



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

**“Análisis de Cambios de Programación
desde la Perspectiva de la Metodología
“SMED” (Cambios Rápidos de
Preparación) en una Empresa Fabricante
de Empaques de Cartón Corrugado.**

**TITULACIÓN POR TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

Ingeniero Industrial y de Sistemas.

PRESENTA:

Jesús Ramón Gonzáles Cuen

NAVOJOA, SONORA.

NOVIEMBRE DE 2007

INDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
INDICE	iv
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
CAPITULO I	
INTRODUCCION	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos generales y específicos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivo especifico.....	5
1.5 Limitaciones del estudio.....	6
CAPITULO II	
MARCO TEORICO	
2.1 Origen del SMED.....	7
2.2 Cambios de utillaje.....	8
2.3 SET UP.....	10
2.4 Tiempos de preparación.....	12
2.4.1 Tiempos de preparación internos.....	12
2.4.2 Tiempos de preparación externos.....	12
2.4.3 Transformación de tiempos de preparación internos a externos.....	13

2.5 Fases o etapas del SMED.....	13
2.5.1 Etapa preliminar: Ajustes internos y externos	14
2.5.2 Etapa 1: Separación de los ajustes internos y externos.....	16
2.5.3 Etapa 2: Convertir las preparaciones internas a externas.....	17
2.5.4 Etapa 3: Examinar las operaciones internas y externas.....	19
2.6 Factores que impulsan la implantación de SMED.....	20
2.7 Pasos para administrar el cambio al implantar SMED.....	22
2.7.1 Entrenamiento en todos los niveles de la organización.....	24
2.7.2 Programa de mantenimiento preventivo.....	25
2.7.3 Información completa sobre el equipo.....	25
2.7.4 Habilidades de comunicación.....	26
2.7.5 Personas de tiempo completo.....	26
2.7.6 Seguir el paso.....	26
2.7.7 Pasión.....	27
2.8 Factores que impiden la implantación de la nueva metodología.....	27
2.8.1 Dar seguimiento.....	27
2.8.2 Mandos intermedios.....	28
2.8.3 Producción, manufactura e ingeniería.....	28
2.9 Beneficios y desventajas de la implantación SMED.....	29
2.9.1 Beneficios del SMED.....	29
2.9.2 Desventajas de aplicar SMED.....	31

CAPITULO III

METODO Y MATERIALES

3.1 Sujeto bajo estudio.....	33
3.2 Método analítico.....	35
3.2.1 Procedimiento general.....	35
3.2.2 Especificaciones de la aplicación.....	35
3.2.3 Identificar ajustes internos y externos.....	36

3.2.4 Separación de los ajustes internos y externos.....	37
3.2.5 Transformar ajustes internos a externos.....	38
3.2.6 Examinar operaciones internas y externas.....	38
3.3 Materiales.....	40

CAPITULO IV

RESULTADOS Y SU DISCUSION

4.1 Identificar ajustes internos y externos.....	42
4.2 Separación de los ajustes internos y externos	46
4.3 Transformar ajustes internos a externos.....	50
4.4 Examinar operaciones internas y externas.....	52

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	54
5.2 Recomendaciones.....	55
5.3 Propuestas de mejora.....	56
5.3.1 Propuesta para Reducción de Tiempo en la Preparación de las Tintas.....	56
5.3.2 Propuesta para Evitar el Taponamiento de Tinta.....	63
5.4 Recomendación final.....	71

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....

ANEXOS.....

Anexo 1. Catálogo de Velocidades y Tiempos Estándar.....	75
Anexo 2. Tiempos de Demora Durante la Preparación de Tintas.....	77
Anexo 3. Datos de Costo para Medidores del Año 2007.....	79
Anexo 4. Evidencia Aceptación de Propuesta.....	81
Anexo 5. Imagen de Maquina Saturno II.....	83
Anexo 6. Imagen de Empresa CECSO.....	85
Anexo 7. Evidencia de Participación “Curso -Taller. Manufactura Esbelta”.....	87

