

“Análisis y propuesta de mejora del procedimiento de cambio de molde para máquinas de extrusión sople en una industria plásticos.”

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial



“Análisis y propuesta de mejora del procedimiento de cambio de molde para máquinas de extrusión soplo en una industria plásticos.”

Trabajo de graduación presentado por

José Dionisio Oliva Contreras

para optar al grado académico de Licenciatura

en Ingeniería Industrial.

2013

Vo.Bo:


(f) 

Ingeniero Carlo Vinicio Prato

Tribunal Examinador:

(f) 

Ingeniero César Silva

(f) 

Licenciado Raúl Fernando Dacaret

(f) 

Ingeniero Carlo Vinicio Prato

Fecha de Aprobación: Guatemala 10 de junio de 2013.

ÍNDICE

Índice.....	IV
Lista de tablas.....	X
Lista de ilustraciones.....	XIV
Lista de gráficos.....	XVI
Lista de diagramas.....	XVIII
Resumen.....	XIX
I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	2
A. Objetivo general.....	2
B. Objetivos específicos.....	2
III. Marco Teórico.....	3
A. La industria de plásticos en Guatemala.....	3
B. Proceso de extrusión Soplo.....	4
C. Cambio de formato/molde.....	7
1. Herramental involucrado en un cambio de molde:.....	8
D. El sistema (Single Minute Exchange of Die) SMED:.....	10
1. Ciclos de estudio.....	12
E. Herramientas para la solución de problemas.....	14
1. Herramientas exploratorias:.....	14

a.	Análisis de Pareto.	14
2.	Herramientas de registro y análisis.....	15
a.	Diagrama de flujo del proceso (DOP)	15
F.	Control Estadísticos de Procesos (CEP)	16
1.	Fundamentos estadísticos.	17
a.	Distribución normal o campana de Gauss	17
b.	Teoría del límite central.....	17
c.	Distribución de las medias muestrales.	18
2.	Gráficos de control.	18
G.	Metodología de las 5´s.....	19
1.	Seiro (Clasificación)	20
2.	Seiton (Organizar).....	20
3.	Seiso (Limpieza).	21
4.	Seiketsu (Estandarizar).....	21
5.	Shitsuke (Disciplina).....	22
H.	Evaluación de proyectos	23
1.	Análisis de sensibilidad	23
IV.	Estudio de la situación actual.....	25
A.	Actividades realizadas dentro de la empresa	25
1.	Procesos administrativos.	25
2.	Proceso de producción	25

3.	Materias primas.....	25
4.	Maquinaria.....	26
5.	Personal	26
B.	SMED Etapa # 1(Estudio de las operaciones de cambio de molde):	26
1.	Supuestos para el estudio:.....	26
2.	Selección del grupo de análisis.....	27
3.	División de la operación del cambio de molde por grupos de actividades	27
4.	Formato de registro para la toma de tiempos	29
5.	Inicio del estudio de tiempos.....	30
6.	Ciclos en el estudio	30
7.	Resultados obtenidos estudio de tiempos	31
a.	Datos más relevantes del estudio de tiempos del grupo# 1	32
b.	Datos más relevantes del estudio de tiempos del grupo # 2	36
c.	Datos más relevantes del estudio de tiempos del grupo#3	40
d.	Datos más relevantes del estudio de tiempos del grupo# 4	44
e.	Información general de las condiciones actuales	47
f.	Principales retrasos en el proceso de cambio de molde.	49
g.	DOP del proceso actual de cambio de molde.....	51
C.	SMED Etapa # 2 (Clasificación de operaciones en internas y externas)	55
V.	Mejoras propuestas al proceso actual	59
A.	SMED Etapa # 3 (Convertir tareas internas en externas)	59

B.	Propuestas para solucionar los principales retrasos en el proceso.....	65
1.	Retraso 1, 4 y 16.....	65
2.	Retrasos 1, 4, 5, 6, 8, 10, 11 y 13.....	69
3.	Retraso 2, 3 y 7.....	70
4.	Retraso 9.....	71
5.	Retraso 12, 21 y 38.....	73
a.	Identificación general para los moldes del área de soplado:.....	74
1)	Propuesta # 1.....	75
2)	Propuesta # 2.....	76
6.	Retraso 23 y 48.....	77
7.	Metodología de las 5´s en la zona de moldes y herramental.....	77
a.	Seiri (Clasificación).....	81
b.	Seiton (Organizar).....	81
c.	Seiso (Limpieza).....	83
d.	Seiketsu (Estandarizar).....	83
e.	Shitsuke (Disciplina).....	85
C.	SMED Etapa # 4 (Perfeccionar todos los aspectos de las operaciones de preparación).....	87
VI.	Análisis financiero.....	97
A.	Costos del proceso de cambio de molde:.....	97
B.	Costos de producción por hora:.....	99

C.	Precios de los envases	101
D.	Reducciones de tiempos proyectados	101
E.	Inversión Inicial.....	102
F.	Flujos de efectivo proyectados.....	105
G.	Tasa Interna de Retorno (TIR) y Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)	109
H.	Valor Presente Neto (VPN) y Período de Recuperación (NPER).....	111
I.	Análisis de sensibilidad	112
VII.	Conclusiones.....	116
VIII.	Recomendaciones	118
IX.	Bibliografía.....	119
A.	Referencias de libros:	119
B.	Referencias de internet:	119
X.	Anexos	122
A.	Tabla de frecuencia de retrasos.....	122
B.	Tabla de frecuencia de retrasos (De acuerdo a tiempos).....	123
C.	Inventarios de herramienta Turno “E”:	125
D.	Inventario de herramienta Turno “F”	126
E.	Cantidad de conectores de las máquinas:	127
F.	Cotización de herramienta:	128
G.	Cotización de accesorios para kits de cambio:	130
1.	Guantes para alta temperatura:	130

2.	Cinta de aislar para altas temperaturas:	130
3.	O-Rings:	131
4.	Fijador de tornillos y pasta de lubricante para altas temperaturas:	132
5.	Martillos de hule:	132
6.	Tubo de cobre:	133
7.	Roldanas y washas:	133
8.	Abrazaderas:	134
9.	Masking tape:	134
H.	Cotización placas para identificación de moldes:	135
I.	Cotización Tarimas para la zona de moldes:	135
J.	Criterios de evaluación para auditorias de 5´S	136
K.	Proyecciones de ahorro de tiempos basada en cambios del año 2012.	141

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Número recomendado de ciclos de observación	12
Tabla 2: Simbología DOP de acuerdo a estándares de la ASME.....	15
Tabla 3: Traducción 5´s	19
Tabla 4: Grupo de análisis.....	27
Tabla 5: División de las máquinas analizadas en grupos.....	30
Tabla 6: Cantidad de ciclos de estudio a realizar.....	30
Tabla 7: Nomenclatura utilizada para el estudio de tiempos.....	31
Tabla 8: Tabla de resumen estudio de tiempos (Grupo # 1).....	32
Tabla 9: Tiempos muertos y unidades retrasadas en el proceso (Grupo # 1).....	34
Tabla 10: Reducción esperada y unidades recuperadas en el proceso (Grupo # 1).....	35
Tabla 11: Tiempo aproximado de preparación del setup (Grupo # 1).....	36
Tabla 12: Tabla de resumen estudio de tiempos (Grupo # 2).....	36
Tabla 13: Tiempos muertos y unidades retrasadas en el proceso (Grupo # 2).....	38
Tabla 14: Reducción esperada y unidades recuperadas en el proceso (Grupo # 2).....	39
Tabla 15: Tiempo aproximado de preparación del setup (Grupo # 2).....	40
Tabla 16: Tabla de resumen estudio de tiempos (Grupo # 3).....	40
Tabla 17: Tiempos muertos y unidades retrasadas en el proceso (Grupo # 3).....	42
Tabla 18: Reducción esperada y unidades recuperadas en el proceso (Grupo # 3).....	43
Tabla 19: Tiempo aproximado de preparación del setup (Grupo # 3).....	43
Tabla 20: Tabla de resumen estudio de tiempos (Grupo # 2).....	44

Tabla 21: Tiempos muertos y unidades retrasadas en el proceso (Grupo # 4).	45
Tabla 22: Reducción esperada y unidades recuperadas en el proceso (Grupo # 4).	46
Tabla 23: Tiempo aproximado de preparación del setup (Grupo # 4).	47
Tabla 24: Principales retrasos en el proceso (De acuerdo a frecuencias).	49
Tabla 25: Principales retrasos en el proceso (De acuerdo a tiempos).	50
Tabla 26: Causas de retraso (Basada en frecuencia y tiempo).	51
Tabla 27: Resumen de diagrama DOP del proceso actual de cambio de molde.	55
Tabla 28: Resumen de diagrama DOP del proceso actual de cambio de molde.	58
Tabla 29: Tabla de resumen DOP del proceso de pre-cambio.	61
Tabla 30: Resumen de operaciones del proceso propuesto de cambio de molde.	62
Tabla 31: Resumen DOP del proceso de post-cambio.	64
Tabla 32: Resumen de tiempos de pre-cambio, cambio y post-cambio.	64
Tabla 33: Causas de retraso (Basada en frecuencia y tiempo).	65
Tabla 34: Frecuencia de cambios de molde (Año 2011).	66
Tabla 35: Frecuencia de cambios de molde (Año 2012).	66
Tabla 36: Lista de suministros para los kits de cambio.	68
Tabla 37: Listado de herramienta para los kits de cambio.	69
Tabla 38: Tipos de conectores de agua utilizados en las máquinas de soplado.	71
Tabla 39: Medidas adecuadas para las llaves de agua de los moldes.	72
Tabla 40: Frecuencia de cambios de molde años (2011 y 2012).	82
Tabla 41: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Estadística descriptiva).	93

Tabla 42: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Tiempos estimados de cambios de moldes).	95
Tabla 43: Costos patronales relacionados con la planilla de un operario.	98
Tabla 44: Costo total por hora de cambio (Grupo # 1).	98
Tabla 45: Costo total por hora de cambio (Grupo # 2).	98
Tabla 46: Costo total por hora de cambio (Grupo # 3).	99
Tabla 47: Costo total por hora de cambio (Grupo # 4).	99
Tabla 48: Costo de producción por hora (Grupo # 1).	100
Tabla 49: Costo de producción por hora (Grupo # 2).	100
Tabla 50: Costo de producción por hora (Grupo # 3).	100
Tabla 51: Costo de producción por hora (Grupo # 4).	100
Tabla 52: Precio de venta promedio por máquina.	101
Tabla 53: Tabla de porcentaje de ahorros proyectados.	102
Tabla 54: Inversión inicial (Herramienta).	102
Tabla 55: Inversión inicial (Suministros).	103
Tabla 56: Inversión inicial (Otros).	104
Tabla 57: Utilidades proyectadas máquina S-1.	105
Tabla 58: Utilidades proyectadas máquina S-3.	105
Tabla 59: Utilidades proyectadas máquina S-7.	106
Tabla 60. Utilidades proyectadas máquina S-15.	106
Tabla 61: Utilidades proyectadas máquina S-16.	106

Tabla 62: Utilidades proyectadas máquina S-18.....	107
Tabla 63: Utilidades proyectadas máquina S-17.....	107
Tabla 64: Utilidades proyectadas máquina S-23.....	107
Tabla 65: Utilidades proyectadas máquina S-20.....	108
Tabla 66: Utilidades proyectadas máquina S-21.....	108
Tabla 67: Flujo de efectivo proyectado.....	108
Tabla 68: Flujo de efectivo proyectado.....	109
Tabla 69: Período de recuperación (NPER).....	111
Tabla 70: Análisis de sensibilidad para la VPN.....	112
Tabla 71: Análisis de sensibilidad TIR.....	114

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Proceso de soplado común.....	4
Ilustración 2: Ejemplo del producto obtenido del proceso de extrusión soplado.....	5
Ilustración 3: Extrusión del <i>párison</i>	5
Ilustración 4: Soplado del <i>párison</i>	6
Ilustración 5: Ejemplo boquilla y puntas de extrusión.....	8
Ilustración 6: Ejemplo molde de soplado.....	9
Ilustración 7: Ejemplo pines de soplado.....	9
Ilustración 8: Ejemplo molde de toma soplado.....	10
Ilustración 9: Reducción de tiempo de preparación.....	11
Ilustración 10: Primer beneficio del SMED.....	11
Ilustración 11: Segundo beneficio del SMED.....	12
Ilustración 12: Función de densidad de probabilidad normal.....	17
Ilustración 13: Función de densidad de las medias muestrales.....	18
Ilustración 14: Ejemplo gráfico de control.....	19
Ilustración 15: Formato de registro para la toma de tiempos.....	29
Ilustración 16: Equipo propuesto para la delimitación del área de trabajo.....	70
Ilustración 17: Ejemplo de los conectores de agua para las máquinas S-20 y S-21.....	73
Ilustración 18: Ejemplo de acoples rápidos para conectores de agua máquinas S-20 y S-21.....	73
Ilustración 19: Ejemplo de molde instalado por encima del sujetador.....	75
Ilustración 20: Propuesta # 1 para la identificación de los moldes del área de soplado.....	76

Ilustración 21: Propuesta # 2 para la identificación de los moldes del área de soplado	76
Ilustración 22: Zona de moldes condiciones actuales.	78
Ilustración 23: Zona de moldes condiciones actuales (2).....	78
Ilustración 24: Zona de moldes condiciones actuales (3).....	79
Ilustración 25: Zona de moldes condiciones actuales (4).....	79
Ilustración 26: Cajón de herramental de sopado.	80
Ilustración 27: Cajón de herramental de extrusión y cargadores de los moldes.	80
Ilustración 28: Tarimas especiales para moldes de soplado.	83
Ilustración 29: Formato de auditoría 5´S.	84
Ilustración 30: Esquema propuesto para 5´s en la zona de moldes.....	86
Ilustración 31: Esquema propuesto para 5´s en la zona de moldes (2).	86
Ilustración 32: Listados de equipo y herramental necesario para los cambios.	87
Ilustración 33: Listados de equipo y herramental necesario para los cambios (2).....	88
Ilustración 34: Reporte propuesto para cambio de molde.....	89
Ilustración 35: Formulario para la base de datos.....	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tiempos actuales y tiempos efectivos de cambio de molde (Grupo # 1).	32
Gráfico 2: Porcentaje de tiempos muerto y tiempo efectivo (Grupo # 1).	33
Gráfico 3: Reducción de tiempo muerto (Grupo # 1).....	35
Gráfico 4: Tiempos actuales y tiempos efectivos de cambio de molde (Grupo # 2).	37
Gráfico 5: Porcentaje de tiempos muerto y tiempo efectivo (Grupo # 2).	38
Gráfico 6: Reducción de tiempo muerto (Grupo # 2).....	39
Gráfico 7: Tiempos actuales y tiempos efectivos de cambio de molde (Grupo # 3).	41
Gráfico 8: Porcentaje de tiempos muerto y tiempo efectivo (Grupo # 3).	41
Gráfico 9: Reducción de tiempo muerto (Grupo # 3).....	42
Gráfico 10: Tiempos actuales y tiempos efectivos de cambio de molde (Grupo # 4).	44
Gráfico 11: Porcentaje de tiempos muerto y tiempo efectivo (Grupo # 4).	45
Gráfico 12: Reducción de tiempo muerto (Grupo # 4).....	46
Gráfico 13: Porcentaje de tiempos muerto y tiempo efectivo (General).....	47
Gráfico 14: Reducción de tiempo muerto (General).....	48
Gráfico 15: Pareto de frecuencias.	49
Gráfico 16: Pareto de tiempos.	50
Gráfico 17: Frecuencia de cambios de molde (2011).....	66
Gráfico 18: Frecuencia de cambio de molde (2012).	67
Gráfico 19: Porcentaje de cambios cubiertos con dos kits de cambio.	67
Gráfico 20: Histograma de frecuencias grupo # 1.	91

Gráfico 21: Histograma de frecuencias grupo # 2.	91
Gráfico 22: Histograma de frecuencias grupo # 3.	92
Gráfico 23: Histograma de frecuencias grupo # 4.	92
Gráfico 24: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Gráfico de control).	94
Gráfico 25: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Gráfico de control con rangos móviles).	94
Gráfico 26: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Mejora en el tiempo de cambio de molde).	95
Gráfico 27: Período de recuperación (NPER).	111
Gráfico 28: Análisis de sensibilidad VPN.	113
Gráfico 29: Análisis de sensibilidad TIR.	114

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: DOP del Proceso actual de cambio de molde	52
Diagrama 2: DOP del proceso actual de cambio de molde con clasificación de operaciones.	55
Diagrama 3: DOP del proceso propuesto de pre-cambio de molde.....	60
Diagrama 4: DOP Proceso Propuesto de Cambio de Molde.	61
Diagrama 5: DOP del proceso propuesto de post-cambio de molde.	63

RESUMEN

La industria de los productos plásticos es una industria altamente competitiva, en donde es de suma importancia el servicio que se presta a los clientes. Es debido a esto que constantemente se busca tener sistemas más flexibles y rápidos que permitan adaptarse a las exigencias del mercado en la menor cantidad de tiempo.

Es por ello que este trabajo analiza la aplicación de herramientas de la manufactura lean, que permitirá que la empresa de estudio explote todo el potencial de las instalaciones actuales ayudando de esta manera tener un sistema productivo más ágil, generando una reducción en los tiempos de parada de las máquinas, aumentando la eficiencia y ayudado a tener una mayor exactitud en las capacidades de respuesta que se posee.

Como un beneficio adicional las herramientas de la manufactura lean ayudan a reducir la fatiga de los operadores al eliminar las operaciones innecesarias del proceso, beneficiando no solo la efectividad del proceso sino también a los operadores del área.

Además en este estudio se hizo un análisis financiero que proyectar los ahorros anuales generados con la implementación del proyecto. Con el fin de que las personas interesadas puedan ver el impacto debido a la implementación de estas herramientas y puedan de esta manera motivarse para poder permear estas ideas y métodos a otras de la compañía que le permitirán ser más eficiente.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de los productos plásticos es una industria muy competitiva, en la que además del precio y la calidad del producto, es sumamente importante el servicio que se presta a los clientes. Es debido a esto que es necesario minimizar los tiempos muertos de la maquinaria y de las fábricas en general, por lo cual se requiere tener cambios de molde más veloces y conocer los tiempos estándar de esta operación para cada máquina, con el fin de tener un sistema productivo más ágil, generando una reducción en los tiempos de parada de las máquinas, aumentando de esta manera la eficiencia de la producción y ayudado a reducir la incertidumbre al conocer con mayor exactitud las capacidades de respuesta que se posee, al mismo tiempo que se logra reducir los costos de operación.

A pesar que el beneficio del proyecto es tener un proceso productivo más ágil, también se espera ayudar a los operarios reduciendo la fatiga por caminar tramos innecesarios o por realizar operaciones innecesarias durante la preparación y cambio de *setup*. El trabajo en conjunto y la involucración del personal en este proceso, permitirá que haya una mayor aceptación y menor resistencia al cambio.

Para desarrollar este proyecto se analizó el proceso productivo de una industria dedicada a la fabricación de recipientes plásticos, logrando, mediante la utilización del análisis de control estadístico del proceso y las herramientas de la manufactura lean, determinar las principales causas de ineficiencia durante los cambios de molde, con esta información se estableció como objetivo la minimización de estas.

Además durante la realización del proyecto se espera poder aplicar los conceptos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería industrial, planteando soluciones basadas en conceptos aprendidos en cursos como: ingeniería de métodos, estadística, ingeniería financiera, calidad, administración, etc. Y el poder aplicar estos conceptos contribuye a mi futura vida como profesional.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

- Reducir los tiempos de parada de las máquinas de extrusión soplo debido a ineficiencias en la preparación y el cambio de molde, con el fin de aumentar la eficiencia del proceso y reducir los costos implicados en el mismo.

B. Objetivos específicos

- Medir los tiempos globales de cambio de molde y categorizarlos en: tiempo efectivo y tiempo muerto o idle; con el motivo de identificar los principales hitos a superar para la mejora de la eficiencia en el proceso de cambio de moldes, logrando mediante las mejoras propuestas una reducción del 25% del tiempo actual requerido para realizar un cambio de molde.
- Utilizar las mediciones realizadas para proponer un procedimiento general de cambio de molde, detallando los recursos necesarios para el mismo.
- Determinar la cantidad anual de ahorro debido a la reducción del tiempo en el proceso de cambio de formato de las máquinas analizadas.
- Elaborar un sistema de seguimiento y control que permita una mejora continua del proceso.

III. MARCO TEÓRICO

A. La industria de plásticos en Guatemala.

El soplado por extrusión es el proceso de transformación de mayor futuro y crecimiento en el mundo, debido a la demanda existente de contenedores industriales de grandes dimensiones, artículos de formas irregulares y especialmente de botellas para el envase de alimentos. *(Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000).*

En la década de los noventas, empezó a fragmentarse el mercado; y a la fecha, Guatemala cuenta con 208 empresas que constituyen la industria del plástico en el país, sin embargo, de acuerdo con el Ing. Ricardo Santos, Vicepresidente de la Comisión Guatemalteca del Plástico (COGUAPLAST) para la AGEXPORT (Asociación Guatemalteca de Exportadores); no existe ninguna empresa que sintetice plástico en el país, dado que Guatemala no es un productor de resinas. Todo el plástico en Guatemala es importado, y la industria nacional se dedica más bien a la transformación de estas resinas en productos terminados que satisfagan necesidades de diferentes mercados. *(Asturias, 2010).*

La industria transformadora de plástico se ha enfocado en superar la crisis del 2009 en el que tuvo una caída de 19%, y por segundo año consecutivo reporta crecimiento, de acuerdo a lo informado por la Asociación Guatemalteca de Exportadores. *(Prensa libre, 2012).*

En el 2010 exportó US\$211.2 millones y en el 2011 las ventas al extranjero subieron 14% y llegaron a US\$241.8 millones, estando cerca de superar la reducción que enfrentó por la crisis. *(Garzaro, 2012).*

El Presidente de la Comisión de Plásticos de Agexport, Rolando Paiz, declaró que en el 2011 se exportaron 8 mil 767 toneladas métricas, 6 mil 122 más (7%) que el año anterior.

El sector también fue parte de las negociaciones en los tratados de libre comercio con Perú, Ecuador, México, y se prevé que para el 2012 la negociación con Corea del Sur, Trinidad y Tobago, la adhesión de Panamá a la Unión Aduanera Centroamericana y otros. *(Prensa libre, 2012).*

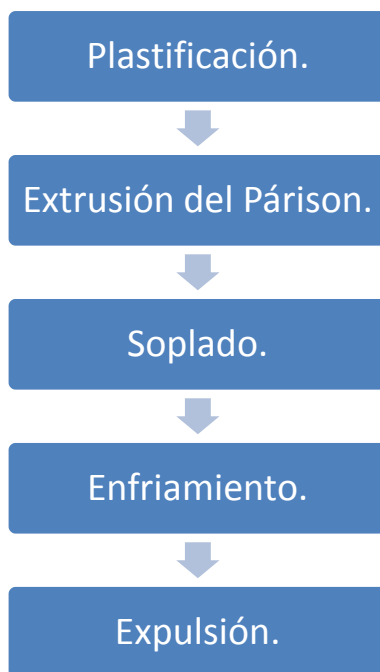
Para el 2012 se prevé continuar el crecimiento. *(Prensa libre, 2012).*

B. Proceso de extrusión Soplo

El moldeo por extrusión soplo se define como un proceso de producción de recipientes y artículos huecos; donde una resina termoplástica es fundida, transformada en un tubo hueco o *párison* y llevada a un molde en donde se expande hasta tomar la forma del mismo, por la introducción de aire a presión en su interior; posteriormente es enfriado dentro del molde y expulsado el artículo terminado. (*Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000*).

Para tener una idea del proceso se muestran las etapas principales de la transformación para la producción de artículos huecos:

Ilustración 1: Proceso de soplado común



Prácticamente el moldeo de cualquier recipiente se puede lograr por medio del proceso de extrusión soplo, siendo éste el único que permite la producción de recipientes de cuello angosto, con o sin rosca y asa huecas integradas en el cuerpo; de alto consumo en industrias como la alimenticia, cosmética y química. (*Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000*)

El proceso de soplado brinda grandes ventajas económicas y técnicas, como: moldeo de formas complejas, de difícil desmoldeo, con bajos esfuerzos internos, variación de espesores de pared y menores costos de producción y mantenimiento.

Ilustración 2: Ejemplo del producto obtenido del proceso de extrusión soplado.



A pesar de todas las ventajas que ofrece el proceso, requiere de especial atención en algunas partes del mismo, por ejemplo, se requiere especial cuidado en el control de la rosca y cuello, requiere de operaciones de acabado postmoldeo y es necesario tener un monitoreo continuo del peso de las piezas, volumen, espesor de pared, fugas potenciales y calidad del cuello.

El moldeo por soplado tiene la complejidad de que en sus etapas principales requiere de dos procesos de moldeo distintos: una es la formación del *párison* por extrusión y la otra es el proceso de soplado para obtener el producto. (Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000).

Ilustración 3: Extrusión del *párison*.

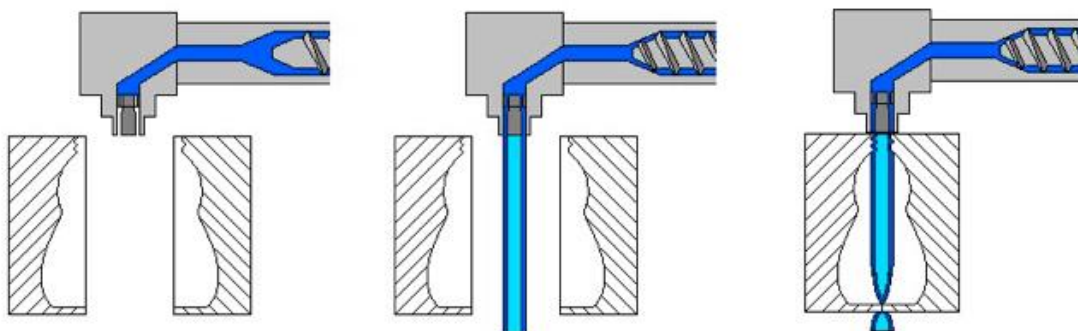
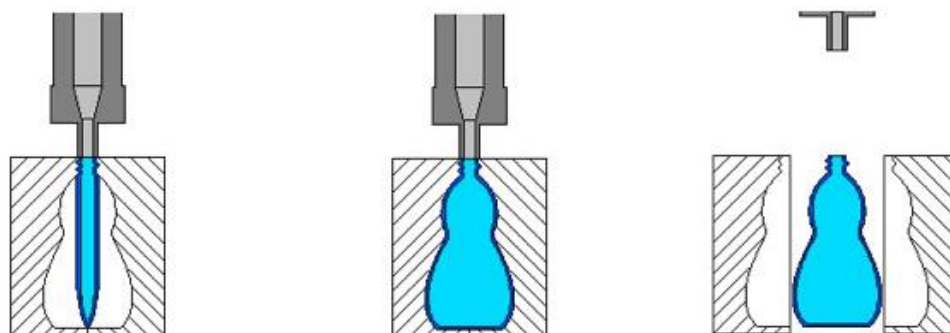


Ilustración 4: Soplado del *párison*.



Para la obtención de artículos huecos por esta vía, la resina polimérica se alimenta a la tolva de extrusión, de ahí pasa al interior del cañón, se plastifica por la acción de la alta temperatura, y la fricción del husillo permite que los pigmentos y otros aditivos se homogenicen. (*Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000*).

El material ya homogéneo y completamente plastificado, pasa al dado o cabezal, produciendo un tubo o *párison* con dimensiones de pared controladas, para que la pieza final cumpla con las dimensiones de espesor requeridas.

La producción de este *párison* debe ser invariablemente vertical y descendente, ya que no existe ninguna guía que pueda ofrecerle otra orientación; el tiempo empleado desde que comienza a salir el *párison* del dado, hasta que tiene la dimensión adecuada está limitado al momento en que la primera porción de plástico extruido se enfríe, perdiendo sus características para ser moldeado. (*Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000*).

Una vez que se logra la longitud óptima del *párison*, ligeramente mayor a la longitud del molde, entra en acción el mecanismo de cierre para aprisionar el *párison* dentro del molde. (*Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000*).

Durante su movimiento, el molde además de rodear al *párison* y prensarlo provoca el sellado de las paredes del tubo; el diseño del molde puede incluso cortar el material sobrante por debajo de éste o lateralmente, formando así, la característica línea o costura en la base de todos los recipientes obtenidos por extrusión soplada, el otro extremo del *párison* permaneces abierto pues es necesario para las etapas posteriores. (*Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000*).

En la tercera fase del proceso se introduce una boquilla por el extremo abierto del molde y en el interior del *párison* se inyecta aire a presión, obligando al *párison* a estirarse hasta alcanzar las

paredes del molde, en donde se enfría para que conserve la forma de la cavidad del molde. *(Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000).*

La boquilla de inyección del aire crea al mismo tiempo la estructura final de la boca y cuello del recipiente.

Es importante mencionar que, durante el proceso de expansión del *párison* hacia las paredes del molde, el espesor de la pared sufre una reducción por el aumento del área superficial o expansión.

En la última fase del ciclo de soplado, el molde se separa dejando libre al recipiente terminado a una temperatura en que es estable dimensionalmente, para ser entonces expulsado por su propio peso o por el aire a presión. *(Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000).*

Generalmente, el tiempo utilizado en las dos últimas etapas (soplado – enfriamiento y expulsión) tarda lo suficiente, para que el cabezal haya extruido un nuevo *párison*, siendo necesario que el molde recién liberado del producto, tenga que moverse hacia la recepción del material, para iniciar un nuevo ciclo productivo. *(Centro Empresarial del plástico S.A de C.V., 2000).*

C. Cambio de formato/molde.

El moldeo por soplado es el término utilizado para la producción de artículos huecos en materiales termoplásticos, donde el artículo toma una forma determinada dada por el molde.

El proceso de cambio de molde inicia desde que se detiene la máquina luego de haber terminado una orden de producción y termina cuando se ha producido la primera unidad buena con el molde que se ha montado.

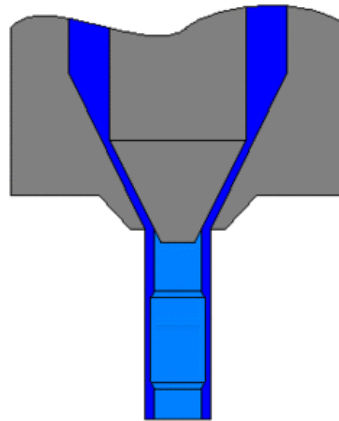
El proceso de cambio de molde para las máquinas de extrusión soplo en su forma general está formado por las etapas:

- Cambio de molde.
- Cambio de molde de toma.
- Cambio de herramienta de soplado.
- Cambio de herramienta de extrusión.
- Calibración de la herramienta.

1. Herramental involucrado en un cambio de molde:

Herramental de extrusión: este tiene como función darle la forma al *párison* que será posteriormente soplado dentro de las cavidades del molde. El herramental que comúnmente es cambiado al momento de un cambio de formato es conocido como: boquillas, puntas y núcleos.

Ilustración 5: Ejemplo boquilla y puntas de extrusión

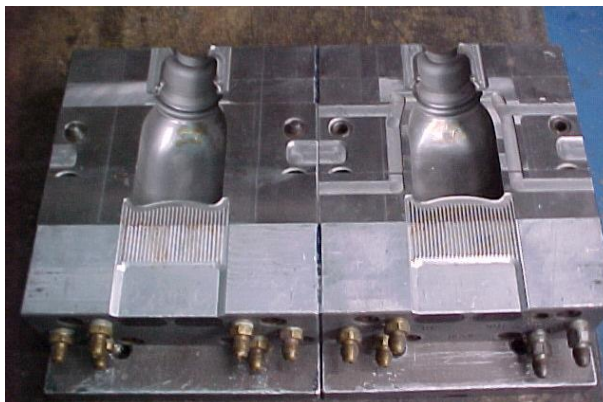


Molde: Este contiene la forma del producto final que adoptará el *párison* al momento de ser soplado el termoplástico.

El molde de soplado está formado por dos mitades, en la mayoría de veces iguales, las que a su vez están conformadas por varias piezas o insertos.

Cuando se cierran, estas mitades formarán una cavidad o más, que aprisionarán uno o más *parisones* para el soplado. Las dos mitades del molde son a menudo parecidas y deberán tener canales para el agua de enfriamiento, juego de pines guías y bujes para asegurar un alineamiento perfecto de las cavidades y un cierre de molde perfecto.

Ilustración 6: Ejemplo molde de soplado.



Pines de soplado: su función es entrar por el extremo abierto del molde y en el interior del *párison* para inyecta aire a presión, obligando al *párison* a estirarse hasta alcanzar las paredes del molde, en donde se enfría para que conserve la forma de la cavidad del molde. Una punta de soplado en el molde puede servir para el propósito adicional de moldear y acabar el interior del cuello, lo que se conoce como calibración.

Ilustración 7: Ejemplo pines de soplado.



Molde de toma: tiene como propósito trasladar el envase, previamente soplado, a cada una de las estaciones de la maquina en donde el envase es troquelado y llevado por ultimo a las bandas transportadoras en donde se empacara el producto.

Ilustración 8: Ejemplo molde de toma soplado.



Troquel: tienen como función eliminar la rebaba de los envases luego del proceso de soplado, suele ubicarse al final del proceso antes de pasar a las bandas transportadoras.

D. El sistema (Single Minute Exchange of Die) SMED:

Se ha definido el SMED como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio en menos de 10 minutos. *(El sistema Smed, s.f.)*

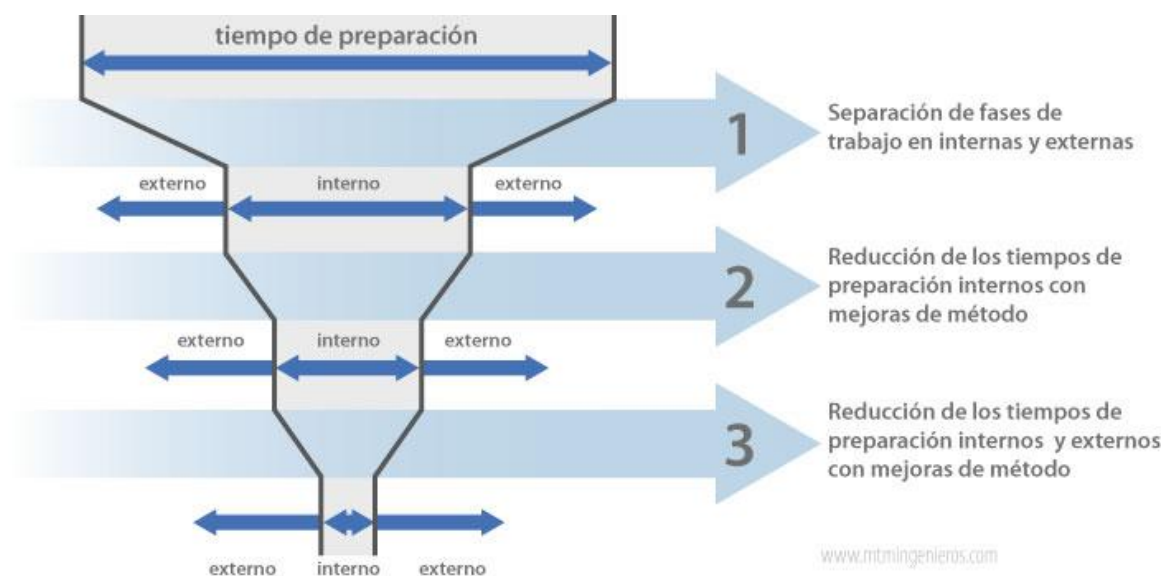
“Es importante señalar que puede no ser posible alcanzar el rango de menos de diez minutos para todo tipo de preparaciones de máquinas, pero el SMED reduce dramáticamente los tiempos de cambio y preparación en casi todos los casos. La reducción de los tiempos de estas operaciones beneficia considerablemente a las empresas”. *(El sistema Smed, s.f.)*

El tiempo de cambio de una serie u orden de fabricación comienza cuando se acaba la última pieza de una serie y termina cuando se obtiene una pieza libre de defectos de la siguiente serie. *(Mtm ingenieros, s.f.)*

Dentro de este periodo, las operaciones que se realizan con la máquina parada o fuera de las horas de producción se denominan internas y aquellas que se realizan mientras la máquina produce piezas buenas se denominan externas. *(Mtm ingenieros, s.f.)*

$$\text{Tiempo de preparación} = \text{Tiempo de preparación Interno} + \text{Tiempo de preparación Externo}$$

Ilustración 9: Reducción de tiempo de preparación.

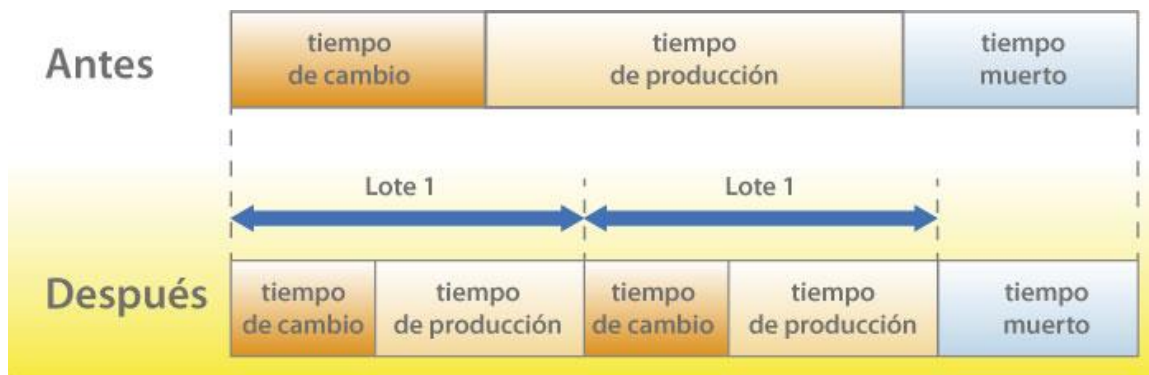


Pasos para la aplicación del SMED:

1. Estudio de la Operaciones de cambio.
2. Clasificación de operaciones en internas y externas.
3. Convertir tareas internas en externas.
4. Perfeccionar todos los aspectos de las operaciones de preparación.

Generalmente la aplicación de esta “metodología” va ligada al objetivo de reducir los stocks y mejorar el tiempo de producción. Al disminuir el tiempo necesario para realizar un cambio de modelo, mejora nuestra capacidad de realizar más cambios de modelo, fabricando lotes más pequeños y planificando en consecuencia un plazo de entrega y un almacenamiento menores.
(Mtm ingenieros, s.f.)

Ilustración 10: Primer beneficio del SMED



También puede emplearse con el objetivo de aumentar la capacidad de producción, es decir, el tiempo que determinada máquina está disponible para producir. (*Mtm ingenieros, s.f.*)

Ilustración 11: Segundo beneficio del SMED



1. Ciclos de estudio: *Determinar la cantidad de ciclos a estudiar para llegar a un estándar equitativo puede ser problemático, ya que se desconoce el número exacto de observaciones que nos llevará a un resultado real y acertado. (Niebel y Freivalds, 2009)*

La *General Electric Company* estableció una tabla como guía aproximada para el número de ciclos que se deben observar.

Tabla 1: Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.1	200
0.25	100
0.5	60
0.75	40
1	30
2	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: información tomada de “*times study manual*” de los *Erie Works de General Electric Company*, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración del salario.

Es posible establecer un número más exacto implementado métodos estadísticos. Debido a que el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, se puede suponer que las observaciones se distribuyen normalmente respecto a una media poblacional desconocida con una varianza igualmente desconocida. Si se utiliza una media muestral (\bar{y}) y una desviación estándar muestral (S), la distribución normal para una muestra grande lleva al siguiente intervalo de confianza:

$$\bar{y} \pm \frac{zS}{\sqrt{n}}$$

Donde

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}}$$

Sin embargo, los estudios de tiempos suelen involucrar sólo muestras pequeñas (no mayores a 30 observaciones); por lo que debe usarse una distribución t. entonces la ecuación del intervalo de confianza es:

$$\bar{y} \pm \frac{ts}{\sqrt{n}}$$

El término \pm puede considerarse como un término de error expresado como una fracción de \bar{y} :

$$ks = \frac{ts}{\sqrt{n}}$$

Donde k = una fracción aceptable de \bar{y} .

Despejando para n se obtiene:

$$n = \left(\frac{ts}{k\bar{y}}\right)^2$$

Ahora es posible despejar n antes de hacer el estudio de tiempos al interpretar datos históricos, o mediante la estimación de \bar{y} y s a partir de varias mediciones de regreso a cero.

(Niebel y Freivalds, 2009)

E. Herramientas para la solución de problemas

El primer paso, y quizás el más importante tanto para el diseño de un nuevo centro de trabajo como para la mejora de un proceso es la identificación del problema de una manera clara y lógica. (Niebel y Freivalds, 2009)

1. Herramientas exploratorias:

a. **Análisis de Pareto:** Comúnmente conocido como “Diagrama ABC” o “Diagrama del 80-20”, el diagrama de Pareto es una representación gráfica sobre un problema, que nos ayuda a identificar problemas significativos para poder focalizar nuestros esfuerzos en ellos. (Domenech, s.f.).

Sus fundamentos parte de identificar un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, que producen la mayor cantidad de los efectos, el 80%, con el motivo de priorizar este pequeño grupo de causas vitales. (Domenech, s.f.).

Los pasos para realizar un diagrama de Pareto son:

1. Determinar el problema o efecto a medir.
2. Investigar la naturaleza del problema o efecto y determinar cómo recolectar los datos.
3. Anotar la magnitud en la forma preestablecida, en el caso de que la magnitud de algunos problemas sea muy pequeña en comparación con las demás, consolidarlos en una categoría por ejemplo: “Otros”.

Existen dos tipos de diagramas de Pareto:

- Diagrama de fenómenos: es utilizado para identificar los principales problemas que originan un resultado no deseado.
- Diagrama de causas: luego de identificado los problemas, se utiliza este tipo de diagrama para identificar las principales causas que producen dichos problemas.

Sugerencia al momento de realizar un diagrama de Pareto:

- No es correcto que la categoría de “otros” llegara a representar uno de los porcentajes elevados, de ser así utilizar otro método de clasificación.
- Se aconseja representar los datos (si es posible) en valores de tiempo o dinero.
- Si un factor se puede solucionar fácilmente debe corregirse inmediatamente.






2. Herramientas de registro y análisis: Para poder mejorar un trabajo es necesario saber exactamente en que consiste, por lo que es muy importante utilizar herramientas que nos ayuden a mantener un registro pero este no sólo deben hacerse con el motivo de obtener un historial o cuadro de cómo se están haciendo las cosas, sino con el motivo de analizar los datos en busca de posibles mejoras en los procesos. *(Niebel y Freivalds, 2009)*

a. **Diagrama de flujo del proceso (DOP):** El DOP muestra la secuencia cronológica de todas las actividades (operaciones, inspecciones, transportes, retrasos, etc.), indicando los tiempos y los materiales que se utilizan en un proceso, es ideal para registrar los costos ocultos no productivos como por ejemplo: las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. *(Niebel y Freivalds, 2009)*

La secuencia de actividades se muestra mediante una línea vertical que indica el flujo del proceso en forma descendente, mientras que las líneas horizontales que alimentan a las líneas de flujo vertical indican los materiales necesarios para el proceso posterior y del lado derecho a cada una de las actividades se indica los valores del tiempo, basados en estimaciones o en mediciones reales. *(Niebel y Freivalds, 2009)*

Los diagramas de flujo de procesos necesitan de varios símbolos para identificar las operaciones, inspecciones, traslados, decisiones, etc. A continuación se muestran los símbolos utilizados en un DOP y su significado:

Tabla 2: Simbología DOP de acuerdo a estándares de la ASME.

