISTA: Carlos Vicente Pérez Narváez
TÍTULO A OBTENER (incluir la especialización de ser el caso): Ingeniero mecánico
No. MATRÍCULA de cada tesista: 199505835

Por lo tanto autorizo que el CICYT recpte el artículo.