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Actividades Realizadas con Máquina Detenida en el Cambio de Programación.....	43
Tabla2. Checklist de Actividades para Realizar Cambios de Programa.....	47
Tabla 3. Separación de Actividades Internas y Externas.....	48
Tabla 4. Actividades Externas.....	52
Tabla 5. Definición Numérica del Proyecto Reducción de Tiempo en la Preparación de Tintas.....	59
Tabla .6 Definición Numérica del Proyecto para Evitar el Taponamiento de Tinta en los Cambios de Programación.....	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. SMED 4 Fases para Reducir el Tiempo de Cambio.....	14
Figura 2. Posición Actual del Operador para Desarrollar su Trabajo.....	57
Figura 3. Situación Actual del Agitador.....	57
Figura 4. Diseño Inadecuado del Agitador.....	57
Figura 5. Posición Actual de los Cepillos.....	58
Figura 6. Falta de Orden en Artículos de Limpieza.....	58
Figura 7. Propuesta de Posición para el Cepillo.....	62
Figura 8. Posición Adecuada para las Herramientas del Área de Trabajo.....	62
Figura 9. Posición Actual de las Llaves para Tinta.....	64
Figura 10. Situación Actual de las Llaves Suministradoras de Tinta.....	64
Figura 11. Mantenimiento Escaso para las Llaves de Suministro de Tinta.....	64
Figura 12. Diámetro de Actual de las Llaves y Tubos que Suministran la Tinta.....	67
Figura 13. Partes de una Llave para Suministro de Tinta.....	68
Figura 14. Taponamiento de Línea de Suministro de Tinta Antes de su Mantenimiento.....	68
Figura 15. Desensamblar Llave de la Manguera de Suministro.....	69
Figura 16. Llave Desensamblada Antes de Darle su Mantenimiento General.....	69
Figura 17. Partes Desensambladas de una Llave Alimentadora de Tinta.....	70
Figura 18. Propuesta de llaves para el suministro de tinta.....	71

RESUMEN

El proceso para la preparación de las tintas es una de las más importantes durante los cambios de programación en todas las máquinas impresoras de fábrica de cajas, ya que gracias a él se le colocan los diseños a todas las cajas realizadas, lo cual genera la autenticidad de sus productos, este proceso tiene una importancia primordial para la empresa por lo cual se debe analizar detalladamente ya que en él se representa la imagen de la empresa ante sus clientes lo cual impulsa al desarrollo de la misma e impacta directamente en su prestigio como empresa fabricante de cajas de cartón corrugado.

El presente proyecto se ha determinado la situación problemática a atacar en el área bajo estudio la cual comprende la prolongación excesiva de los cambios de preparación de una corrida a otra, lo que nos lleva como consecuencia el tener grandes inventarios y problemas de calidad con el producto terminado. De igual manera se ha determinado cuáles son los objetivos que se requieren cumplir durante la aplicación de la metodología "SMED", como lo es la reducción de tiempo y costo durante los cambios de programación, así como las limitaciones del estudio realizado únicamente en la máquina de impresión Saturno II.

Durante el desarrollo de la metodología "SMED" se ha logrado identificar y clasificar plenamente las actividades efectuadas por el operador en la preparación de las tintas durante los cambios de programación, así como también se logró detectar áreas de oportunidad importantes para el desarrollo de los cambios de programación.

Después de aplicar satisfactoriamente cada una de las etapas que comprende la metodología se han desarrollado dos propuestas importantes que ayudarán a la reducción de tiempos durante los cambios de programación realizados en la máquina de impresión Saturno II.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.

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 nació por la necesidad de lograr la producción JIT (Just in time), uno de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño.

En contra de los pensamientos tradicionales el Ingeniero japonés Shigeo Shingo señaló que tradicional y erróneamente, las políticas de las empresas en cambios de utillaje, se han dirigido hacia la mejora de la habilidad de los operarios y pocos han llevado a cabo estrategias de mejora del propio método de cambio. El éxito de este sistema comenzó en Toyota, consiguiendo una reducción del tiempo de cambios de matrices de un periodo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos.

Su necesidad surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los almacenes de producto terminado, con el consiguiente incremento de costes. Esta técnica está ampliamente

validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales.

En la actualidad los cambios de programación y puesta a punto de máquinas por cambio de operación o producto, constituye una pérdida de tiempo productivo por consecuencias del paro de las máquinas y generación de productos no conforme, todo ello incrementa los costos operativos y dificulta responder rápidamente a cambios en la demanda del cliente, originándonos inconformidades con nuestros consumidores y dismuniyendonos ante la competencia.