Simbología para un diagrama de flujo del proceso (DOP)		
Símbolo	Conector	Descripción
	Operación	Operación de transformación de la cual resulta un cambio.
	Transporte	Movimiento físico de un producto o componente.
	Almacenamiento	Mantener un producto en almacenado hasta que se continúe con otro proceso
	Retraso	Periodo de inactividad debido a causas asignables o no asignables.
	Inspección	Verificar alguna característica de acuerdo a un estándar preestablecido.

Actualmente se pueden emplear dos tipos de diagramas de flujo del proceso, el primero de productos o materiales y el segundo de personas u operativo. El diagrama de producto como su nombre lo indica muestra los detalles de los eventos que involucran al producto o materia, mientras que el diagrama de flujo operativo muestra a detalle cómo lleva a cabo una persona una secuencia de operaciones. *(Niebel y Freivalds, 2009)*

Un diagrama de flujo del proceso, tiene la finalidad de ayudar al analista a visualizar el método en curso, de tal forma que se pueden identificar nuevos y mejores procedimientos, además de que una vez que los periodos no productivos son identificados, los analistas pueden tomar acciones para minimizarlos ayudando a reducir tiempo y costos al eliminar estas actividades que no agregan valor al producto. *(Niebel y Freivalds, 2009)*

F. Control Estadísticos de Procesos (CEP):

El control estadístico de procesos es una herramienta con fundamentos estadísticos, que pretende cubrir tres objetivos:

1. Seguimiento y vigilancia del proceso.
2. Reducción de la variación.
3. Menos costos.

Los procesos que se realizan no siempre tiene el mismo efecto en tiempo, ya que los elementos que intervienen no siempre funcionan de forma exacta, dando lugar a cierta variabilidad, cuyas causas es preciso investigar. La variabilidad de un proceso puede deberse a causas no asignables y a causas asignables. Las primeras, también llamadas aleatorias son de naturaleza probabilística y forman parte de la variación propia del proceso. Algunas de las razones por las que aparecen estas causas son: variabilidad del procedimiento, variabilidad debida a la maquinaria, variabilidad de los operarios que realizan las operación, distinta eficacia de la mano de obra, etc. *(Devore, 2008)*.

Las causas asignables, dan lugar a variaciones irregulares no predecibles, que hay que eliminar y corregir. Son causas cuya naturaleza no es aleatoria y cuando estas se presentan causan un retraso en el proceso. Estas causas se derivan, fundamentalmente, de tres fuentes: ajuste inadecuado de las máquinas, errores de las personas que manejan las máquinas y materia prima defectuosa. *(Devore, 2008)*.

El objetivo del CEP es detectar con rapidez la presencia de causas asignables en el proceso, para realizar acciones correctivas que eviten la fabricación de productos defectuosos o retrasos en el proceso. *(Devore, 2008)*.

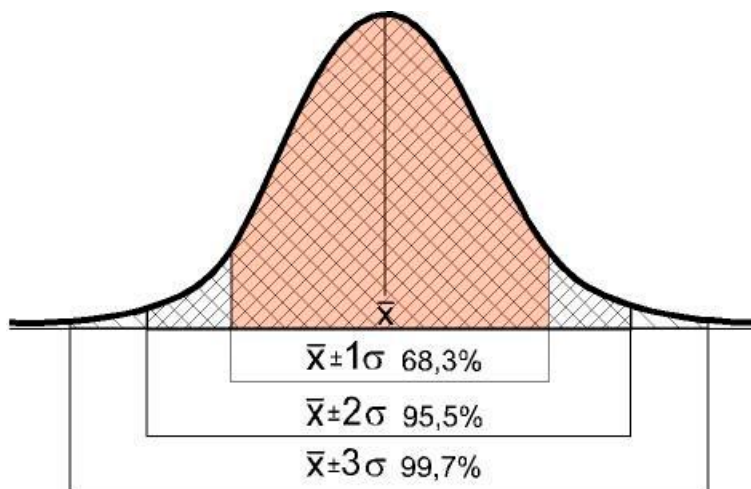
Cuando se consigue que en un proceso sólo actúen causas no asignables se dice que está bajo control estadístico.

Alcanzar un estado de control estadístico de proceso puede requerir un gran esfuerzo pero es sólo el primer paso. Una vez alcanzado, podremos utilizar la información de dicho control como base para estudiar el efecto de cambios planificados en el proceso de producción con el objetivo de mejorar la calidad del mismo. (Devore, 2008).

1. Fundamentos estadísticos: Para comprender el control estadístico de procesos no es necesario ser un experto en estadística, pero es preciso recordar al menos los puntos que se presentan a continuación.

a. **Distribución normal o campana de Gauss:** Esta distribución depende de μ y σ , que son la media y la desviación estándar. Esta tiene la forma acampanada (de ahí su nombre), y es simétrica con respecto a μ . Llevando múltiplos de σ a ambos costados de la media μ . (Ruiz y Rojas, 2006)

Ilustración 12: Función de densidad de probabilidad normal.



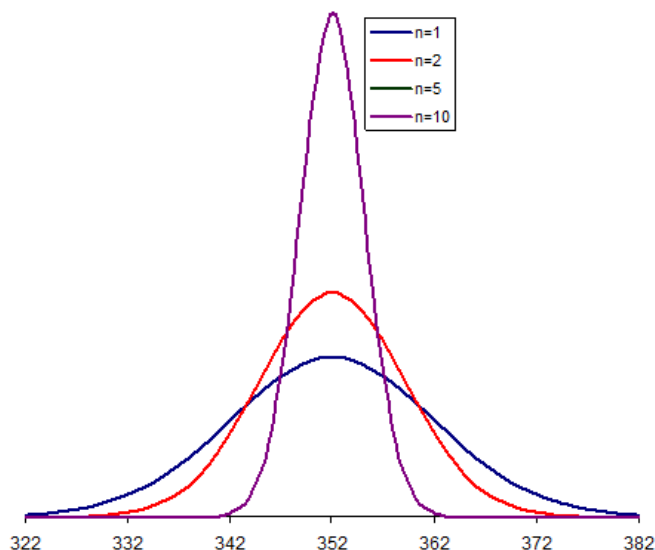
b. **Teoría del límite central:** El Teorema Central del Límite dice que si tenemos un grupo numeroso de variables independientes y todas ellas siguen el mismo modelo de distribución (cualquiera que éste sea), la suma de ellas se distribuye según una distribución normal. Este teorema se aplica tanto a suma de variables discretas como de variables continuas. (Ruiz y Rojas, 2006)

c. **Distribución de las medias muestrales:** Cada muestra de tamaño n que podemos extraer de una población proporciona una media. Si consideramos cada una de estas medias como valores de una variable aleatoria podemos estudiar su distribución que llamaremos distribución muestral de medias.

Si tenemos una población normal $N(\mu, \sigma/\sqrt{n})$ y extraemos de ella muestras de tamaño n , la distribución muestral de medias sigue también una distribución normal.

Si la población no sigue una distribución normal pero $n > 30$, aplicando el llamado Teorema central del límite la distribución muestral de medias se aproxima también a la normal anterior. (Ruiz y Rojas, 2006)

Ilustración 13: Función de densidad de las medias muestrales.

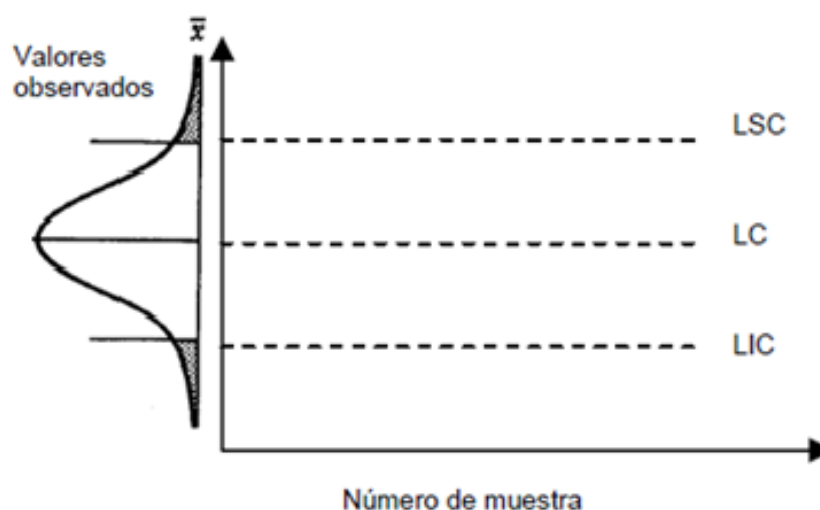


2. Gráficos de control: Los gráficos o cartas de control son herramientas básicas del CEP, como se menciona anteriormente el objetivo del CEP es detectar con rapidez la presencia de causas asignables en el proceso, para realizar acciones correctivas, y es aquí donde entran en juego los gráficos de control ya que constituyen una excelente herramienta, pues permiten identificar cuándo hay que intervenir en el proceso para corregirlo, permitiendo que el proceso regrese a estar bajo control.

En términos generales, es una representación gráfica en los ejes cartesianos, donde en el eje horizontal se indica el número de la muestra o el tiempo en que se obtiene, y en el eje vertical se indican los valores observados en las muestras. Se representan tres líneas horizontales:

- Límite Central (LC), indica el valor medio de la muestra, en este caso representa el tiempo esperado para un cambio.
- Dos líneas horizontales llamadas límite inferior de control (LIC) y límite superior de control (LSC) que se sitúan por debajo y por encima de la LC a 3 desviaciones estándar; estas nos indicarán cuando un punto se encuentra fuera de control.

Ilustración 14: Ejemplo gráfico de control.



G. Metodología de las 5's:

Las 5 S son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan con la letra S. Con este método se busca conseguir un lugar limpio, organizado y grato para trabajar.

A continuación se presentan los 5 principios.

Tabla 3: Traducción 5's

No.	Principio	Traducción
1	Seiro	Clasificar
2	Seiton	Organizar
3	Seiso	Limpieza
4	Seiketsu	Estandarizar
5	Shitsuke	Disciplina

1. Seiro (Clasificación): Este principio consiste en separar lo que es necesario de lo que no lo es, es decir se desechará o almacenará en otro sitio lo que ya no se utiliza. *(Vargas, s.f.)*

El propósito es retirar de los lugares de todos los elementos que no son necesarios para las operaciones cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio. *(Vargas, s.f.)*

Esto implica contabilizar los elementos existentes en: innecesario y necesario. Para esto es necesario establecer un límite o criterio para cuales de dichos objetos serán clasificados como necesarios, por ejemplo retirar cualquier cosa que no se utilice en un lapso de 30 días.

Beneficios:

- Mejor organización del espacio disponible.
- Mejor control del inventario.
- Eliminación del desorden.
- Reduce los tiempos de acceso a los elementos de trabajo.
- Menos demoras por extravío de moldes o herramientas.

2. Seiton (Organizar): Este principio consiste en colocar los objetos que hemos seleccionado como necesarios, de modo que se puedan encontrar fácilmente. El propósito es tener lo que más se utiliza siempre en un lugar cercano y de fácil acceso. *(Metodología de las 5S mayor productividad mejor lugar de trabajo, s.f.)*

Se pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al sitio correspondiente. Tomando en cuenta los siguientes factores: seguridad, calidad, eficacia. *(Vargas, s.f.)*

- Seguridad: tomar en cuenta factores como que no estorben, que no se puedan mover del lugar y que no se puedan caer del lugar donde están.
- Calidad: tomar en cuenta el espacio entre los objetos para que no se golpeen unos contra otros al momento de que se necesiten mover alguno, detectar la ubicación de forma rápida, que siempre se coloquen en el lugar que les corresponden, que no se mezclen unos con otros.
- Eficacia: minimizar el tiempo perdido en buscar.

El orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización. La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos. *(Vargas, s.f.)*

Beneficios: *(Metodología de las 5S mayor productividad mejor lugar de trabajo, s.f.)*

- Se crea un ambiente más agradable para trabajar.
- Nos ayudará a encontrar fácilmente los objetos, economizando tiempos y movimientos.
- Facilita regresar a su lugar los objetos que hemos utilizado.
- Ayuda a identificar cuando falta algo (mejor control del stock).
- Mejora la imagen del área ante el cliente (da la impresión de que las cosas se hacen bien).
- Mejora la coordinación para la ejecución de trabajos.

3. Seiso (Limpieza): Este principio consiste en limpiar y mantener limpio el entorno de trabajo, incluyendo máquinas y herramientas.

¿Cómo?: *(Vargas, s.f.)*

- Recogiendo, y retirando lo que estorba.
- Eliminando los focos de suciedad.

Este principio pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio donde se almacenan los objetos, ayudando a mantener la clasificación y el orden de los elementos.

Beneficios: *(Metodología de las 5S mayor productividad mejor lugar de trabajo, s.f.)*

- Aumentará la vida útil del equipo e instalaciones y equipo.
- Menos probabilidad de contraer enfermedades.
- Menos accidentes.
- Mejor aspecto.

4. Seiketsu (Estandarizar): Este principio consiste en mantener constantemente el estado de orden, limpieza e higiene del sitio de trabajo.

¿Cómo? *(Vargas, s.f.)*

- Limpiando con la regularidad establecida.
- Manteniendo todo en su sitio y en orden.
- Establecer procedimientos y planes para mantener orden y limpieza.

En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado, aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "S". Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar en perfectas condiciones. *(Vargas, s.f.)*

Beneficios: *(Metodología de las 5S mayor productividad mejor lugar de trabajo, s.f.)*

- Se creará un hábito de limpieza y orden.
- Los operarios pueden ubicar rápidamente un elemento, debido a que conocen a profundidad el mismo.
- Se evitan errores de limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.

5. Shitsuke (Disciplina): Este principio consiste en acostumbrarse a aplicar las 5 s en nuestros lugares de trabajo.

¿Cómo? *(Vargas, s.f.)*

- Respetando y haciendo respetar las normas del sitio de trabajo.
- Utilizar los equipos de protección.
- Teniendo el hábito de limpieza.
- Convirtiendo estos detalles en hábitos reflejos.

La disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras S se deteriora rápidamente.

Debido a que la disciplina únicamente existe en la conciencia de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, es muy difícil de medir y controlar, por lo que lo más aconsejable es crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina. *(Vargas, s.f.)*

Pasos propuestos para crear disciplina: *(Vargas, s.f.)*

- Uso de ayudas visuales.
- Publicación de fotos del "antes" y "después".
- Realizar evaluaciones periódicas.

Beneficios: *(Metodología de las 5S mayor productividad mejor lugar de trabajo, s.f.)*

- Mejora la eficacia.
- El personal es más apreciado por los jefes y compañeros.
- Mejora nuestra imagen.

H. Evaluación de proyectos:

“Un proyecto es un conjunto de esfuerzos temporales, dirigidos a generar un producto o servicio único”. Por lo tanto, un proyecto se puede definir como una serie de actividades que persiguen un único objetivo con el fin de lograr un beneficio para la organización, que por lo general, es económico, con el fin de asegurar y maximizar la rentabilidad de sus operaciones.

Para evaluar un proyecto, es necesario analizar su viabilidad desde varias perspectivas, de mercado, operativa, financiera y un análisis de entorno. (Gómez, 2002)

El proyecto debe analizarse operativamente, es decir, desde una perspectiva ingenieril, en donde se especifiquen las diferentes alternativas técnicas, procesos de producción, cumplimiento de normas y alternativas para la reducción de costos en la producción o en la ejecución del servicio que se pretende ofrecer. (Carillo, 2004)

Financieramente, un proyecto empresarial debe ser viable, es decir, la empresa debe recuperar la inversión en un lapso de tiempo determinado. En el proyecto, se deben analizar las inversiones necesarias, presupuestos de gastos e ingresos, evaluación de la rentabilidad y productividad y sus costos de financiamiento. (Gómez, 2002)

1. Análisis de sensibilidad: Los análisis de sensibilidad tienen por finalidad mostrar los efectos que tendría una variación o cambio en el valor de una o más de las variables de costo o de ingreso que inciden en el proyecto, por ejemplo: el volumen y/o el precio de ventas, el costo de la mano de obra, el de las materias primas, el de la tasa de impuestos, el monto del capital, etc. Un proyecto puede ser aceptable bajo las condiciones previstas en el proyecto, pero podría no serlo si las variables de costo variaran significativamente al alza o si las variables de ingreso cambiaran significativamente a la baja. (Análisis de Sensibilidad, s.f.)

Al realizar un análisis económico proyectado al futuro, siempre hay un elemento de incertidumbre asociado a las alternativas que se estudian y es precisamente esa falta de certeza lo que hace que la toma de decisiones sea bastante difícil. Con el objeto de facilitar la toma de decisiones dentro de la empresa, puede efectuarse un análisis de sensibilidad, el cual indicará las variables que más afectan el resultado económico de un proyecto y las variables que tienen poca incidencia en el resultado final.

Es importante distinguir entre riesgo e incertidumbre: (Cartes, 2010)

- **Riesgo:** Cuando es posible especificar los resultados de un acontecimiento aleatorio y se conoce la probabilidad de que ocurra cada resultado.

- Incertidumbre: Cuando sólo se conocen los resultados posibles, pero no las probabilidades.

Durante el diseño y la aprobación de un proyecto uno de los puntos más relevantes para los tomadores de decisiones es el análisis financiero del proyecto, es decir, su rentabilidad y el retorno de la inversión. Esta herramienta facilita la toma de decisiones ya que permite diseñar escenarios en los cuales se puede analizar posibles resultados del proyecto, cambiando los valores de sus variables y restricciones financieras y determinar cómo estas afectan el resultado final. *(Gómez, 2002)*

La finalidad del análisis de sensibilidad consiste en mejorar la calidad de la información y se usa como una herramienta adicional para decidir si invierte o no en el proyecto. Es por ello, que para llevar a cabo este análisis, se hace el planteamiento de diferentes escenarios, con el fin de identificar bajo qué condiciones se presentan los mejores y peores resultados.

IV. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A. Actividades realizadas dentro de la empresa

La empresa cuenta con tres departamentos: el departamento de soplado, el departamento de inyección y el departamento de extrusión. Referente al departamento de soplado e inyección se mantienen operaciones durante las 24 horas, con horario de lunes a sábado.

1. Procesos administrativos: Dentro de estos se encuentran la compra y asignación de materias primas, la comercialización del producto terminado, la organización del personal en planta, etc. Las materias primas luego de ser ingresadas y almacenadas en la bodega, son utilizadas en los distintos departamentos para manufacturar el producto dependiendo de los requerimientos de producción. Luego el producto terminado es almacenado en la bodega de producto terminado, donde serán enviados los pedidos para despacho por parte del departamento de ventas.

2. Proceso de producción: Cada uno de los departamentos se encuentra en diferentes secciones de la planta y cada uno de estos se maneja de forma independiente.

Las órdenes de producción pasan de ventas al departamento correspondiente donde se analiza en que máquina puede ser elaborado el producto y cuando puede iniciar su producción según la programación que se tiene.

Además se cuenta con un departamento de taller, donde se realizan las reparaciones a moldes y a maquinaria correspondientes a las áreas de soplado, inyección y extrusión.

3. Materias primas: Cada departamento trabaja con distintos tipos de materias primas, y su utilización depende del producto a elaborar y las especificaciones del cliente, las materias primas utilizadas son:

- Polietileno de alta densidad (PEAD).
- Polietileno de baja densidad (PEBD).
- Master Bach (Es el material utilizado para darle color a la materia prima, se agrega en proporciones entre 1% al 3%).
- Polipropileno (PP).
- Policarbonato (PC) .

4. Maquinaria: Actualmente la empresa cuenta con varias máquinas de soplado. La maquinaria utilizada posee las características de una máquina extrusión soplo descritas en el capítulo anterior. Esta maquinaria funciona con 440 v, que es el voltaje necesario para calentar el husillo.

Cada máquina cuenta con cierto número de estaciones (generalmente de una a dos) donde en cada una de estas contara con un molde y su herramental. Esto significa que una máquina puede producir trabajando con uno, dos o más moldes al mismo tiempo.

5. Personal: Dentro de la empresa en el departamento de soplado se trabajan las 24 horas del día, de lunes a viernes y el día sábado únicamente medio día, la jornada se encuentra dividida en dos turnos (turno 1 y turno 2), los cuales se rotan semanalmente, los operarios de la jornada diurna de una semana, pasan a laborar la jornada nocturna de la siguiente semana.

Cada sopladora cuenta con un operario, que se encarga de recibir el producto terminado, revisar la calidad y finalmente el empaque y embalaje del mismo.

Actualmente existen alrededor de cinco operarios por turno que se encargan de efectuar los cambios de molde, estos son asignados al proceso de cambio de molde dependiendo de las ordenes de producción y en la mayoría de los casos se asignan de uno a dos operarios dependiendo de la máquina y del tamaño del molde que se instalara.

B. SMED Etapa # 1(Estudio de las operaciones de cambio de molde):

Para esta primera fase del estudio es necesario: conocer el producto, conocer las operaciones de preparación, conocer las máquinas, conocer la distribución de la planta (*Layout*) y además es necesario conocer los tiempos actuales de cambio para poder tener un dato actual sobre el cual evaluar las mejoras que se den en el proceso.

1. Supuestos para el estudio:

- El operario que realiza el cambio está familiarizado con el proceso, lo que implica que utilizara el método correcto para realizar el cambio de molde.
- El proceso de cambio de molde se encuentra estandarizado.

2. Selección del grupo de análisis: Por razón de tiempo, únicamente se consideró una parte de la maquinaria del área de soplado como muestra para el desarrollo de este proyecto. Además no se consideraron las máquinas de policarbonato y la máquina de soplado PET debido a que los cambios de molde en estas máquinas no son muy frecuentes.

Las máquinas asignadas para el estudio son las siguientes:

Tabla 4: Grupo de análisis.

<i>Máquina para el análisis</i>	
S-1	<i>Máquina S-1.</i>
S-3	<i>Máquina S-3.</i>
S-7	<i>Máquina S-7.</i>
S-15	<i>Máquina S-15.</i>
S-16	<i>Máquina S-16.</i>
S-17	<i>Máquina S-17.</i>
S-18	<i>Máquina S-18.</i>
S-20	<i>Máquina S-20.</i>
S-21	<i>Máquina S-21.</i>
S-23	<i>Máquina S-23.</i>

3. División de la operación del cambio de molde por grupos de actividades:

Debido a que están más cerca del trabajo que nadie y pueden hacer contribuciones reales a la empresa al ayudar a establecer los métodos ideales, los operarios ayudaron a consolidar todos los elementos de un cambio de molde en grupos de tareas, facilitando de esta manera la toma de tiempos y asegurando que se cubran todos los detalles específicos del proceso de cambio de molde. A continuación se presentan los grupos y sus actividades internas:

Cambio de molde:

- Cerrar y abrir paso de agua.
- Desinstalar e instalar mangueras de agua del molde.
- Desinstalar e instalar mangueras hidráulicas del troquel de ser requerido.
- Subir y bajar el mandril si fuera necesario.
- Desinstalar e instalar sensores del molde.
- Desinstalar e instalar sensores del troquel de ser requerido.
- Cambio de molde.

Cambio de molde de toma:

- Cambio molde de toma (primera, segunda y tercera estación).
- Desinstalar e instalar pinzas de ser requerido.
- Cambio de pines de post enfriamiento (primera y segunda estación) de ser requerido.
- Cambio de troquel de ser requerido.

Cambio de herramental de soplado:

- Cambio de pines de soplado completos de ser requerido.
- Desinstalar e instalar placa centradora de pines de ser requerido.
- Desinstalar o instalar pines de soplado de ser requerido.
- Cambio de puntas de pines de soplado de ser requerido.

Cambio de herramental de extrusión:

- Desinstalar e instalar resistencias.
- Desinstalar e instalar sujetador de boquillas.
- Cambio de boquillas.
- Cambio de puntas y núcleos.
- Limpieza de herramental de extrusión desinstalado.

Calibración del equipo:

- Ajustar pinzas del molde de toma de ser necesario.
- Ajustar troquel y contra troquel.
- Centrar pines de soplado.
- Centrar pines de post enfriamiento de ser necesario.
- Centrado del párison de ser necesario.
- Calibrar el movimiento del carro, cabezal, pines de soplado, cierre del molde de ser necesario.

4. Formato de registro para la toma de tiempos

Ilustración 15: Formato de registro para la toma de tiempos.

NOMBRE DE LA EMPRESA		Fecha:
Maquina:	Hora de Inicio:	
Molde a Desinstalar:	Hora de Finalización:	
Molde a Instalar:	No. Operarios:	Turno:
PROCESO DE CAMBIO DE MOLDE		
CAMBIO DE MOLDE	TIEMPO (min)	TM
Cerrar y abrir paso de agua. Desinstalar e instalar mangueras de agua del molde. Desinstalar e instalar mangueras hidráulicas del troquel de ser requerido. Subir y bajar el mandril si fuera necesario. Desinstalar e instalar sensores del molde. Desinstalar e instalar sensores del troquel de ser requerido. Cambio de molde.		
TIEMPO TOTAL (min):		
CAMBIO DE MOLDE DE TOMA	TIEMPO (min)	TM
Cambio molde de toma (primera, segunda y tercera estación). Desinstalar e instalar pinzas de ser requerido. Cambio de pines de post enfriamiento (primera y segunda estación) de ser requerido. Cambio de troquel de ser requerido.		
TIEMPO TOTAL (min):		
CAMBIO DE HERRAMIENTA DE SOPLADO	TIEMPO (min)	TM
Cambio de pines de soplado completos de ser requerido. Cambio de puntas de pines de soplado de ser requerido. Desinstalar e instalar placa centradora de pines de ser requerido. Desinstalar o instalar pines de soplado de ser requerido.		
TIEMPO TOTAL (min):		
CAMBIO DE HERRAMIENTA DE EXTRUSIÓN	TIEMPO (min)	TM
Desinstalar e instalar resistencias. Desinstalar e instalar sujetador de boquillas. Cambio de boquillas. Cambio de puntas y núcleos. Limpieza de herramental de extrusión desinstalado.		
TIEMPO TOTAL (min):		
CAMBIO DEL EQUIPO	TIEMPO (min)	TM
Ajustar pinzas del molde de toma de ser necesario. Ajustar troquel y contra troquel. Centrar pines de soplado. Centrar pines de post enfriamiento de ser necesario. Centrado del párison de ser necesario. Calibrar el movimiento del carro, cabezal, pines de soplado, cierre del molde de ser necesario.		
TIEMPO TOTAL (min):		
TIEMPO TOTAL (min): _____		
TIEMPO MUERTO TOTAL (min): _____		

5. Inicio del estudio de tiempos: Para evitar sesgos en el estudio, se agruparon los cambios de molde según las máquinas que pueden utilizar los mismos moldes, es decir que el grupo uno se agrupo en base a las máquinas en las que se pueden instalar moldes de una o dos cavidades con una capacidad de no más de un litro, el grupo dos corresponde a moldes de cuatro cavidades de envases de no más de 500ml, el grupo tres corresponde a moldes de dos cavidades de envases de galos y medio galón y por ultimo corresponde a moldes de 5 cavidades con una capacidad de no más de 500ml, de esta manera se formaron los siguientes grupos:

Tabla 5: División de las máquinas analizadas en grupos.

Grupo # 1:	Grupo # 2:	Grupo # 3:	Grupo # 4:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Máquina S-1.	<input type="checkbox"/> Máquina S-15.	<input type="checkbox"/> Máquina S-17.	<input type="checkbox"/> Máquina S-20.
<input type="checkbox"/> Máquina S-3.	<input type="checkbox"/> Máquina S-16.	<input type="checkbox"/> Máquina S-23.	<input type="checkbox"/> Máquina S-21.
<input type="checkbox"/> Máquina S-7.	<input type="checkbox"/> Máquina S-18.		

6. Ciclos en el estudio: Determinar la cantidad de ciclos a estudiar para llegar a un estándar equitativo puede ser problemático, ya que se desconoce el número exacto de observaciones que nos llevará a un resultado real y acertado.

Se utilizó el criterio de General Electric Company que establece una guía aproximada para el número de ciclos que se deben observar:

Tabla 6: Cantidad de ciclos de estudio a realizar.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: información tomada de “*times study manual*” de los Erie Works de *General Electric Company* desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración del salario.

Como se puede apreciar en la tabla anterior se necesitan por lo menos 3 observaciones de cada grupo para tener un dato acertado acerca del tiempo estándar para realizar un cambio de molde.

7. Resultados obtenidos estudio de tiempos: El estudio de tiempos es una herramienta muy útil que nos ayudara a determinar los tiempo estándares de cambio con un grado de exactitud aceptable, además de que nos permite encontrar ineficiencias en el proceso que podrían ser de utilidad para poder reducir aún más el tiempo de cambio de molde.

A continuación se presentan los datos más relevantes acerca de los estudios de tiempos realizados para cada uno de los grupos.

Para el estudio se utilizó la siguiente nomenclatura:

Tabla 7: Nomenclatura utilizada para el estudio de tiempos.

Nomenclatura:	Descripción:
<i>OP-DC</i>	Operadores durante el cambio.
<i>T Tot.</i>	Tiempo total del cambio.
<i>TM- Tot</i>	Tiempo muerto total.
<i>%TM</i>	Porcentaje de tiempo muerto durante todo el cambio.
<i>TE</i>	Tiempo efectivo durante el cambio.
<i>U/Hora</i>	Envases producidos en una hora.
<i>U/Retrasadas</i>	Unidades equivalentes al tiempo perdido (Tiempo muerto).
<i>U/Recuperadas</i>	Unidades equivalentes a la reducción del tiempo perdido.

a. **Datos más relevantes del estudio de tiempos del grupo# 1:**

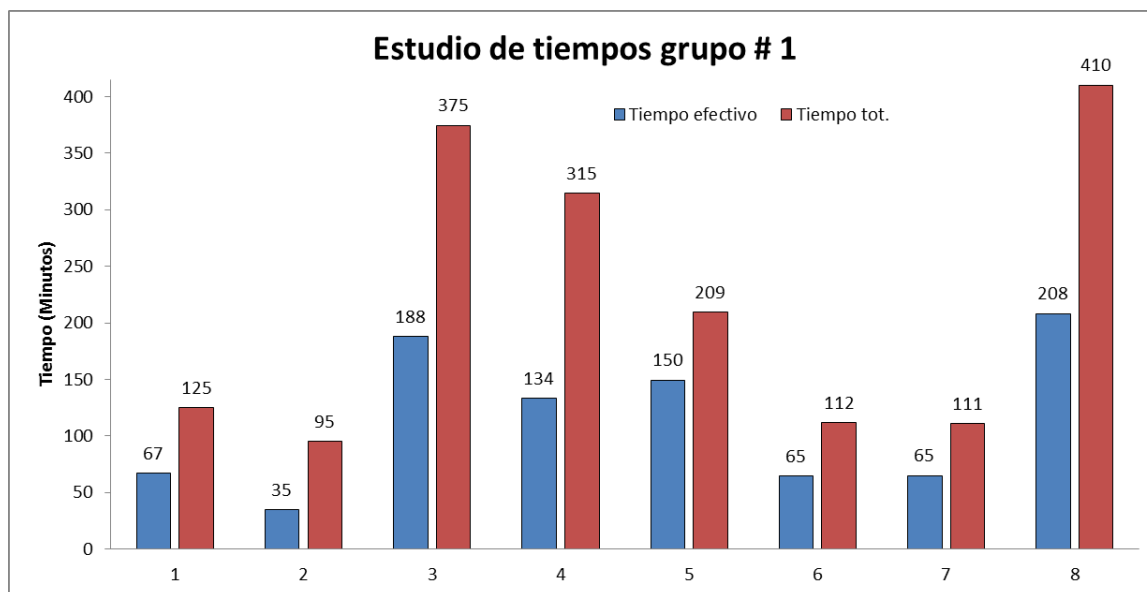
Tabla 8: Tabla de resumen estudio de tiempos (Grupo # 1).

No.	Fecha	Máquina	OP-DC	Turno	Molde inicial	Molde final	Tiempos en minutos			
							T Tot.	TM - Tot	% TM	TE
1	07/08/2012	S-3	1	F	Molde # 13	Molde # 7	125	58	46.30%	67
2	29/07/2012	S-3	1	E	Molde # 10	Molde # 6	95	60	63.61%	35
3	13/08/2012	S-7	1	E	Molde # 8	Molde # 20	375	187	49.81%	188
4	21/08/2012	S-3	2	F	Molde # 6	Molde # 11	315	181	57.57%	134
5	26/08/2012	S-7	1	E	Molde # 11	Molde # 20	209	60	28.51%	150
6	29/08/2012	S-1	1	E	Molde # 1	Molde # 2	112	47	42.08%	65
7	23/09/2012	S-1	1	E	Molde # 1	Molde # 2	111	46	41.50%	65
8	27/09/2012	S-3	1	E	Molde # 10	Molde # 11	410	202	49.22%	208
Promedio:							219	105	47.33%	114

En la mayor parte de los cambios observados en este grupo únicamente se asignó un operario. Se logró apreciar que el tiempo requerido para realizar el cambio de molde es mayor de lo necesario, debido a que este operario continuamente abandona el lugar de trabajo por múltiples razones.

En el gráfico se puede observar en rojo el tiempo total que el operario se demoró en realizar el cambio y en azul el tiempo que el operario trabajó para realizar el cambio de molde.

Gráfico 1: Tiempos actuales y tiempos efectivos de cambio de molde (Grupo # 1).



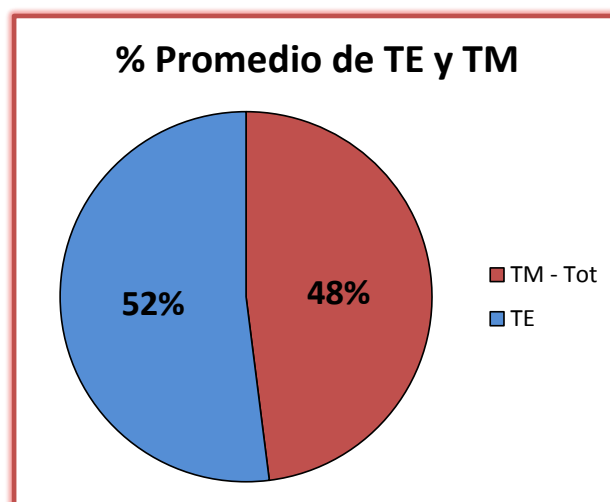
En las observaciones realizadas de la máquina S-3 se obtuvo un tiempo máximo de 410 minutos (6 horas 50 minutos) para realizar un cambio de molde, este se dio por diferentes causas siendo la más notoria y de mayor magnitud la de aproximadamente 45 minutos en los que el operario dejó el lugar de trabajo para arreglar otra máquinas con mayor prioridad; así

mismo el tiempo mínimo fue de 95 minutos (1 hora 35 minutos) para un cambio en la S-3 que ocurrió por las siguientes razones: 1) El envase no contaba con molde de toma y 2) Utilizaba la herramienta de extrusión y de soplado de la máquina, por lo que para este tipo de cambio únicamente fue necesario cambiar el molde.

Actualmente, en promedio para realizar un cambio de formato en la máquina S-3 y S-7 se necesita de aproximadamente 255 minutos (4 horas 15 minutos) y en las máquinas S-1 se necesita de aproximadamente 112 minutos (1 hora 52 minutos); este tiempo es considerablemente más pequeño que el de la máquina S-3 y la S-7 debido a que en la máquina S-1 únicamente se cambia el molde, el molde de toma y a que el tiempo de calibración es menor.

Gráfico 2: Porcentaje de tiempos muertos y tiempo efectivo (Grupo # 1).

De todo el tiempo empleado para realizar el cambio de moldes, únicamente el 52% corresponde a tiempo trabajado en las máquinas para este grupo (Tiempo efectivo) y el 48% restante corresponde al tiempo en el que el operario no trabaja en el cambio (Tiempo muerto). Esto nos dice que el operario actualmente tiene una eficiencia del 52% para realizar un cambio en las máquinas de este grupo.



El total de tiempo muerto durante las ocho observaciones asciende a 841 minutos (14 horas), dándonos un promedio de 125 minutos (2 horas 5 minutos) para la máquina S-3 y de 47 minutos para las máquinas S-1.

Como se presenta a continuación, los tiempos muertos totales fueron convertidos a envases que se pudieron haberse producido en ese tiempo. Tomando en cuenta todos los cambios observados la producción se atrasó aproximadamente 10,000 envases.

Tabla 9: Tiempos muertos y unidades retrasadas en el proceso (Grupo # 1).

No.	Máquina	Molde inicial	Molde final	Tiempos en minutos		
				TM - Tot	U/Hora	U/Retrasadas
1	S-3	Molde # 13	Molde # 7	58	350	338
2	S-3	Molde # 10	Molde # 6	60	800	806
3	S-7	Molde # 8	Molde # 20	187	780	2426
4	S-3	Molde # 6	Molde # 11	181	800	2416
5	S-7	Molde # 11	Molde # 20	60	780	775
6	S-1	Molde # 1	Molde # 2	47	360	282
7	S-1	Molde # 1	Molde # 2	46	360	277
8	S-3	Molde # 10	Molde # 11	202	800	2692
Total:				841	Total:	10011

Los tiempos muertos observados fueron categorizados debido a tiempos muertos por causas operativas o por causas administrativas.

Las causas administrativas no están relacionadas con el operario ni con el proceso que este sigue para completar el cambio, estas causas incluyen sucesos que el operario no puede controlar y dependerán de las condiciones externas, algunos ejemplos pueden ser: que el supervisor de turno traslade al operario a otra máquina que tenga mayor prioridad que el cambio que se estaba realizando (paros programados de producción) o cuando simplemente necesita hablar con él y lo distrae por un momento, que otros operarios se acerquen a distraerlo, que se encuentren paletas con producto terminado en el aérea donde se realizara el cambio, etc. Estas causas generan tiempos muertos que son combatibles a largo plazo, ya que dependen de otros factores que deben ser analizados a mayor detalle antes de encontrar una solución apropiada.

A diferencia de las causas anteriores, las causas operativas están relacionadas directamente con el operario y con la forma en que él realiza el cambio. Estos tiempos muertos si son combatibles a corto plazo y se reducirán en su mayor parte con las soluciones presentadas más adelante.

En promedio se espera una reducción del 36% en el tiempo actual de cambio de formato tomando en cuenta únicamente la reducción del tiempo muerto por causas operativas.

Gráfico 3: Reducción de tiempo muerto (Grupo # 1).

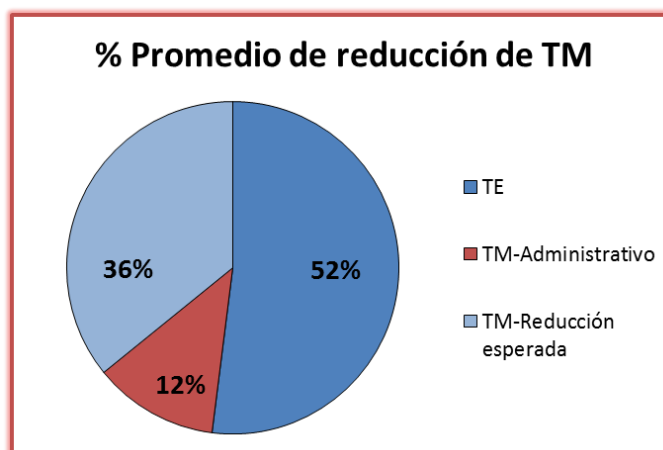


Tabla 10: Reducción esperada y unidades recuperadas en el proceso (Grupo # 1).

No.	Máquina	Molde inicial	Molde final	Tiempos en minutos		
				Reducción esperada	U/Hora	U/Recuperadas
1	S-3	Molde # 13	Molde # 7	48	350	279
2	S-3	Molde # 10	Molde # 6	50	800	672
3	S-7	Molde # 8	Molde # 20	167	780	2166
4	S-3	Molde # 6	Molde # 11	106	800	1416
5	S-7	Molde # 11	Molde # 20	50	780	645
6	S-1	Molde # 1	Molde # 2	42	360	252
7	S-1	Molde # 1	Molde # 2	38	360	229
8	S-3	Molde # 10	Molde # 11	127	800	1692
Promedio:				78	Total:	7351

Como se presentó en la tabla anterior, se espera una reducción promedio de 91 minutos (1 hora 31 minutos) en el tiempo actual de cambio de formato para la máquina S-3 y S-7 y una reducción promedio de 40 minutos para un cambio de formato en la máquina S-1. Asimismo se muestran las unidades que se logran producir en ese tiempo recuperado, logrando recuperar 7,351 unidades aproximadamente de las 10,000 unidades que se habían retrasado en el proceso.

Además dentro del proceso de cambio de moldes se encontraron ciertos procesos en los que se recolecta el equipo y herramental necesarios para el cambio, estos tiempos también se contabilizó dentro del estudio dándonos un tiempo promedio de preparación de aproximadamente 25 minutos.

Tabla 11: Tiempo aproximado de preparación del setup (Grupo # 1).

No.	Equipo necesario para un cambio	Máquina S-1, S-3 y S-7 (Tiempo aproximado de preparación del setup)			
		Molde inicial		Molde final	
		Traslado (1)	Operación	Traslado (2)	Totales
1	Molde	0.89	4.85	1.09	6.84
2	Molde de toma	0.89	2.03	0.97	3.88
3	Herramienta de extrusión	0.33	0.30	0.50	1.13
4	Herramienta de limpieza (Extrusión)	0.71	0.64	0.77	2.12
5	Banco de trabajo	0.54	0.27	0.59	1.39
6	Puntas de soplado	0.87	1.10	0.42	2.39
7	Herramienta	0.86	2.55	0.87	4.28
8	Grúa	0.35	0.23	0.32	0.90
9	Conos	0.67	0.18	0.50	1.35
Totales:		6.11	12.15	6.03	
Total de tiempo de preparación:		24.29	Min.		

b. *Datos más relevantes del estudio de tiempos del grupo # 2:*

Tabla 12: Tabla de resumen estudio de tiempos (Grupo # 2).

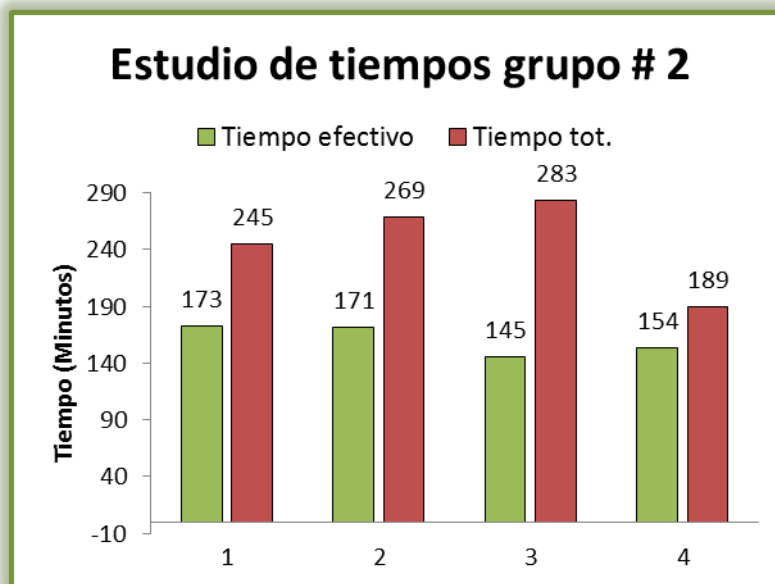
No.	Fecha	Máquina	OP-DC	Turno	Molde inicial	Molde final	Tiempo en minutos			
							T Tot.	TM - Tot	% TM	TE
1	07/08/2012	S-18	2	F	Molde # 31	Molde # 28	245	72	29.25%	173
2	20/09/2012	S-15	2	F	Molde # 28	Molde # 31	269	97	36.16%	171
3	25/09/2012	S-16	1	E	Molde # 31	Molde # 29	283	138	48.65%	145
4	01/010/2012	S-15	2	F	Molde # 29	Molde # 31	189	35	18.73%	154
Promedio:							246	85	34.69%	161

En la mayor parte de los cambios observados de este grupo se asignaron dos operarios. Los cambios de este grupo son más rápidos que los demás, debido a que no se realizan cambios de herramienta de soplado y además el molde de toma viene incorporado al molde.

La observación número tres de la máquina S-15 se encuentra resaltado debido a que no se pudo completar la toma de tiempos, ya que únicamente se tomó el tiempo de la desinstalación e instalación del molde. Este tiempo no se tomó en cuenta para los promedios de tiempos efectivos de un cambio de formato, pero sí fue utilizado para la conversión de tiempo muerto a envases retrasados en la producción.

Como se puede observar en el gráfico, en rojo tenemos el tiempo actual que les toma a dos operarios realizar un cambio de molde en las máquinas de este grupo y en verde tenemos el tiempo que los operarios trabajaron para realizar el cambio de molde.

Gráfico 4: Tiempos actuales y tiempos efectivos de cambio de molde (Grupo # 2).

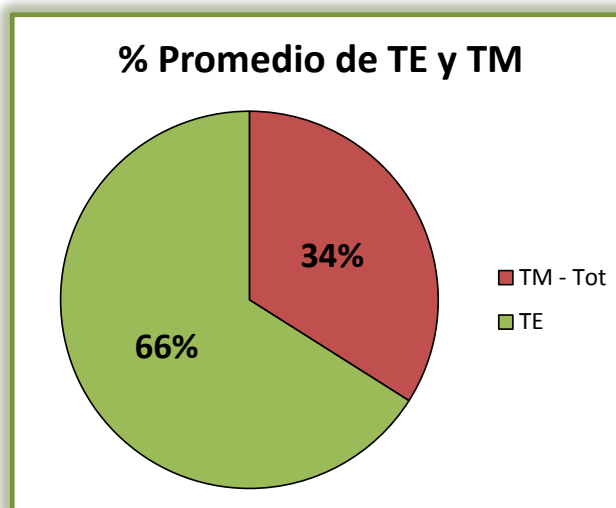


En el estudio realizado se obtuvo un máximo de tiempo de 269 minutos (4 horas 29 minutos) para realizar un cambio de molde y se dio debido a que el operario fue asignado a otra máquina con mayor prioridad aproximadamente 50 minutos y además de que al inicio del cambio únicamente se encontraba un operario trabajando en el cambio, estas causas atrasaron el proceso. El tiempo mínimo obtenido fue de 189 minutos (3 horas 9 minutos), el cual se asemeja mucho al tiempo esperado para un cambio de formato en este grupo.

Se asignaron dos operarios en casi todos los cambios observados, exceptuando el cambio número tres de las máquinas S-16. En este cambio únicamente se asignó un operario y el tiempo que se muestra en la tabla corresponde únicamente al cambio de molde de la máquina, por lo que se puede observar que el tiempo que le tomó a un solo operario cambiar el molde (4 horas 43 minutos) es incluso mayor que lo que se demoran actualmente dos operarios para realizar un cambio de formato completo (4 horas).

Actualmente un cambio de formato en este grupo tiene una duración aproximada de 234 minutos (3 horas 54 minutos). De este tiempo únicamente el 65% corresponde a tiempo trabajado en las máquinas (Tiempo efectivo), el 35% restante corresponde al tiempo en el que los operarios no trabajan en las máquinas (Tiempo muerto). Esto nos dice que los operarios actualmente tienen una eficiencia del 65% para realizar un cambio de molde.

Gráfico 5: Porcentaje de tiempos muerto y tiempo efectivo (Grupo # 2).



En total el tiempo muerto de las cuatro observaciones realizadas asciende a 342 minutos (5 horas 42 minutos), dándonos un promedio de tiempo no trabajan de 86 minutos (1 hora 26 minutos).

Con los resultados del estudio de tiempo se puede ver que en promedio el tiempo trabajo (Tiempo efectivo) en las máquinas de este grupo es de 166 minutos (2 horas 46 minutos), siendo este un buen estimado de tiempo para un cambio de molde en este grupo si en el mejor de los casos no se presentara algún retraso.

Como se presenta a continuación, los tiempos muertos fueron convertidos a envases que se pudieron haber producido en ese tiempo. Tomando en cuenta todos los cambios observados la producción se atrasó aproximadamente 22,200 envases.

Tabla 13: Tiempos muertos y unidades retrasadas en el proceso (Grupo # 2).

Tiempo en minutos						
No.	Máquina	Molde inicial	Molde final	TM - Tot	U/Hora	U/Retrasadas
1	S-18	Molde # 31	Molde # 28	72	3860	4603
2	S-15	Molde # 28	Molde # 31	97	3800	6152
3	S-16	Molde # 31	Molde # 29	138	4000	9187
4	S-15	Molde # 29	Molde # 31	35	3800	2243
Total:				342	Total:	22185

Como se explicó anteriormente, las causas operativas están relacionadas directamente con el operario y con la forma en que el operario realiza el cambio, por lo que se esperaría que con las soluciones presentadas más adelante.

En promedio se espera una reducción del 18% en el tiempo actual de cambio de formato tomando en cuenta únicamente la reducción del tiempo muerto operativo; los tiempos muertos administrativos pueden darse o no dependiendo de las circunstancias.

Gráfico 6: Reducción de tiempo muerto (Grupo # 2).

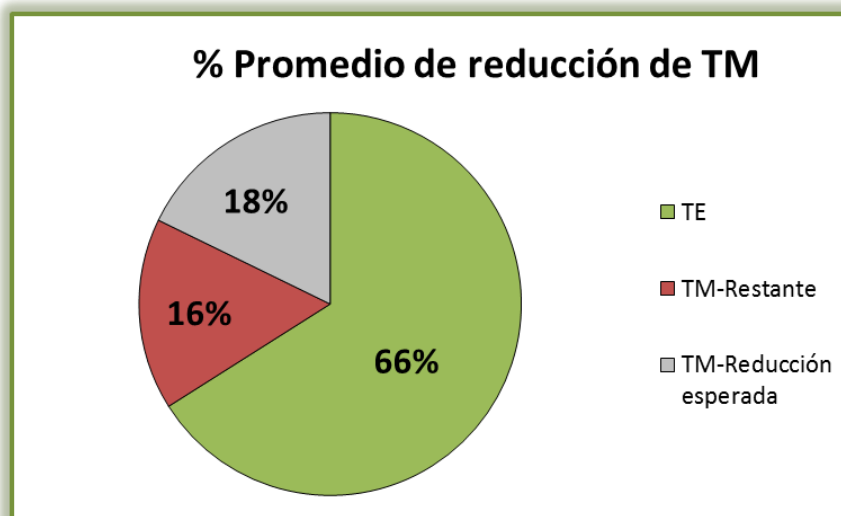


Tabla 14: Reducción esperada y unidades recuperadas en el proceso (Grupo # 2).

No.	Máquina	Molde inicial	Molde final	Tiempo en minutos		
				Reducción esperada	U/Hora	U/Recuperadas
1	S-18	Molde # 31	Molde # 28	62	3860	3960
2	S-15	Molde # 28	Molde # 31	37	3800	2352
3	S-16	Molde # 31	Molde # 29	53	4000	3520
4	S-15	Molde # 29	Molde # 31	27	3800	1737
Promedio:				45	Total:	11568

Como se presenta anteriormente, se espera una reducción de 45 minutos en el tiempo muerto de un cambio de formato para las máquinas del grupo, asimismo se presenta en la tabla las unidades que se lograrán producir en ese tiempo, logrando recuperar 11,600 unidades aproximadamente de las 22,200 que se habían retrasado.

Además dentro del proceso de cambio de moldes se encontraron ciertos procesos en los que se recolecta el equipo y herramental necesarios para el cambio de molde, esto también se contabilizó dentro del estudio dándonos un tiempo promedio de preparación de aproximadamente 26 minutos.

Tabla 15: Tiempo aproximado de preparación del setup (Grupo # 2).

No.	Equipo necesario para un cambio	Máquina S-15, S-16 y S-18 (Tiempo aproximado de preparación del setup)			
		Molde inicial		Molde final	
		Traslado (1)	Operación	Traslado (2)	Totales
1	Molde	1.96	3.27	2.32	7.55
3	Herramienta de extrusión	0.74	1.90	0.94	3.58
4	Herramienta de limpieza (Extrusión)	1.08	1.94	1.06	4.08
5	Banco de trabajo	0.62	0.79	0.81	2.22
7	Herramienta	0.95	3.86	0.95	5.77
8	Grúa	0.57	0.68	1.14	2.38
9	Conos	0.07	0.05	0.09	0.20
Totales:		5.99	12.48	7.30	
Total de tiempo de preparación:		25.77	Min.		

c. Datos más relevantes del estudio de tiempos del grupo#3:

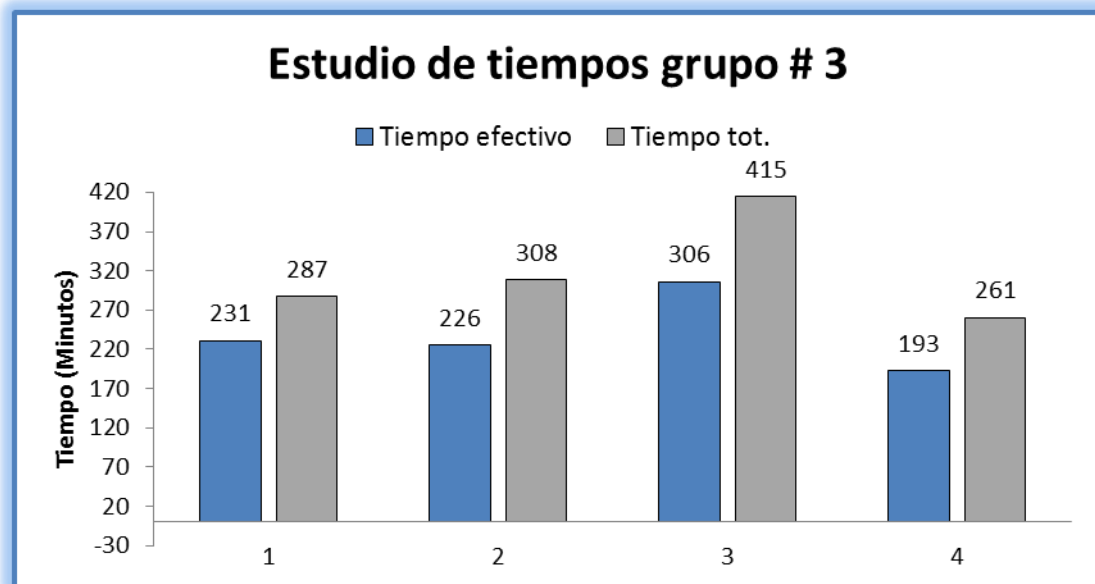
Tabla 16: Tabla de resumen estudio de tiempos (Grupo # 3).

No.	Fecha	Máquina	OP-DC	Turno	Molde inicial	Molde final	Tiempo en minutos			
							T Tot.	TM - Tot	% TM	TE
1	15/08/2012	S-17	2	E	Molde # 35	Molde # 36	287	56	19.48%	231
2	12/09/2112	S-23	2	E	Molde # 46	Molde # 44	308	83	26.79%	226
3	18/09/2012	S-23	2	F	Molde # 44	Molde # 47	415	109	26.21%	306
4	02/10/2012	S-17	2	F	Molde # 35	Molde # 36	261	67	25.86%	193
Promedio:							318	79	24.76%	239

Para todos los cambios de formato observados en este grupo se asignaron dos operarios. Actualmente estos operarios realizan el cambio en aproximadamente 318 minutos (5 horas 18 minutos).

Como se puede observar en el gráfico, en gris tenemos el tiempo actual que les toma a los dos operarios realizar un cambio de molde y en azul tenemos el tiempo que los operarios trabajan en el cambio de molde (Tiempo Efectivo).

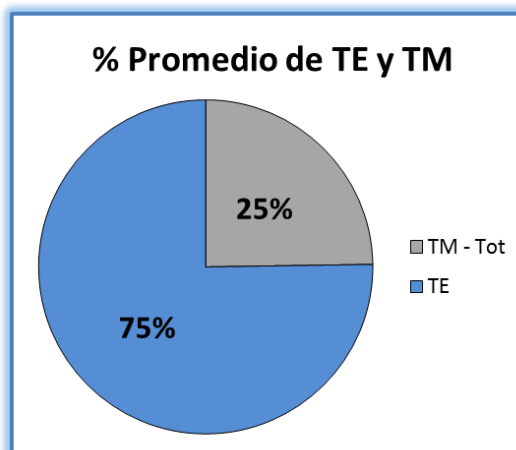
Gráfico 7: Tiempos actuales y tiempos efectivos de cambio de molde (Grupo # 3).



El valor más elevado para realizar un cambio de molde en este grupo fue de 415 minutos (6 horas 55 minutos), este se dio por las constantes salidas del operario y porque se le realizaron algunas modificaciones a unas piezas del molde de toma; así mismo el mínimo fue de 261 minutos (4 horas 21 minutos), este tiempo se asemeja mucho al tiempo esperado para un cambio de formato en este grupo.

Del tiempo requerido para llevar a cabo un cambio, únicamente el 75% corresponde al tiempo trabajado en las máquinas (Tiempo efectivo) y el 25% restante corresponde al tiempo en el que los operarios no trabajan en el cambio de molde (Tiempo muerto). Esto nos dice que los operarios actualmente tienen una eficiencia del 75% para realizar un cambio.

Gráfico 8: Porcentaje de tiempos muerto y tiempo efectivo (Grupo # 3).



El total de tiempo muerto durante las cuatro observaciones asciende a 315 minutos (5 horas 25 minutos), dándonos un promedio de 79 minutos (1 hora 19 minutos) para las máquinas del grupo.

De acuerdo al estudio realizado para este grupo se puede observar que el tiempo promedio trabajado en las máquinas durante el cambio (Tiempo efectivo) es de 239 minutos (4 horas), siendo este el tiempo esperado para un cambio de molde en estas máquinas si no se presentara algún retraso.

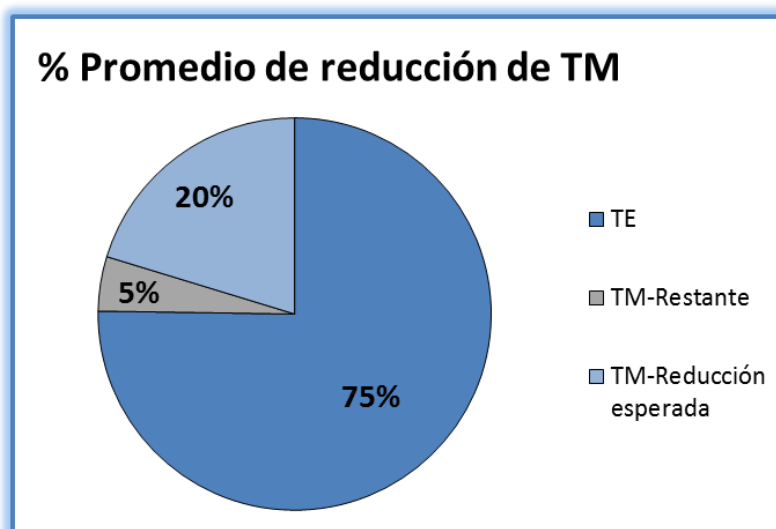
Los tiempos muertos fueron convertidos a envases que se pudieron haber producido en ese tiempo. Tomando en cuenta todos los cambios observados, la producción se atrasó aproximadamente 2700 envases.

Tabla 17: Tiempos muertos y unidades retrasadas en el proceso (Grupo # 3).

Tiempo en minutos						
No.	Máquina	Molde inicial	Molde final	TM - Tot	U/Hora	U/Retrasadas
1	S-17	Molde # 35	Molde # 36	56	600	559
2	S-23	Molde # 46	Molde # 44	83	400	551
3	S-23	Molde # 44	Molde # 47	109	525	952
4	S-17	Molde # 35	Molde # 36	67	600	674
Total:				315	Total:	2735

En promedio se espera una reducción del 20% en el tiempo actual de cambio de formato tomando en cuenta únicamente la reducción del tiempo muerto operativo.

Gráfico 9: Reducción de tiempo muerto (Grupo # 3).



Debido a que más adelante se propondrán mejoras para los tiempos muertos debido a causas operativas, se esperaría que con las soluciones se reduzca el tiempo actual de cambio para este grupo en aproximadamente 1 hora, dándonos un equivalente a 2,100 envases recuperados de los 2,700 que se retrasaron en los cambios observados en el estudio.

Tabla 18: Reducción esperada y unidades recuperadas en el proceso (Grupo # 3).

Tiempo en minutos						
No.	Máquina	Molde inicial	Molde final	Reducción esperada	U/Hora	U/Recuperadas
1	S-17	Molde # 35	Molde # 36	34	600	339
2	S-23	Molde # 46	Molde # 44	78	400	517
3	S-23	Molde # 44	Molde # 47	89	525	777
4	S-17	Molde # 35	Molde # 36	57	600	574
Promedio:				64	Total:	2207

Un cambio de molde en estas máquinas debería de tardar aproximadamente 240 minutos (4 horas), logrando una reducción aproximada de 65 minutos (1 hora 5 minutos) en el tiempo total necesario para un cambio en estas máquinas.

Además dentro del proceso de cambio de moldes se encontraron ciertos procesos en los que se recolecta el equipo y herramental necesarios para el cambio de molde, esto también se contabilizó dentro del estudio dándonos un tiempo promedio de preparación de aproximadamente 24 minutos.

Tabla 19: Tiempo aproximado de preparación del setup (Grupo # 3).

No.	Equipo necesario para un cambio	Máquina S-23 y S-27 (Tiempo aproximado de preparación del setup)			
		Molde inicial		Molde final	
		Traslado (1)	Operación	Traslado (2)	Totales
1	Molde	1.93	4.62	2.22	8.76
2	Molde de toma	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Herramienta de extrusión	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Herramienta de limpieza (Extrusión)	0.18	2.50	0.18	2.87
5	Banco de trabajo	0.45	0.24	0.56	1.25
6	Puntas de soplado y post enfriamiento	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Herramienta	0.19	2.64	0.21	3.04
8	Grúa	0.65	0.17	0.88	1.69
9	Tarimas	0.21	0.06	0.39	0.66
10	Cargadores y argolla	1.22	2.13	1.70	5.05
11	Gradas.	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Conos	0.30	0.13	0.33	0.77
Totales:		5.13	12.49	6.47	
Total de tiempo de preparación:		24.08			

d. **Datos más relevantes del estudio de tiempos del grupo# 4:**

Tabla 20: Tabla de resumen estudio de tiempos (Grupo # 2).

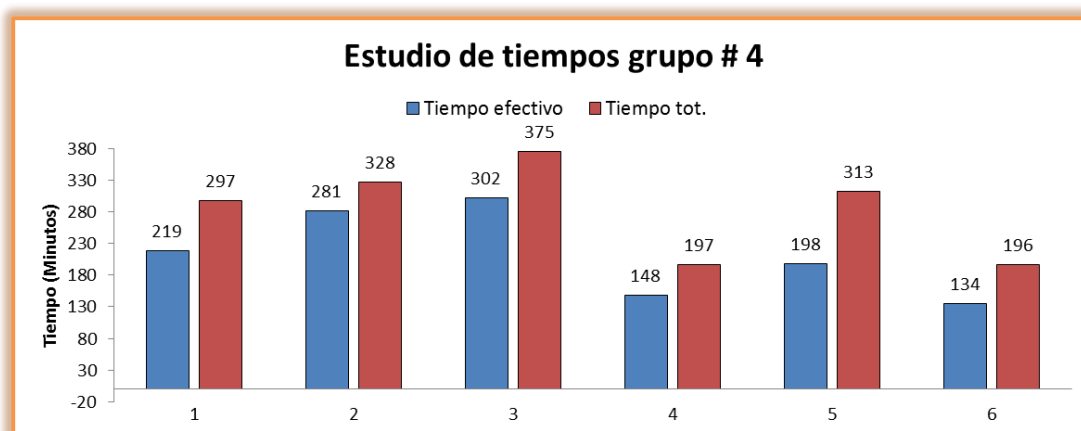
Tiempo en minutos										
No.	Fecha	Máquina	OP-DC	Turno	Molde inicial	Molde final	T Tot.	TM - Tot	% TM	TE
1	02/08/2012	S-21	2	E	Molde # 38	Molde # 41	297	78	26.39%	219
2	01/09/2012	S-20	2	E	Molde # 32	Molde # 34	328	46	14.13%	281
3	09/09/2012	S-21	2	E	Molde # 32	Molde # 34	375	73	19.43%	302
4	30/09/2012	S-21	2	F	Molde # 41	Molde # 38	197	49	25.00%	148
5	07/10/2012	S-20	2	F	Molde # 40	Molde # 38	313	115	36.66%	198
6	11/10/2012	S-20	2	E	Molde # 38	Molde # 40	196	62	31.40%	134
Promedio:							284	71	25.50%	214

Para todos los cambios de formato observados en este grupo se asignaron dos operarios. Actualmente estos operarios realizan un cambio de formato en las máquinas S-20, S-21 en una duración aproximada de 284 minutos (4 horas 44 minutos).

La observación número seis de la máquina S-20 se encuentra resaltada debido a que no se pudo completar la toma de tiempo, ya que faltó tomar tiempos de una parte de la instalación de la herramienta de extrusión y la calibración de la máquina. Este tiempo no se tomó en cuenta para los promedios de tiempos efectivos de un cambio de formato, pero sí fue utilizado para la conversión de tiempo muerto a envases retrasados en la producción.

Como se puede observar en el gráfico, en rojo tenemos el tiempo actual que les toma a los dos operarios realizar un cambio de molde (tiempo muerto) y en azul tenemos el tiempo que los operarios trabajan en el cambio de molde (tiempo efectivo).

Gráfico 10: Tiempos actuales y tiempos efectivos de cambio de molde (Grupo # 4).

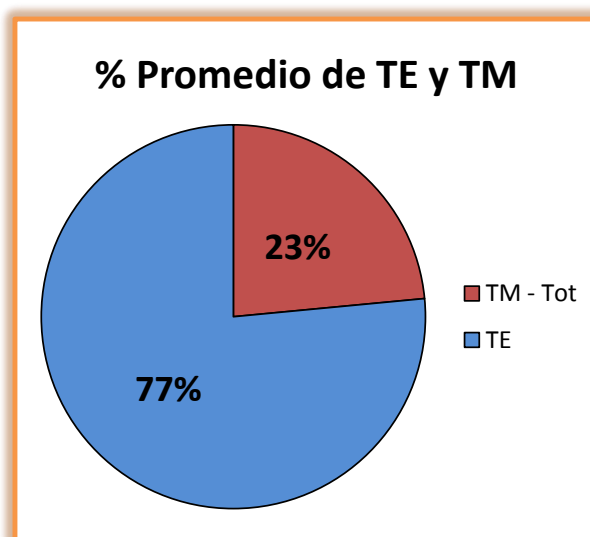


Durante el estudio realizado el tiempo más elevado fue de 375 minutos (6 horas 15 minutos) para realizar un cambio de molde en la máquina S-21, el cual se dio por las constantes salidas de los operarios del lugar de trabajo, así mismo el tiempo mínimo fue de 197 minutos (3 horas

17 minutos) y se dio debido no hubo necesidad de cambiar la herramienta de extrusión debido a que ya estaba siendo utilizada en el molde anterior.

Del tiempo requerido para llevar a cabo un cambio de molde, únicamente el 77% corresponde a tiempo trabajado en las máquinas (Tiempo efectivo) y el 23% restante corresponde al tiempo en el que los operarios no trabajan en las máquinas (Tiempo muerto). Esto nos dice que los operarios actualmente tienen una eficiencia del 77% para realizar el cambio.

Gráfico 11: Porcentaje de tiempos muerto y tiempo efectivo (Grupo # 4).



El total de tiempo muerto para las seis observaciones realizadas asciende a 423 minutos (7 horas 3 minutos), dándonos un tiempo muerto promedio de 71 minutos (1 hora 11 minutos).

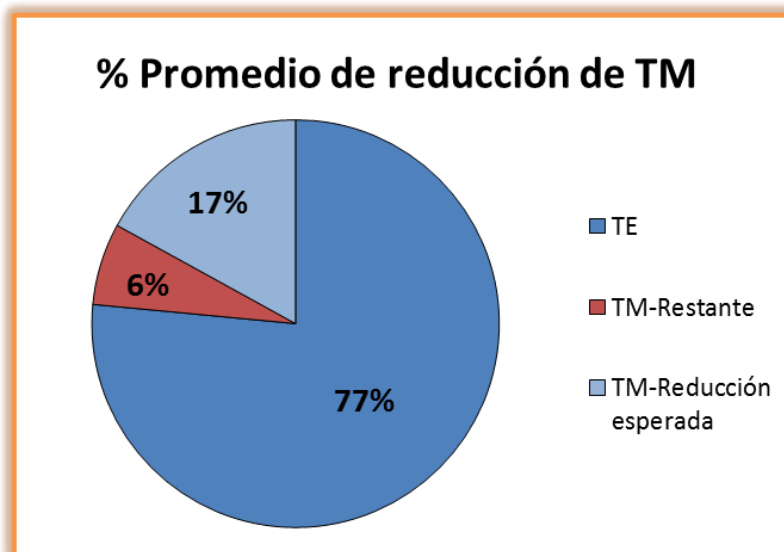
Los tiempos muertos fueron convertidos a envases que se pudieron haber producido en ese tiempo. Tomando en cuenta todos los cambios observados del grupo, la producción se atrasó aproximadamente 22,700 envases.

Tabla 21: Tiempos muertos y unidades retrasadas en el proceso (Grupo # 4).

Tiempo en minutos						
No.	Máquina	Molde inicial	Molde final	TM - Tot	U/Hora	U/Retrasadas
1	S-21	Molde # 38	Molde # 41	78	4100	5357
2	S-20	Molde # 32	Molde # 34	46	910	702
3	S-21	Molde # 32	Molde # 34	73	910	1106
4	S-21	Molde # 41	Molde # 38	49	4275	3514
5	S-20	Molde # 40	Molde # 38	115	4275	8170
6	S-20	Molde # 38	Molde # 40	62	3700	3794
Total:				423	Total:	22644

Se espera una reducción del 17% en el tiempo actual de cambio de formato tomando en cuenta únicamente la reducción del tiempo muerto operativo.

Gráfico 12: Reducción de tiempo muerto (Grupo # 4).



Se espera que con las soluciones propuestas más adelante una reducción del tiempo actual de cambio para este grupo en aproximadamente 51 minutos, dándonos un equivalente a 16,350 envases recuperados de los 22,650 que se retrasados.

Tabla 22: Reducción esperada y unidades recuperadas en el proceso (Grupo # 4).

Tiempo en minutos						
No.	Máquina	Molde inicial	Molde final	Reducción esperada	U/Hora	U/Recuperadas
1	S-21	Molde # 38	Molde # 41	73	4100	5016
2	S-20	Molde # 32	Molde # 34	40	910	611
3	S-21	Molde # 32	Molde # 34	48	910	727
4	S-21	Molde # 41	Molde # 38	43	4275	3087
5	S-20	Molde # 40	Molde # 38	70	4275	4964
6	S-20	Molde # 38	Molde # 40	32	3700	1944
Promedio:				51	Total:	16348

Un cambio de molde en las máquinas S-20 o S-21 debería de tardar aproximadamente 210 minutos (3 horas 30 minutos), logrando una reducción aproximada de 51 minutos en el tiempo total necesario para un cambio en estas máquinas.

Además dentro del proceso de cambio de moldes se encontraron ciertos procesos en los que se recolecta el equipo y herramental necesarios para el cambio de molde, esto también se contabilizó dentro del estudio dándonos un tiempo promedio de preparación de aproximadamente 33 minutos.

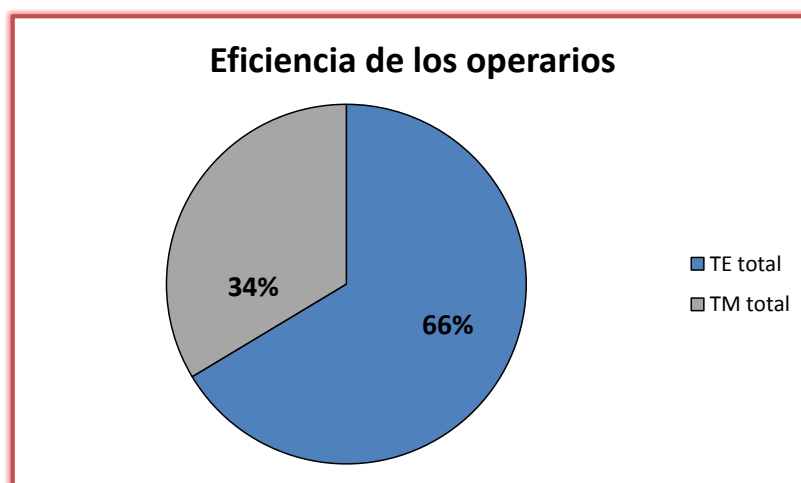
Tabla 23: Tiempo aproximado de preparación del setup (Grupo # 4).

No.	Equipo necesario para un cambio	Máquina S-20, S-21 y S-22 (Tiempo aproximado de preparación del setup)			
		Molde inicial		Molde final	
		Traslado (1)	Operación	Traslado (2)	Totales:
1	Molde	2.21	3.17	2.01	7.39
2	Molde de toma	0.13	0.00	0.12	0.25
3	Herramienta de extrusión	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Herramienta de limpieza (Extrusión)	1.07	0.73	0.74	2.53
5	Banco de trabajo	3.75	0.33	1.10	5.18
6	Puntas de soplado	0.50	2.58	0.63	3.70
7	Herramienta	0.74	2.28	0.68	3.70
8	Grúa	0.97	0.34	0.58	1.89
9	Tarimas	1.28	0.35	1.23	2.86
10	Cargadores, argolla y brazo cargador	0.67	2.96	0.75	4.38
11	Conos	0.47	0.13	0.42	1.01
Totales:		11.78	12.86	8.25	
Total de tiempo de preparación:		32.89	Min.		

e. **Información general de las condiciones actuales:** Se analizaron 10 máquinas y se logró realizar 22 observaciones en todo el estudio. En conjunto de estas 22 observaciones realizadas se tiene un tiempo muerto total de 1,921 minutos (1 día, 8 horas y 1 minutos).

Actualmente los operarios, cuando realizan un cambio, únicamente aprovechan el 66% de tiempo y el 34% restante corresponde a tiempo muerto por causas administrativas y operativas. Esto nos dice que actualmente se tiene una eficiencia del 66% para la realización de un cambio de molde.

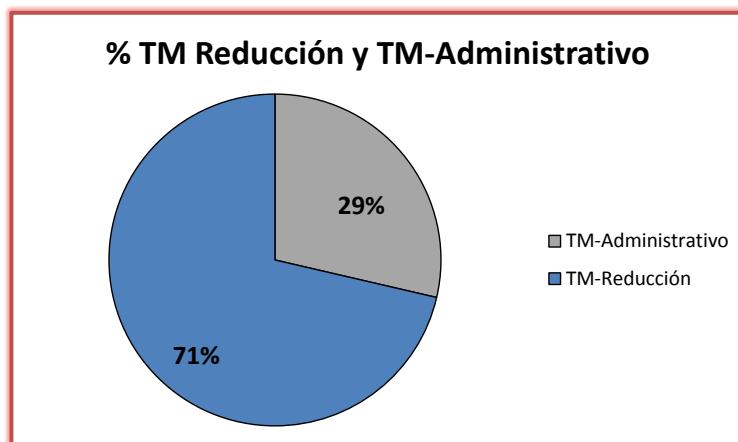
Gráfico 13: Porcentaje de tiempos muerto y tiempo efectivo (General).



El 71% del tiempo muerto se debe a causas operativas y es equivalente a 1,371 minutos (22 horas y 51 minutos) y el 29% restante corresponde a tiempo muerto administrativo equivalente a

550 minutos (9 horas 10 minutos). Los tiempos muertos administrativos pueden variar ya que las causas de los mismos pueden darse o no dependiendo de la situación; algunos ejemplos de tiempos muerto administrativos son: que se necesite trasladar al operario que realiza el cambio a otra máquina, que el operario tenga que relevar en otra máquina, que únicamente se asigne un operario para el cambio cuando se necesitan 2 para realizarlo, cuando el supervisor o el operario distraen a los operarios que realizan el cambio, etc.

Gráfico 14: Reducción de tiempo muerto (General).



Tomando en cuenta que más adelante se propondrán soluciones para los principales retrasos en el proceso, dando solución a todos los retrasos debidos a causas operativas, se esperaría reducir del 34% de tiempos muerto actual a un 12.66%. Esto nos ayudará a reducir nuestro tiempos de cambio en un 24%.

$$\begin{aligned} \text{Reduccion de tiempos muerto} &= \left(\frac{\text{Tiempo muerto administrativo total}}{\text{Tiempo de cambio total con mejoras}} \right) \times (100) = \left(\frac{550}{4344} \right) \times (100) \\ &= 12.66\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reduccion del tiempo tiempo de cambio} &= \left(\frac{\text{Tiempo muerto operativo total}}{\text{Tiempo actual de cambio total}} \right) \times (100) \\ &= \left(\frac{1371}{5715} \right) \times (100) = 24\% \end{aligned}$$

Ahora si se tomaran todos los tiempos muertos y los convertimos a envases que se pudieron haber producido en ese tiempo, entonces la producción se atrasó aproximadamente 57,575 envases; pero al poder solucionar los principales problemas que causan los tiempos muertos operativos se podrá recuperar alrededor de 37,474 de los 57,575 que se retrasaron durante las observaciones realizadas, mientras que los 20,101 envases restantes son efecto de los tiempos muertos administrativos por lo que esta cantidad puede variar dependiendo de qué tan frecuentes sean estos.

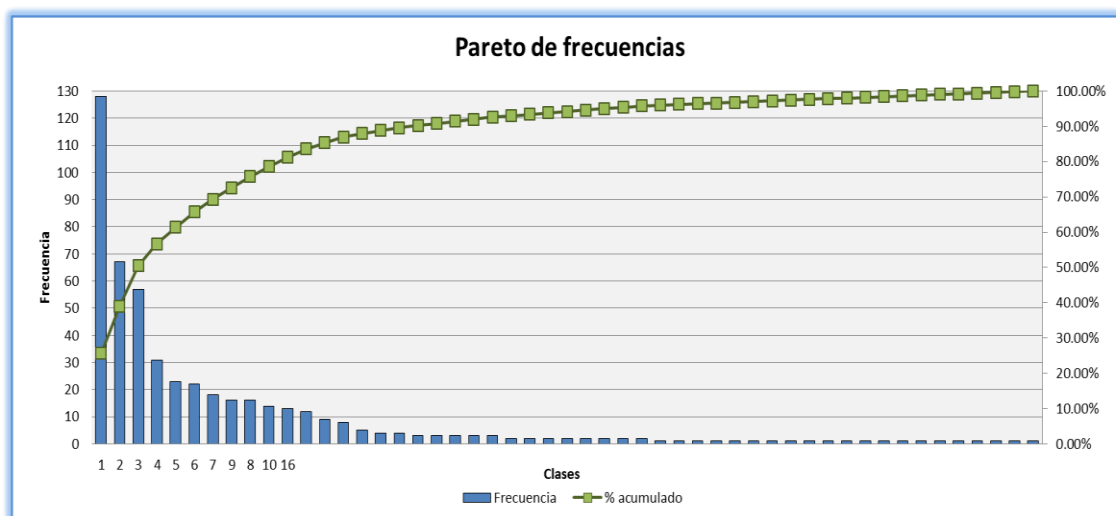
f. **Principales retrasos en el proceso de cambio de molde:** Se contabilizaron todas las posibles causas de retrasos durante cada una de las 27 observaciones realizadas en el estudio de tiempos, con el motivo de saber cuáles son los principales hitos (problemas) que retrasan el proceso de cambio de molde. Se presentaron 51 causas de retraso distintas durante todo el estudio, todas estas causas se trasladaron a una tabla con sus frecuencias correspondientes, para poder determinar cuáles son las causas que más se presentan al momento de realizar un cambio de molde. Estas causas de retraso también fueron analizadas en base al tiempo que representaban, con el motivo de no solo atacar a las causas de retraso más frecuentes sino también a las que mayor magnitud de tiempo representan.

Tomando un criterio basado en el 80-20, se seleccionaron las principales causas de retraso que tenían una mayor frecuencia, estos retrasos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 24: Principales retrasos en el proceso (De acuerdo a frecuencias).

No.	Causa del retraso	% Frecuencia	% Frecuencia AC
1	Un operador deja el lugar de trabajo para buscar herramienta (Llaves, teflón, cinta, abrazaderas).	25.65%	25.65%
2	El supervisor u otro operario ajeno al cambio distrae a los que realizan el cambio.	13.43%	39.08%
3	Un de los operarios deja el lugar de trabajo por un motivo no referente al cambio.	11.42%	50.50%
4	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta para la limpieza de las boquillas (guantes termicos, lubricante, crema limpiadora, pashte y cepillo de alambre).	6.21%	56.71%
5	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar grúa, tarimas, mulita, brazo cargador.	4.61%	61.32%
6	Uno de los operarios va a dejar el molde o molde de toma y trae el molde o el molde de toma que se va a poner.	4.41%	65.73%
7	Uno de los operarios realiza otro trabajo que no corresponde al cambio.	3.61%	69.34%
9	Conectores de agua en mal estado, deben ser cambiados.	3.21%	72.55%
8	El operario deja el lugar de trabajo para buscar las puntas o pines de soplado que se van a instalar.	3.21%	75.75%
10	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar el cargador del molde.	2.81%	78.56%
16	El operario fue a buscar empaques para los pines de soplado (por fugas de agua en el pin).	2.61%	81.16%

Gráfico 15: Pareto de frecuencias.

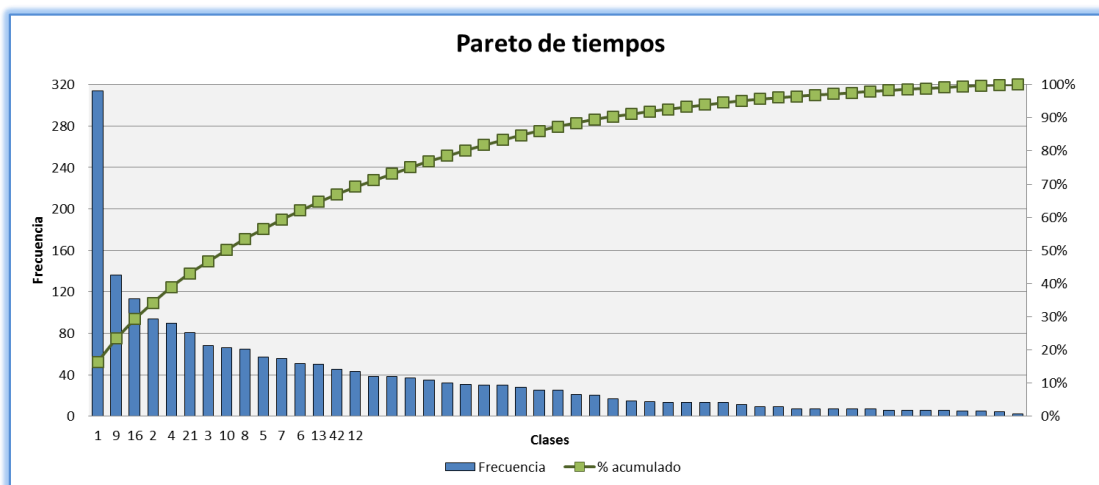


Así mismo se seleccionaron las principales causas de retraso que tenían las mayores magnitudes de tiempos, a continuación se presenta una tabla con las principales causas de retraso:

Tabla 25: Principales retrasos en el proceso (De acuerdo a tiempos).

No.	Causa del retraso	% Total	% Total AC
1	Un operador deja el lugar de trabajo para buscar herramienta (Llaves, teflón, cinta, abrazaderas).	16%	16%
9	Conectores de agua en mal estado, deben ser cambiados.	7.08%	23.43%
16	El operario fue a buscar empaques para los pines de soplado (por fugas de agua en el pin).	5.88%	29.31%
2	El supervisor u otro operario ajeno al cambio distrae a los que realizan el cambio.	4.89%	34.20%
4	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta para la limpieza de las boquillas (guantes termicos, lubricante, crema limpiadora, pashte y cepillo de alambre).	4.69%	38.89%
21	Mal instalación del molde.	4.22%	43.10%
3	Un de los operarios deja el lugar de trabajo por un motivo no referente al cambio.	3.54%	46.64%
10	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar el cargador del molde.	3.44%	50.08%
8	El operario deja el lugar de trabajo para buscar las puntas o pines de soplado que se van a instalar.	3.38%	53.46%
5	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar grúa, tarimas, mulita, brazo cargador.	2.97%	56.43%
7	Uno de los operarios realiza otro trabajo que no corresponde al cambio.	2.92%	59.34%
6	Uno de los operarios va a dejar el molde o molde de toma y trae el molde o el molde de toma que se va a poner.	2.65%	62.00%
13	El operario deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta de extrusión que se van a instalar.	2.60%	64.60%
42	El operario debe relevar el otra máquina el cambio se suspende.	2.34%	66.94%
12	Mal instalación de las mangueras de agua.	2.24%	69.18%
38	Mal instalación de mangueras hidráulicas del cabezal, ocasionando un mal funcionamiento del Wk.	1.98%	71.16%
45	El troquel es muy grande y topa con el sujetador del molde de toma, se manda taller para que lo reparen.	1.98%	73.14%
51	Operarios posponen el cambio mientras se realiza un cambio de cuellos.	1.93%	75.07%
39	La grúa de la maquina no funciona (S-4).	1.82%	76.89%
23	El cambio no es prioridad los operarios dejan el cambio para realizar otras tareas.	1.67%	78.55%
11	El operario deja el lugar de trabajo para buscar el carro para limpiar la herramienta de extrusión.	1.61%	80.17%

Gráfico 16: Pareto de tiempos.



Luego de la selección de retrasos de acuerdo a frecuencia y tiempo, se procedió a consolidar la información obteniendo una tabla con todas las causas que se busca erradicar, estas causas deben ser las primeras en solucionarse ya que son las más frecuentes y de mayor magnitud de tiempo durante un cambio, por lo que al solucionar estos problemas se verá reducido el tiempo actual de cambio ayudando a aumentar la eficiencia de los operarios al realizar el mismo. La tabla consolidada se muestra a continuación:

Tabla 26: Causas de retraso (Basada en frecuencia y tiempo).

No.	Causa del retraso
1	Un operador deja el lugar de trabajo para buscar herramienta (Llaves, teflón, cinta, abrazaderas).
2	El supervisor u otro operario ajeno al cambio distrae a los que realizan el cambio.
3	Un de los operarios deja el lugar de trabajo por un motivo no referente al cambio.
4	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta para la limpieza de las boquillas (guantes térmicos, lubricante, crema limpiadora, pashte y cepillo de alambre).
5	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar grúa, tarimas, mulita, brazo cargador.
6	Uno de los operarios va a dejar el molde o molde de toma y trae el molde o el molde de toma que se va a poner.
7	Uno de los operarios realiza otro trabajo que no corresponde al cambio.
8	El operario deja el lugar de trabajo para buscar las puntas o pines de soplado que se van a instalar.
9	Conectores de agua en mal estado, deben ser cambiados.
10	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar el cargador del molde.
11	El operario deja el lugar de trabajo para buscar el carro para limpiar la herramienta de extrusión.
12	Mal instalación de las mangueras de agua.
13	El operario deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta de extrusión que se van a instalar.
16	El operario fue a buscar empaques para los pines de soplado (por fugas de agua en el pin).
21	Mal instalación del molde.
23	El cambio no es prioridad los operarios dejan el cambio para realizar otras tareas.
38	Mal instalación de mangueras hidráulicas del cabezal, ocasionando un mal funcionamiento del Wk.
42	El operario debe relevar el otra máquina el cambio se suspende.

Si se desea ver la tabla completa de frecuencia de retrasos favor ver Anexos Tabla de frecuencia de retrasos y tabla de retrasos (De acuerdo a tiempos).

g. **DOP del proceso actual de cambio de molde:** Para poder describir de una mejor manera el proceso actual de cambio de molde se utilizó un diagrama de flujo del proceso de tipo operativo, este mostrara con mayor detalle cómo se lleva a cabo un operario para realizar un cambio completo en una máquina de extrusión sople.

El diagrama nos puede ayudar a analizar de una manera más sencilla el proceso actual, de tal forma que se pueden identificar nuevos y mejores procedimientos, a continuación se muestra un ejemplo del proceso actual que realiza un operario capacitado para completar un cambio de formato, es importante mencionar que el tiempo de cambio y las secuencia de actividades

pueden cambiar ligeramente dependiendo de la máquina y de los operarios que realizan el cambio.

Diagrama 1: DOP del Proceso actual de cambio de molde

Proceso Completo de Cambio de Molde para Máquinas de Extrusión Soplo.		Resumen		
Fecha: 2012	Comentarios: Este es el proceso general de cambio, se utilizaron tiempos promedios para las operaciones y estos tiempos pueden variar dependiendo del cambio.	Evento	Presente	Tiempo (min.)
Método (Actual o Propuesto):		Operación	48	262.53
Actual		Transporte	34	25.10
Tipo de DOP (Trabajador, Material, Máquina):		Retrasos	0	0.00
Trabajador		Inspección	4	5.00
	Almacenamiento	9	7.92	
		Totales:	95	300.56
Descripción del Evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de Operaciones
Parar flujo de material del cabezal.		1.00		
Cajón de herramienta.		0.69	24	
Recolectar herramienta.		2.83		
Máquina de soplado.		0.68	24	
Subir mandril de soplado (1 y 2 estación).		1.50		
Subir cabezal de extrusión.		1.50		
Correr cuchillas de corte del párison.		3.00		
Subir Ionizador.		2.50		
Subir placa de pin de soplado (1 y 2 estación).		4.50		
Parte trasera de la máquina sopladora.		0.17	3	
Cerrar paso de agua a la máquina.		0.25		
Parte frontal de máquina.		0.17	3	
Quitar mangueras de agua del molde (1 y 2 estación).		8.00		
Cajón de cargadores para los moldes de soplado.		0.95	8.1	
Buscar cargadores y brazo cargador del molde a desinstalar.		2.55		
Máquina de soplado.		1.23	8.1	
Colocar cargadores al molde de soplado (1 y 2 estación).		4.50		
Lugar de colocación de la grúa.		0.73	16	
Tomar grúa.		0.40		
Máquina de soplado.		0.87	16	
Desinstalar moldes de soplado (1 y 2 estación) y colocar en tarimas.		20.00		
Desinstalar molde de toma (1 y 2 estación) y colocar en tarimas.		12.00		

Continuación diagrama 1

Descripción del Evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de Operaciones
Lugar de colocación del pallet hidráulico.		0.17	2.5	
Tomar pallet hidráulico		0.25		
Máquina de soplado.		0.17	2.5	
Tomar Moldes de soplado y moldes de toma desinstalados.		0.25		
Zona de moldes.		1.75	25	
Dejar moldes y molde de toma que se desinstalaron.		2.00		
Buscar moldes y moldes de toma a instalar.		3.98		
Tomar moldes con pallet hidráulico.		1.00		
Máquina de soplado.		1.91	25	
Tomar pallet hidráulico.		0.08		
Lugar de colocación del pallet hidráulico.		0.17	2.5	
Dejar pallet hidráulico.		0.25		
Máquina de soplado.		0.17	2.5	
Instalar moldes de soplado (1 y 2 estación).		20.00		
Quitar sujetadores de moldes (1 y 2 estación).		3.50		
Cajón de cargadores para los moldes de soplado.		0.95	8.1	
Dejar cargadores y brazo cargador del molde a desinstalar.		1.50		
Máquina de soplado.		0.95	8.1	
Cajón de herramienta.		0.69	24	
Buscar Teflón.		1.50		
Máquina de soplado.		0.68	24	
Colocar teflón en conectores de agua.		4.00		
Instalar mangueras de agua del molde (1 y 2 estación).		12.00		
Parte trasera de la máquina sopladora.		0.17	3	
Abrir paso de agua a la máquina.		0.25		
Parte frontal de máquina.		0.17	3	
Chequeo de fugas y enfriamiento del molde (1 y 2 estación).		1.00		
Instalación de molde de toma (1 y 2 estación).		15.00		
Cerrar paso de agua a pin de soplado (1 y 2 estación).		1.00		
Lugar de colocación de mesa de trabajo con prensa.		1.34	18	
Limpieza general de mesa de trabajo.		0.41		
Máquina de soplado.		0.77	18	
Desinstalar puntas de soplado (1 y 2 estación).		13.00		
Cajón de puntas de soplado.		0.69	7.2	
Dejar puntas de soplado desinstaladas.		0.17		
Buscar puntas de soplado a instalar.		1.84		
Máquina de soplado.		0.53	7.2	
Inspeccionar O-ring de pines de soplado.		2.00		

Continuación diagrama 1

Descripción del Evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de Operaciones
Colocar teflón a pines de soplado.		3.00		
Instalar puntas de soplado (1 y 2 estación).		15.00		
Abrir paso de agua a pin de soplado (1 y 2 estación).		1.00		
Chequeo de fugas y enfriamiento en los pines de soplado (1 y 2 estación).		1.00		
Cajón de herramienta.		0.76	24	
Buscar herramienta de limpieza de boquillas (guantes térmicos, pashte, tubos de cobre).		1.45		
Máquina de soplado.		0.69	24	
Desinstalar herramental de extrusión.		25.00		
Limpieza de herramental de extrusión desinstalado.		15.00		
Cajón de herramental de extrusión.		0.95	8.1	
Dejar Herramental de extrusión.		0.25		
Buscar herramienta de extrusión a instalar.		1.50		
Máquina de soplado.		0.95	8.1	
Herramental de extrusión a instalar.		1.00		
Instalar herramental de extrusión.		10.00		
Centrar pin de soplado con el molde.		6.00		
Calibrar molde de toma.		15.00		
Bajar mandril de soplado (1 y 2 estación).		0.50		
Bajar cabezal de extrusión.		1.50		
Correr cuchillas de corte.		2.50		
Bajar Ionizador.		2.50		
Bajar placa de pin de soplado (1 y 2 estación).		4.00		
Abrir flujo de material.		1.00		
Centrar párison.		13.00		
Introducir perfil de extrusión del párison.		2.00		
Cajón de herramienta.		0.69	24	
Herramienta de limpieza de boquillas.		0.25		
Herramienta.		3.00		
Máquina de soplado.		0.68	24	
Lugar de colocación mesa de trabajo.		1.34	18	
Mesa de trabajo.		0.25		
Máquina de soplado.		0.77	18	
Lugar de colocación de la grúa.		0.87	16	
Grúa.		0.25		
Máquina de soplado.		0.73	16	

Tabla 27: Resumen de diagrama DOP del proceso actual de cambio de molde.

Resumen		
Evento	Presente	Tiempo (min.)
Operación	48	262.53
Transporte	34	25.10
Retrasos	0	0.00
Inspección	4	5.00
Almacenamiento	9	7.92
Totales:	95	300.56

Como se puede observar actualmente el proceso de cambio de molde tarda aproximadamente 300 minutos (5 horas) y en este tiempo el operario recorre una distancia aproximada de 463 metros.

C. SMED Etapa # 2 (Clasificación de operaciones en internas y externas)

La segunda etapa del método SMED es la más importante ya que en esta analizan las operaciones del proceso actual de cambio de molde y se distinguen entre operaciones internas (las operaciones que se realizan con la máquina parada o fuera de las horas de producción) y externas (las operaciones que se realizan mientras la máquina produce piezas buenas), tomando como base el proceso descrito anteriormente se identificaron los periodos no productivos, es posible tomar acciones para minimizar los tiempos y costos, mediante la eliminación de estas actividades que no agregan valor al producto. A continuación se muestra el diagrama de flujo de operaciones con la clasificación de operaciones en internas y externas:

Diagrama 2: DOP del proceso actual de cambio de molde con clasificación de operaciones.

Proceso Completo de Cambio de Molde para Máquinas de Extrusión Soplo.		Resumen		
Fecha: 2012	Comentarios: Este es el proceso general de cambio, se utilizaron tiempos promedios para las operaciones y estos tiempos pueden variar dependiendo del cambio.	Evento	Presente	Tiempo (min.)
Método (Actual o Propuesto):		Operación	48	262.53
Actual		Transporte	34	25.10
Tipo de DOP (Trabajador, Material, Máquina):		Retrasos	0	0.00
Trabajador		Inspección	4	5.00
		Almacenamiento	9	7.92
		Totales:	95	300.56
Descripción del Evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de Operaciones
Parar flujo de material del cabezal.		1.00		Externa.
Cajón de herramienta.		0.69	24	Externa.
Recolectar herramienta.		2.83		Externa.
Máquina de soplado.		0.68	24	Externa.
Subir mandril de soplado (1 y 2 estación).		1.50		Interna.
Subir cabezal de extrusión.		1.50		Interna.
Correr cuchillas de corte del párison.		3.00		Interna.
Subir Ionizador.		2.50		Interna.
Subir placa de pin de soplado (1 y 2 estación).		4.50		Interna.

Continuación diagrama 2

Descripción del Evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de Operaciones
Colocar cargadores al molde de soplado (1 y 2 estación).		4.50		Interna.
Lugar de colocación de la grúa.		0.73	16	Externa.
Tomar grúa.		0.40		Externa.
Máquina de soplado.		0.87	16	Externa.
Desinstalar moldes de soplado (1 y 2 estación) y colocar en tarimas.		20.00		Interna.
Desinstalar molde de toma (1 y 2 estación) y colocar en tarimas.		12.00		Interna.
Lugar de colocación del pallet hidráulico.		0.17	2.5	Externa.
Tomar pallet hidráulico		0.25		Externa.
Máquina de soplado.		0.17	2.5	Externa.
Tomar Moldes de soplado y moldes de toma desinstalados.		0.25		Externa.
Zona de moldes.		1.75	25	Externa.
Dejar moldes y molde de toma que se desinstalaron.		2.00		Externa.
Buscar moldes y moldes de toma a instalar.		3.98		Externa.
Tomar moldes con pallet hidráulico.		1.00		Externa.
Máquina de soplado.		1.91	25	Externa.
Tomar pallet hidráulico.		0.08		Externa.
Lugar de colocación del pallet hidráulico.		0.17	2.5	Externa.
Dejar pallet hidráulico.		0.25		Externa.
Máquina de soplado.		0.17	2.5	Externa.
Instalar moldes de soplado (1 y 2 estación).		20.00		Interna.
Quitar sujetadores de moldes (1 y 2 estación).		3.50		Interna.
Cajón de cargadores para los moldes de soplado.		0.95	8.1	Externa.
Dejar cargadores y brazo cargador del molde a desinstalar.		1.50		Externa.
Máquina de soplado.		0.95	8.1	Externa.
Cajón de herramienta.		0.69	24	Externa.
Buscar Teflón.		1.50		Externa.
Máquina de soplado.		0.68	24	Externa.
Colocar teflón en conectores de agua.		4.00		Interna.
Instalar mangueras de agua del molde (1 y 2 estación).		12.00		Interna.
Parte trasera de la máquina sopladora.		0.17	3	Interna.
Abrir paso de agua a la máquina.		0.25		Interna.
Parte frontal de máquina.		0.17	3	Interna.

Continuación diagrama 2

Descripción del Evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de Operaciones
Chequeo de fugas y enfriamiento del molde (1 y 2 estación).		1.00		Interna.
Instalación de molde de toma (1 y 2 estación).		15.00		Interna.
Cerrar paso de agua a pin de soplado (1 y 2 estación).		1.00		Interna.
Lugar de colocación de mesa de trabajo con prensa.		1.34	18	Externa.
Limpieza general de mesa de trabajo.		0.41		Externa.
Máquina de soplado.		0.77	18	Externa.
Cajón de puntas de soplado.		0.69	7.2	Externa.
Dejar puntas de soplado desinstaladas.		0.17		Externa.
Buscar puntas de soplado a instalar.		1.84		Externa.
Máquina de soplado.		0.53	7.2	Externa.
Inspeccionar O-ring de pines de soplado.		2.00		Interna.
Colocar teflón a pines de soplado.		3.00		Interna.
Instalar puntas de soplado (1 y 2 estación).		15.00		Interna.
Abrir paso de agua a pin de soplado (1 y 2 estación).		1.00		Interna.
Chequeo de fugas y enfriamiento en los pines de soplado (1 y 2 estación).		1.00		Interna.
Cajón de herramienta.		0.76	24	Externa.
Buscar herramienta de limpieza de boquillas (guantes térmicos, pashte, tubos de cobre).		1.45		Externa.
Máquina de soplado.		0.69	24	Externa.
Desinstalar herramental de extrusión.		25.00		Interna.
Limpieza de herramental de extrusión desinstalado.		15.00		Interna.
Cajón de herramental de extrusión.		0.95	8.1	Externa.
Dejar Herramental de extrusión.		0.25		Externa.
Buscar herramienta de extrusión a instalar.		1.50		Externa.
Máquina de soplado.		0.95	8.1	Externa.
Herramental de extrusión a instalar.		1.00		Externa.
Instalar herramental de extrusión.		10.00		Interna.
Centrar pin de soplado con el molde.		6.00		Interna.
Calibrar molde de toma.		15.00		Interna.
Bajar mandril de soplado (1 y 2 estación).		0.50		Interna.
Bajar cabezal de extrusión.		1.50		Interna.
Correr cuchillas de corte.		2.50		Interna.

Continuación diagrama 2

Descripción del Evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de Operaciones
Bajar Ionizador.	● → D □ ▽	2.50		Interna.
Bajar placa de pin de soplado (1 y 2 estación).	● → D □ ▽	4.00		Interna.
Abrir flujo de material.	● → D □ ▽	1.00		Interna.
Centrar párison.	● → D □ ▽	13.00		Interna.
Introducir perfil de extrusión del párison.	● → D □ ▽	2.00		Interna.
Cajón de herramienta.	○ → D □ ▽	0.69	24	Externa.
Herramienta de limpieza de boquillas.	○ → D □ ▽	0.25		Externa.
Herramienta.	○ → D □ ▽	3.00		Externa.
Máquina de soplado.	○ → D □ ▽	0.68	24	Externa.
Lugar de colocación mesa de trabajo.	○ → D □ ▽	1.34	18	Externa.
Mesa de trabajo.	○ → D □ ▽	0.25		Externa.
Máquina de soplado.	○ → D □ ▽	0.77	18	Externa.
Lugar de colocación de la grúa.	○ → D □ ▽	0.87	16	Externa.
Grúa.	○ → D □ ▽	0.25		Externa.
Máquina de soplado.	○ → D □ ▽	0.73	16	Externa.

Tabla 28: Resumen de diagrama DOP del proceso actual de cambio de molde.

Resumen		
Evento	Presente	Tiempo (min.)
Operación	48	262.53
Transporte	34	25.10
Retrasos	0	0.00
Inspección	4	5.00
Almacenamiento	9	7.92
Totales:	95	300.56

Se contabilizaron 54 operaciones externas (57%) y 41 operaciones internas (43%), lo que nos indica que más de la mitad de las operaciones podrían realizarse con las máquinas en funcionamiento, generándonos una mejora en el proceso de cambio de molde.

V. MEJORAS PROPUESTAS AL PROCESO ACTUAL

A. SMED Etapa # 3 (Convertir tareas internas en externas)

Luego del proceso de clasificación anterior, se procede a analizar, ¿qué podemos hacer con esas operaciones?, evaluando las siguientes posibilidades:

1. Eliminarlas (porque es realmente innecesaria o podemos hacerla innecesaria, o bien porque es interna y podemos hacerla externa.)
2. Reducirlas.
3. Combinarlas con otra.
4. Reordenarlas (realizarla en otro momento).

Algunos ejemplos son: modificamos un elemento de la máquina haciéndolo válido para distintos productos, eliminamos la necesidad de cambiarlo. También podemos eliminar: búsquedas, esperas, desplazamientos innecesarios, etc.

En este caso no es posible eliminar todas las operaciones externas en el proceso ya que son necesarias para el mismo, pero si es posible reorganizarlas en operaciones que podrían haberse hecho mucho antes (pre-cambio) o cuando ya se haya concluido el proceso de cambio de molde (post-cambio), en otras palabras asignando estas operaciones en procesos que se realizaran fuera del tiempo de cambio.

Debido a que uno de los objetivos de esta etapa del SMED es transformar operaciones internas en externas, se realizó un estudio de las operaciones internas del proceso de cambio de molde, y se llegó a la conclusión de que ninguna operación interna del proceso actual de cambio puede ser convertida en externa, debido a que si alguna de estas operaciones fuese convertida en externa se afectaría el proceso de producción en curso afectando la calidad del producto, además por motivos de seguridad industrial estas operaciones no pueden realizarse con la máquina en funcionamiento.

Como se menciona anteriormente se realizara una reorganización de las operaciones clasificadas en el proceso anterior, siempre tomando en cuenta si es posible: 1) eliminarla, 2) reducirla, 3) combinarla y 4) reordenarla. Siguiendo estos lineamientos se llegó a la siguiente propuesta para el proceso de cambio de molde para las máquinas de extrusión soplo:

1. Primero se llevará a cabo un proceso de preparación del setup, que debe realizarse antes de que la máquina concluya con la producción, este proceso de “Pre-Cambio” tiene como objetivo preparar todo el equipo necesario para el cambio de molde para que al momento de iniciar el proceso de cambio, los operarios no tengan la necesidad de salir del lugar de trabajo. El proceso propuesto tiene el siguiente diagrama de flujo de operaciones:

Diagrama 3: DOP del proceso propuesto de pre-cambio de molde.

Proceso de pre-cambio de molde para máquinas de extrusión soplado.		Resumen			
Fecha: 2012	Comentarios: Al iniciar con estas operaciones de pre-cambio, lograremos contar con todo el equipo necesaria antes de comenzar con el cambio de molde.	Evento	Presente	Tiempo (min.)	
Método (Actual o Propuesto):		Propuesta	Operación	11	17.20
Tipo de DOP (Trabajador, Material, Máquina):		Trabajador	Transporte	10	10.90
			Retrasos	0	0.00
			Inspección	1	1.00
			Almacenamiento	0	0.00
		Totales:	22	29.11	
Descripción del Evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de Operaciones	
Cajón de herramienta.		0.69	24	Externa.	
Recolectar herramienta.		2.83		Externa.	
Buscar herramienta de limpieza de boquillas (guantes térmicos, pashte, tubos de cobre).		1.45		Externa.	
Máquina de soplado.		0.68	24	Externa.	
Cajón de cargadores para los moldes de soplado.		0.95	8.1	Externa.	
Buscar cargadores y brazo cargador del molde a desinstalar.		2.55		Externa.	
Buscar herramienta de extrusión a instalar.		1.50		Externa.	
Herramental de extrusión a instalar.		1.00		Externa.	
Máquina de soplado.		1.23	8.1	Externa.	
Lugar de colocación del pallet hidráulico.		0.17	2.5	Externa.	
Tomar pallet hidráulico		0.25		Externa.	
Zona de moldes.		1.75	27.5	Externa.	
Buscar moldes y moldes de toma a instalar.		3.98		Externa.	
Tomar moldes con pallet hidráulico.		1.00		Externa.	
Cajón de puntas de soplado.		1.23	17.8	Externa.	
Buscar puntas de soplado a instalar.		1.84		Externa.	
Máquina de soplado.		0.53	7.2	Externa.	
Lugar de colocación de la grúa.		0.73	16	Externa.	
Tomar grúa.		0.40		Externa.	
Máquina de soplado.		0.87	16	Externa.	
Lugar de colocación de mesa de trabajo con prensa.		1.34	18	Externa.	
Limpieza general de mesa de trabajo.		0.41		Externa.	
Máquina de soplado.		0.77	18	Externa.	
Parar flujo de material del cabezal.		1.00		Externa.	

Tabla 29: Tabla de resumen DOP del proceso de pre-cambio.

Resumen		
Evento	Presente	Tiempo (min.)
Operación	11	17.20
Transporte	10	10.90
Retrasos	0	0.00
Inspección	1	1.00
Almacenamiento	0	0.00
Totales:	22	29.11

Como se puede observar el proceso de “Pre-Cambio” incluye únicamente procesos externos relacionados con la preparaciones del equipo y herramental necesario para un cambio de molde, en el diagrama de flujo presentado anteriormente se encuentra un proceso propuesto de preparación del setup para un cambio de molde completo, con un tiempo estimado de 30 minutos, este tiempo puede variar dependiendo del tipo de cambio, la máquina y que tan completo este el herramental del molde que se instalara.

- Luego del proceso de “Pre-Cambio” se procederá con el cambio de moldes, el cual se expone con el siguiente diagrama de flujo de operaciones:

Diagrama 4: DOP Proceso Propuesto de Cambio de Molde.

Proceso cambio de molde para máquinas de extrusión sopló.		Resumen		
Fecha: 2012	Comentarios: Ahora los operarios de cambio únicamente deben concentrarse en las operaciones relacionadas con el cambio de molde.	Evento	Presente	Tiempo (min.)
Método (Actual o propuesto):		Operación	34	243.50
Propuesta		Transporte	4	0.67
Tipo de DOP (Trabajador, material, máquina):		Retrasos	0	0.00
Trabajador		Inspección	3	4.00
		Almacenamiento	0	0.00
		Totales:	41	248.17
Descripción del evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de operaciones
Subir mandril de soplado (1 y 2 estación).		1.50		Interna.
Subir cabezal de extrusión.		1.50		Interna.
Correr cuchillas de corte del párison.		3.00		Interna.
Subir Ionizador.		2.50		Interna.
Subir placa de pin de soplado (1 y 2 estación).		4.50		Interna.
Parte trasera de la máquina sopladora.		0.17	3	Interna.
Cerrar paso de agua a la máquina.		0.25		Interna.
Parte frontal de máquina.		0.17	3	Interna.
Quitar mangueras de agua del molde (1 y 2 estación).		8.00		Interna.
Colocar cargadores al molde de soplado (1 y 2 estación).		4.50		Interna.
Desinstalar moldes de soplado (1 y 2 estación) y colocar en tarimas.		20.00		Interna.
Desinstalar molde de toma (1 y 2 estación) y colocar en tarimas.		12.00		Interna.
Instalar moldes de soplado (1 y 2 estación).		20.00		Interna.
Quitar sujetadores de moldes (1 y 2 estación).		3.50		Interna.
Colocar teflón en conectores de agua.		4.00		Interna.
Instalar mangueras de agua del molde (1 y 2 estación).		12.00		Interna.

Continuación diagrama 4

Descripción del evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de operaciones
Parte trasera de la máquina sopladora.		0.17	3	Interna.
Abrir paso de agua a la máquina.		0.25		Interna.
Parte frontal de máquina.		0.17	3	Interna.
Chequeo de fugas y enfriamiento del molde (1 y 2 estación).		1.00		Interna.
Instalación de molde de toma (1 y 2 estación).		15.00		Interna.
Cerrar paso de agua a pin de soplado (1 y 2 estación).		1.00		Interna.
Desinstalar puntas de soplado (1 y 2 estación).		13.00		Interna.
Inspeccionar O-ring de pines de soplado.		2.00		Interna.
Colocar teflón a pines de soplado.		3.00		Interna.
Instalar puntas de soplado (1 y 2 estación).		15.00		Interna.
Abrir paso de agua a pin de soplado (1 y 2 estación).		1.00		Interna.
Chequeo de fugas y enfriamiento en los pines de soplado (1 y 2 estación).		1.00		Interna.
Desinstalar herramental de extrusión.		25.00		Interna.
Limpieza de herramental de extrusión desinstalado.		15.00		Interna.
Instalar herramental de extrusión.		10.00		Interna.
Centrar pin de soplado con el molde.		6.00		Interna.
Calibrar molde de toma.		15.00		Interna.
Bajar mandril de soplado (1 y 2 estación).		0.50		Interna.
Bajar cabezal de extrusión.		1.50		Interna.
Correr cuchillas de corte.		2.50		Interna.
Bajar Ionizador.		2.50		Interna.
Bajar placa de pin de soplado (1 y 2 estación).		4.00		Interna.
Abrir flujo de material.		1.00		Interna.
Centrar párison.		13.00		Interna.
Introducir perfil de extrusión del párison.		2.00		Interna.

Tabla 30: Resumen de operaciones del proceso propuesto de cambio de molde.

Resumen		
Evento	Presente	Tiempo (min.)
Operación	34	243.50
Transporte	4	0.67
Retrasos	0	0.00
Inspección	3	4.00
Almacenamiento	0	0.00
Totales:	41	248.17

Como se puede observar al reorganizar el proceso de cambio de molde se tiene una reducción de aproximadamente de una hora (equivalente al 17.4%) y el proceso únicamente cuenta con operaciones internas, en otras palabras los operarios que realizan únicamente

actividades relacionadas con el cambio de molde y no deben de tener la necesidad de dejar el lugar de trabajo.

De igual manera que con el proceso anterior, este tiempo de cambio de molde puede variar dependiendo del tipo de cambio, la máquina y que tan completo este el herramental del molde que se instalara.

- Por últimos se realizara un proceso "Post-Cambio", en este proceso se asignaron todos los procesos externos relacionados con los almacenamientos del equipo y herramental del molde que se está desinstalando, como su nombre lo indica este proceso debe efectuarse únicamente cuando se haya terminado con el cambio de molde (cuando se produzca la primera pieza buena del molde que se instala). A continuación se presenta el diagrama de flujo de operaciones propuesto para este proceso:

Diagrama 5: DOP del proceso propuesto de post-cambio de molde.

Proceso de post-cambio de molde para máquinas de extrusión sopló.		Resumen		
Fecha: 2012	Comentarios: Al finalizar con el cambio de molde se procederá a almacenar todo el herramental que se utilizó para el cambio de molde.	Evento	Presente	Tiempo (min.)
		Operación	9	0.92
Método (Actual o propuesto):		Transporte	11	9.51
Propuesta		Retrasos	0	0.00
Tipo de DOP (Trabajador, material, máquina):		Inspección	0	0.00
Trabajador	Almacenamiento	9	7.92	
	Totales:	29	18.34	
Descripción del evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de operaciones
Tomar Moldes de soplado y moldes de toma desinstalados con pallet hidráulico.		0.25		Externa.
Tomar Puntas de soplado.		0.08		Externa.
Cajón de puntas de soplado.		0.69	7.2	Externa.
Dejar puntas de soplado desinstaladas.		0.17		Externa.
Zona de moldes.		1.06	17.8	Externa.
Dejar moldes y molde de toma que se desinstalaron.		2.00		Externa.
Tomar pallet hidráulico.		0.08		Externa.
Lugar de colocación del pallet hidráulico.		1.91	28.66	Externa.
Dejar pallet hidráulico.		0.25		Externa.
Máquina de soplado.		0.17	2.5	Externa.
Tomar Cargadores del molde.		0.08		Externa.
Tomar herramental de extrusión.		0.08		Externa.
Cajón de cargadores para los moldes de soplado.		0.95	8.1	Externa.
Dejar cargadores y brazo cargador del molde a desinstalar.		1.50		Externa.
Dejar Herramental de extrusión.		0.25		Externa.
Máquina de soplado.		0.95	8.1	Externa.

Continuación diagrama 5

Descripción del evento	Símbolo	Tiempo (Min.)	Distancia (m)	Clasificación de operaciones
Tomar mesa de trabajo.		0.08		Externa.
Tomar Herramienta.		0.08		Externa.
Tomar herramienta de limpieza de boquillas.		0.08		Externa.
Lugar de colocación mesa de trabajo.		1.34	18	Externa.
Mesa de trabajo.		0.25		Externa.
Cajón de herramienta.		0.18	6	Externa.
Herramienta de limpieza de boquillas.		0.25		Externa.
Herramienta.		3.00		Externa.
Máquina de soplado.		0.68	24	Externa.
Tomar grúa.		0.08		Externa.
Lugar de colocación de la grúa.		0.87	16	Externa.
Grúa.		0.25		Externa.
Máquina de soplado.		0.73	16	Externa.

Tabla 31: Resumen DOP del proceso de post-cambio.

Resumen		
Evento	Presente	Tiempo (min.)
Operación	9	0.92
Transporte	11	9.51
Retrasos	0	0.00
Inspección	0	0.00
Almacenamiento	9	7.92
Totales:	29	18.34

Como se puede observar este proceso de “Post-Cambio” únicamente tardará un aproximado de 19 minutos en realizarse, pero de igual manera que con los procesos anteriores este tiempo puede variar dependiendo del tipo de cambio, la máquina y que tan completo este el herramental del molde que se desinstalara.

A continuación se muestra una tabla con los tiempos aproximados para cada una de las operaciones de Pre-Cambio, Cambio y Post-Cambio.

Tabla 32: Resumen de tiempos de pre-cambio, cambio y post-cambio.

	Tiempo (Min.)
Proceso Pre-Cambio de molde	29.11
Proceso de Cambio de molde	248.17
Proceso Post-Cambio de molde	18.34

Como se puede apreciar al reorganizar las operaciones de cambio del proceso actual se obtiene una reducción del tiempo de cambio de aproximadamente una hora.

B. Propuestas para solucionar los principales retrasos en el proceso.

Como resultado del estudio de tiempos se obtuvo una tabla con los principales retrasos que se presentan en el proceso de cambio de molde, estos fueron:

Tabla 33: Causas de retraso (Basada en frecuencia y tiempo).

No.	Causa del retraso
1	Un operador deja el lugar de trabajo para buscar herramienta (Llaves, teflón, cinta, abrazaderas).
2	El supervisor u otro operario ajeno al cambio distrae a los que realizan el cambio.
3	Un de los operarios deja el lugar de trabajo por un motivo no referente al cambio.
4	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta para la limpieza de las boquillas (guantes termicos, lubricante, crema limpiadora, pashte y cepillo de alambre).
5	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar grúa, tarimas, mulita, brazo cargador.
6	Uno de los operarios va a dejar el molde o molde de toma y trae el molde o el molde de toma que se va a poner.
7	Uno de los operarios realiza otro trabajo que no corresponde al cambio.
8	El operario deja el lugar de trabajo para buscar las puntas o pines de soplado que se van a instalar.
9	Conectores de agua en mal estado, deben ser cambiados.
10	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar el cargador del molde.
11	El operario deja el lugar de trabajo para buscar el carro para limpiar la herramienta de extrusión.
12	Mal instalación de las mangueras de agua.
13	El operario deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta de extrusión que se van a instalar.
16	El operario fue a buscar empaques para los pines de soplado (por fugas de agua en el pin).
21	Mal instalación del molde.
23	El cambio no es prioridad los operarios dejan el cambio para realizar otras tareas.
38	Mal instalación de mangueras hidráulicas del cabezal, ocasionando un mal funcionamiento del Wk.
42	El operario debe relevar el otra máquina el cambio se suspende.

1. Retraso 1, 4 y 16: Que los operarios dejen el lugar de trabajo para buscar herramientas y herramienta de limpieza de boquillas, son retrasos muy frecuentes cuando se realiza un cambio de molde. Estos retrasos se presentaron 128 veces y 31 veces respectivamente durante las 22 observaciones realizadas. Este tipo de retraso puede darse por varias razones, algunas de ellas son:

- No se cuenta con las suficientes herramientas para llevar a cabo dos cambios al mismo tiempo.
- Los operarios no tienen todas las herramientas necesarias para el cambio en el lugar de trabajo (este puede ocurrir por algún olvido).
- Otro operarios llegan a prestar las herramientas y no la devuelven, etc.

Así como estas hay muchas otras causas más que obligan al operario a abandonar el lugar de trabajo en busca de las herramientas que necesitan.

Para solucionar este problema se armarán kits de herramientas y kits de suministros para cada uno de los turnos de soplado (Turno E y Turno F), cada uno de estos kits contendrá la herramienta necesaria para realizar un cambio de molde en cualquier máquina de extrusión soplo, así mismo se incluirán todos los suministros más utilizados en el kit de suministros (Solucionando a la vez el retraso número 16). Esto ayudara no solo erradicar la falta de

herramienta en el lugar de trabajo sino también eliminara la posibilidad de que se olvide algo al momento de recolectar la herramienta o suministros para el cambio, que es algo muy frecuente en el proceso actual.

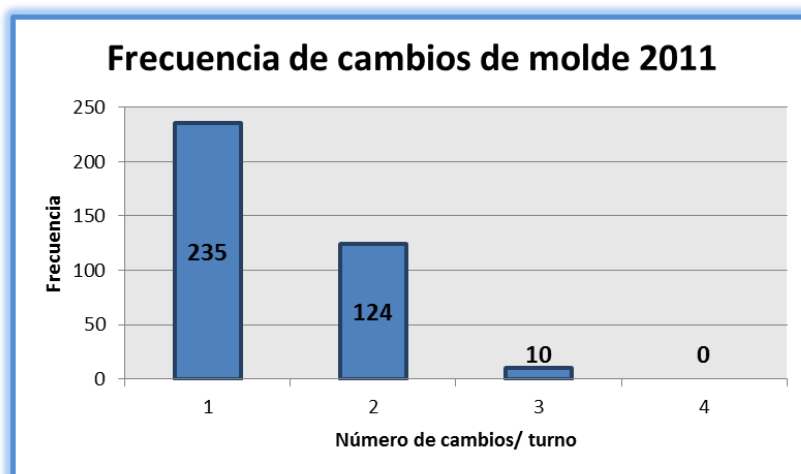
Surge la interrogante de cuantos kits se deben proporcionar a cada turno, por lo que se realizó un estudio de frecuencias de cambios de los últimos 2 años, que nos indica lo siguiente:

Año 2011:

Tabla 34: Frecuencia de cambios de molde (Año 2011).

No.	Número de cambios 2011	Frecuencia	Porcentaje
1	No hubo cambios.	375	
2	Al menos un cambio en el turno.	235	64%
3	Dos cambios en el turno.	124	34%
4	Tres cambios en el turno.	10	3%
5	Cuatro cambios o más en el turno.	0	0%

Gráfico 17: Frecuencia de cambios de molde (2011).

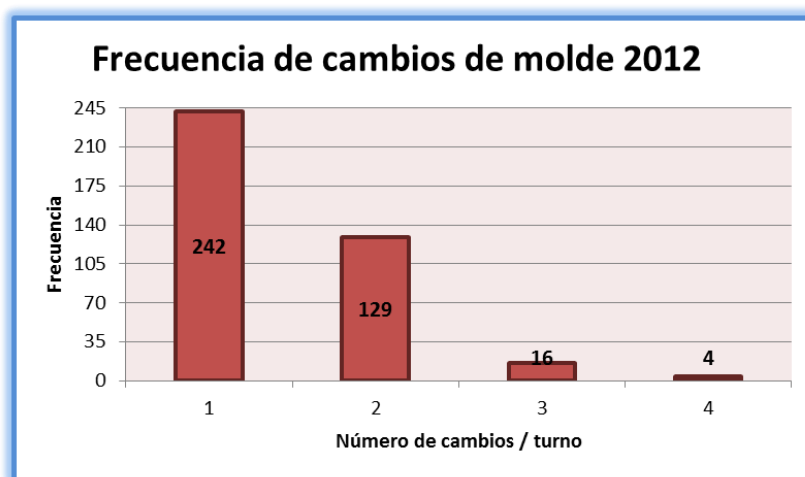


Año 2012:

Tabla 35: Frecuencia de cambios de molde (Año 2012).

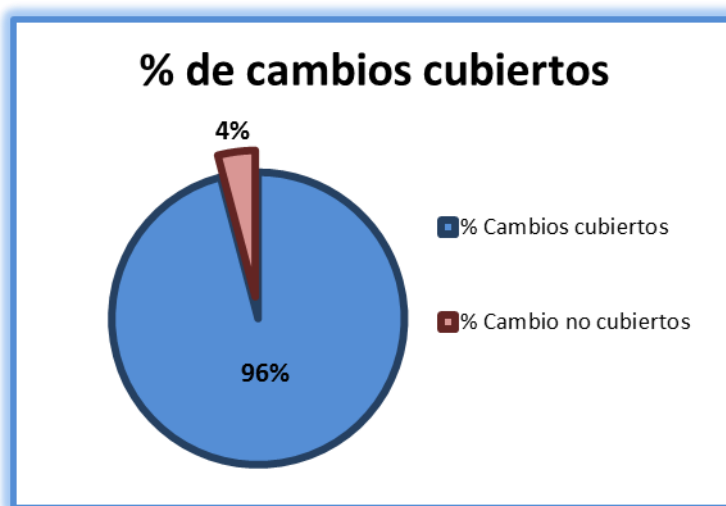
No.	Número de cambios 2012	Frecuencia	Porcentaje
1	No hubo cambios.	352	
2	Al menos un cambio en el turno.	242	62%
3	Dos cambios en el turno.	129	33%
4	Tres cambios en el turno.	16	4%
5	Cuatro cambios o más en el turno.	4	1%

Gráfico 18: Frecuencia de cambio de molde (2012).



Como se puede observar a lo largo de los dos últimos años lo más frecuente es que hayan de uno a dos cambios en el mismo turno.

Gráfico 19: Porcentaje de cambios cubiertos con dos kits de cambio.



Luego de haber realizado este estudio se determinó que al contar con dos kits de herramienta y dos kits de suministros, se podrá cubrir alrededor del 94% de los cambios del año 2013, esto suponiendo que las condiciones no varíen mucho a los dos años anteriores.

Entonces a cada uno de los turnos de soplado se le proporcionarían dos kits de herramientas y dos kits de suministros, permitiéndoles a los operarios realizar hasta dos cambios en paralelo sin que existan problemas por la falta de herramientas.

Es muy importante que no solo se entreguen los kits en cada uno de los turnos, sino que también se les debe de dar una capacitación a los operarios que realizan los cambios sobre

cómo utilizar adecuadamente las herramientas que se les proporcionara; esto es para que los operarios utilicen siempre la llave adecuada (Medida, tamaño y propósito) con esto se alargara la vida útil de las herramientas y ayudara a evitar actos inseguros al manipular la herramienta como lo son: los sobremangos, los no calzos y que utilicen las llaves para golpear otros objetos.

Con la ayuda de los operarios que realizan los cambios, se logró determinar la herramienta y los suministros que contendrán cada uno de los kits, a continuación se presentan los kits propuestos:

Tabla 36: Lista de suministros para los kits de cambio.

No.	Equipo	Características
1	Empaques para Pines de Soplado (O-Ring)	8 mm x 1 mm
		13 mm x 1.5 mm
		14 mm x 2 mm
		11 mm x 1 mm
		13 mm x 2 mm
		15 mm x 2 mm
		23 mm x 2 mm
2	Abrazaderas	1/4 plg a 5/8 plg (1/4)
		7/16 plg a 1 plg (1/2)
		1plg a 2 plg (1 y 1/2)
3	Cepillos de Latón	Pequeño
		Mediano
		Grande
4	Tubo de cobre (Pies)	1/4 plg
		3/8 plg
		1/2 plg
		5/8 plg
5	Roldanas	M6
		M8
6	Washas	M6
		M8
7	Pashte Scotch-Brite.	Tipo A Fino
8	Spray lubricante (Ici Dril)	Para Alta Temperatura
9	Pasta Lubricante de grafito	Para Alta Temperatura
10	High Temperature Silicone	Marca (LocTite)
11	Sellador para Tornillos	Marca(LocTite)
12	Teflón	-----
13	Cinta de aislar	Termica
14	Masquin Tape Blanco (1 plg)	-----
15	Guantes	Para Alta Temperatura

En la presenta tabla se muestran los suministros que contendrá el kit de suministros, se muestran los suministros con las medidas comúnmente utilizadas en un cambio de molde.

La mayor parte de los suministros de los kits deben ser reabastecidos ya que se agotaron con el tiempo y el uso de los mismos en los cambios de molde, por lo que es necesario llevar un control de los suministros utilizados para poder reponerlos en los kits.

Tabla 37: Listado de herramienta para los kits de cambio.

Kit propuesto para cambio de molde PE	
Cant.	Herramienta Necesaria para un cambio
1	Caja de herramienta metálica
2	Juego llaves allen de la 1.5mm a la 10mm
1	Ratchet
1	Extensión para Ratchet
1	Maneral 1/2
1	Allen 14mm
1	Allen 12mm
1	Allen 17mm
1	Allen 5mm con mango
1	Allen 6mm con mango
1	Copa 24mm
1	Copa -allen 10mm
1	Copa -allen 10mm larga
1	Copa-allen 14mm
1	Cola-corona 10mm
1	Cola-corona 13mm
1	Cola-corona 14mm
1	Cola-corona 17mm
1	Cola-corona 19mm
1	Cola-corona 24mm
1	Cola-corona 27mm
1	Cola-corona 30mm
1	Cola-corona 32mm
1	Cola-corona 36mm
1	Cola-corona 3/4
1	Cola-corona 9/16
1	Cola-corona 11/16
1	Cola-corona 7/8
1	Cola-corona 1 y 1/2
1	Cola-corona 1 y 3/8 ó 35mm
1	Llave cola 50mm
1	Llave cola 55mm
1	Desarmador de castigadera
1	Llave sujetadora de pines (pico de loro)
1	Vais Grip
1	Martillos de hule
1	Pinza para quitar seguro de pines

Así mismo en la siguiente tabla se presenta el listado del equipo necesario para formar un kit de herramienta que permitirá realizar un cambio de molde en cualquier máquina del área de soplado.

Se contabilizó la herramienta disponible para cada uno de los turnos, con el motivo de comprar únicamente lo necesario para completar los dos kits de herramienta para cada turno, luego de haber realizado las cotizaciones para la compra de herramienta se estima que la inversión total para completar los dos kits de herramienta y de suministros para ambos turnos asciende a Q27,211.45.

Si se desea observar los inventarios de herramienta disponible o las cotizaciones realizadas, favor ver anexos-tablas-inventarios de herramienta y Anexos-Cotizaciones.

2. Retrasos 1, 4, 5, 6, 8, 10, 11 y 13: Estos retrasos están relacionados con los estándares de preparación del Setup, y como resultado de la metodología del SMED llegamos a separar esta preparación dos proceso, uno de ellos es el “Pre-Cambio” el cual tienen como objetivo recolectar todo el equipo y herramental necesario para llevar a cabo un cambio de molde y el segundo es el “Post-Cambio” que tiene como objetivo el almacenamiento de todo el equipo y herramental desinstalado.

Estos dos procesos anteriormente formaban parte del proceso de cambio de molde, pero como propuesta del proceso SMED, estos procesos se debería de realizar antes de comenzar el cambio de molde para que al momento de comenzar el cambio los operarios que lo realizan

puedan iniciarlo antes posible, evitando retrasos por ir a buscar los moldes, moldes toma, herramienta de soplado y de extrusión, herramienta, etc. El proceso "Post-Cambio" se debe de realizar hasta el final, cuando ya se reanude la producción, para no perder tiempo en guardar las herramientas, moldes, moldes de toma, puntas o pines de soplado, etc.

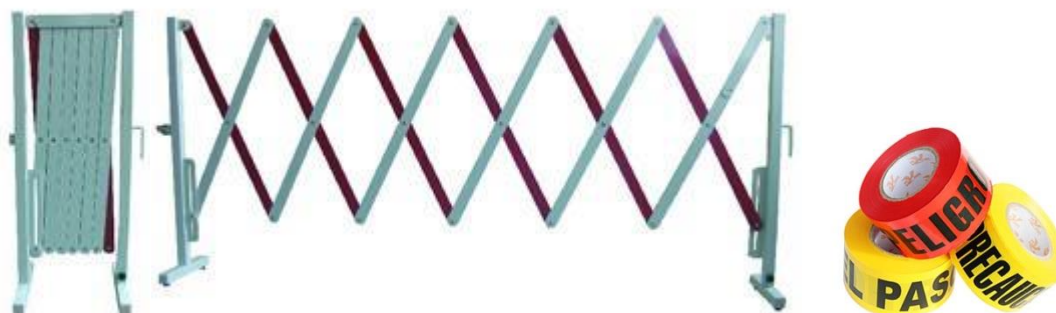
3. Retraso 2, 3 y 7: El retraso número dos corresponde a que el supervisor u otro operario ajeno al cambio distraiga a los operarios que realizan el cambio (este es el segundo retraso más frecuente y se presentó 67 veces durante el estudio).

El retraso número siete se debe a que cuando el operario deja el lugar de trabajo para buscar herramienta, algún suministro o por alguna otra razón, éste se percata de algún problema en otra de las máquinas (alarmas de la máquinas, las bandas transportadoras se obstruyen, problemas con algún Spin trimmer, etc.) y se enfoca en corregirlos antes de volver al área donde se estaba realizando el cambio de molde.

Por ultimo está el retraso número tres, este se debe a que el operario deja el lugar de trabajo por un motivo no referente al cambio de molde (este se presentó 57 veces durante el estudio).

Estos problemas son difíciles de solucionar, ya que no se tiene un control sobre lo que los operarios realizan a cada momento, pero como primer paso se propone delimitar del área de trabajo, para esto se pueden utilizar vayas extensibles o cintas perimetral para impedir el paso de los operarios ajenos al cambio al área de trabajo, ayudando de esta manera a los operarios que realizan el cambio a concentrarse únicamente en el cambio y de esta manera, en el mejor de los casos ayudara a disminuir el tiempo de cambio de molde. Es muy importante notificar al jefe de turno que no se debe distraer por ningún motivo a los operarios que realizan el cambio y tratar de concientizar al resto del personal sobre estos aspectos.

Ilustración 16: Equipo propuesto para la delimitación del área de trabajo.



4. Retraso 9: El retraso número nueve se debe a que los conectores de agua se encuentran en mal estado y deben ser cambiados (Este retraso se presentó 16 veces durante el estudio).

La causa de este retraso está directamente relacionada con la manipulación que se le da los conectores de agua de los moldes. Se identificó que las llaves que se utilizaban para los conectores de agua no son las adecuadas, lo cual daña los conectores reduciendo su vida útil y aumentando su frecuencia de cambio de los mismos, además del costo incurrido por estos cambios.

Para tener una idea, el agua que entra al molde tiene una presión de 80 Psi por lo que los conectores tiene que poder trabajar bajo esta presión sin provocar derrames. Los conectores que se utilizan actualmente son con rosca NPT (es una rosca cónica que permite un mejor sello), sin embargo se encontraron moldes que utilizaban conectores con rosca corrida, pero estos no son adecuados para el trabajo ya que se necesita utilizar más teflón del necesarios para tener la misma calidad de sellado que con una rosca NPT.

En la siguiente tabla se muestran los tipos de conectores que utiliza cada máquina con sus medidas correspondientes; en la mayoría de los moldes se utiliza un conector macho (Fler) y el conector hembra se utiliza en las mangueras de agua de la máquina, sin embargo en las máquinas S-20 y S-21 se utiliza el conector hembra en el molde y el macho en las mangueras de la máquina.

Medidas de los conectores:

Tabla 38: Tipos de conectores de agua utilizados en las máquinas de soplado.

Máquinas	Conector macho (plg)	Conector hembra giratoria (plg)
S-1	Fler de $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{8}$.	$\frac{1}{8}$ Con adaptador para manguera $\frac{1}{4}$.
S-3 y S-7		$\frac{1}{4}$ Con adaptador para manguera $\frac{1}{2}$.
S-15, S-16 y S-18	Fler de $\frac{3}{8}$ - $\frac{1}{4}$.	$\frac{1}{4}$ Con adaptador para manguera $\frac{1}{2}$.
S-17, S-23	Fler de $\frac{3}{8}$ - $\frac{1}{2}$.	$\frac{3}{8}$ Con adaptador para manguera $\frac{1}{2}$.
S-20, S-21, S-22	Fler de $\frac{1}{2}$.	$\frac{1}{2}$ Con adaptador para manguera 1.

Como se mencionó este retraso se origina porque los operarios no están utilizando las llaves adecuadas para desinstalar e instalar las mangueras de agua de molde, por lo que se midieron

los conectores para encontrar las medidas que mejor se adecuen a los conectores, en la siguiente tabla se indica qué llaves son las que se deben de utilizar para los conectores de las máquinas.

Tamaño de las llaves adecuadas para los conectores de los moldes:

Tabla 39: Medidas adecuadas para las llaves de agua de los moldes.

Máquinas	Conector macho (plg)	Conector hembra (plg)
S-1	Cola-corona 9/16	Cola-corona 9/16
S-3 y S-7	Cola-corona 9/16	Cola-corona 11/16
S-4	Cola-corona 11/16	Cola-corona 3/4 ó 19mm
S-15, S-16 y S-18	Cola-corona 3/4 ó 19mm	Cola-corona 11/16
S-14, S-17, S-23	Cola-corona 7/8	Cola-corona 7/8
S-20, S-21, S-22	Cola-corona 1 y 3/8 ó 35mm	Cola-corona 1 y ½

Estas llaves ya fueron incluidas en los listados para los kits de herramientas del área de soplado. Se esperaba que con utilizar las llaves adecuadas se puede incrementar la vida útil de los conectores de las máquinas.

Además de esto se evaluó la posibilidad de utilizar acoples rápidos para las máquinas del área de soplado, ayudando reducir el tiempo de desinstalación e instalación del molde, que es son de los procesos que más tiempo toman en el cambio de formato.

Únicamente se logró encontrar conectores rápidos para las máquinas S-20, S-21. Actualmente estas máquinas utilizan 4 conectores por molde (4 Conectores machos Fler de ½ y 4 conectores de hembra giratoria de ½ con adaptador para manquera de 1 plg). Para poder desinstalar las mangueras son necesarias dos llaves, una cola corona 1 y 3/8 plg ó 35 mm y una cola corona 1 y ½ plg.

Ilustración 17: Ejemplo de los conectores de agua para las máquinas S-20 y S-21.



Se encontraron acoples rápidos con las medidas adecuadas y que trabajan sin problemas a la presión de 80 psi. Se utilizaría un conector 633-C para las mangueras de las máquinas y el conector 633-F para los moldes de las máquinas; estos conectores se instalan fácilmente y se espera que reduzcan un poco el tiempo de cambio.

Ilustración 18: Ejemplo de acoples rápidos para conectores de agua máquinas S-20 y S-21.



Es necesario realizar las pruebas para ver cómo se comportan estos conectores al estar en funcionamiento, esto con el motivo de verificar si se producen fugas con el tiempo y manipulación continua de los conectores, para poder realizar las pruebas se necesitan 4 conectores 633-C (para las mangueras de la máquina) y 4 conectores 633-F (para el moldes) la prueba puede realizarse en uno de los 5 moldes que se trabajan en estas máquinas, si estos conectores funcionan adecuadamente se podría reducir un poco el tiempo de desinstalación e instalación del molde.

5. Retraso 12, 21 y 38: Estos problemas estos relacionados con la mal instalación de las mangueras de agua del molde, mal instalación del molde y mal instalación de las mangueras del cabezal, estos estuvieron presentes ocho veces, cuatro veces y una vez respectivamente.

Estos problemas se originan debido a que los operarios no recuerdan con exactitud la posición en la que se debe de instalar este equipo, en parte el problema puede ser porque el equipo no se encuentra correctamente identificado, ocasionando que este se demore más tiempo en identificar la correcta forma de instalar este equipo.

Actualmente la mayor parte de los moldes del área de soplado no se encuentran identificados, lo que dificulta no solo su localización y almacenamiento, sino que también en algunos casos su instalación. La empresa cuenta con una gran cantidad de moldes para el área de soplado pero únicamente 52 son utilizados actualmente para la producción y el resto se encuentran en desuso.

Con el motivo solucionar el retraso número veintiuno y auxiliar el método de las 5 S, se propone la siguiente identificación para los moldes del área de soplado.

a. **Identificación general para los moldes del área de soplado:**

- 1) Colocar el nombre del producto en la parte superior del molde y a los costados de mismo. Esta primera identificación puede realizarse por medio de un estampado o ya sea con una placa metálica que contengan grabado el nombre del molde.
- 2) Identificar el número de estación a la que corresponde el molde. Esta identificación se realizará en la cara de enfrente del molde (cara opuesta a la ubicación de los pines guías), ayudando a identificar rápidamente dónde y cómo debe de instalarse el molde.
- 3) Identificar el número de cavidad correspondiente al molde, los cuales estarán numerados de izquierda a derecha. Esta identificación será por medio de estampados.
- 4) Identificar las conexiones de agua de los moldes se deberá colocar un estampado que indique la ubicación de las entradas y salidas de agua correspondientes al cuerpo, cuello y fondo del envase. Se sugiere utilizar el prefijo "E" para indicar las entradas y la letra "S" para indicar las salidas, ejemplo: E.Cuerpo y S.Cuerpo.

Algunos moldes de las máquinas S-1, S-3 y S-7 se instalan por encima del sujetador como se puede apreciar en la imagen de la derecha. Durante el estudio se presentaron causas de mal instalación del molde que se dieron en estas máquinas por haber instalado el molde a una distancia inadecuada lo que provocó un retraso ya que los pines de soplado no llegan a las cavidades del molde lo que impide soplar el párison, teniendo que repetir el proceso de instalación del molde. Para solucionar este problema se propone realizar un grabado en las esquinas del molde, identificando la altura a la que debe de quedar el molde del sujetador.

Ilustración 19: Ejemplo de molde instalado por encima del sujetador.



Los moldes de toma actualmente se encuentran identificados con marcador, pero se podría realizar un estampado o colocar una placa metálica que indique el nombre del molde al que corresponden.

Lo estampados y los grabados serán realizados por el taller cuando los moldes se encuentren fuera de producción o cuando estén en mantenimiento preventivo.

A continuación se presentan dos ejemplos de cómo se observarían los moldes, si se implementaran las identificaciones propuestas:

1) Propuesta # 1:

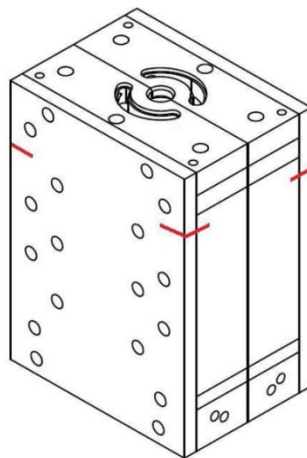
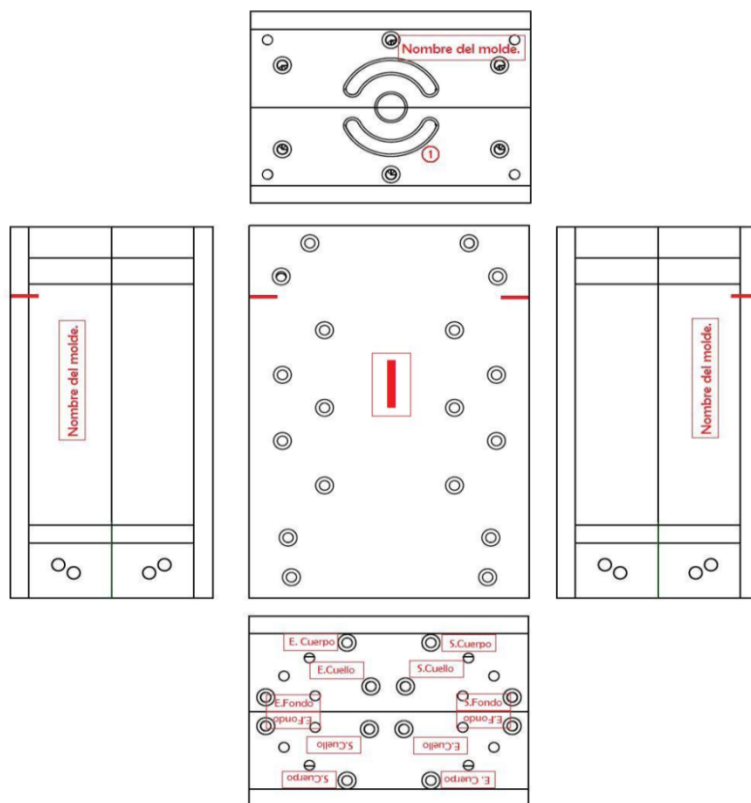
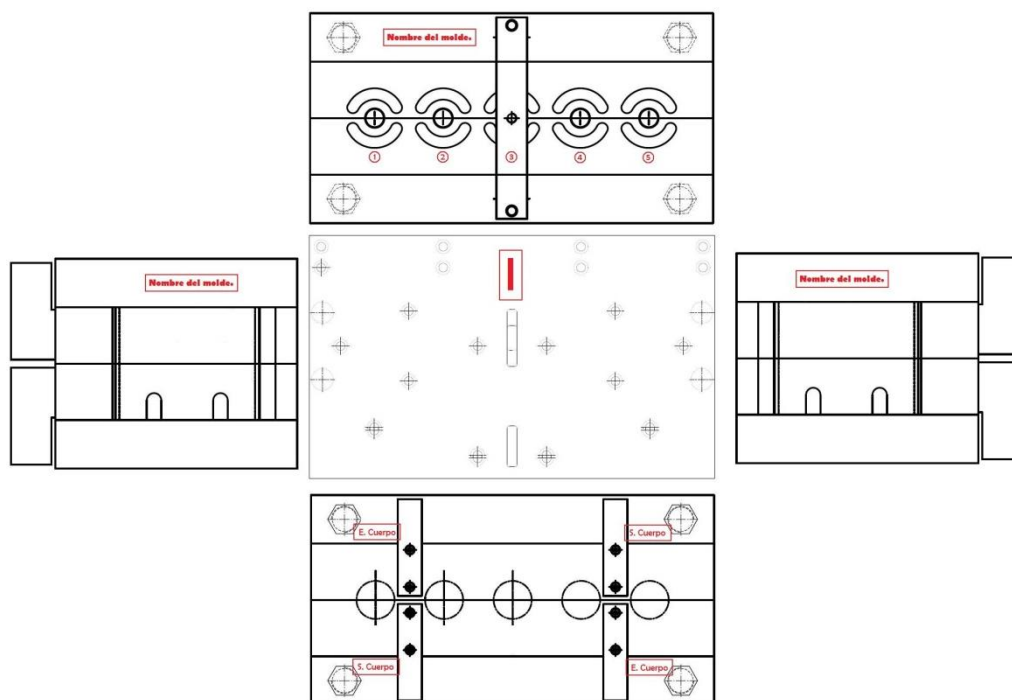


Ilustración 20: Propuesta # 1 para la identificación de los moldes del área de soplado.



2) Propuesta # 2:

Ilustración 21: Propuesta # 2 para la identificación de los moldes del área de soplado



6. Retraso 23 y 48 : Estos retrasos están relacionados con el la organización de la operaciones de la planta, ya que son causas como que el operario es trasladado a otra máquina que tiene mayor prioridad o que el operario tenga que relavar en otras máquinas por lo que otro operario debe ser asignado al cambio.

Para solucionar este retraso primero se tiene que concientizar a los jefes de turno sobre la importancia de los cambios y que no se debe de trasladar a los operarios hasta que se concluya con el cambio.

7. Metodología de las 5's en la zona de moldes y herramental: Como se vio anterior mente con el estudio de SMED se logró disminuir el tiempo de cambio de molde mediante la reorganización de las actividades, obteniendo dos procesos que se enfocan en la recolección del equipo y en el aplacamiento del equipo luego de haberlos utilizado, pero el proceso de preparación del setup de las máquinas presenta muchas dificultades y se realiza de manera ineficiente, debido a que no se tienen controles adecuados, por lo cual no es de extrañar que se invierta más tiempo del necesario.

Debido a esto adicionalmente a las soluciones propuestas para los principales retrasos en el proceso, se buscara optimizar el proceso logístico de los moldes y el herramental, utilizando la metodología de las 5's que consiste en desarrollar actitudes de organización, clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina, en cada una de estas áreas. Adaptar esta metodología en las zonas de almacenamiento de moldes y herramental es indispensable como primer paso para reducir los tiempos de preparación del equipo para el cambio de molde.

Para tener una de él porque es una necesidad implementar estas metodologías en estas zonas de almacenamiento se presentan a continuación algunas fotos de con se encuentran actualmente las zonas de almacenamiento de moldes y herramental, con una breve descripción de cada una:

Ilustración 22: Zona de moldes condiciones actuales.



Como se puede observar se encuentran unos moldes frente a otros, esto en algunas ocasiones presenta un retaso ya que es necesario liberar el paso para poder sacar el molde que se necesita.

Ilustración 23: Zona de moldes condiciones actuales (2).

Como se puede ver, siempre hay objetos que obstruyen el acceso hacia los moldes. Estos objetos deben removerse para poder llegar a los moldes, incrementando el tiempo que le lleva al operario llevar el molde a la máquina.



Los moldes más pequeños correspondientes a las máquinas S-1, S-3 y S-7, son almacenados en el lugar adecuado pero de una manera inapropiada. Como se puede observar los moldes se encuentran en desorden lo que les impide a los operarios localizar un molde rápidamente, además de que aumenta considerablemente la posibilidad de accidentes al tener que manipular los moldes. La mayor parte de estos moldes no se encuentran identificados, lo que dificulta aún más la tarea de localizar los moldes.

Ilustración 24: Zona de moldes condiciones actuales (3).



Al igual que los moldes, los moldes de toma son almacenados de una manera inadecuada. Como se puede observar en las siguientes fotos, los moldes de toma se encuentran unos encima de otros lo que podría deberse al espacio tan reducido en el que se almacenan actualmente y que a su vez dificulta su localización. Además actualmente estos son almacenados por aparte cuando deberían de estar almacenados junto a su molde correspondiente.

Ilustración 25: Zona de moldes condiciones actuales (4).



Ilustración 26: Cajón de herramental de soplado.



La herramienta de soplado actualmente es almacenada en una gaveta, esto es inapropiado ya que el espacio es muy reducido lo que lleva al desorden.

Al igual que con los moldes y el herramental de soplado, el herramental de extrusión es almacenada en un cajón con un espacio muy reducido donde se encuentran herramental en desuso.

Ilustración 27: Cajón de herramental de extrusión y cargadores de los moldes.



Entonces estos principios se utilizarán para optimizar el almacenamiento del área de soplado (los moldes, la herramienta de extrusión y la herramienta de soplado). Siguiendo los siguientes pasos:

a. **Seiri (Clasificación):** Retirando de los lugares de almacenamiento todos los elementos que no son necesarios para las operaciones cotidianas, los elementos necesarios se deben mantener cerca, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio.

Para poder realizar la clasificación se necesita como requisito:

- Encontrar un lugar físico en el cual colocar los moldes y herramientas en desuso, esto se debe a que los moldes aunque estén en desuso no pueden ser eliminados ya que forman parte de los activos de la empresa.
- Realizar un inventario actual de moldes y herramienta de soplado y extrusión.
- Realizar un inventario de moldes, herramienta de extrusión y soplado en uso.
- Inventario de moldes, herramienta de extrusión y soplado en desuso.

Siempre es importante mantener un listado de los moldes que se encuentran fuera de uso para tener un control de estos equipos ya que son activos de la empresa y aunque estén fuera de uso, podrían volver a producirse en algún momento dado.

b. **Seiton (Organizar):** Para este principio se necesita colocar los objetos de acuerdo a su frecuencia de uso. El propósito es tener lo que más se utiliza siempre en un lugar cercano y de fácil acceso.

Se pretende ubicar los moldes en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos a su sitio correspondiente.

Algunos factores a tomar en cuenta son: seguridad, calidad, eficacia.

- Seguridad: tomar en cuenta factores como que no estorben, que no se puedan mover del lugar y que no se puedan caer del lugar donde están.
- Calidad: tomar en cuenta el espacio entre los moldes para que no se golpeen unos contra otros al momento de que se necesiten mover, detectar la ubicación de forma rápida, que siempre se coloquen en el lugar que les corresponden, ver que no se oxiden.
- Eficacia: Minimizar el tiempo perdido buscando los moldes o herramientas de soplado y extrusión.

Pasos propuestos para organizar:

- En primer lugar, definir el nombre del molde y su máquina correspondiente, ya que el proceso de identificación por medio de las placas puede llevar mucho tiempo, se pueden identificar con marcador, mientras el proceso de identificación de las placas está en proceso.
- Decidir dónde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso.
- Acomodar los moldes de tal forma que su localización sea rápida y sencilla.

De acuerdo con los registros históricos obtenidos de los dos años pasados, se determinó que máquinas tienen el mayor número de cambios, por lo que se ordenara la zona de moldes de acuerdo a su frecuencia de cambio, colocando en la parte inferior los moldes más pesados y con mayor rotación y a medida que se suba de nivel habrán moldes con frecuencias de cambio más bajas, a continuación se muestra una tabla con las máquinas y sus frecuencias de cambio correspondientes:

Tabla 40: Frecuencia de cambios de molde años (2011 y 2012).

Etiquetas de fila	Cambios realizados
S-3	126
S-1	92
S-21	60
S-20	56
S-23	53
S-7	51
S-17	51
S-18	45
S-15	17
S-16	14
Total general	565

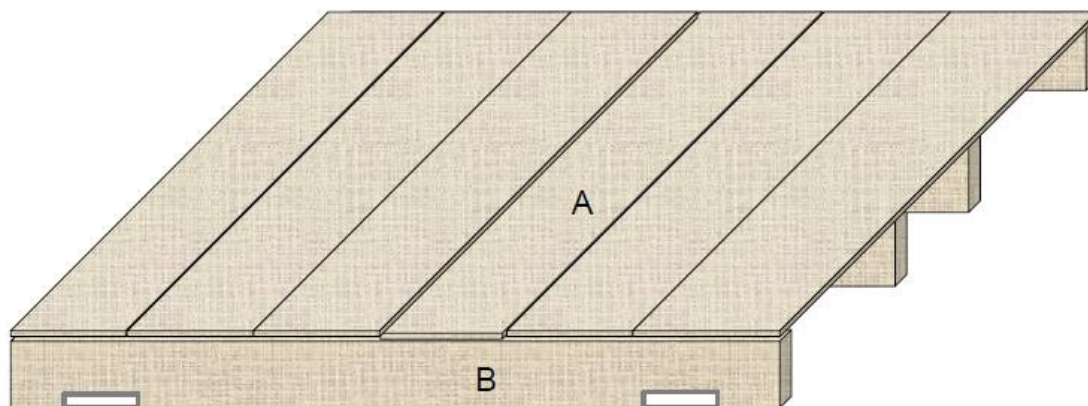
Es recomendable colocar los moldes pequeños (moldes de las máquinas S-1, S-3 y S-7) en el segundo tramo de los racks y los moldes grandes en la parte inferior, siempre haciendo referencia a su frecuencia de uso.

Una vez realizada la organización siguiendo estos pasos, se está en condiciones de empezar a crear procesos, estándares o normas para mantener la clasificación, orden y limpieza.

Debido a las limitaciones de espacio será necesario colocar molde en las partes superiores de los racks por lo que es necesario contar con tarimas especiales que soporten el peso de los moldes, las tarimas fueron realizadas para que se pudieran almacenar tres tarimas por tramo de los racks. Adicionalmente será necesario mantener una constante comunicación con los

encargados de la zona de molde para que los moldes que se encuentren en zonas elevadas de los rack sean bajados antes de que se requiera de su uso. A continuación se presentan las tarimas que serán utilizadas en la zona de moldes:

Ilustración 28: Tarimas especiales para moldes de soplado.



		Espesor	Ancho	Largo	Cantidad
Duelas Superiores	A	2"	8"	34 ¼"	6
Separador, Polin	B	2.5"	3.5"	48"	4"

En el caso de los herramientas de extrusión y soplado, se considerara la posibilidad realizar de almacenarlas en cajas de madera que contendrán todo el herramental y estas deberán estar debidamente identificadas, todas estas cajas podrán ser almacenadas cerca de los moldes, ayudándonos a reducir a reducir los tiempos de preparación al no tener que trasladarse a los cajones de herramental de extrusión y soplado.

c. **Seiso (Limpieza):** Para llevar a cabo este principio es necesario limpiar y mantener limpio los lugares donde se almacenan los moldes, herramienta de extrusión y herramienta de soplado.

Este principio pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio donde se almacenan los moldes, ayudando a mantener la clasificación y el orden de los elementos.

d. **Seiketsu (Estandarizar):** En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado, aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "S". Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar provisional de moldes en perfectas condiciones.

Se realizan auditorías periódicamente en las zonas de moldes y herramental con el objetivo de verificar el proceso de aprendizaje de Las “5S” en las diferentes etapas, marcando aciertos y desvíos para que cada grupo realice los ajustes necesarios cuando y donde corresponda.

Para evaluar el desempeño se fija un valor máximo total por auditoría que se desglosa en cada uno de los ítems a evaluar a los que se les da otro puntaje máximo; en la práctica se puede utilizar el número 100 como máximo total, ya que es un valor cómodo de manejar. A continuación se presenta un formato de auditoría propuesto:

Ilustración 29: Formato de auditoría 5´S.

Auditoría 5´s: Zona de moldes y herramental	Fecha:				
Aspectos a evaluar:	Valores asignados				
	1	2	3	4	5
Seiri (Clasificación)					
1. ¿Existen objetos innecesarios, chatarra o basura en el piso?					
2. ¿Existen equipos, herramental o materiales innecesarios?					
3. ¿Existen cosas innecesarias en los racks o estanterías de herramental?					
4. ¿Hay equipos o objetos en las áreas de circulación?					
Puntaje total:					
Seiton (Organizar)					
1. ¿Cómo es la ubicación y devolución del equipo?					
2. ¿Los racks, moldes y herramental se mantienen identificados?					
3. ¿Los moldes y herramental se encuentran en sus lugares establecidos?					
4. ¿La ubicación de los moldes y herramientas siguen siendo adecuados?					
Puntaje total:					
Seiso (Limpieza)					
1. ¿Grado de limpieza del piso y áreas de circulación?					
2. ¿Grado de limpieza de los moldes y herramental?					
3. ¿Grado de limpieza de los racks y estanterías de herramental?					
4. ¿Estado de las paredes, racks y estanterías?					
Puntaje total:					

Continuación ilustración 29

Seiketsu (Estandarización)					
1. ¿Se aplican las primeras 3 "S"?					
2. ¿Cómo son los hábitos del personal?					
3. ¿Se han realizado mejoras?					
4. ¿Se aplica el control visual?					
Puntaje total:					
Shitsuke (Disciplina)					
1. ¿Se aplican las primeras 4 "S"?					
2. ¿Se cumple con las normas de la empresa?					
3. ¿Se cumple con las normas de la zona de moldes?					
4. ¿Se cumple con el programa de las 5 "S"?					
Puntaje total:					

Debido a que las calificaciones podrían ser subjetivas, se realizó un criterio de evaluación que ayudara a la persona encargada de realizar la auditoria a calificar cada uno de los aspectos a evaluar para cada una de las 5'S, estos criterios de evaluación se encuentran en: Anexos- Criterios de evaluación para auditorías de 5's.

e. **Shitsuke (Disciplina):** Este principio consiste en acostumbrarse a aplicar las 5 s en nuestro lugar de trabajo.

La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados.

La disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras S se deteriora rápidamente.

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras S que se explicaron anteriormente. Esta existe en la conciencia de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

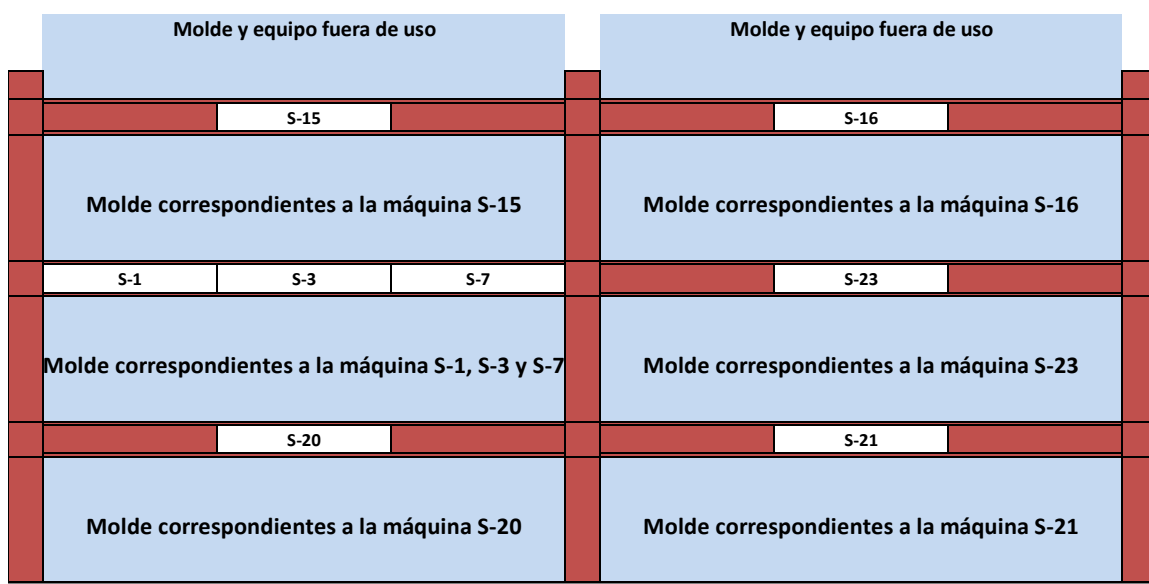
Pasos propuestos para crear disciplina:

- Uso de ayudas visuales (Rotulos que indique el lugar correspondiente a cada molde y la máquina).
- Publicación de fotos del "antes" y "después".
- Realizar evaluaciones periódicas (Auditorias).

Para ayudar a en la organización de los moldes, y para tener una idea de cómo se vería la zona de almacenamiento al momento de concluir con el programa de 5's, se realizó el siguiente esquema:

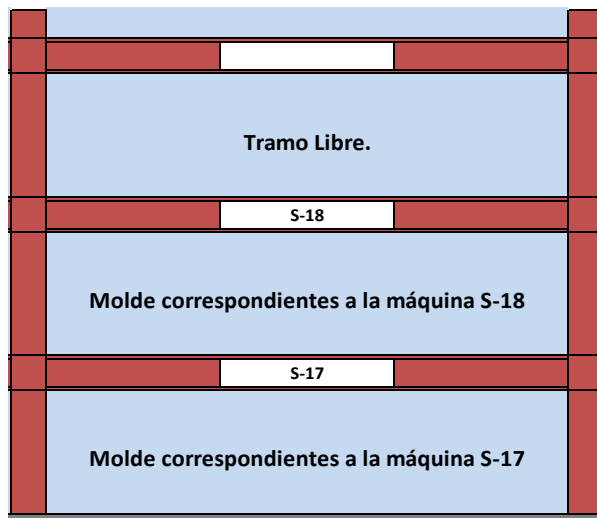
Tramos 1 y 2:

Ilustración 30: Esquema propuesto para 5's en la zona de moldes.



Tramo 3:

Ilustración 31: Esquema propuesto para 5's en la zona de moldes (2).



Con esto se tiene una idea del resultado de las 5's en la zona de moldes y herramental, los moldes de las máquinas S-1, S-3 y S-7 se colocaron en un solo tramo de los racks ya que los moldes son pequeños y se pueden almacenar juntos sin sobrecargar el espacio.

C. SMED Etapa # 4 (Perfeccionar todos los aspectos de las operaciones de preparación)

Esta última etapa se enfoca en la estandarización y mejora continua de los procesos propuestos en las etapas anteriores, en otras palabras mantener los que ha logrado y mejorarlo.

Para este es necesario llevar una documentación y analizar la situación mejorada, con el fin no solo de evaluar los resultados del proyecto de acuerdo a las expectativas que se tienen del mismo sino también para mantener los logros obtenidos y mejorarlos en base a las contrariedades que vayan surgiendo con el tiempo.

Como primero paso se busca estandarizar el proceso de preparación ("Pre-Cambio"), ya que no sólo queremos que la preparación sea rápida y fiable, sino que también "la pueda hacer cualquiera", para esto se elaboraron listados de equipo y herramental necesarios para los diferentes tipos de cambio de molde. Estos listados le servirán a los operarios como una guía al momento de realizar el proceso de preparación, el objetivo es que el operario pueda fácil y rápidamente saber el equipo y herramental que necesita para el cambio a realizar, con esto estamos eliminamos la posibilidad de que el operario olvide algo al momento de estar recolectando todo el equipo para el cambio de molde y por consiguiente tiempos muertos innecesarios. A continuación se presentan los listados para cada una de las máquinas:

Ilustración 32: Listados de equipo y herramental necesario para los cambios.

Cambio tipo "S-20 y S-21"	
No.	Equipo necesario
1	Molde con cargador.
2	Molde de toma.
3	Puntas de soplado.
4	Herramienta de extrusión.
5	Grúa.
6	Brazo cargador.
7	Troquel.
8	Dado para puntas de soplado.
9	Tarimas
10	Banco de trabajo.
11	Conos.
12	Kits de herramienta.
13	Kits de suministros.

Cambio tipo "S-17 y S-23"	
No.	Equipo necesario
1	Molde con cargador.
2	Molde de toma.
3	Puntas de soplado.
4	Herramienta de extrusión.
5	Grúa.
6	Troquel.
7	Tarimas
8	Banco de trabajo.
9	Conos.
10	Kits de herramienta.
11	Kits de suministros.

Cambio tipo "S-15, S-16 y S-18"	
No.	Equipo necesario
1	Molde con cargador.
2	Herramienta de extrusión.
3	Grúa.
4	Tarimas.
5	Banco de trabajo.
6	Conos.
7	Kits de herramienta.
8	Kits de suministros.

Ilustración 33: Listados de equipo y herramental necesario para los cambios (2).

Cambio tipo "S-3 y S-7"		Cambio "S-1"	
No.	Equipo necesario	No.	Equipo necesario
1	Molde.	1	Molde.
2	Molde de toma.	2	Molde de toma.
3	Puntas de soplado.	3	Puntas de soplado.
4	Herramienta de extrusión.	4	Banco de trabajo.
5	Banco de trabajo.	5	Conos.
6	Conos.	6	Kits de herramienta.
7	Kits de herramienta.	7	Kits de suministros.
8	Kits de suministros.		

Ahora referente con el proceso de almacenamiento del equipo y herramental luego del cambio de molde (Post-Cambio), se pueden utilizar de igual manera los listados de herramental para el cambio, que en este caso nos mostrarían el equipo y herramental que debemos almacenar en sus lugares correspondientes.

Actualmente no se lleva ningún registro detallado del proceso de cambio molde, por lo que como primer pasó se generó un reporte de cambio de molde que ayudara en los siguientes aspectos:

- Llevar un registro más detallado del proceso de cambio de molde.
- Brindar información relevante sobre los principales retrasos en el proceso.
- Llevar un registro de los suministros utilizados durante el cambio de molde.
- Permitirá realizar un mejor costeo del proceso de cambio de molde.
- Mejorar la comunicación entre los operarios que realizan el cambio y la administración, facilitando el proceso de mejora continua.

Ilustración 35: Formulario para la base de datos.

Formulario Para Cambio de Molde

Formulario de navegación

CM Máquina S-1

Fecha: 04/02/2011

Máquina: S-1

Código Inicial: 3709 MoldeInicial: Envase Ajax 600g

Código Final: 3712 MoldeFinal: Envase Ajax 400g

Tiempo: Min.

Tiempo: Horas.

Turno(E)

Turno(F)

AmbosTurnos

Para analizar la información provenientes de los reportes de cambio de molde, se utilizaron herramientas del control estadístico de procesos, una de estas herramientas son los gráficos de control, que nos ayudaran a detectar de una manera más inmediata los retrasos que se dan durante un cambio de molde.

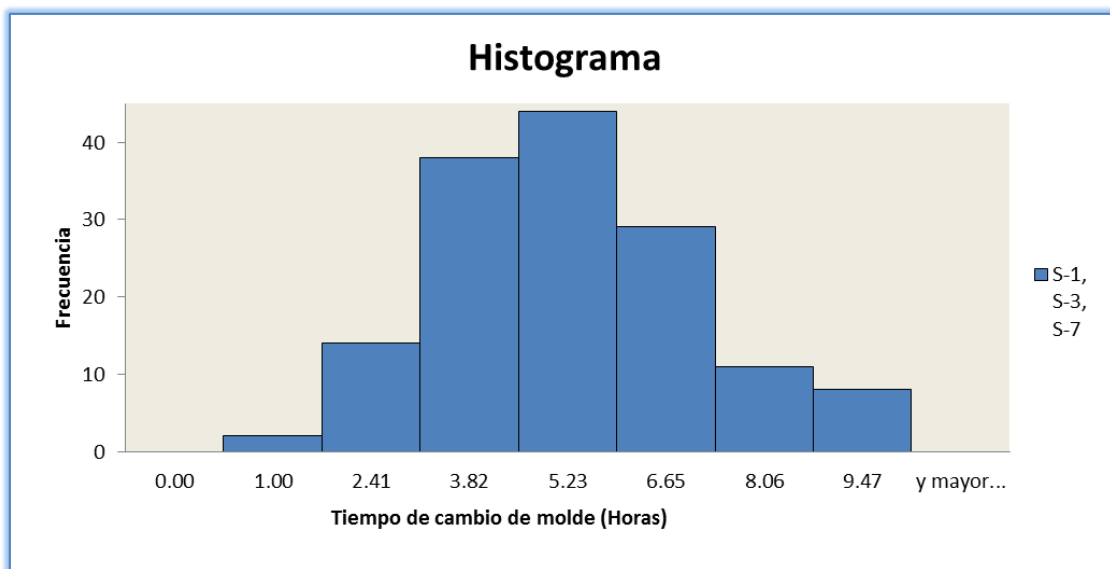
La variabilidad de un proceso de cambio puede deberse a causas no asignables y a causas asignables. Las primeras, son de naturaleza probabilística y forman parte de la variación propia del proceso de cambio y por otro lado las causas asignables, dan lugar a variaciones irregulares no predecibles, que hay que eliminar y corregir.

Antes de poder elaborar los Gráficos de control es necesario ver la distribución de los tiempos de cambio para las máquinas del área de soplado.

En base a datos históricos recopilados de la base de datos del año 2012, se realizaron los siguientes histogramas para cada uno de los grupos de estudio (los grupos son los mismos que se utilizaron en el estudio de tiempos):

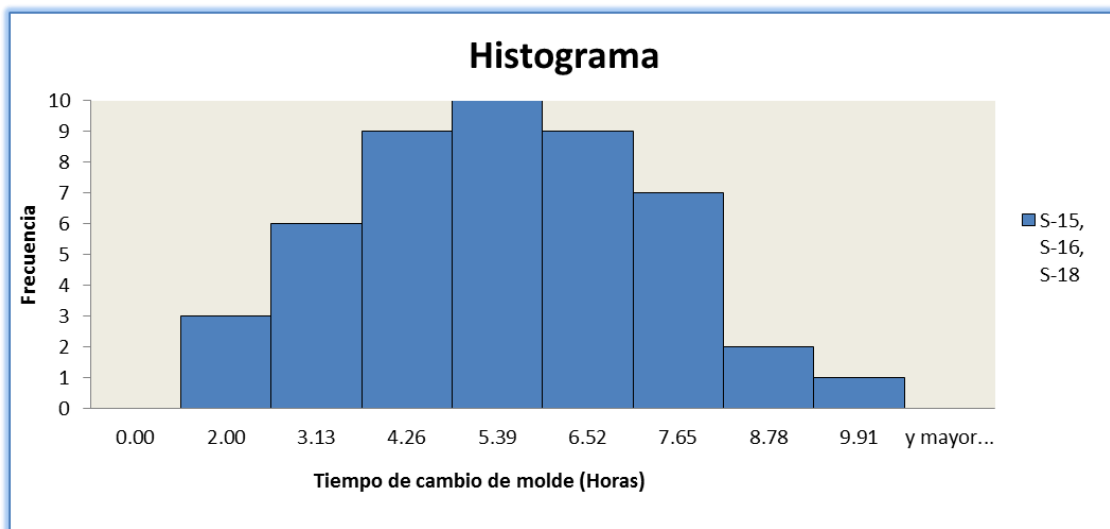
Grupo # 1:

Gráfico 20: Histograma de frecuencias grupo # 1.



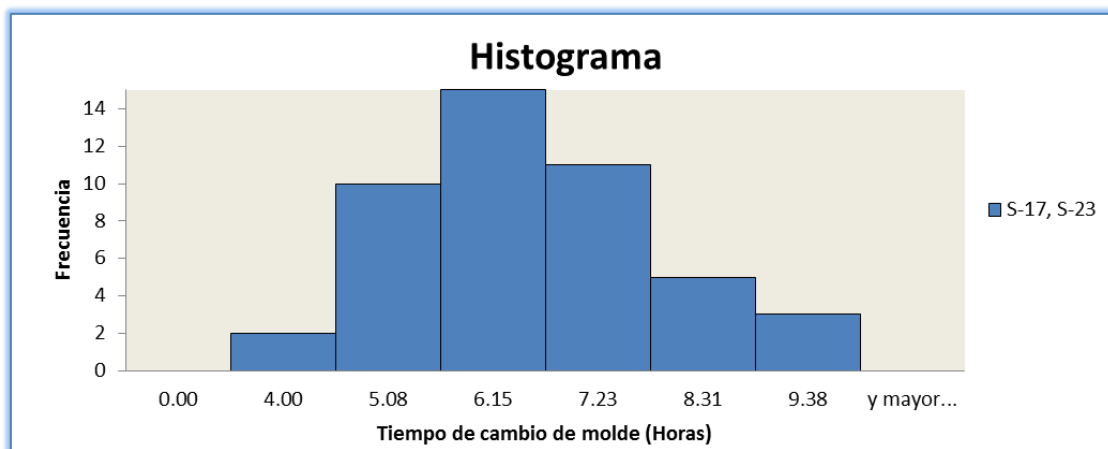
Grupo # 2:

Gráfico 21: Histograma de frecuencias grupo # 2.



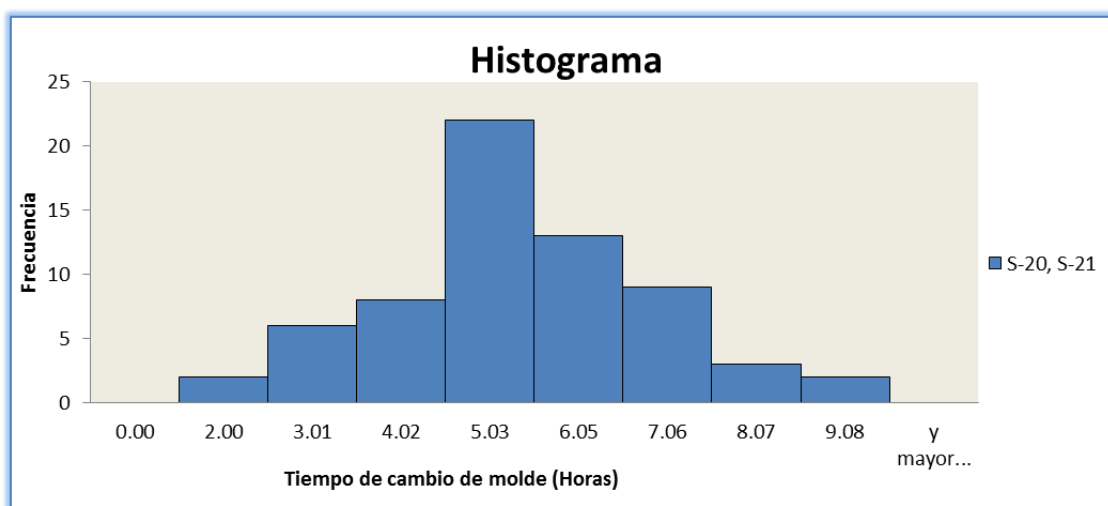
Grupo# 3:

Gráfico 22: Histograma de frecuencias grupo # 3.



Grupo # 4:

Gráfico 23: Histograma de frecuencias grupo # 4.



Como se puede apreciar en los histogramas la mayor parte de los cambios de molde tienen una distribución normal. El tener una distribución normal nos indica que únicamente existe una media y una desviación estándar, lo que nos permite aplicar los gráficos de control de una manera más sencilla y acertada.

Los análisis de control estadísticos de procesos se realizaron para cada una de las máquinas analizando cada año por separado, esto se debe a que de esta manera no ocurrirán sesgos en el proceso, brindándonos análisis más exacto de los cambios de molde, además de que de esta manera es más sencillo ver las mejoras que se dan en el proceso.

A continuación se muestra un ejemplo de los análisis realizados para cada una de las máquinas:

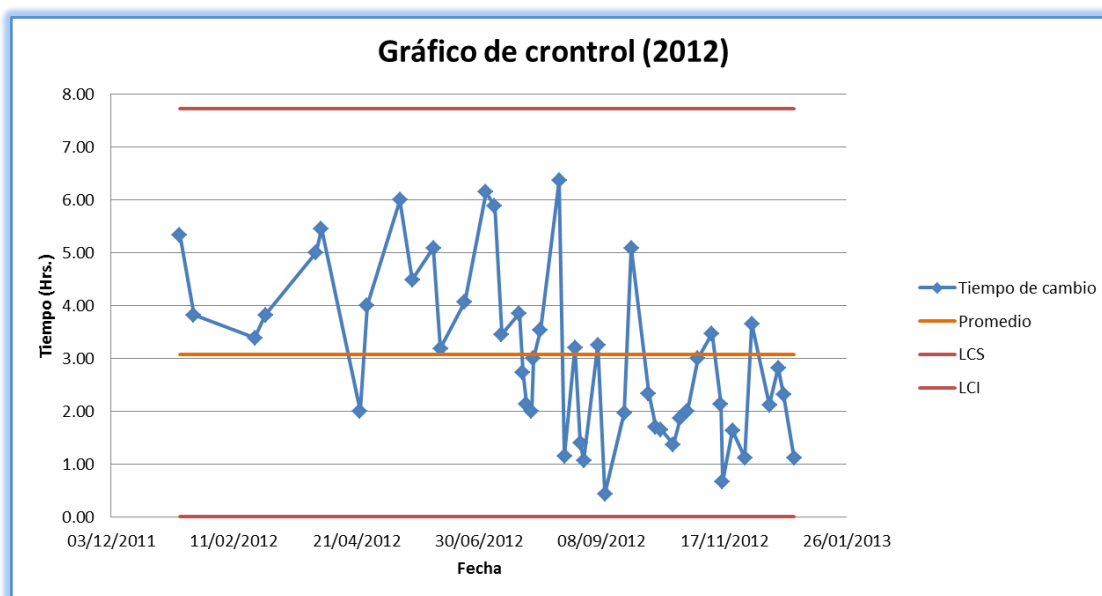
- **Un análisis de estadística descriptiva:** La estadística descriptiva nos muestra información valiosa sobre el año analizado, que nos puede servir para tener una idea general de lo que está ocurriendo con los cambios de su máquina correspondiente, además de esto la información que hay se contiene ayudara a realizar los gráficos de control del proceso y los gráficos de control de las variaciones del proceso.

Tabla 41: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Estadística descriptiva).

Estadística descriptiva máquina S-1 (Resumen 2012)		
Media	3.07	Hrs
Mediana	3.00	Hrs
Moda	2.00	Hrs
Desviación estándar poblacional	1.55	Hrs
Varianza poblacional	2.41	Hrs ²
LCS	7.73	Hrs
LCI	-1.59	Hrs
Curtosis	-0.67	
Coficiente de asimetría	0.45	
Máximo	6.37	Hrs
Mínimo	0.43	Hrs
Rango	5.93	Hrs
Suma	147.22	Hrs
Cambios realizados (Turno E)	26.00	
Cambios realizados (Turno F)	22.00	
Cambios realizados (Ambos)	0.00	
Cambios realizados (Total)	48.00	
Media de variaciones	1.34	Hrs
Desviación estándar para la variación	1.04	Hrs
Var. LCS	4.48	Hrs
Var. LCI	-1.79	Hrs

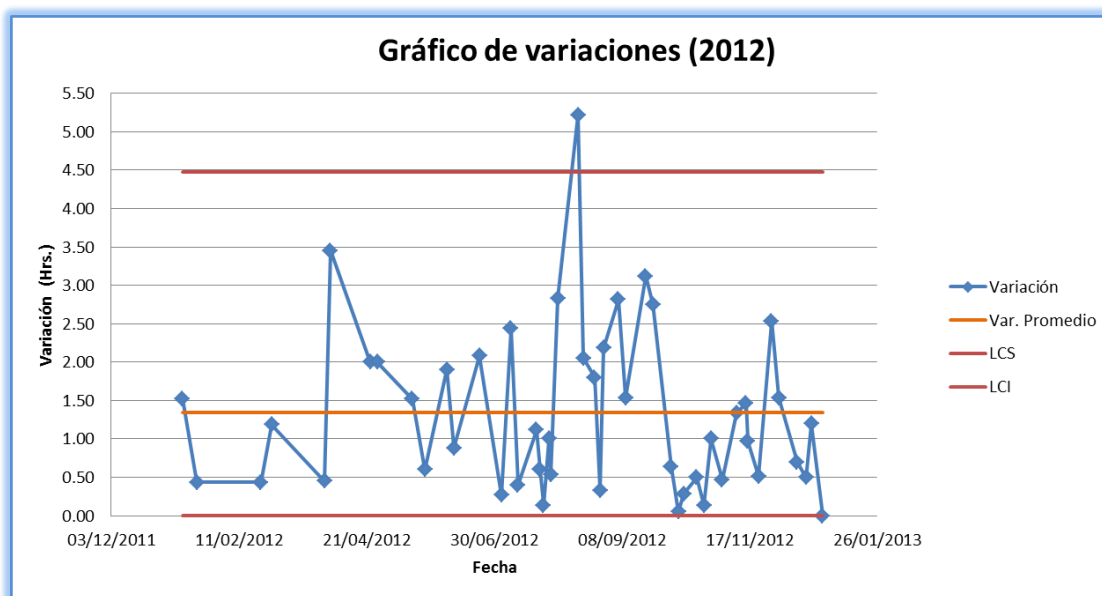
- **Gráfico de control del proceso:** el gráfico de control nos muestra que el proceso se encuentra bajo control estadístico, lo que indica que el proceso es estable a lo largo del tiempo y no presenta ninguna variación debido a causas asignables en el proceso.

Gráfico 24: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Gráfico de control).



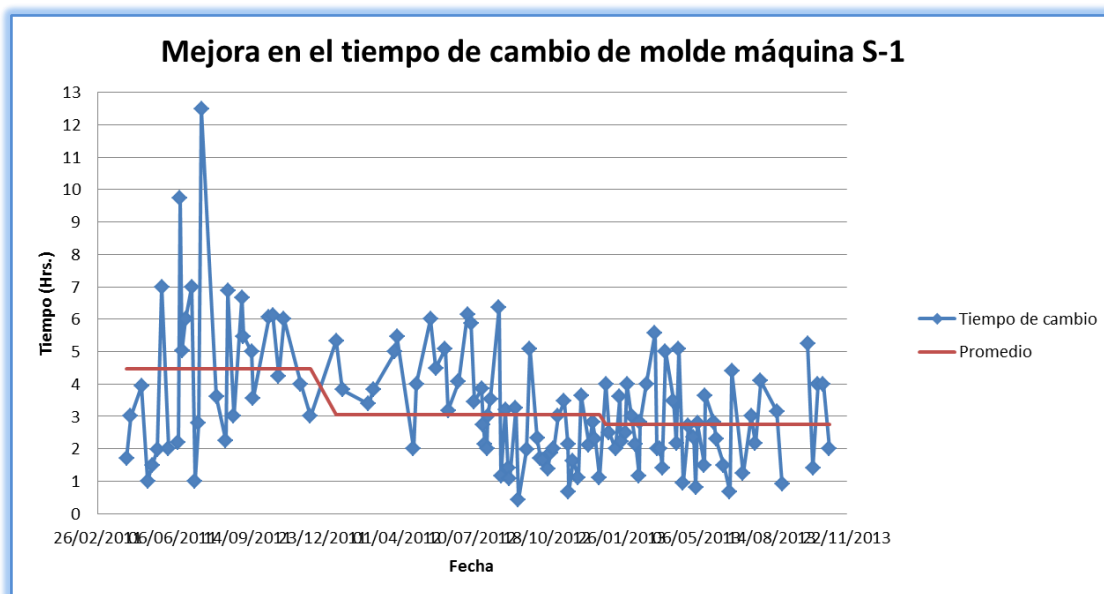
- **Gráfico de control de variaciones del proceso:** El gráfico de control de rangos móviles nos ayuda a medir si la variabilidad del proceso se encuentra bajo control estadístico.

Gráfico 25: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Gráfico de control con rangos móviles).



- **Gráfico de mejora en el tiempo de cambio de molde:** Este gráfico nos ayudará a visualizar las mejoras en los tiempos de cambio a lo largo del tiempo.

Gráfico 26: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Mejora en el tiempo de cambio de molde).



- Tabla de tiempos de cambios de molde: esta tabla nos mostrara las posibles combinaciones de cambios en las máquinas con sus tiempos respectivos de cambio de molde.

Tabla 42: Ejemplo de análisis realizados para el CEP (Tiempos estimados de cambios de moldes).

Etiquetas de fila	Tiempo Mín. (Hrs)	Tiempo Máx. (Hrs)	Promedio de Tiempo(Hrs)
Botella 1.	1.07	5.08	2.56
Botella 3.	1.48	2.73	2.01
Envase 400g	1.70	4.00	2.85
Envase 600g	1.07	5.08	3.12
Botella3	1.12	9.73	2.91
Botella 1.	1.12	1.97	1.41
Envase 1000ml	1.97	2.25	2.11
Envase 400g	1.12	9.73	3.76
Envase 600g	3.00	3.00	3.00
Envase 1000ml	1.00	7.00	4.41
Botella 3.	1.00	3.60	2.20
Envase 400g	1.37	7.00	5.04
Envase 600g	2.12	4.25	3.48
Envase 400g	0.43	12.48	3.65
Botella 3.	1.00	1.00	1.00
Botella 1.	0.43	3.00	1.98
Envase 1000ml	2.50	12.48	4.79
Envase 600g	1.70	3.53	2.55
Envase 600g	1.40	6.37	3.57
Botella 1.	1.40	3.85	2.63
Botella 3.	2.00	6.37	4.18
Envase 1000ml	1.65	6.15	4.60
Envase 400g	2.33	3.47	2.97

Estos son los análisis de control estadísticos de procesos (CEP) que se realizarán para cada una de las máquinas, esto nos permitirá tener un conocimiento más amplio sobre lo que está sucediendo con los cambios de molde de cada máquina, ayudándonos a identificar fallas en el proceso para poder corregirlas.

Adicionalmente a esta se lleva un registro de los retrasos en el proceso provenientes de los reportes de cambio de molde propuestos anteriormente, con esto se realizarán análisis como por ejemplo análisis de Pareto, ayudándonos a identificar que retrasos son los más frecuentes para poder atacarlos.

VI. ANÁLISIS FINANCIERO

El análisis financiero se basó en la reducción de los costos provenientes del cambio de molde y un aumento en la producción de envases como consecuencia de la reducción de tiempo en los tiempos de instalación de las máquinas. Es importante mencionar que el aumento en la producción es considerablemente grande debido a las cantidades de producción de las máquinas de soplado.

Es importante destacar que para validar el proyecto se utilizó un aumento en la producción de envases, pero esto no quiere decir que todo este tiempo total de ahorro sea utilizado únicamente en la producción de envases, ya que este tiempo podría ser utilizado también para realizar más cambios de molde, para realizar algún mantenimiento, para hacer pruebas de nuevos prototipos de envases, etc. Pero con el fin de justificar la inversión se utilizó únicamente la opción de producción extra ya que es un término bastante atractivo.

Los criterios que se utilizaron para evaluar el proyecto y decidir la rentabilidad de este fueron los siguientes:

- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Período de recuperación de la inversión (NPER)
- Valor Presente Neto (VPN)

Tomando como criterios de aceptación del proyecto los siguientes criterios:

- $TIR > TMAR$
- $VPN > 0$

El proyecto se evaluó para un lapso de 12 meses, esto con el fin de revalidar el proyecto y mejorarlo como parte del proceso de mejora continua, o bien poder invertir en implementar otro tipo de proyecto que le genere una mayor rentabilidad a la empresa.

A. Costos del proceso de cambio de molde:

Se costó el proceso de cambio de molde para cada una de las máquinas de soplado, los únicos aspectos que representan un costo durante el proceso son: el consumo de energía eléctrica y las horas hombre que se dedican al cambio, considerando estos aspectos se obtuvo un estimado del costo por hora del proceso de cambio de molde.

El costo de la mano de obra depende del número de operarios que efectúen en cambio, esto se debe a que hay máquinas donde es necesario contar con dos operarios en lugar de uno para poder realizar el proceso de cambio, a continuación se muestra el costo de la planilla de un operario.

Tabla 43: Costos patronales relacionados con la planilla de un operario.

Costos Patronales Planilla	
Vacaciones	4%
Indemnización	8%
Aguinaldo	8%
Bono 14	8%
IGSS Patronal	11%
IRTRA Patronal	1%
INTECAP	1%
Total	41%

Núm. Operario	Salario	Trabajada	Horas Extras/Mes	Costo Horas Extras	Salario Delegado	Costo para Empresa
1	Q3,220.00	192	112	Q1,878.33	Q5,098.33	Q6,407.91

Costo de la energía eléctrica: la empresa negocia con la empresa eléctrica el precio de la energía eléctrica por trimestre, el precio de la energía actualmente está en Q1.72 por Kwh consumido, las máquinas durante el cambio tiene un consumo mucho menor a cuando se encuentran produciendo esto se debe a que a que las calefacciones se encuentran desconectadas. A continuación se muestra el costo por una hora de cambio en cada una de las máquinas.

Costo total por hora de cambio grupo # 1:

Tabla 44: Costo total por hora de cambio (Grupo # 1).

Máquina	Consumo (Kwh) /h	Mano de Obra/hora	Costo Energía/ hora	Costo Total/hora
S-1	10	Q21.08	Q17.18	Q38.26
S-3	15	Q21.08	Q25.77	Q46.85
S-7	13	Q21.08	Q22.33	Q43.41

Costo total por hora de cambio grupo # 2:

Tabla 45: Costo total por hora de cambio (Grupo # 2).

Máquina	Consumo (Kwh) /h	Mano de Obra/hora	Costo Energía/ hora	Costo Total/hora
S-15	24	Q42.16	Q41.23	Q83.39
S-16	22	Q42.16	Q37.79	Q79.95
S-18	22	Q42.16	Q37.79	Q79.95

Costo total por hora de cambio grupo # 3:

Tabla 46: Costo total por hora de cambio (Grupo # 3).

Máquina	Consumo (Kwh) /h	Mano de Obra/hora	Costo Energía/ hora	Costo Total/hora
S-17	17	Q42.16	Q29.20	Q71.36
S-23	19	Q42.16	Q32.64	Q74.80

Costo total por hora de cambio grupo # 4:

Tabla 47: Costo total por hora de cambio (Grupo # 4).

Máquina	Consumo (Kwh) /h	Mano de Obra/hora	Costo Energía/ hora	Costo Total/hora
S-20	9	Q42.16	Q15.46	Q57.62
S-21	10	Q42.16	Q16.32	Q58.48

Se puede observar que los costos de manos de obra todos los grupos son más elevados que la cantidad expuesta anteriormente exceptuando el del grupo uno, esto se debe a que para los cambio del grupo uno únicamente requieren de un operario, mientras que los cambios de los demás grupos necesitan dos operarios, a pesar de esto los costos totales por hora relacionados con un cambio de molde no son muy elevados.

B. Costos de producción por hora:

Para poder calcular un costo aproximado por hora producida fue necesario tomar en cuenta otros factores adicionales a los utilizados en el costeo por hora de cambio de molde, estos factores adicionales fueron: la materia prima requerida para la producción que en este caso sería el polietileno de alta densidad para uso alimenticio que tiene un costo de Q310.00 la bolsa de 25 kilogramos y la depreciación global del equipo que es alrededor de Q1.79 por (kilo producido), la empresa calcula este valor de depreciación en función de la utilización o de la actividad de las máquinas, y no del tiempo. Por lo tanto, la vida útil del activo se basará en función del rendimiento y del número de unidades que produce a lo largo de un periodo de tiempo de funcionalidad del equipo.

Este costeo tiene cierta dificultad, esto se debe a que cada máquina trabaja con ciertas presentaciones y cada una de estas se trabaja a bajo diferentes condiciones en donde pueden variar: el tiempo de ciclo y el peso de los envases. Pero para poder simplificar esto se trabajó con promedios, esto fue posible ya que las desviaciones estándar de cada grupo no fueron muy elevadas y los tiempos de ciclo y peso de los productos no variaban grandemente, esto nos permitió trabajar de esta manera y simplificándonos los cálculo para el costeo. A continuación se muestran los costeos realizados para cada uno de los grupos:

El costeo del proceso de producción por hora se realiza en base a cada una de las máquinas, esto nos permitirá obtener resultados más certeros que trabajando con los grupos consolidados como se realizó en los estudios de tiempos.

Costo de producción por hora grupo # 1:

Tabla 48: Costo de producción por hora (Grupo # 1).

Máquina	Consumo (Kwh) / Turno	Consumo (Kw/h) /h	Ciclo (seg)	Cavidades	U/hora	Peso (g)	Kg/ hora
S-1	170	14.17	12.39	1	291	41	11.86
S-3	250	20.83	10.60	2	679	24	16.52
S-7	200	16.67	10.41	2	691	25	17.26

Costo Energía/ hora	Costo Kg/hora	Mano de Obra/hora	Depreciación Global	Costo Total /hora
Q24.34	Q147.03	Q21.08	Q21.20	Q213.64
Q35.79	Q204.84	Q21.08	Q29.54	Q291.24
Q28.63	Q214.01	Q21.08	Q30.86	Q294.58

Costo de producción por hora grupo # 2:

Tabla 49: Costo de producción por hora (Grupo # 2).

Máquina	Consumo (Kwh) / Turno	Consumo (Kw/h) /h	Ciclo (seg)	Cavidades	U/hora	Peso (g)	Kg/ hora
S-15	400	33.33	10.26	8.00	2806	23	65.02
S-16	390	32.50	9.94	8.00	2898	18	52.43
S-18	395	32.92	9.90	8.00	2909	18	52.63

Costo Energía/ hora	Costo Kg/hora	Mano de Obra/hora	Depreciación Global	Costo Total /hora	Ganancia/hora
Q57.26	Q806.28	Q21.08	Q116.26	Q1,000.88	Q901.56
Q55.83	Q650.09	Q21.08	Q93.74	Q820.74	Q1,149.66
Q56.55	Q652.56	Q21.08	Q94.09	Q824.27	Q1,153.59

Costo de producción por hora grupo # 3:

Tabla 50: Costo de producción por hora (Grupo # 3).

Máquina	Consumo (Kwh) / Turno	Consumo (Kw/h) /h	Ciclo (seg)	Cavidades	U/hora	Peso (g)	Kg/ hora
S-17	432	36.00	19.93	2.00	361	110	39.69
S-23	410	34.17	21.68	2.00	332	127	42.19

Costo Energía/ hora	Costo Kg/hora	Mano de Obra/hora	Depreciación Global	Costo Total /hora	Ganancia/hora
Q61.84	Q492.13	Q21.08	Q70.96	Q646.01	Q432.37
Q58.69	Q523.12	Q21.08	Q75.43	Q678.32	Q306.96

Costo de producción por hora grupo # 4:

Tabla 51: Costo de producción por hora (Grupo # 4).

Máquina	Consumo (Kwh) / Turno	Consumo (Kw/h) /h	Ciclo (seg)	Cavidades	U/hora	Peso (g)	Kg/ hora
S-20	520	43.33	11.41	10.00	3154	19	60.88
S-21	719	59.90	11.23	10.00	3207	19	59.59

Costo Energía/ hora	Costo Kg/hora	Mano de Obra/hora	Depreciación Global	Costo Total /hora	Ganancia/hora
Q74.44	Q754.92	Q21.08	Q108.85	Q959.29	Q826.72
Q102.90	Q738.90	Q21.08	Q106.54	Q969.42	Q974.04

Estos costos nos permitirán determinar cuál fue el ahorro obtenido en unidades monetarios, además de que nos permitirá contabilizar el aumento en ventas como consecuencia de la producción extra debido a esos tiempos de ahorro.

C. Precios de los envases

Para poder proyectar una ganancia como consecuencia de la producción extra fue necesario obtener los precios sin IVA (impuesto al valor agregado) de los envases que se manufacturan en cada una de las máquinas, debido a que cada máquina puede trabajar con varias presentaciones de envases se trabajó con precios promedio para cada una de las máquinas, dando como resultado la siguiente tabla de precios:

Tabla 52: Precio de venta promedio por máquina.

Precios de venta promedio por máquinas		
Precio de venta prom. S-1	Q1,418.85	Millar
Precio de venta prom. S-3	Q863.55	Millar
Precio de venta prom. S-7	Q866.29	Millar
Precio de venta prom. S-15	Q677.91	Millar
Precio de venta prom. S-16	Q679.89	Millar
Precio de venta prom. S-18	Q679.89	Millar
Precio de venta prom. S-17	Q2,984.25	Millar
Precio de venta prom. S-23	Q2,966.11	Millar
Precio de venta prom. S-20	Q566.19	Millar
Precio de venta prom. S-21	Q605.98	Millar

Como se puede apreciar en la tabla anterior los precios por millar de cada máquina no varían en una gran cantidad, esto se debe a que estas máquinas pueden trabajar con las mismas presentaciones que las otras máquinas de sus grupos correspondientes, sin embargo las variaciones que ocurren se deben a que algunas de estas máquinas trabajan con más moldes y algunas de estas máquinas tiene la posibilidad de trabajar con otras resinas que son más costosas los que tiene una repercusión en el precio de venta del producto.

D. Reducciones de tiempos proyectados

Estas reducciones vienen como resultado de los estudios de tiempos que se realizaron en el análisis de las condiciones actuales, se obtuvo un nivel de ahorro por grupo de máquinas, estos niveles de ahorro fueron:

Tabla 53: Tabla de porcentaje de ahorros proyectados.

Ahorros de tiempos proyectados	
Grupo # 1:	36%
Grupo # 2:	18%
Grupo # 3:	20%
Grupo # 4:	17%

Para proyectar un nivel de reducción de tiempo más apegado a la realidad se utilizaron los cambios realizados el año 2012 y sobre estos se proyectaron los ahorros de tiempo. Si se desea ver el listado de cambios realizados por máquina favor ver: Anexos-proyección de ahorro de tiempos.

E. Inversión Inicial

La inversión inicial corresponde a la herramienta para los kits de cambio, a los suministros para los kits de suministros, adicional a esto incluyeron los equipos necesarios para llevar a cabo la implementación del programa de 5's donde se utilizaran rótulos con el nombre de la máquina para los tramos de los racks, las placas de identificación de moldes y las tarimas especiales para los moldes de soplado, por último se tomó en consideración la compra de una grúa especial con capacidad de una tonelada que ayudara a realizar los cambios de molde de una manera más segura y eficiente.

Todos estos artículos fueron cotizados y comprados, el monto total de la inversión fue de Q100, 695.10. A continuación se muestra un listado del todo el equipo y suministros adquiridos:

Tabla 54: Inversión inicial (Herramienta).

Inversión Inicial (Herramienta)				
No.	Cantidad	Equipo	Precio Unitario	Total
1	10	Juegos Llaves Allen (1.5mm - 10mm)	Q142.00	Q1,420.00
2	2	Juegos Llaves Allen (1/16 plg - 3-8 plg)	Q111.00	Q222.00
3	2	Allen 12mm	Q75.00	Q150.00
4	3	Allen 14mm	Q105.00	Q315.00
5	1	Allen 17mm	Q170.00	Q170.00
6	1	Llaves Allen 3/4 plg o 19mm	Q265.00	Q265.00
7	3	Allen 5mm con mango en forma T	Q38.00	Q114.00
8	3	Allen 6mm con mango en forma T	Q40.00	Q120.00
9	2	Juegos de llaves Cola-corona en pulgadas (1/4 plg - 1 plg)	Q431.00	Q862.00
10	4	Cola-corona 3/4	Q57.00	Q228.00
11	3	Cola-corona 9/16	Q34.00	Q102.00
12	2	Cola-corona 11/16	Q48.00	Q96.00
13	3	Cola-corona 7/8	Q70.00	Q210.00
14	3	Cola-corona 1 y 1/2	Q278.00	Q834.00
15	4	Cola-corona 1 y 3/8 o 35mm	Q245.00	Q980.00
16	1	Juegos de llaves Cola-corona en milímetros (6-24)	Q578.00	Q578.00

Continuación tabla 54

Inversión Inicial (Herramienta)				
No.	Cantidad	Equipo	Precio Unitario	Total
17	1	Llave Cola-corona 6mm	Q20.00	Q20.00
18	1	Llave Cola-corona 8mm	Q23.00	Q23.00
19	1	Llave Cola-corona 9mm	Q24.00	Q24.00
20	4	Llave Cola-corona 10mm	Q26.00	Q104.00
21	1	Llave Cola-corona 12mm	Q28.00	Q28.00
22	3	Llave Cola-corona 13mm	Q30.00	Q90.00
23	3	Llave Cola-corona 14mm	Q32.00	Q96.00
24	1	Llave Cola-corona 15mm	Q36.00	Q36.00
25	2	Llave Cola-corona 17mm	Q44.00	Q88.00
26	3	Llave Cola-corona 19mm	Q54.00	Q162.00
27	2	Llave Cola-corona 24mm	Q76.00	Q152.00
28	2	Llaves Cola-corona 27mm	Q94.00	Q188.00
29	3	Llaves Cola-corona 28mm	Q99.00	Q297.00
30	1	Cola-corona 30mm	Q121.00	Q121.00
31	1	Cola-corona 32mm	Q126.00	Q126.00
32	2	Cola-corona 36mm	Q200.00	Q400.00
33	1	Llave doble cola 50mm - 55mm	Q392.00	Q392.00
34	3	Ratchet	Q195.00	Q585.00
35	3	Extensión para Ratchet	Q48.00	Q144.00
36	3	Maneral 1/2	Q189.00	Q567.00
37	5	Copa 24mm	Q45.00	Q225.00
38	1	Copa -Allen 10mm	Q50.00	Q50.00
39	3	Copa -Allen 10mm larga	Q60.00	Q180.00
40	1	Copa-Allen 14mm	Q56.00	Q56.00
41	2	Vais Grip	Q147.00	Q294.00
42	6	Alicate para Arandelas Rectas de Cierre.	Q286.00	Q1,716.00
43	4	Llave Sujetadoras de Pines con Perno Redondo.	Q474.00	Q1,896.00
44	6	Martillos de goma	Q14.65	Q87.90
45	2	Juegos de desatornilladores.	Q315.00	Q630.00
46	2	Desarmador de castigadera	Q56.00	Q112.00
47	4	Caja de herramienta metálica	Q710.00	Q2,840.00
			Total:	Q18,395.90

Tabla 55: Inversión inicial (Suministros)

Inversión Inicial (Suministros)				
No.	Cantidad	Equipo	Precio Unitario	Total
1	4	Caja de herramienta plástica	Q150.00	Q600.00
2	4	Organizadores plásticos	Q23.00	Q92.00
3	8	Candados Laminados	Q30.00	Q240.00
4	50	Empaques para Pines de Soplado (O-Ring) 8mm x 1mm	Q2.00	Q100.00
5	50	Empaques para Pines de Soplado (O-Ring) 13mm x 1.5mm	Q2.50	Q125.00
6	50	Empaques para Pines de Soplado (O-Ring) 14mm x 2mm	Q2.50	Q125.00
7	50	Empaques para Pines de Soplado (O-Ring) 11mm x 1mm	Q6.00	Q300.00
8	50	Empaques para Pines de Soplado (O-Ring) 13mm x 2mm	Q2.50	Q125.00
9	50	Empaques para Pines de Soplado (O-Ring) 15mm x 2mm	Q3.00	Q150.00
10	50	Empaques para Pines de Soplado (O-Ring) 23mm x 2mm	Q4.00	Q200.00

Continuación tabla 55

Inversión Inicial (Suministros)				
No.	Cantidad	Equipo	Precio Unitario	Total
11	24	Abrazaderas 1/4 plg a 5/8 plg.	Q1.92	Q46.08
12	24	Abrazaderas 7/16 plg a 1plg.	Q2.63	Q63.12
13	24	Abrazaderas 1 plg a 2 plg.	Q2.97	Q71.28
14	4	Cepillos de Latón Pequeño	Q12.29	Q49.16
15	4	Cepillos de Latón Mediano	Q45.36	Q181.44
16	4	Cepillos de Latón Grande	Q50.40	Q201.60
17	1	Tubo de Cobre Diámetro de 3/8 plg	Q169.93	Q169.93
18	1	Tubo de Cobre Diámetro de 1/2 plg	Q264.71	Q264.71
19	1	Tubo de Cobre Diámetro de 5/8 plg	Q375.08	Q375.08
20	100	Roldanas M6	Q0.09	Q9.00
21	100	Roldanas M8	Q0.21	Q21.00
22	1	Washas M6	Q10.05	Q10.05
23	1	Washas M8	Q10.40	Q10.40
24	60	Pashte Scotch-Brite Tipo A Fino Para Lijado Manual	Q5.46	Q327.60
25	4	Spay Lubricante (Ici Drill)	Q66.70	Q266.80
26	4	Pasta Lubricante de Grafito Para Alta Temperatura	Q291.20	Q1,164.80
27	4	Silicón para Alta Temperatura (Loc Tite)	Q55.00	Q220.00
28	4	Sellador de Tornillos (Loc Tite)	Q158.50	Q634.00
29	10	Teflón	Q3.17	Q31.70
30	6	Cinta Scotch de Aislar Para Alta Temperatura.	Q105.00	Q630.00
31	8	Masquin Tape Blanco (1 plg)	Q7.60	Q60.80
32	10	Guantes para Alta temperatura para Utensilios en Seco.	Q195.00	Q1,950.00
			Total:	Q8,815.55

Tabla 56: Inversión inicial (Otros).

Inversión Inicial (Otros)				
No.	Cantidad	Equipo	Precio Unitario	Total
1	15	Tarimas tipo polín de 34 1/2" x 48" fabricadas en pino impregnado.	Q500.82	Q7,512.30
2	50	Plaquitas de identificación de moldes de soplado en aluminio	Q105.00	Q5,250.00
3	1	Grúa capacidad de 1 tonelada.	Q46,068.91	Q46,068.91
4	1	Flete Grúa.	Q11,712.44	Q11,712.44
5	30	Rótulos de PVC (19cm x 12.5cm)	Q98.00	Q2,940.00
			Total:	Q73,483.65

Si se desea ver las cotizaciones realizadas favor ver: Anexos-cotizaciones.

F. Flujos de efectivo proyectados

Cómo se mencionó anteriormente la vida del proyecto se pretende que sea de 12 meses, antes de realizar la evaluación final y decidir cuál será la mejor decisión de inversión para la empresa. Se realizaron flujos de efectivos proyectados en donde se muestra el ahorro de tiempo y el incremento en las utilidades esperadas por mes para cada una de las máquinas.

Para la tasa del impuesto del ISR se tomó como el 5% sobre los ingresos en lugar del 31% sobre las utilidades, ya que el 31% sobre utilidades incrementa nuestro pago del impuesto lo que hace disminuir nuestras utilidades. A continuación se muestran las utilidades generadas por cada una de las máquinas analizadas:

Tabla 57: Utilidades proyectadas máquina S-1.

Máquina S-1								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	2	9.15	3.29	Q126.02	Q703.74	Q654.51	Q74.21	Q706.31
Febrero	2	7.20	2.59	Q99.16	Q553.76	Q515.02	Q58.40	Q555.79
Marzo	1	5.00	1.80	Q68.86	Q384.56	Q357.65	Q40.55	Q385.96
Abril	3	11.45	4.12	Q157.69	Q880.64	Q819.03	Q92.87	Q883.85
Mayo	2	10.48	3.77	Q144.38	Q806.29	Q749.88	Q85.03	Q809.24
Junio	3	12.33	4.44	Q169.86	Q948.58	Q882.21	Q100.03	Q952.04
Julio	8	29.20	10.51	Q402.16	Q2,245.82	Q2,088.70	Q236.83	Q2,254.02
Agosto	6	16.72	6.02	Q230.23	Q1,285.70	Q1,195.76	Q135.58	Q1,290.40
Septiembre	4	10.73	3.86	Q147.82	Q825.52	Q767.76	Q87.06	Q828.53
Octubre	6	10.92	3.93	Q150.35	Q839.62	Q780.88	Q88.54	Q842.69
Noviembre	6	12.02	4.33	Q165.50	Q924.22	Q859.56	Q97.46	Q927.60
Diciembre	5	12.02	4.33	Q165.50	Q924.22	Q859.56	Q97.46	Q927.60

Tabla 58: Utilidades proyectadas máquina S-3.

Máquina S-3								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	5	30.73	11.06	Q518.30	Q3,222.30	Q3,267.43	Q350.40	Q3,435.33
Febrero	7	42.08	15.15	Q709.72	Q4,412.31	Q4,474.11	Q479.81	Q4,704.02
Marzo	7	31.90	11.48	Q537.98	Q3,344.62	Q3,391.46	Q363.70	Q3,565.74
Abril	6	26.58	9.57	Q448.32	Q2,787.18	Q2,826.22	Q303.09	Q2,971.45
Mayo	4	24.55	8.84	Q414.02	Q2,573.99	Q2,610.04	Q279.90	Q2,744.17
Junio	7	31.00	11.16	Q522.80	Q3,250.26	Q3,295.78	Q353.44	Q3,465.14
Julio	6	30.42	10.95	Q513.02	Q3,189.45	Q3,234.11	Q346.83	Q3,400.31
Agosto	8	35.83	12.90	Q604.31	Q3,757.02	Q3,809.64	Q408.55	Q4,005.40
Septiembre	4	14.00	5.04	Q236.10	Q1,467.86	Q1,488.42	Q159.62	Q1,564.90
Octubre	5	24.72	8.90	Q416.84	Q2,591.47	Q2,627.76	Q281.80	Q2,762.79
Noviembre	6	27.57	9.92	Q464.90	Q2,890.28	Q2,930.76	Q314.30	Q3,081.36
Diciembre	4	17.68	6.37	Q298.22	Q1,854.04	Q1,880.01	Q201.61	Q1,976.62

Tabla 59: Utilidades proyectadas máquina S-7.

Máquina S-7								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	2	14.72	5.30	Q229.99	Q1,560.70	Q1,612.90	Q170.18	Q1,672.71
Febrero	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Marzo	4	13.28	4.78	Q207.54	Q1,408.34	Q1,455.45	Q153.57	Q1,509.42
Abril	4	14.88	5.36	Q232.59	Q1,578.38	Q1,631.17	Q172.11	Q1,691.65
Mayo	5	33.03	11.89	Q516.24	Q3,503.19	Q3,620.35	Q381.99	Q3,754.60
Junio	4	21.27	7.66	Q332.35	Q2,255.33	Q2,330.76	Q245.92	Q2,417.19
Julio	1	3.18	1.15	Q49.75	Q337.59	Q348.88	Q36.81	Q361.82
Agosto	5	22.42	8.07	Q350.32	Q2,377.29	Q2,456.80	Q259.22	Q2,547.90
Septiembre	4	16.60	5.98	Q259.42	Q1,760.43	Q1,819.31	Q191.96	Q1,886.77
Octubre	3	28.75	10.35	Q449.30	Q3,048.94	Q3,150.91	Q332.46	Q3,267.75
Noviembre	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Diciembre	2	10.58	3.81	Q165.39	Q1,122.36	Q1,159.90	Q122.38	Q1,202.91

Tabla 60. Utilidades proyectadas máquina S-15.

Máquina S-15								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	1	7.00	1.26	Q105.07	Q1,261.11	Q1,135.96	Q125.11	Q1,115.92
Febrero	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Marzo	4	13.03	2.35	Q195.62	Q2,348.07	Q2,115.06	Q232.94	Q2,077.74
Abril	3	9.95	1.79	Q149.34	Q1,792.58	Q1,614.69	Q177.83	Q1,586.20
Mayo	3	13.50	2.43	Q202.68	Q2,432.74	Q2,191.33	Q241.34	Q2,152.67
Junio	2	7.07	1.27	Q106.07	Q1,273.12	Q1,146.78	Q126.30	Q1,126.55
Julio	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Agosto	2	6.27	1.13	Q94.06	Q1,129.00	Q1,016.96	Q112.00	Q999.02
Septiembre	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Octubre	1	4.50	0.81	Q67.54	Q810.71	Q730.26	Q80.43	Q717.38
Noviembre	1	3.00	0.54	Q45.03	Q540.48	Q486.84	Q53.62	Q478.25
Diciembre	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00

Tabla 61: Utilidades proyectadas máquina S-16.

Máquina S-16								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Febrero	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Marzo	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Abril	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Mayo	1	4.77	0.86	Q68.60	Q704.20	Q986.41	Q87.96	Q967.04
Junio	1	3.00	0.54	Q43.17	Q443.20	Q620.82	Q55.36	Q608.63
Julio	2	8.50	1.53	Q122.32	Q1,255.73	Q1,758.98	Q156.85	Q1,724.45
Agosto	4	17.63	3.17	Q253.76	Q2,605.03	Q3,649.01	Q325.39	Q3,577.38
Septiembre	1	3.00	0.54	Q43.17	Q443.20	Q620.82	Q55.36	Q608.63
Octubre	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Noviembre	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Diciembre	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00

Tabla 62: Utilidades proyectadas máquina S-18.

Máquina S-18								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	3	15.85	2.85	Q228.10	Q2,351.65	Q3,291.19	Q293.55	Q3,225.74
Febrero	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Marzo	3	19.40	3.49	Q279.18	Q2,878.36	Q4,028.33	Q359.29	Q3,948.22
Abril	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Mayo	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Junio	2	13.00	2.34	Q187.08	Q1,928.80	Q2,699.40	Q240.76	Q2,645.71
Julio	5	21.25	3.83	Q305.81	Q3,152.85	Q4,412.47	Q393.56	Q4,324.72
Agosto	3	14.00	2.52	Q201.47	Q2,077.17	Q2,907.04	Q259.28	Q2,849.23
Septiembre	3	14.52	2.61	Q208.91	Q2,153.83	Q3,014.33	Q268.85	Q2,954.38
Octubre	2	7.32	1.32	Q105.29	Q1,085.57	Q1,519.28	Q135.51	Q1,489.06
Noviembre	1	4.50	0.81	Q64.76	Q667.66	Q934.41	Q83.34	Q915.82
Diciembre	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00

Tabla 63: Utilidades proyectadas máquina S-17.

Máquina S-17								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	5	19.70	3.94	Q328.54	Q2,545.27	Q1,703.52	Q228.87	Q1,803.19
Febrero	4	14.94	2.99	Q249.15	Q1,930.27	Q1,291.91	Q173.57	Q1,367.50
Marzo	7	25.48	5.10	Q424.99	Q3,292.49	Q2,203.62	Q296.05	Q2,332.55
Abril	5	20.80	4.16	Q346.94	Q2,687.83	Q1,798.93	Q241.68	Q1,904.18
Mayo	3	12.97	2.59	Q216.25	Q1,675.32	Q1,121.27	Q150.64	Q1,186.87
Junio	2	10.67	2.13	Q177.94	Q1,378.58	Q922.67	Q123.96	Q976.65
Julio	1	4.00	0.80	Q66.71	Q516.81	Q345.89	Q46.47	Q366.13
Agosto	5	25.68	5.14	Q428.32	Q3,318.33	Q2,220.92	Q298.38	Q2,330.86
Septiembre	2	5.78	1.16	Q96.39	Q746.79	Q499.81	Q67.15	Q529.06
Octubre	5	20.01	4.00	Q333.71	Q2,585.33	Q1,730.33	Q232.47	Q1,831.57
Noviembre	4	10.61	2.12	Q176.94	Q1,370.83	Q917.48	Q123.26	Q971.16
Diciembre	2	4.93	0.99	Q82.22	Q636.96	Q426.31	Q57.27	Q451.26

Tabla 64: Utilidades proyectadas máquina S-23.

Máquina S-23								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	2	12.88	2.58	Q206.00	Q1,747.80	Q790.94	Q137.24	Q859.71
Febrero	2	17.62	3.52	Q281.69	Q2,389.94	Q1,081.54	Q187.66	Q1,175.57
Marzo	0	0.00	0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00
Abril	4	18.10	3.62	Q289.42	Q2,455.51	Q1,111.21	Q192.81	Q1,207.82
Mayo	3	19.33	3.87	Q309.14	Q2,622.83	Q1,186.93	Q205.94	Q1,290.12
Junio	1	5.00	1.00	Q79.95	Q678.32	Q306.96	Q53.26	Q333.65
Julio	1	6.63	1.33	Q106.07	Q899.90	Q407.24	Q70.66	Q442.65
Agosto	2	13.48	2.70	Q215.60	Q1,829.20	Q827.78	Q143.63	Q899.75
Septiembre	1	6.78	1.36	Q108.46	Q920.25	Q416.45	Q72.26	Q452.65
Octubre	2	10.73	2.15	Q171.62	Q1,456.12	Q658.95	Q114.33	Q716.24
Noviembre	2	10.10	2.02	Q161.50	Q1,370.20	Q620.07	Q107.59	Q673.98
Diciembre	1	7.30	1.46	Q116.73	Q990.34	Q448.17	Q77.76	Q487.13

Tabla 65: Utilidades proyectadas máquina S-20.

Máquina S-20								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	1	5.00	0.85	Q60.66	Q815.40	Q702.71	Q78.94	Q684.43
Febrero	3	19.67	3.34	Q238.58	Q3,207.23	Q2,763.99	Q310.49	Q2,692.09
Marzo	2	12.30	2.09	Q149.21	Q2,005.88	Q1,728.67	Q194.19	Q1,683.69
Abril	2	8.00	1.36	Q97.05	Q1,304.64	Q1,124.34	Q126.30	Q1,095.09
Mayo	3	15.17	2.58	Q183.99	Q2,473.37	Q2,131.56	Q239.45	Q2,076.10
Junio	1	4.75	0.81	Q57.62	Q774.63	Q667.57	Q74.99	Q650.21
Julio	1	6.00	1.02	Q72.79	Q978.48	Q843.25	Q94.73	Q821.31
Agosto	3	14.68	2.50	Q178.13	Q2,394.55	Q2,063.63	Q231.82	Q2,009.94
Septiembre	3	19.87	3.38	Q241.01	Q3,239.85	Q2,792.10	Q313.65	Q2,719.46
Octubre	3	14.93	2.54	Q181.16	Q2,435.32	Q2,098.76	Q235.76	Q2,044.16
Noviembre	3	13.37	2.27	Q162.15	Q2,179.83	Q1,878.58	Q211.03	Q1,829.71
Diciembre	2	10.30	1.75	Q124.95	Q1,679.72	Q1,447.58	Q162.61	Q1,409.92

Tabla 66: Utilidades proyectadas máquina S-21.

Máquina S-21								
Mes	Cambios (Proyectados)	Horas de Cambio Total	Ahorro Proyectado (Hrs)	Ahorro en Tiempo de Cambios	Costo por Producción Extra	Ganancia por Producción Extra	Impuestos (5%)	Utilidades
Enero	3	8.78	1.49	Q111.68	Q1,447.50	Q1,454.40	Q150.68	Q1,415.40
Febrero	3	14.12	2.40	Q179.50	Q2,326.44	Q2,337.53	Q242.17	Q2,274.85
Marzo	2	15.62	2.65	Q198.57	Q2,573.64	Q2,585.91	Q267.91	Q2,516.57
Abril	4	21.30	3.62	Q270.84	Q3,510.26	Q3,526.99	Q365.40	Q3,432.42
Mayo	4	20.00	3.40	Q254.31	Q3,296.02	Q3,311.73	Q343.10	Q3,222.93
Junio	3	15.80	2.69	Q200.90	Q2,603.85	Q2,616.27	Q271.05	Q2,546.12
Julio	2	9.05	1.54	Q115.07	Q1,491.45	Q1,498.56	Q155.25	Q1,458.38
Agosto	4	22.82	3.88	Q290.12	Q3,760.21	Q3,778.13	Q391.42	Q3,676.83
Septiembre	2	11.03	1.88	Q140.29	Q1,818.30	Q1,826.97	Q189.28	Q1,777.98
Octubre	2	11.37	1.93	Q144.53	Q1,873.24	Q1,882.17	Q195.00	Q1,831.70
Noviembre	2	10.00	1.70	Q127.15	Q1,648.01	Q1,655.86	Q171.55	Q1,611.47
Diciembre	3	13.13	2.23	Q166.99	Q2,164.38	Q2,174.70	Q225.30	Q2,116.39

Esto nos ayudó a obtener el flujo de efectivo proyectado mensual obtenido por la implementación del proyecto, que nos ayudará a realizar cada uno de los análisis posteriores. A continuación se muestra el flujo de efectivo mensual obtenido:

Tabla 67: Flujo de efectivo proyectado.

Meses	0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
FE	-Q100,695.10	Q14,918.74	Q12,769.81	Q18,019.90	Q14,772.67	Q18,203.74	Q15,721.89

Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q15,153.79	Q24,206.71	Q13,322.37	Q15,503.34	Q10,489.35	Q8,571.83

Con los factores anteriores fue posible calcular un TMAR anual de 13.60%. Debido a que esta es una tasa que se capitaliza anual y nuestra TIR es una tasa capitalizable mensual, es necesario transformar la TMAR anual a una tasa mensual para poder ser comparada con la TIR del proyecto. Al transformar la TMAR se obtiene una tasa de 1.07% capitalizable mensual. Ahora al tener nuestra TMAR ya es posible hacer la comparación con la TIR del proyecto, se obtuvo que nuestra TIR de 10.89% es mayor que la TMAR del 1.07%, con esto se define que el proyecto es rentable y por lo tanto se acepta la inversión de dicho proyecto.

H. Valor Presente Neto (VPN) y Período de Recuperación (NPER)

El otro de los criterios de aprobación a utilizar es el valor presente neto del proyecto. Este nos permite determinar, si es mayor que cero, que la empresa tendrá un incremento equivalente al monto del VPN, y si llegara a ser negativo indicaría que la empresa perdería en lugar de obtener alguna ganancia, por lo cual con un valor negativo se descarta el proyecto. Ahora bien si el valor es igual a cero, el VPN dice que la empresa no ganará pero tampoco perderá algún monto de dinero.

Para realizar este análisis se necesita traer todo el flujo de efectivo al presente, es decir al mes actual o mes cero. El valor del flujo obtenido por el VPN es de Q 69,417.45, lo que demuestra una vez más que el proyecto es rentable y debe ser aceptado.

Además de esto se calculó el período de recuperación de la inversión, para esto se tomó el flujo de efectivo y se calcularon los valores presentes para cada uno de los meses hasta ver que se recupera la inversión inicial, el cálculo se muestra a continuación:

Tabla 69: Período de recuperación (NPER).

Meses	0	1	2	3	4	5	6
FEDI	-Q100,695.10	Q14,918.74	Q12,769.81	Q18,019.90	Q14,772.67	Q18,203.74	Q15,721.89
VPN	-Q100,695.10	(Q85,776.35)	(Q73,006.55)	(Q54,986.65)	(Q40,213.97)	(Q22,010.24)	(Q6,288.35)

	7	8	9	10	11	12
	Q15,153.79	Q24,206.71	Q13,322.37	Q15,503.34	Q10,489.35	Q8,571.83
	Q8,865.44	Q33,072.15	Q46,394.52	Q61,897.86	Q72,387.21	Q80,959.03

Gráfico 27: Período de recuperación (NPER).



Esto nos indica que se estará recuperando la inversión en los primeros seis meses.

I. Análisis de sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad se tomó en cuenta aquellas variables del proyecto que más pueden afectar el resultado económico del mismo. En primer lugar se tomó el costo de la materia prima como un factor que podría afectar si el proyecto es viable o no, esto debido a que esto podría variar nuestros costos de fabricación afectando directamente nuestras utilidades. Luego se tomó como otra variable que podría afectar el resultado del proyecto, el nivel de ahorro proyectado, esto debido a que siempre existe cierta incertidumbre de si se llegaran a dar los ahorros que se proyectaron o ser menores de lo esperado.

Para realizar el análisis de sensibilidad se definió el rango de variación de las variables desde -10% hasta un 10%, lo que demostrará la sensibilidad que tendrá el valor presente neto del proyecto y la tasa interna de retorno tomando en cuenta las variables mencionadas anteriormente.

La siguiente tabla muestra el comportamiento del Valor Presente Neto con las variaciones realizadas.

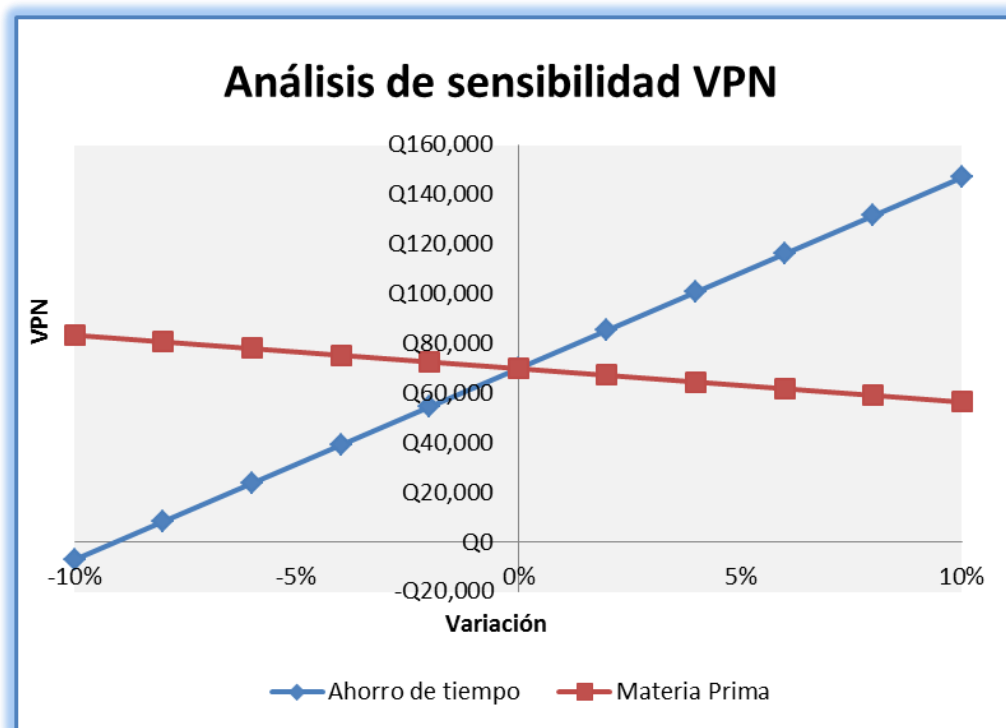
Tabla 70: Análisis de sensibilidad para la VPN.

		Proyección de ahorro de tiempo										
		-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Materia Prima	-10%	Q3	Q16,581	Q33,160	Q49,738	Q66,316	Q82,895	Q99,473	Q116,051	Q132,629	Q149,208	Q165,786
	-8%	-Q1,444	Q14,885	Q31,214	Q47,542	Q63,871	Q80,199	Q96,528	Q112,856	Q129,185	Q145,513	Q161,842
	-6%	-Q2,890	Q13,189	Q29,267	Q45,346	Q61,425	Q77,504	Q93,583	Q109,661	Q125,740	Q141,819	Q157,898
	-4%	-Q4,337	Q11,492	Q27,321	Q43,150	Q58,979	Q74,808	Q90,637	Q106,466	Q122,296	Q138,125	Q153,954
	-2%	-Q5,784	Q9,796	Q25,375	Q40,954	Q56,534	Q72,113	Q87,692	Q103,272	Q118,851	Q134,430	Q150,010
	0%	-Q7,231	Q8,099	Q23,429	Q38,758	Q54,088	Q69,417	Q84,747	Q100,077	Q115,406	Q130,736	Q146,065
	2%	-Q8,677	Q6,403	Q21,482	Q36,562	Q51,642	Q66,722	Q81,802	Q96,882	Q111,962	Q127,041	Q142,121
	4%	-Q10,124	Q4,706	Q19,536	Q34,366	Q49,196	Q64,027	Q78,857	Q93,687	Q108,517	Q123,347	Q138,177
	6%	-Q11,571	Q3,010	Q17,590	Q32,170	Q46,751	Q61,331	Q75,912	Q90,492	Q105,072	Q119,653	Q134,233
	8%	-Q13,017	Q1,313	Q15,644	Q29,974	Q44,305	Q58,636	Q72,966	Q87,297	Q101,628	Q115,958	Q130,289
	10%	-Q14,464	-Q383	Q13,698	Q27,778	Q41,859	Q55,940	Q70,021	Q84,102	Q98,183	Q112,264	Q126,345

En la tabla anterior se muestran los valores presentes para cada una de las variaciones realizadas, como se puede apreciar se variaron los dos aspectos (materia prima y ahorro de tiempo) de manera simultánea, esto nos permite tener información más detallada de que pasaría se diera algún escenario en específico, además de que nos muestra cual es nuestro valor presente máximo (cuando el costo de la materia prima baja un 10% y el ahorro de tiempo se incrementa en un 10%, dándonos un valor presente de Q165,786.00) y el mínimo (cuando el costos de la materia prima crece en un 10% y el ahorro de tiempo se reduce en un 10%, dándonos un valor presente de -Q14,464.00) para el proyecto.

Es interesante mencionar que la variable de ahorro de tiempo proyectado tiene una mayor incidencia en el Valor Presente Neto del proyecto que la variable de costo de materia prima, esto se ve reflejado en la gráfica siguiente donde se puede apreciar que la recta de la variable tiempo de ahorro proyectado tiene una mayor pendiente que la de costo de materia prima.

Gráfico 28: Análisis de sensibilidad VPN.



En el gráfico anterior se observa que la variación del valor presente neto depende más de la variable de ahorro de tiempo, como se mencionó anteriormente. También se puede apreciar que la materia prima necesitaría tener fluctuaciones muy grandes para llegar a afectar considerablemente la rentabilidad del proyecto.

El segundo análisis de sensibilidad se realizó para observar cómo afecta y varía la TIR cuando se modifican los valores de las variables influyentes.

La siguiente tabla muestra los cambios que podría sufrir la TIR con las variaciones de los dos aspectos influyentes:

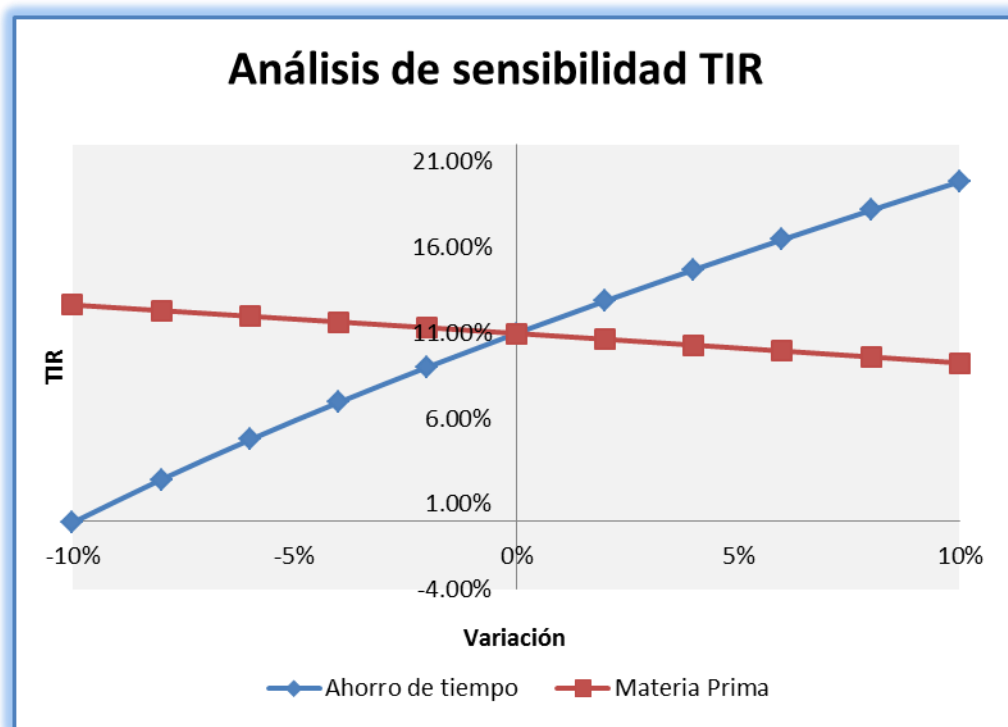
Tabla 71: Análisis de sensibilidad TIR

		Proyección de ahorro de tiempo										
		-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Materia Prima	-10%	1.07%	3.67%	6.09%	8.35%	10.50%	12.56%	14.53%	16.44%	18.29%	20.10%	21.86%
	-8%	0.83%	3.42%	5.81%	8.06%	10.19%	12.23%	14.19%	16.08%	17.91%	19.70%	21.44%
	-6%	0.59%	3.16%	5.53%	7.76%	9.88%	11.90%	13.84%	15.71%	17.53%	19.29%	21.02%
	-4%	0.35%	2.90%	5.25%	7.47%	9.56%	11.56%	13.48%	15.34%	17.14%	18.89%	20.59%
	-2%	0.11%	2.63%	4.97%	7.17%	9.24%	11.23%	13.13%	14.97%	16.75%	18.48%	20.17%
	0%	-0.14%	2.37%	4.69%	6.86%	8.92%	10.89%	12.77%	14.59%	16.36%	18.07%	19.74%
	2%	-0.39%	2.10%	4.40%	6.56%	8.60%	10.55%	12.42%	14.22%	15.96%	17.66%	19.31%
	4%	-0.64%	1.83%	4.11%	6.25%	8.28%	10.20%	12.05%	13.84%	15.57%	17.24%	18.88%
	6%	-0.89%	1.56%	3.82%	5.94%	7.95%	9.86%	11.69%	13.46%	15.17%	16.83%	18.44%
	8%	-1.15%	1.28%	3.53%	5.63%	7.62%	9.51%	11.32%	13.07%	14.76%	16.41%	18.01%
	10%	-1.41%	1.01%	3.23%	5.32%	7.29%	9.16%	10.96%	12.69%	14.36%	15.98%	17.57%

En el análisis de sensibilidad de la TIR se puede observar la variación que tiene la tasa interna de retorno conforme cambian las variables. Es importante notar que de igual manera que con el análisis de sensibilidad del valor presente neto, la variable de ahorro de tiempo es la más influyente en las variaciones de la rentabilidad del proyecto.

En el siguiente gráfico se presenta el análisis de sensibilidad para la TIR, en donde se aprecia la variación de una mejor forma.

Gráfico 29: Análisis de sensibilidad TIR.



El gráfico anterior nos permite la visualización el impacto que ocasionan las variables sobre la TIR. En este se puede observar que las pendientes de las dos variables analizadas son diferentes, es decir una es negativa y la otra es positiva, esto nos indica estas variables tiene efectos opuestos sobre a TIR, esto se debe al enfoque que tiene las dos variables ya que una de ellas está enfocada en ahorros y otra en costos lo que implica que los efectos de estas variables son opuestos sobre la TIR.

Como resultado del análisis de sensibilidad obtuvimos que el proyecto es económicamente rentable hasta cierto punto donde las condiciones hacen que el proyecto ya no sea tan atractivo, en donde tenemos condiciones de un 10% de incremento en el costo de la materia prima y una disminución en la proyección de ahorro del 10%, y en el mejor de los casos se obtiene una TIR de 21.86% y un VPN de Q165,786.00.

VII. CONCLUSIONES

1. Respecto al objetivo general, se logró generar una propuesta que ayudara a reducir el tiempo de cambio de molde de las máquinas de extrusión sople, mejorando la eficiencia del proceso y reduciendo los costos implicados en el mismo, durante los análisis realizados y como se muestra en la información general del estudio de tiempos, el proceso de cambio de molde tiene en promedio 34% de tiempos muertos, aplicando las mejoras propuestas estos se logran reducir hasta un 12.66% del tiempo total de cambio.
2. Al implementar las mejoras propuestas al proceso de cambio de molde, se estima una reducción del 24% del tiempo que se necesita actualmente para dicha operación. Lo cual es muy cercano al objetivo propuesto de reducir dicho tiempo en un 25%.
3. Se realizó un estudio de tiempos en el cual se analizaron las actividades que se realizan en un cambio de molde, logrando identificar las principales ineficiencias del proceso. Luego se hicieron las propuestas necesarias para la solución de estas, tomando en consideración la opinión de los operarios, con el fin de lograr una mejor aceptación y que se puedan implementar más ágilmente.
4. En base a los datos recopilados se logró elaborar un procedimiento general para el proceso de cambio de molde, clasificando las operaciones del cambio en: Pre-Cambio, Cambio y Post-Cambio, además de proponer ayudas visuales (**Listados de equipo y herramental**) para que los operarios tengan un apoyo en el proceso de Pre-Cambio y Post-Cambio.
5. Debido a que los moldes dañados aumentan el tiempo de cambio, generando retrasos en el proceso de producción y además pueden ocasionar que el producto terminado no tenga la calidad requerida, se generó una propuesta para la mejora del almacenamiento de los moldes y herramental de las máquinas de extrusión sople basada en la metodología de las 5'S, con el objetivo de que esto ayude a reducir los tiempos de preparación y almacenamiento del equipo, a la vez que mejora la imagen general de planta y permite tener un mejor control.

6. Se elaboró una base de datos la cual servirá para almacenar la información del reporte de cambio de molde, esto ayudara a que los operarios tengan una mejor comunicación con la administración sobre cualquier aspecto de este proceso, a la vez estos reportes servirán para llevar un control y seguimiento, generando un reporte basado en el análisis de control estadísticos de procesos, ayudando a la mejora continua del mismo.
7. Se logró determinar que al utilizar el tiempo ahorrado en los cambios de molde se logra obtener una producción anual adicional con un valor estimado de Q 170,112.00, en las 10 máquinas analizadas en este estudio, lo cual se incrementaría al considerar el total de maquinaria con que cuenta la planta.
8. En las proyecciones de ahorro se espera ahorrar alrededor de 400 horas, estas horas pueden ser utilizadas no solo para generar un aumento en la producción de envases de la planta, sino que también puede ser utilizada como un *buffer* (amortiguar) que nos ayudaría a realizar algún mantenimiento del molde o de la máquina o para realizar pruebas a algún prototipo de envase, sin necesidad de atrasar los pedidos.
9. Estas mejoras en los tiempos de cambio de molde nos pueden ayudar de dos formas:
 - Para incrementar OEE y Productividad (manteniendo la frecuencia de cambio y tamaño de lotes).
 - Para reducir el stock en proceso (incrementamos la frecuencia de cambio y reducimos el tamaño de lotes).

Desde el punto de vista del Lean Manufacturing siempre nos interesará reducir el stock. Respecto al incremento del OEE y Productividad, su importancia será tanto mayor cuanto más justa sea nuestra capacidad para satisfacer la demanda del cliente.

10. El contar con cambios más veloces dentro de la industria de los plásticos, así como en cualquier otro tipo de industria, puede considerarse una ventaja competitiva debido a que constituye una reducción de costos y tiempos de producción dentro de las empresas, a la vez que genera una mejor capacidad de respuesta lo cual implica una mejor atención a los clientes. Además proporciona mayor versatilidad en la producción, lo cual puede permitir trabajar lotes más pequeños.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Luego de implementar toda las mejoras propuestas y que estas condiciones se estabilicen, realizar un estudio de las operaciones internas del proceso de cambio de molde, con el objetivo de buscar mejores proceso que nos ayuden a reducir aún más los tiempos de cambio de las máquinas de extrusión soplado.
2. Mientras sea necesario, no hay que dudar en volver a aplicar SMED, si bien tras la estabilización de la situación anterior.
3. Tratar de implementar más el control estadístico de proceso en otros aspectos de las planta, ya que esto ayudará a darle un mejor seguimiento a los procesos. Además de que nos permitirá utilizar índices de capacidad del proceso que nos ayudará a determinar si nuestros procesos están cumpliendo con las especificaciones esperadas.
4. Tratar de implementar 5's en toda la planta, ya que este no solo nos ayudará a mejorar la imagen de la misma sino que ayudará a que se cree un ambiente más ameno y seguro, además de que es uno de los principales y primeros aspectos de la manufactura lean.

IX. BIBLIOGRAFÍA

A. Referencias de libros:

Centro Empresarial del plástico S.A de C.V. (2000). "Enciclopedia de plásticos 2000", instituto mexicano del plástico industrial (IMPI), Tomo 3, Temas utilizados: Proceso de extrusión soplo.

Centro Empresarial del plástico S.A de C.V. (2000). "Enciclopedia de plásticos 2000", instituto mexicano del plástico industrial (IMPI), Tomo 4, Temas utilizados: Proceso de extrusión soplo.

Benjamín W. Niebel; Andris Freivalds. (2009). "Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseño del trabajo". Duodecima edición. Cengage Learning. 720 páginas. Temas Utilizados: Capitulo # 2 (Herramientas para la Solucion de problemas), Capitulo # 10 (Estudio de Tiempos), Capitulo # 11 (Calificación del desempeño y Holguras), Capitulo # 14 (Muestreo del Trabajo).

Jay L. Devore, (2008), "Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias", Séptima Edición, Mac Graw Hill, 586 páginas. Temas utilizados: Capítulo # 11 (Métodos de control de calidad).

B. Referencias de internet:

Anónimo. (s.f.). El Sistema (Single Minute Exchange of Die) SMED. En línea: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21920/Capitulo3.pdf>, fecha de acceso: 09/03/2013

Anónimo. (s.f.). ¿Qué es SMED?. En línea: <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>. Fecha de acceso: 11/02/2013

Anónimo. (s.f.), "Metodología de las 5S mayor productividad mejor lugar de trabajo". En línea: <http://www.euskalit.net/pdf/folleto2.pdf>. Fecha de acceso: 27/02/2013.

Anónimo. (2010). "Análisis de Sensibilidad. Capítulo 7, Análisis del Riesgo". En Línea: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/vazquez_r_d/capitulo7.pdf. Fecha de acceso: 06/03/2013.

Anónimo. (s.f.). "Análisis de sensibilidad". En línea: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/vazquez_r_d/capitulo7.pdf. Fecha de acceso: 09/03/2013.

Asturias Marta. (2010). "El Efecto Plástico: Caso Guatemala". En línea: http://www.url.edu.gt/PortalURL/Noticias/noticia_individual.aspx?n=635&s=8&c=11&nc=Actualidad. Fechas de acceso: 11/01/2013.

Byron Dardón Garzaro. (2011). "La industria nacional de plásticos crece". En línea: http://www.prensalibre.com/economia/industria-plasticos-crece_0_423557644.html. Fecha de acceso: 11/02/2013.

Carrillo Martínez Leopoldo. (2004). "Aplicación del análisis de sensibilidad en un proyecto empresarial como soporte a la toma de decisiones". En línea: <http://www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/proydddsleo.htm>. Fecha de acceso: 25/02/2013.

Cartes Mena Fernando. (2010). "Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre." En Línea: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2005/1/IN42A/2/material_docente/objeto/65765. Fecha de acceso: 07/03/2013

Damodaran Aswath. (2013). "Capital Pricing Asset Model (CPAM)" En Línea: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/>. Fecha de acceso: 03/04/2013

Damodaran Aswath. (2013). "Capital Pricing Asset Model (CPAM) Tablas Beta". En Línea: http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/totalbeta.html. Fecha de acceso: 03/04/2013

Damodaran Aswath. (2013). "Capital Pricing Asset Model (CPAM) Tazas de retornos esperada clasificadas por sectores". En Línea: http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/roe.html. Fecha de acceso: 03/04/2013

Domenech Roldán J. Manuel. (s.f.). "Diagrama de Pareto". En línea: http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama_de_Pareto.pdf. Fecha de acceso: 23/02/2013.

Gómez E. Giovanni. (2002). "Análisis de sensibilidad en proyectos financieros". En línea: <http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/34/sensibilidad.htm>. Fecha de acceso: 07/03/2013.

Ministerio de finanzas publicas Gobierno de Guatemala. (2012). "Inicio de la colocación de bonos del tesoro, ejercicio fiscal 2012". En Línea: http://www.minfin.gob.gt/comunicados/194-sp_comunicados_2012/1398-inicio-de-la-colocación-de-bonos-del-tesoro,-ejercicio-fiscal-2012.html. Fecha de acceso: 03/04/2013

MTM Ingenieros. (s.f.). "¿qué es SMED?". En línea: <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>. Fecha de Acceso: 09/03/2013

Prensa Libre. (2012). "Exportaciones de plásticos en Guatemala Subieron 14%". En línea: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/exportaciones-de-plastico-en-guatemala-subieron-14>. Fecha de acceso: 11/02/2013.

Ruiz Arturo; Rojas Falcó. (2006). "Control estadístico de procesos". En línea: <http://web.cortland.edu/matresearch/controlprocesos.pdf>. Fecha de acceso: 23/02/2013.

Vargas Rodríguez Héctor. (s.f.). "Manual de implementación programa 5'S". En línea: <http://isis.faces.ula.ve/computacion/emvi/libreria/2004/5s/2.pdf>. Fecha de acceso: 27/02/2013.

X. ANEXOS

A. Tabla de frecuencia de retrasos

No.	Causa del Retraso	Frecuencia	% Frecuencia	% Frecuencia AC
1	Un operador deja el lugar de trabajo para buscar herramienta (Llaves, tefión, cinta, abrazaderas).	128	25.65%	25.65%
2	El supervisor u otro operario ajeno al cambio distrae a los que realizan el cambio.	67	13.43%	39.08%
3	Un de los operarios deja el lugar de trabajo por un motivo no referente al cambio.	57	11.42%	50.50%
4	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta para la limpieza de las boquillas (guantes termicos, lubricante, crema limpiadora, pashte y cepillo de alambre).	31	6.21%	56.71%
5	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar grúa, tarimas, mulita, brazo cargador.	23	4.61%	61.32%
6	Uno de los operarios va a dejar el molde o molde de toma y trae el molde o el molde de toma que se va a poner.	22	4.41%	65.73%
7	Uno de los operarios realiza otro trabajo que no corresponde al cambio.	18	3.61%	69.34%
9	Conectores de agua en mal estado, deben ser cambiados.	16	3.21%	72.55%
8	El operario deja el lugar de trabajo para buscar las puntas o pines de soplado que se van a instalar.	16	3.21%	75.75%
10	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar el cargador del molde.	14	2.81%	78.56%
16	El operario fue a buscar empaques para los pines de soplado (por fugas de agua en el pin).	13	2.61%	81.16%
13	El operario deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta de extrusión que se van a instalar.	12	2.40%	83.57%
11	El operario deja el lugar de trabajo para buscar el carro para limpiar la herramienta de extrusión.	9	1.80%	85.37%
12	Mal instalación de las mangueras de agua.	8	1.60%	86.97%
14	El operario deja el lugar de trabajo para buscar un envase para ajustar el molde de toma.	5	1.00%	87.98%
21	Mal instalación del molde.	4	0.80%	88.78%
15	Desorden en el lugar de trabajo.	4	0.80%	89.58%
17	Pérdida de tiempo por molde incompleto (moldes que no cuentan con placa rápida)	3	0.60%	90.18%
20	El turno pasa no limpio bien las boquillas adecuadamente.	3	0.60%	90.78%
40	El operario deja el lugar de trabajo para buscar sus llaves para poder controlar la maquina.	3	0.60%	91.38%
18	Operación innecesaria (quitar una pieza que debe permanecer en la maquina).	3	0.60%	91.98%
19	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar sostenedores para los moldes (maderos).	3	0.60%	92.59%
23	El cambio no es prioridad los operarios dejan el cambio para realizar otras tareas.	2	0.40%	92.99%
28	Hay mucho producto terminado en el lugar de trabajo hay que estarlo moviendo por qué no deja espacio para trabajar.	2	0.40%	93.39%
27	El operario deja el lugar de trabajo para ayudar en otro maquina.	2	0.40%	93.79%
22	El operario no tiene mucho conocimiento para realizar el cambio.	2	0.40%	94.19%
29	Retraso por falta de identificación del agua para cuerpo, cuello y fondo del envase.	2	0.40%	94.59%
25	El operario deja el lugar de trabajo para buscar dado para las puntas.	2	0.40%	94.99%
26	El operario deja el lugar de trabajo para buscar soplete para limpiar restos de plástico en las roscas de las puntas o núcleos.	2	0.40%	95.39%
24	El operario buscar a alguien que le ayude a bajar los moldes.	2	0.40%	95.79%
42	El operario debe relevar el otra máquina el cambio se suspende.	1	0.20%	95.99%
38	Mal instalación de mangueras hidráulicas del cabezal, ocasionando un mal funcionamiento del Wk.	1	0.20%	96.19%
45	El troquel es muy grande y topa con el sujetador del molde de toma, se manda a taller para que lo reparen.	1	0.20%	96.39%
51	Operarios posponen el cambio mientras se realiza un cambio de cuellos.	1	0.20%	96.59%
39	La grúa de la maquina no funciona (S-4).	1	0.20%	96.79%
31	Fallas mecánicas o eléctricas de la maquina.	1	0.20%	96.99%
32	Mal instalación de las boquillas.	1	0.20%	97.19%
43	Mal colocación del molde de toma (no está señalizado).	1	0.20%	97.39%
33	CTA estaba arreglando un problema con las placas de calibración del molde y los operarios esperan a que terminen.	1	0.20%	97.60%
44	El molde de toma no se ajusta al envase.	1	0.20%	97.80%
48	El operario deja el lugar de trabajo para ayudar a buscar un molde que se extravió.	1	0.20%	98.00%
36	Algunas entradas de agua no tienen llaves de paso entonces hay que quitar las mangueras que no se necesitan y poner tapones.	1	0.20%	98.20%
34	Uno de los dados de los pines de soplado no permite realizar el centrado, se cambia por otro.	1	0.20%	98.40%
30	Operario deja el lugar de trabajo para buscar azas para los sensores de cierre del molde.	1	0.20%	98.60%
50	Operarios que realizan el cambio se distraen hablando entre ellos.	1	0.20%	98.80%

37	El operario deja el lugar de trabajo para buscar tapones para las salidas de aire de los pines que se quitaron (pasa de 2 cavidades a 1 cavidad).	1	0.20%	99.00%
47	El operario deja el lugar de trabajo para ir a dejar el molde a CTA.	1	0.20%	99.20%
49	El operario deja el lugar de trabajo para buscar manguera de aire.	1	0.20%	99.40%
35	El operario va a buscar ayuda para poder subir el mandril de las maquinas S-1, S-3, S-7	1	0.20%	99.60%
46	El operario deja el lugar de trabajo para buscar pasta roja para las boquillas.	1	0.20%	99.80%
41	El operario deja el lugar de trabajo para buscar conos.	1	0.20%	100.00%

B. Tabla de frecuencia de retrasos (De acuerdo a tiempos)

No.	Causa del Retraso	Frecuencia	T-Total	T-Promedio	% Total	% Total AC
1	Un operador deja el lugar de trabajo para buscar herramienta (Llaves, teflón, cinta, abrazaderas).	128	314	0.41	1.6%	16%
9	Conectores de agua en mal estado, deben ser cambiados.	16	136	0.12	7.08%	23.43%
16	El operario fue a buscar empaques para los pines de soplado (por fugas de agua en el pin).	13	113	0.12	5.88%	29.31%
2	El supervisor u otro operario ajeno al cambio distrae a los que realizan el cambio.	67	94	0.71	4.89%	34.20%
4	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta para la limpieza de las boquillas (guantes termicos, lubricante, crema limpiadora, pashte y cepillo de alambre).	31	90	0.34	4.69%	38.89%
21	Mal instalación del molde.	4	81	0.05	4.22%	43.10%
3	Un de los operarios deja el lugar de trabajo por un motivo no referente al cambio.	57	68	0.84	3.54%	46.64%
10	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar el cargador del molde.	14	66	0.21	3.44%	50.08%
8	El operario deja el lugar de trabajo para buscar las puntas o pines de soplado que se van a instalar.	16	65	0.25	3.38%	53.46%
5	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar grúa, tarimas, multa, brazo cargador.	23	57	0.40	2.97%	56.43%
7	Uno de los operarios realiza otro trabajo que no corresponde al cambio.	18	56	0.32	2.92%	59.34%
6	Uno de los operarios va a dejar el molde o molde de toma y trae el molde o el molde de toma que se va a poner.	22	51	0.43	2.65%	62.00%
13	El operario deja el lugar de trabajo para buscar la herramienta de extrusión que se van a instalar.	12	50	0.24	2.60%	64.60%
42	El operario debe relevar el otro máquina el cambio se suspende.	1	45	0.02	2.34%	66.94%
12	Mal instalación de las mangueras de agua.	8	43	0.19	2.24%	69.18%
38	Mal instalación de mangueras hidráulicas del cabezal, ocasionando un mal funcionamiento del Wk.	1	38	0.03	1.98%	71.16%
45	El troquel es muy grande y topa con el sujetador del molde de toma, se manda a taller para que lo reparen.	1	38	0.03	1.98%	73.14%
51	Operarios posponen el cambio mientras se realiza un cambio de cuellos.	1	37	0.03	1.93%	75.07%
39	La grúa de la maquina no funciona (S-4).	1	35	0.03	1.82%	76.89%
23	El cambio no es prioridad los operarios dejan el cambio para realizar otras tareas.	2	32	0.06	1.67%	78.55%
11	El operario deja el lugar de trabajo para buscar el carro para limpiar la herramienta de extrusión.	9	31	0.29	1.61%	80.17%
28	Hay mucho producto terminado en el lugar de trabajo hay que estarlo moviendo por qué no deja espacio para trabajar.	2	30	0.07	1.56%	81.73%
31	Fallas mecánicas o eléctricas de la maquina.	1	30	0.03	1.56%	83.29%
17	Pérdida de tiempo por molde incompleto (molde que no cuentan con placa rápida)	3	28	0.11	1.46%	84.75%
32	Mal instalación de las boquillas.	1	25	0.04	1.30%	86.05%
43	Mal colocación del molde de toma (no está señalizado).	1	25	0.04	1.30%	87.35%
33	CTA estaba arreglando un problema con las placas de calibración del molde y los operarios esperan a que terminen.	1	21	0.05	1.09%	88.44%
20	El turno pasa no limpio bien las boquillas adecuadamente.	3	20	0.15	1.04%	89.48%
44	El molde de toma no se ajusta al envase.	1	17	0.06	0.88%	90.37%
48	El operario deja el lugar de trabajo para ayudar a buscar un molde que se extravió.	1	15	0.07	0.78%	91.15%
40	El operario deja el lugar de trabajo para buscar sus llaves para poder controlar la maquina.	3	14	0.21	0.73%	91.88%
15	Desorden en el lugar de trabajo.	4	13	0.31	0.68%	92.56%
18	Operación innecesaria (quitar una pieza que debe permanecer en la maquina).	3	13	0.23	0.68%	93.23%
27	El operario deja el lugar de trabajo para ayudar en otro maquina.	2	13	0.15	0.68%	93.91%
36	Algunas entradas de agua no tienen llaves de paso entonces hay que quitar las mangueras que no se necesitan y poner tapones.	1	13	0.08	0.68%	94.59%
34	Uno de los dados de los pines de soplado no permite realizar el centrado, se cambia por otro.	1	11	0.09	0.57%	95.16%
22	El operario no tiene mucho conocimiento para realizar el cambio.	2	9	0.22	0.47%	95.63%
29	Retraso por falta de identificación del agua para cuerpo, cuello y fondo del envase.	2	9	0.22	0.47%	96.10%
14	El operario deja el lugar de trabajo para buscar un envase para ajustar el molde de toma.	5	7	0.71	0.36%	96.46%
19	Uno de los operarios deja el lugar de trabajo para buscar sostenedores para los moldes (maderos).	3	7	0.43	0.36%	96.82%
25	El operario deja el lugar de trabajo para buscar dado para las puntas.	2	7	0.29	0.36%	97.19%

30	Operario deja el lugar de trabajo para buscar azas para los sensores de cierre del molde.	1	7	0.14	0.36%	97.55%
50	Operarios que realizan el cambio se distraen hablando entre ellos.	1	7	0.14	0.36%	97.92%
26	El operario deja el lugar de trabajo para buscar soplete para limpiar restos de plástico en las rosas de las puntas o núcleos.	2	6	0.33	0.31%	98.23%
37	El operario deja el lugar de trabajo para buscar tapones para las salidas de aire de los pines que se quitaron (pasa de 2 cavidades a 1 cavidad).	1	6	0.17	0.31%	98.54%
47	El operario deja el lugar de trabajo para ir a dejar el molde a CTA.	1	6	0.17	0.31%	98.85%
49	El operario deja el lugar de trabajo para buscar manguera de aire.	1	6	0.17	0.31%	99.17%
24	El operario busca a alguien que le ayude a bajar los moldes.	2	5	0.40	0.26%	99.43%
35	El operario va buscar ayuda para poder subir el mandril de las máquinas S-1, S-3, S-7	1	5	0.20	0.26%	99.69%
46	El operario deja el lugar de trabajo para buscar pasta roja para las boquillas.	1	4	0.25	0.21%	99.90%
41	El operario deja el lugar de trabajo para buscar conos.	1	2	0.50	0.10%	100.00%
Total		499	1921			

C. Inventarios de herramienta Turno "E":

Kit propuesto para cambio de molde PE					
No.	Disponibles	Mal	Bien	Cant.	Herramienta Necesaria para un cambio
1	0			2	Caja de herramienta metálica
2	0			4	Juego llaves allen de la 1.5mm a la 10mm
3	2	X	X	2	Ratchet
4	1		X	2	Extensión para Ratchet
5	1		X	2	Maneral 1/2
6	2		X	2	Allen 14mm
7	3		X	2	Allen 12mm
8	1		X	2	Allen 17mm
9	0			2	Allen 5mm con mango
10	1		X	2	Allen 6mm con mango
11	1		X	2	Copa 24mm
12	2		X	2	Copa -allen 10mm
13	1		X	2	Copa -allen 10mm larga
14	3		X	2	Copa-allen 14mm
15	0			2	Cola-corona 10mm
16	1		X	2	Cola-corona 13mm
17	0			2	Cola-corona 14mm
18	1		X	2	Cola-corona 17mm
19	1	X		2	Cola-corona 19mm
20	1		X	2	Cola-corona 24mm
21	2		X	2	Cola-corona 27mm
22	1		X	2	Cola-corona 30mm
23	2	X	X	2	Cola-corona 32mm
24	2	X	X	2	Cola-corona 36mm
25	0			2	Cola-corona 3/4
26	0			2	Cola-corona 9/16
27	2		X	2	Cola-corona 11/16
28	0			2	Cola-corona 7/8
29	1	X		2	Cola-corona 1 y 1/2
30	0			2	Cola-corona 1 y 3/8 ó 35mm
31	1		X	2	Llave cola 50mm
32	1		X	2	Llave cola 55mm
33	2	X		2	Desarmador de castigadera
34	4		X	2	Llave sujetadora de pines (pico de loro)
35	1		X	2	Vais Grip
36	0			2	Guates para altas temperatura
37	0			2	Martillos de hule
38	2		X	2	Pinza para quitar seguro de pines

D. Inventario de herramienta Turno "F"

Kit propuesto para cambio de molde PE					
No.	Disponibles	Mal	Bien	Cant.	Herramienta Necesaria para un cambio
1	0			2	Caja de herramienta metálica
2	0			4	Juego llaves allen de la 1.5mm a la 10mm
3	1		X	2	Ratchet
4	1		X	2	Extensión para Ratchet
5	1			2	Maneral 1/2
6	1	X		2	Allen 14mm
7	1		X	2	Allen 12mm
8	2		X	2	Allen 17mm
9	1		X	2	Allen 5mm con mango
10	1			2	Allen 6mm con mango
11	1			2	Copa 24mm
12	1		X	2	Copa -allen 10mm
13	0			2	Copa -allen 10mm larga
14	1		X	2	Copa-allen 14mm
15	1		X	2	Cola-corona 10mm
16	1		X	2	Cola-corona 13mm
17	2		X	2	Cola-corona 14mm
18	1		X	2	Cola-corona 17mm
19	3	X	XX	2	Cola-corona 19mm
20	4		X	2	Cola-corona 24mm
21	2		X	2	Cola-corona 27mm
22	2		X	2	Cola-corona 30mm
23	2		X	2	Cola-corona 32mm
24	1		X	2	Cola-corona 36mm
25	0			2	Cola-corona 3/4
26	1		X	2	Cola-corona 9/16
27	0			2	Cola-corona 11/16
28	1		X	2	Cola-corona 7/8
29	1		X	2	Cola-corona 1 y 1/2
30	0			2	Cola-corona 1 y 3/8 ó 35mm
31	2		X	2	Llave cola 50mm
32	2		X	2	Llave cola 55mm
33	3	X	XX	2	Desarmador de castigadera
34	0			2	Llave sujetadora de pines (pico de loro)
35	1		X	2	Vais Grip
36	0			2	Pares de Guates para altas temperatura
37	0			2	Martillos de hule
38	2		X	2	Pinza para quitar seguro de pines (cierre)

E. Cantidad de conectores de las máquinas:

Máquinas:	Capacidad de moldes:	Cantidad de conectores (por molde):
S-1	1 molde.	6 mangueras de agua (3 de entrada y 3 de salida).
S-3	1 molde.	8 mangueras de agua (actualmente trabaja con 6 mangueras, 3 de entrada y 3 de salida).
S-7	1 molde.	8 mangueras de agua (actualmente trabaja con 6 mangueras, 3 de entrada y 3 de salida).
S-15	2 moldes.	6 mangueras de agua (3 de entrada y 3 de salida).
S-16	2 moldes.	6 mangueras de agua (3 de entrada y 3 de salida).
S-17	1 moldes.	8 mangueras de agua (actualmente trabaja con 6 mangueras 3 de entrada y 3 de salida).
S-18	2 moldes.	6 mangueras de agua (3 de entrada y 3 de salida).
S-20	2 moldes.	4 mangueras de agua (2 de entrada y 2 de salida).
S-21	2 moldes.	4 mangueras de agua (2 de entrada y 2 de salida).
S-23	1 molde.	10 mangueras de agua (actualmente trabaja con 8, 4 de entrada y 4 de salida).

F. Cotización de herramienta:



Cotización No. COT-0000111

Fecha: 12/12/2012

Cliente:

Atencion:

Direccion:

Vendedor: MARIO HERNANDEZ, .

Telefono:

Cantidad	Código	Descripción	Precio	Total
10 ✓	20109MR	SET LLAVES HEX. LARGAS 1.5-10MM 9 PZ BOLA KING TONY	142.000 Q	1,420.00
2 ✓	20107SR	SET LLAVES HEX. LARGAS 3/32-3/8 7PZ. P. BOLA KING TONY	111.000 Q	222.00
3 ✓	116505MR	LLAVE ALLEN DE 5 X 150MM MANGO PLASTICO KING TONY	38.000 Q	114.00
3 ✓	116506MR	LLAVE ALLEN DE 6 X 150MM MANGO PLASTICO KING TONY	40.000 Q	120.00
2 ✓	12115R	JUEGO LLAVES COLA CORONA 1/4 - 15/16 11 PZS KING TONY	431.000 Q	862.00
2 ✓	5060-32	LLAVE COLA CORONA DE 1 KING TONY	90.000 Q	180.00
4 ✓	5060-24	LLAVE COLA CORONA DE 3/4 KING TONY	57.000 Q	228.00
3 ✓	5060-18	LLAVE COLA CORONA DE 9/16 KING TONY	34.000 Q	102.00
2 ✓	5060-22	LLAVE COLA CORONA DE 11/16 KING TONY	48.000 Q	96.00
3 ✓	5060-28	LLAVE COLA CORONA DE 7/8 KING TONY	70.000 Q	210.00
1 ✓	1215MR01	JUEGO LLAVES COLA CORONA 08-24MM PZS 14 KING TONY	578.000 Q	578.00
1 ✓	1060-06	LLAVE COLA CORONA DE 06MM KING TONY	20.000 Q	20.00
1 ✓	1060-07	LLAVE COLA CORONA DE 07MM KING TONY	20.000 Q	20.00
1 ✓	1060-06	LLAVE COLA CORONA DE 06MM KING TONY	20.000 Q	20.00
1 ✓	1060-08	LLAVE COLA CORONA DE 08MM KING TONY	23.000 Q	23.00
1 ✓	1060-09	LLAVE COLA CORONA DE 09MM KING TONY	24.000 Q	24.00
4 ✓	1060-10	LLAVE COLA CORONA DE 10MM KING TONY	26.000 Q	104.00
1 ✓	1060-12	LLAVE COLA CORONA DE 12MM KING TONY	28.000 Q	28.00
3 ✓	1060-13	LLAVE COLA CORONA DE 13MM KING TONY	30.000 Q	90.00
3 ✓	1060-14	LLAVE COLA CORONA DE 14MM KING TONY	32.000 Q	96.00
1 ✓	1060-15	LLAVE COLA CORONA DE 15MM KING TONY	36.000 Q	36.00
2 ✓	1060-17	LLAVE COLA CORONA DE 17MM KING TONY	44.000 Q	88.00
3 ✓	1060-19	LLAVE COLA CORONA DE 19MM KING TONY	54.000 Q	162.00
2 ✓	1060-24	LLAVE COLA CORONA DE 24MM KING TONY	76.000 Q	152.00
2 ✓	1060-27	LLAVE COLA CORONA DE 27MM KING TONY	94.000 Q	188.00
3 ✓	1060-28	LLAVE COLA CORONA DE 28MM KING TONY	99.000 Q	297.00
1 ✓	1060-30	LLAVE COLA CORONA DE 30MM KING TONY	121.000 Q	121.00
1 ✓	1060-32	LLAVE COLA CORONA DE 32MM KING TONY	126.000 Q	126.00
3 ✓	4762-10P	RATCHET RAIZ 1/2 REVERSIBLE PULIDO 10 KING TONY	195.000 Q	585.00
3 ✓	4251-06R	EXTENSION RAIZ 1/2 DE 6" KING TONY	48.000 Q	144.00
3 ✓	4452-18FR	MANERAL FLEXIBLE RAIZ 1/2 DE 18" KING TONY	189.000 Q	567.00
5 ✓	433524MR	COPA RAIZ 1/2" 6PT DE 24MM KING TONY	45.000 Q	225.00
1 ✓	402510	COPA PUNTA HEXAGONAL RAIZ 1/2 H10 60MM KING TONY	50.000 Q	50.00
3 ✓	403510	COPA PUNTA HEXAGONAL RAIZ 1/2 H10 80MM KING TONY	60.000 Q	180.00
1 ✓	402514	COPA PUNTA HEXAGONAL RAIZ 1/2 H14 60MM KING TONY	56.000 Q	56.00
2 ✓	6011-10R	WISE GRIP DE 10" QUIJADA CURVA KING TONY	147.000 Q	294.00
2 ✓	30206MR	SET DESTORNILLADORES 6 PZS HEAVY DUTY KING TONY	315.000 Q	630.00
2 ✓	14626506	DESTORNILLADOR PLANO 6.5 X 150MM HEAVY DUTY KING TONY	56.000 Q	112.00
4 ✓	87402	CAJA PARA HERRAMIENTA T/ACORDEON 5 SECCIONES KING TONY	710.000 Q	2,840.00

Total en Letras: DIEZ Y SIETE MIL DOSCIENTOS VEINTICUATRO CON 20/100


Observaciones: SUJETO A EXISTENCIAS EL DIA DE LA COMPRA

Sub Total	Q	19,138.00
Descuento	Q	1,913.80=
Total	Q	17,224.20

 EFISA EQUIPOS Y FIJACIONES DE GUATEMALA, S.A. 6ta. Avenida 3-51 "B" Zona 9 NIT: 2872891-2 PBX: 2388-0606 Fax: 2388-0602 www.efisaguate.com servicioalcliente@efisaguate.com 	    	
--	--	---

GUATEMALA, lunes, febrero 25, 2013

COTISACION

CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION DE PRODUCTO		TOTAL Q.
2	SKU	LLAVES COLA CORONA 36 MM TOP TUL	Q200.00	Q.400.00
1	SKU	LLAVE COLA CORONA DE 50 MM TOP TUL	Q392.00	Q.392.00
4	SKU	LLAVES COLA CORONA DE 1 3/8 TOP TUL	Q245.00	Q.980.00
3	SKU	LLAVES COLA CORONA DE 1 1/2' TOP TUL	Q278.00	Q.834.00
1	SKU	LLAVE EXAGONAL DE 17 MM ALEMANA	Q170.00	Q.170.00
3	SKU	LLAVE EXAGONAL DE 14MM ALEMANA	Q105.00	Q.315.00
2	SKU	LLAVES EXAGONALES DE 12 MM ALEMANA	Q75.00	Q.150.00
1	SKU	LLAVE EXAGONA DE 19 MM ALEMANA	Q265.00	Q.265.00
		ATENTAMENTE		
		MARIO HERNANDEZ		
		CEL: 5309-2333		
		REGIMEN TRIMESTRAL		
				
			SUB-TOTAL	Q.3,506.00
			% descuento	
			TOTAL...	Q.3,506.00

* Afecto a descuento



INDUSTRIA, TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCION

Cotización No.
425/2013

Guatemala, 25 de enero 2013

CANTIDAD	DESCRIPCION DE PRODUCTO	PRECIO	TOTAL Q.
4	Llaves Modelo 50-80 Marca USAG		
		Precio	
		Q474.00	Q1,896.00
6	Pinzas (recta) Marca USAG Modelo 128-19-60 Para que cierre el diametro de la punta que entra al seguro es de 1.8mm		
		PRECIO	
		Q286.00	Q1,716.00

Caizada Aguilar Batres 23-13 zona 12 Guatemala, C A PBX: 25023333 info@indutecgt.com

G. Cotización de accesorios para kits de cambio:

1. Guantes para alta temperatura:


**COBERTURA
INDUSTRIAL, S.A.**
 35 Calle 23-50 Zona 12, Col. Santa E lisa
 PBX: 24421770 Telefa: 2476-0196
 e-mail:
 cobeturaindustrial@yahoo.com

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO 3M **FACTURA PRO-FORMA**
 
8,205

**PRODUCTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL
Y SALUD OCUPACIONAL**

FECHA: Guatemala 24/1/2,013
OFERTA SOSTENIDA POR 5 DIAS

A:	
DIRECCIÓN:	
ENTREGA:	INMEDIATA
PUNTO DE ENTREGA:	SUS INSTALACIONES EN PEDIDOS DE Q.500.00 EN ADELANTE
TERMINO DE PAGO	CREDITO DESDE Q.500.00 EN ADELANTE
HECHO POR:	

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO	
		UNIDAD	TOTAL
		Q.	Q. 0.00
10	PARES GUANTE KEVLAR PARA TEMPERATURAS A 600 GRADOS USO EN: SECO PARA AGARRAR UTENSILIOS EN SECO	Q. 195.00	Q. 1,950.00
		Q.	Q. 0.00
	PRECIOS SUJETOS A CAMBIOS, SIN PREVIO AVISO	Q. 0.00	Q. 0.00
TOTAL		Q.	1,950.00

2. Cinta de aislar para altas temperaturas:


DIPREL, S.A.

DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS ELECTRICOS, S.A.
 5 TA. AVENIDA 4-10 Zona 9 GUATEMALA
 Telefonos:2331-1308, 2332-3733, 2332-0237, 2361-9095, 2361-9095
 e-mail: diprel@inteln.net.g

PROFORMA No 55196
 Guatemala 31 ENERO 2,013

CLIENTE.....:
 DIRECCION:
 VENDEDOR: 3 MARCO TULIO REYES

CANTIDAD	CODIGO	U.MED	DESCRIPCION	PRECIO	SUBTOTAL
8.00	CIN072	UND	CINTA SCOTCH # 27 de 3/4" p/alta temperatura 3M	105.00	840.00

-----ULTIMA LINEA-----

3. O-Rings:



HUGO RENE MUÑOZ RODRIGUEZ
 12 CALLE 7-00, ZONA 6 MIXCO
 SAN FRANCISCO 2 TEL.(502) 2432-2286- (502) 2434-1384
 NIT 130912-9

Factura Proforma

30 ENERO 2013

100	O RINGS MOR 8X1	Q	2.00	Q	200.00
100	O RINGS MOR 13X1.5	Q	2.50	Q	250.00
100	O RINGS MOR 14X2	Q	2.50	Q	250.00
100	O RINGS MOR 13X2	Q	2.50	Q	250.00
100	O RINGS MOR 15X2	Q	3.00	Q	300.00
100	O RINGS MOR 23X2	Q	4.00	Q	400.00
				<u>Q</u>	<u>1,650.00</u>



Guatemala, 01 de Febrero de 2013
 COT.: 20312

Estimados señores:

Tengo el gusto de someter a su consideración nuestra siguiente cotización de:

		P/UNIT	P/TOTAL
SELLOS SEGÚN SOLICITUD			
100	SELLO PERFIL	O-8	
50	MATERIAL	NBR	
	MEDIDAS	11 X 1	
		Q. 6.00	Q. 600.00
			Q 300.00

4. Fijador de tornillos y pasta de lubricante para altas temperaturas:

COTIZACIÓN



Calzada Aguilar Batres 30-53 zona 12
Fax: 2412-3208

COTIZACIÓN 31-1

Jaqueline Colindres

Fecha: 31/01/2013	Código Cliente:
Nombre:	NIT:
Dirección:	Condición: CREDITO
Teléfono:	Sector:
Atención:	

CANT.	CODIGO	DESCRIPCION	PRECIO UNIT	TOTAL
4	77164	NIQUEL ANTI SIEZE 1 LB.	291.20	1,164.80
8 A	27131	FIJADOR DE ESPARRAGOS 50 ML LOCTITE	158.50	1,268.00 03400
				1,798.80
TOTAL				Q 2,432.80

5. Martillos de hule:

FERRETERIA PETAPA

Ave. Petapa 19-71 Zona 12

Teléfono: 2386-8181

Fax: 2473-0207

Correo Electronico: lgarcia@ferreteriapetapa.com

HORARIO: Lunes a Viernes 7:00 A 7:00 y Sabados 7:00 A 5:00

Para:

Fecha: 31/01/2013

De: Jose Paz

Telefono:

Atención:

Sometemos a su consideración la cotización de los siguientes producto:

PROFORMA 6030868

CODIGO	CANTIDA	DESCRIPCION DEL ARTICULO	PRECIO	TOTAL
15MH16	6	MARTILLO (MAZO) DE HULE 16 ONZ	14.65	87.90

Ochenta y siete con Noventa Centavos

TOTAL:

87.90

6. Tubo de cobre:

COTIZACIÓN

Para:	No. de Cotización:	2000354
Nit:	Fecha:	30/01/2013
Dirección:	Asesor:	VU-Erwin Donado
	E-mail:	erwin@unirefri.com

#	Artículo	Descripción	Cant.	Precio c/IVA	Total c/IVA
1	02.0068	TRAMO TUBO DE COBRE RIGIDO L 20' X 3/8" MUELLER	1	169.93	169.93
2	02.0069	TRAMO TUBO DE COBRE RIGIDO L 20' X 1/2" MUELLER	1	264.71	264.71
3	02.0070	TRAMO TUBO DE COBRE RIGIDO L 20' X 5/8" MUELLER	1	375.08	375.08
Total:					QTZ 809.72

7. Roldanas y washas:



MULTIMATERIALES CENTRAL
1a Calle 33-88 Zona 11 Colonia Toledo, Guatemala, Guatemala
Teléfono: 2429-6700 Fax: 2429-6767
NIT: 608535-0 Emisión: 30/1/13 15:30:22 HPEREZ

PROFORMA: 001SR1083265

30/01/13

Facturar a: 025042
INYECTORES DE PLASTICO, S.A.
DIAGONAL 19(AV. PETAPA) 08-95
ZONA 21
01021 Guatemala ,Zona 21
GUATEMALA NIT 107880-1
Tels: 2326-5600, 2326-5696 Fax: 2326-5700

UNIDADES	CODIGO	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
100.00	ROUM0600	ROLDANA/ARANDELA PLANA M6	.09	9.00
100.00	ROUM0800	ROLDANA/ARANDELA PLANA M8	.21	21.00
1.00	WASM0600	WASHA/ARANDELA PRESION (CTO) M6	10.05	10.05
1.00	WASM0800	WASHA/ARANDELA PRESION (CTO) M8	10.40	10.40
TOTAL				50.45

8. Abrazaderas:



Avenida Petapa 9-68
Zona 12, Guatemala, C. A.

15 calle 8-01 zona 12
Col. Reformita, Guatemala, C. A.

PBX: 2329-4949

www.llamasa.com



Cotización No.

13,812

Fecha: 31/01/2013

Empresa:

NIT:

Dirección:

Requisición:

Atención:

CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	ORIGINAL	PRECIO	TOTAL
24.00	40308001	ABRAZADERA DE 1/4 A 5/8 P/MANG.1/8A 5/16D.I.	5202 052	Q1.92	Q46.08
24.00	40308024	ABRAZADERA DE 7/16A 1 P/MANG.5/16A1/2D.I.	5208 052	Q2.63	Q63.12
24.00	40308007	ABRAZADERA DE 1 A 2 P/MANG.7/8 A 1 3/8D.I.	5224 052	Q2.97	Q71.28
				Total	180.48

9. Masking tape:

IMPORCOMP, S.A.



COTIZACION N° 5040

Para:

Fecha: Guatemala, 31 de Enero del 2013

Es para nosotros Imporcomp, S.A., Distribuidores Autorizados de 3M Guatemala, un gusto saludarle y desearle éxito en sus actividades diarias.

Agradecemos su interés en nuestros productos.
A continuación le detallo el precio del producto de su interés.

CANTIDAD	DESCRIPCION	P/UNIT.	TOTAL
8	CINTA 2214 MASKING TAPE 24 x 30	7.60	60.80
		TOTAL	60.80

H. Cotización placas para identificación de moldes:

Técnicas industriales

A:

Fecha: 01 de febrero de 2013

Atención:

COTIZACIÓN DE TRABAJO

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio U.	precio Total
Fabricación	25	Plaquetas de identificación de moldes de soplado en aluminio de 1/8 x 1" x 2"	Q.105.00	Q.2,625.00
			TOTAL	Q.2,625.00

I. Cotización Tarimas para la zona de moldes:



Oficinas centrales:
Ave. Petapa y 56 calle zona 12
Guatemala, Guatemala, C.A.
PBX: (502) 23265699
info@madecasa.com.gt
www.madecasa.com.gt

Planta Industrial:
Km. 83 CA-9 El Rancho
El Progreso, Guatemala, C.A.

Cotización No. _____

04/02/2013

Ejecutivo	Condiciones de pago	Condición de envío	Tiempo de entrega	Validez de cotización	Tipo de moneda	
Andrea Hernández	Crédito	Puesto en Bodega	20 días hábiles		Quetzales	
Nº	Cód.	Descripción	Pies tablares	Q./Pie	Q./Pieza	Total
30		Tarimas tipo polín de 34 ¼" x 48" fabricadas en pino impregnado. Composición: 6 duelas de 2" x 8" x 34 ¼" de largo 4 polines de 3.5" alto x 2.5" de espesor x 48" de largo Sujetado con tornillos de 4"			500.82	Q 15,024.60
					Sub - total	Q. 15,024.60
					Flete	Q.
					Seguro	Q.
					TOTAL	Q. 15,024.60

J. Criterios de evaluación para auditorías de 5'S

Seiri (Separar)		1	2	3	4	5
OBJETOS INNECESARIOS, CHATARRA Y BASURA EN EL PISO	Objetos innecesarios, basura y chatarra en el piso, perjudicando la circulación con riesgo de provocar accidentes.	Objetos innecesarios en el piso perjudicando la circulación.	Objetos innecesarios en el piso sin perjudicar la circulación.	Objetos innecesarios en el piso, con indicación para moverlos.	Pisos totalmente libres y demarcados.	
EQUIPOS, HERRAMIENTALES O MATERIALES INNECESARIOS	Existen herramientas materiales y equipos innecesarios mezclados con los necesarios.	Existen herramientas, materiales y equipos innecesarios separados de los necesarios, pero no se descartan los innecesarios.	Existen herramientas, materiales y equipos innecesarios separados de los necesarios. Los necesarios no están acondicionados.	Solo existen herramientas, materiales y equipos necesarios pero no están todos acondicionados.	Solo existen herramientas, materiales y equipos necesarios, todos en buenas condiciones de uso.	
EQUIPO Y HERRAMENTAL EN LOS RACKS Y ESTANTERIAS	con chatarra y basura. Lo necesario está totalmente mezclado con lo innecesario.	Lo necesario está separado de lo innecesario. No se destaca lo innecesario.	Lo necesario está separado de lo innecesario. Lo necesario no está acondicionado.	Solo está lo necesario, aunque no está acondicionado.	Solo está lo necesario, en buenas condiciones de uso.	
EQUIPO O OBJETOS EN ÁREAS DE CIRCULACIÓN	No hay lugar para caminar. Existen objetos de todo tipo desparrramados.	Existen objetos desparrramados que dificultan la circulación.	Objetos apilados que dificultan la circulación.	Objetos apilados que no perjudican la libre circulación.	Libre totalmente.	

Seiton (Ordenar)		1	2	3	4	5
UBICACIÓN Y DEVOLUCIÓN DEL EQUIPO	Difíciles de localizar, sin lugar definido para guardar. Luego de su uso no se retorna adecuadamente.	Difícil de localizar, sin lugar definido para guardar. Luego de su uso no se retorna adecuadamente.	Fáciles de localizar, sin lugar definido para guardar. Luego de su uso no se retorna adecuadamente.	Fáciles de localizar, con lugar definido para guardar. Luego de su uso no se retorna adecuadamente.	Fáciles de localizar, con lugar definido para guardar. Luego de su uso se retorna adecuadamente.	Fáciles de localizar, con lugar definido para guardar. Luego de su uso se retorna adecuadamente.
LOS RACKS, MOLDES Y HERRAMENTAL ESTAN IDENTIFICADOS	Ningún tipo de identificación del lugar de almacenamiento en los racks o estanterías, los moldes y herramienta no poseen identificación.	Ningún tipo de identificación del lugar de almacenamiento en los racks o estanterías. Los moldes y herramienta se encuentran parcialmente identificados.	Lugares de almacenamiento en los racks y estanterías parcialmente identificados. Los moldes y herramienta se encuentran identificados parcialmente.	Los lugares de almacenamiento en los racks y estanterías correctamente identificados. Los moldes y herramienta se encuentran identificados parcialmente.	Los lugares de almacenamiento están debidamente identificados, así como los moldes y herramienta.	Los lugares de almacenamiento están debidamente identificados, así como los moldes y herramienta.
LOS MOLDES Y HERRAMENTALES SE ENCUENTRAN EN SUS LUGARES ESTABLECIDOS.	Menos del 20% de los moldes y herramienta se encuentran en su lugar establecido.	Alrededor del 40% de los moldes y herramienta se encuentran en su lugar establecido.	Alrededor del 60% de los moldes y herramienta se encuentran en su lugar establecido.	Alrededor del 80% de los moldes y herramienta se encuentran en su lugar establecido.	Todos los moldes y herramienta se encuentran en sus lugares respectivos.	Todos los moldes y herramienta se encuentran en sus lugares respectivos.
LA UBICACIÓN DE LOS MOLDES Y HERRAMENTALES SIGUE SIENDO ADECUADA	Alrededor del 80% de los moldes y herramienta se encuentran mal ubicados.	Alrededor del 60% de los moldes y herramienta se encuentran mal ubicados.	Alrededor del 40% de los moldes y herramienta se encuentran mal ubicados.	Alrededor del 20% de los moldes y herramienta se encuentran mal ubicados.	Menos del 20% de los moldes y herramienta se encuentran mal ubicados.	La colocación actual sigue siendo la adecuada.

Seiso(Limpiar)		1	2	3	4	5
PISOS Y ÁREAS DE CIRCULACIÓN	Permanente con polvo, papeles, trapos, chatarra y restos de basura.	Con polvo y chatarra permanentemente.	Con polvo, se ensucian por más que son barridos.	Están limpios al finalizar la jornada.	Están limpios en forma permanente.	
MOLDES Y HERRAMENTAL.	Moldes y herramental deterioradas totalmente, con suciedad y óxido.	Moldes y herramental deteriorados parcialmente, con suciedad pero sin óxido.	Moldes y herramental en condiciones aceptables y parcialmente limpios, sin ningún tipo de protección contra la suciedad.	Moldes y herramental en condiciones aceptables, limpios, pero sin protección contra la suciedad.	Moldes y herramental en buenas condiciones, con protección contra la suciedad.	
RACKS Y ESTANTERÍAS	Deteriorados con óxido, sin pintura, no se limpian nunca.	Deteriorados con óxido, sin pintura, se limpian poco.	Pintados, la limpieza se hace semanalmente en un 50% en buenas condiciones.	Pintados, la limpieza se hace al finaliza la jornada. Herramienta en un 90% en buenas condiciones de uso.	pintados, la limpieza se hace al finalizar la tarea. Herramientas es un 100% en buenas condiciones de uso.	
ESTADO DE LAS PAREDES, RACKS Y ESTANTARÍAS	Sucias o con óxido. Se limpian esporádicamente.	Sucias o con óxido. Se limpian una vez al mes.	Limpios el 50%, el esto con polvo. Existen rutinas de limpieza.	Limpios un 90%. La rutina de limpieza se cumple en un 80%.	Todo está limpio. La rutina de limpieza se cumple totalmente.	

Seiketsu (Estandarizar)		5				
		1	2	3	4	5
APLICACIÓN DE LAS TRES PRIMERAS "S"	El puntaje de las primeras tres "S" es igual o menos que 24.	El puntaje de las primeras tres "S" es igual o mayor que 24 e igual o menos que 33.	El puntaje de las primeras tres "S" es igual o mayor que 33 e igual o menor que 42.	El puntaje de las primeras tres "S" es igual o mayor que 42 e igual o menor que 51.	El puntaje de las primeras tres "S" es mayor que 51.	
HABITOS DEL PERSONAL	El personal no conoce ninguna norma de clasificación, orden y limpieza de la zona de moldes, por lo que necesitan de supervisión continua.	El personal conoce las normas de clasificación, orden y limpieza de la zona de moldes, pero lo que necesitan de supervisión continua.	El personal conoce las normas de clasificación, orden y limpieza de la zona de moldes, pero cumple parcialmente con las normas de la zona, necesita supervisión media.	El personal conoce las normas de clasificación, orden y limpieza de la zona de moldes y cumple la mayoría de las normas de forma autónoma, necesita supervisión ligera..	El operario a creado un habito y no necesita de supervisión para cumplir con las normas de la zona de moldes.	
MEJORA CONTINUA 1	El grupo, este inspección e inspección, no realizó ninguna acción de mejora.	El grupo, entre inspección e inspección, realizó una acción de mejora.	El grupo, entre inspección e inspección, realizó tres acciones de mejora.	El grupo, entre inspección e inspección, realizó cinco acciones de mejora.	El grupo, entre inspección e inspección, realizó diez acciones de mejora.	
CONTROL VISUAL	No se conoce.	Se conoce pero no se usa.	Se conoce, se aplica parcialmente (más del 50%).	Se aplica más de un 80%.	Se usa totalmente.	

Shitsuke (Autodisciplina)					
	1	2	3	4	5
APLICACIÓN DE LAS CUATRO PRIMERAS "S"	El puntaje de las primeras cuatro "S" es igual o menor que 32.	El puntaje de las primeras cuatro "S" es mayor que 32 e igual o menor que 44.	El puntaje de las primeras cuatro "S" es mayor que 44 e igual o menor que 56.	El puntaje de las primeras cuatro "S" es mayor que 56 e igual o menor que 68.	El puntaje de las primeras cuatro "S" es mayor que 68.
NORMAS DE LA EMPRESA	No se conocen.	Se conocen, pero no se cumplen.	Se cumplen ocasionalmente.	Se cumplen con un fuerte seguimiento.	Se cumplen permanentemente.
NORMAS DE LAS ZONA DE MOLDES	No se conocen.	Se conocen, pero no se cumplen.	Se cumplen ocasionalmente.	Se cumplen con un fuerte seguimiento.	Se cumplen permanentemente.
GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS 5 "S"	No se conocen.	Se cumplen menos del 50% y bajo estricto seguimiento. Actitud reactiva.	Se cumple entre el 50% y el 90% bajo seguimiento. Actitud proactiva baja.	Se cumple entre el 90% y el 100% sin seguimiento. Actitud proactiva.	Se cumple el 100% sin seguimiento. Actitud proactiva.

K. Proyecciones de ahorro de tiempos basada en cambios del año 2012.

Máquina S-1

Fecha	Tiempo(Hrs)	Ahorro	Ahorro (Hrs)
11/01/2012	5.33	36%	1.92
19/01/2012	3.82	36%	1.37
23/02/2012	3.38	36%	1.22
29/02/2012	3.82	36%	1.37
29/03/2012	5.00	36%	1.80
01/04/2012	5.45	36%	1.96
23/04/2012	2.00	36%	0.72
27/04/2012	4.00	36%	1.44
16/05/2012	6.00	36%	2.16
23/05/2012	4.48	36%	1.61
04/06/2012	5.08	36%	1.83
08/06/2012	3.18	36%	1.15
22/06/2012	4.07	36%	1.46
04/07/2012	6.15	36%	2.21
09/07/2012	5.88	36%	2.12
13/07/2012	3.45	36%	1.24
23/07/2012	3.85	36%	1.39
25/07/2012	2.73	36%	0.98
27/07/2012	2.13	36%	0.77
30/07/2012	2.00	36%	0.72
31/07/2012	3.00	36%	1.08
04/08/2012	3.53	36%	1.27
15/08/2012	6.37	36%	2.29
18/08/2012	1.15	36%	0.41
24/08/2012	3.20	36%	1.15
27/08/2012	1.40	36%	0.50
29/08/2012	1.07	36%	0.38
06/09/2012	3.25	36%	1.17
10/09/2012	0.43	36%	0.16
21/09/2012	1.97	36%	0.71
25/09/2012	5.08	36%	1.83
05/10/2012	2.33	36%	0.84
09/10/2012	1.70	36%	0.61
12/10/2012	1.65	36%	0.59
19/10/2012	1.37	36%	0.49
23/10/2012	1.87	36%	0.67
27/10/2012	2.00	36%	0.72
02/11/2012	3.00	36%	1.08
10/11/2012	3.47	36%	1.25
15/11/2012	2.13	36%	0.77
16/11/2012	0.67	36%	0.24
22/11/2012	1.63	36%	0.59
29/11/2012	1.12	36%	0.40
03/12/2012	3.65	36%	1.31
13/12/2012	2.12	36%	0.76
18/12/2012	2.82	36%	1.01
21/12/2012	2.32	36%	0.83
27/12/2012	1.12	36%	0.40
48	147.22		52.998

Máquina S-3

Fecha	Tiempo(Hrs)	Ahorro	Ahorro (H)
06/01/2012	6.10	36%	2.20
09/01/2012	7.63	36%	2.75
13/01/2012	5.00	36%	1.80
17/01/2012	5.62	36%	2.02
25/01/2012	6.38	36%	2.30
06/02/2012	4.50	36%	1.62
10/02/2012	4.32	36%	1.55
14/02/2012	7.00	36%	2.52
18/02/2012	10.53	36%	3.79
22/02/2012	6.45	36%	2.32
25/02/2012	6.00	36%	2.16
29/02/2012	3.28	36%	1.18
02/03/2012	4.82	36%	1.73
07/03/2012	6.37	36%	2.29
10/03/2012	3.00	36%	1.08
13/03/2012	4.00	36%	1.44
18/03/2012	3.00	36%	1.08
21/03/2012	5.72	36%	2.06
26/03/2012	5.00	36%	1.80
03/04/2012	3.00	36%	1.08
12/04/2012	4.00	36%	1.44
16/04/2012	4.28	36%	1.54
23/04/2012	4.00	36%	1.44
27/04/2012	7.75	36%	2.79
30/04/2012	3.55	36%	1.28
02/05/2012	10.00	36%	3.60
17/05/2012	5.00	36%	1.80
25/05/2012	5.85	36%	2.11
29/05/2012	3.70	36%	1.33
02/06/2012	5.45	36%	1.96
05/06/2012	6.07	36%	2.18
08/06/2012	5.00	36%	1.80
12/06/2012	4.47	36%	1.61
19/06/2012	3.00	36%	1.08
22/06/2012	3.02	36%	1.09
26/06/2012	4.00	36%	1.44
01/07/2012	4.27	36%	1.54
08/07/2012	5.00	36%	1.80
11/07/2012	6.05	36%	2.18
13/07/2012	5.55	36%	2.00
18/07/2012	5.33	36%	1.92
30/07/2012	4.22	36%	1.52
01/08/2012	3.20	36%	1.15
03/08/2012	7.68	36%	2.77
11/08/2012	2.68	36%	0.97
14/08/2012	4.97	36%	1.79
18/08/2012	6.37	36%	2.29
23/08/2012	4.58	36%	1.65
25/08/2012	1.85	36%	0.67

30/08/2012	4.50	36%	1.62
06/09/2012	5.00	36%	1.80
15/09/2012	3.00	36%	1.08
19/09/2012	3.00	36%	1.08
24/09/2012	3.00	36%	1.08
04/10/2012	6.18	36%	2.23
13/10/2012	2.82	36%	1.01
17/10/2012	5.97	36%	2.15
22/10/2012	4.00	36%	1.44
25/10/2012	5.75	36%	2.07
01/11/2012	7.27	36%	2.62
06/11/2012	5.00	36%	1.80
09/11/2012	2.57	36%	0.92
15/11/2012	4.00	36%	1.44
20/11/2012	5.30	36%	1.91
22/11/2012	3.43	36%	1.24
06/12/2012	4.62	36%	1.66
11/12/2012	5.00	36%	1.80
13/12/2012	4.00	36%	1.44
20/12/2012	4.07	36%	1.46
69	337.07		121.3452

Máquina S-7

Fecha	Tiempo(Hrs)	Ahorro	Ahorro (Hrs)
12/01/2012	5.45	36%	1.962
18/01/2012	9.27	36%	3.336
08/03/2012	2.00	36%	0.72
15/03/2012	3.33	36%	1.1988
23/03/2012	3.00	36%	1.08
28/03/2012	4.95	36%	1.782
09/04/2012	3.00	36%	1.08
14/04/2012	2.00	36%	0.72
16/04/2012	3.00	36%	1.08
27/04/2012	6.88	36%	2.478
10/05/2012	3.00	36%	1.08
17/05/2012	3.00	36%	1.08
23/05/2012	10.00	36%	3.6
25/05/2012	8.03	36%	2.892
30/05/2012	9.00	36%	3.24
06/06/2012	5.40	36%	1.944
15/06/2012	8.87	36%	3.192
21/06/2012	4.00	36%	1.44
23/06/2012	3.00	36%	1.08
14/07/2012	3.18	36%	1.146
04/08/2012	1.00	36%	0.36
24/08/2012	3.00	36%	1.08
26/08/2012	4.00	36%	1.44
29/08/2012	4.92	36%	1.77
31/08/2012	9.50	36%	3.42
09/09/2012	3.10	36%	1.116
14/09/2012	4.50	36%	1.62
17/09/2012	4.00	36%	1.44
27/09/2012	5.00	36%	1.8
05/10/2012	9.00	36%	3.24

12/10/2012	9.07	36%	3.264
23/10/2012	10.68	36%	3.846
08/12/2012	5.13	36%	1.848
13/12/2012	5.45	36%	1.962
34	178.71		64.3368

Máquina S-15

Fecha	Tiempo(Hrs)	Ahorro	Ahorro (Hrs)
13/01/2012	7.00	18%	1.26
19/03/2012	3.00	18%	0.54
21/03/2012	3.03	18%	0.546
26/03/2012	5.00	18%	0.9
31/03/2012	2.00	18%	0.36
16/04/2012	2.00	18%	0.36
20/04/2012	3.00	18%	0.54
25/04/2012	4.95	18%	0.891
02/05/2012	4.63	18%	0.834
18/05/2012	4.00	18%	0.72
25/05/2012	4.87	18%	0.8766
05/06/2012	4.07	18%	0.732
11/06/2012	3.00	18%	0.54
10/08/2012	4.00	18%	0.72
14/08/2012	2.27	18%	0.408
30/10/2012	4.50	18%	0.81
14/11/2012	3.00	18%	0.54
17	64.32		11.58

Máquina S-16

Fecha	Tiempo(Hrs)	Ahorro	Ahorro (Hrs)
24/05/2012	4.77	18%	0.86
06/06/2012	3.00	18%	0.54
19/07/2012	4.50	18%	0.81
23/07/2012	4.00	18%	0.72
01/08/2012	3.00	18%	0.54
01/08/2012	5.57	18%	1.00
23/08/2012	3.57	18%	0.64
24/08/2012	5.50	18%	0.99
03/09/2012	3.00	18%	0.54
9	36.90		6.64

Máquina S-18

Fecha	Tiempo(Hrs)	Turno(E)	Turno(F)
02/01/2012	4.00	18%	0.72
06/01/2012	6.00	18%	1.08
19/01/2012	5.85	18%	1.05
07/03/2012	7.48	18%	1.35
13/03/2012	7.92	18%	1.43
21/03/2012	4.00	18%	0.72
14/06/2012	7.00	18%	1.26
21/06/2012	6.00	18%	1.08
02/07/2012	3.00	18%	0.54
04/07/2012	3.45	18%	0.62
27/07/2012	6.00	18%	1.08
28/07/2012	4.60	18%	0.83

30/07/2012	4.20	18%	0.76
09/08/2012	5.00	18%	0.90
14/08/2012	5.00	18%	0.90
17/08/2012	4.00	18%	0.72
19/09/2012	2.03	18%	0.37
20/09/2012	6.65	18%	1.20
28/09/2012	5.83	18%	1.05
18/10/2012	4.32	18%	0.78
25/10/2012	3.00	18%	0.54
17/11/2012	4.50	18%	0.81
22	109.83		19.77

Máquina S-17

Fecha	Tiempo(Hrs)	Ahorro	Ahorro (Hrs)
03/01/2012	6.27	20%	1.25
12/01/2012	2.67	20%	0.53
23/01/2012	2.50	20%	0.50
27/01/2012	2.93	20%	0.59
30/01/2012	5.33	20%	1.07
03/02/2012	5.85	20%	1.17
07/02/2012	2.62	20%	0.52
21/02/2012	2.47	20%	0.49
23/02/2012	4.00	20%	0.80
01/03/2012	2.50	20%	0.50
02/03/2012	2.77	20%	0.55
06/03/2012	2.50	20%	0.50
09/03/2012	6.50	20%	1.30
15/03/2012	5.63	20%	1.13
23/03/2012	2.58	20%	0.52
28/03/2012	3.00	20%	0.60
02/04/2012	7.17	20%	1.43
11/04/2012	3.07	20%	0.61
20/04/2012	2.42	20%	0.48
23/04/2012	2.60	20%	0.52
25/04/2012	5.55	20%	1.11
02/05/2012	5.00	20%	1.00
14/05/2012	5.47	20%	1.09
23/05/2012	2.50	20%	0.50
01/06/2012	8.00	20%	1.60
10/06/2012	2.67	20%	0.53
26/07/2012	4.00	20%	0.80
02/08/2012	10.00	20%	2.00
03/08/2012	4.00	20%	0.80
06/08/2012	3.00	20%	0.60
22/08/2012	4.17	20%	0.83
31/08/2012	4.52	20%	0.90
10/09/2012	2.78	20%	0.56
25/09/2012	3.00	20%	0.60
09/10/2012	2.34	20%	0.47
09/10/2012	6.38	20%	1.28
10/10/2012	2.32	20%	0.46
15/10/2012	6.00	20%	1.20
18/10/2012	2.97	20%	0.59
19/11/2012	2.50	20%	0.50

22/11/2012	2.50	20%	0.50
23/11/2012	2.78	20%	0.56
30/11/2012	2.83	20%	0.57
20/12/2012	2.60	20%	0.52
27/12/2012	2.33	20%	0.47
45	175.58		35.12

Máquina S-23

Fecha	Tiempo(Hrs)	Ahorro	Ahorro (Hrs)
11/01/2012	6.05	20%	1.21
16/01/2012	6.83	20%	1.37
02/02/2012	5.92	20%	1.18
06/02/2012	11.70	20%	2.34
12/04/2012	4.00	20%	0.80
18/04/2012	6.00	20%	1.20
24/04/2012	4.10	20%	0.82
27/04/2012	4.00	20%	0.80
14/05/2012	6.00	20%	1.20
18/05/2012	7.00	20%	1.40
31/05/2012	6.33	20%	1.27
11/06/2012	5.00	20%	1.00
27/07/2012	6.63	20%	1.33
02/08/2012	7.03	20%	1.41
27/08/2012	6.45	20%	1.29
03/09/2012	6.78	20%	1.36
20/10/2012	5.37	20%	1.07
26/10/2012	5.37	20%	1.07
19/11/2012	5.00	20%	1.00
22/11/2012	5.10	20%	1.02
21/12/2012	7.30	20%	1.46
21	127.97		25.59

Máquina S-20

Fecha	Tiempo(Hrs)	Ahorro	Ahorro (Hrs)
15/01/2012	5.00	17%	0.85
04/02/2012	5.00	17%	0.85
13/02/2012	6.00	17%	1.02
24/02/2012	8.67	17%	1.47
05/03/2012	7.00	17%	1.19
14/03/2012	5.30	17%	0.90
16/04/2012	3.00	17%	0.51
26/04/2012	5.00	17%	0.85
07/05/2012	5.63	17%	0.96
11/05/2012	5.17	17%	0.88
18/05/2012	4.37	17%	0.74
13/06/2012	4.75	17%	0.81
30/07/2012	6.00	17%	1.02
09/08/2012	5.28	17%	0.90
15/08/2012	6.40	17%	1.09
25/08/2012	3.00	17%	0.51
13/09/2012	8.87	17%	1.51
21/09/2012	6.00	17%	1.02
25/09/2012	5.00	17%	0.85

16/10/2012	6.63	17%	1.13
25/10/2012	4.30	17%	0.73
31/10/2012	4.00	17%	0.68
03/11/2012	2.00	17%	0.34
16/11/2012	5.78	17%	0.98
26/11/2012	5.58	17%	0.95
16/12/2012	5.00	17%	0.85
20/12/2012	5.30	17%	0.90
27	144.03		24.49

Máquina S-21

Fecha	Tiempo(Hrs)	Ahorro	Ahorro (H)
13/01/2012	2.00	17%	0.34
17/01/2012	3.78	17%	0.64
31/01/2012	3.00	17%	0.51
09/02/2012	6.80	17%	1.16
14/02/2012	3.00	17%	0.51
21/02/2012	4.32	17%	0.73
02/03/2012	6.17	17%	1.05
12/03/2012	9.45	17%	1.61
02/04/2012	5.88	17%	1.00
16/04/2012	5.10	17%	0.87
19/04/2012	5.32	17%	0.90
30/04/2012	5.00	17%	0.85
02/05/2012	6.00	17%	1.02
08/05/2012	4.00	17%	0.68
16/05/2012	5.00	17%	0.85
22/05/2012	5.00	17%	0.85
03/06/2012	5.00	17%	0.85
14/06/2012	6.80	17%	1.16
25/06/2012	4.00	17%	0.68
06/07/2012	4.00	17%	0.68
16/07/2012	5.05	17%	0.86
02/08/2012	6.80	17%	1.16
17/08/2012	6.00	17%	1.02
28/08/2012	4.43	17%	0.75
31/08/2012	5.58	17%	0.95
13/09/2012	6.03	17%	1.03
26/09/2012	5.00	17%	0.85
02/10/2012	6.00	17%	1.02
25/10/2012	5.37	17%	0.91
12/11/2012	5.00	17%	0.85
24/11/2012	5.00	17%	0.85
05/12/2012	6.13	17%	1.04
18/12/2012	3.00	17%	0.51
19/12/2012	4.00	17%	0.68
34	173.02		29.41