Como podemos apreciar hoy en día las organizaciones dedican muchos recursos a optimizar el tiempo por pieza, sin percatarse que no es el verdadero problema, puesto que han olvidado que también pueden optimizarse los tiempos no productivos, como lo son los cambios de programación y herramental, ya que todo tipo de cambio es un desperdicio que se debe evitar y, por lo tanto, debe de reducirse y si es posible eliminarse debido a que el tiempo de cambio incrementa el costo del producto. Con esta finalidad se utilizara la metodología "SMED" (Single Minute Exchange of Die) que en español significa "Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito", se encuentra dentro de la filosofía de manufactura esbelta, "SMED" es herramienta que nos impulsa a reducir estos cambios de programación mediante la utilización de diferentes actividades las cuales son teorías y técnicas que nos permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones al realizar el cambio de instrumentos necesario para pasar de producir un tipo de producto (cajas) a otro.

1.2 Planteamiento del Problema.

La área de oportunidad detectada en el ramo industrial es la prolongación excesiva de las cambios de preparación una corrida a otra, lo que nos lleva como consecuencia el tener inventarios y stock elevados que origina costos, así como

problemas de calidad en el producto terminado que ocasiona gastos en retrabajos e insatisfacciones con nuestros clientes, los “set up” prolongados también dificultan las entregas a tiempo hacia nuestros clientes.

Sin embargo algunas veces estos problemas son ocasionados debido al pensamiento tradicional de las altos directivos de la empresa a si como del resto de sus trabajadores que no se atreven a cambiar sus métodos de trabajo los cuales los llevan a trabajos desgastantes que provocan excesivos gastos en materia prima, mano de obra, inventarió y en desgaste de la maquinaria utilizada en el desarrollo del producto.

Para el desarrollo favorable de la metodología “SMED” es necesario realizar de manera simultanea otras aplicaciones de metodologías base como lo pueden ser “5'S” o simplemente una buena organización y estructuración del sistema.

¿Cuáles son los principales factores que prolongan los cambios de programación y herramental en la maquinaria de impresión?

1.3 Justificación.

Es de vital importancia la aplicación de la herramienta “SMED” en el ramo industrial debido a que cada vez las demandas de los clientes son mas versátiles y cambiantes y toda industria debe de apegarse a la variabilidad de sus demanda, las épocas de grandes corridas de producción son añejas y obsoletas es por ello que han quedado en el pasado, en la actualidad una industria que se encuentra a la par con las grandes potencias nacionales e internacionales debe de tener las cualidades para poder realizar sus cambios de “set up” (es el tiempo que se tardan en realizar los cambios de programación y herramental de una maquina para iniciar una nueva corrida, el tiempo se toma desde que sale el último producto bueno de la corrida anterior hasta el primer producto bueno de la nueva corrida), con mayor velocidad, ya

que los cambios largos de preparación ocasionan grandes problemas en la industria, originan grandes inventarios debido que si se tienen tiempos de “set up” muy prolongados se realizan grandes corridas de producción para evitar estar cambiando de herramental y programación, dichos “set up” también ocultan problemas del proceso y de calidad en el producto y en su forma de elaborarlo, además conducen a la sobreproducción y ocultan gastos.

Con la presente investigación se pretende analizar cuales son las principales causas del por que son tan prolongados los cambios de preparación de una corrida a otra (set up) se detectaran todos los aspectos que influyen de manera directa e indirecta para que los cambios de “set up” sean tan prolongados y se buscara la manera de eliminarlos o disminuirlos para que no afecten al proceso de producción ya que originan costos que elevan el precio del producto, además se analizaran las bases sobre las cual debe estar sustentada esta metodología y las manera de llegar a ella, a si como las ventajas y desventajas que arroja el adoptar esta nueva metodología en un sistema productivo y la manera en la que afecta directa e indirectamente a todos los empleados y las causas mas comunes del por que no se llega a ella.

Tras haber realizado la implantación de “SMED” en el sistema productivo se espera reducir considerablemente el tiempo de “set up” en la producción a si como adquirir mayor flexibilidad a la hora de cumplir con las demandas de sus consumidores, también nos ayudara a mejorar la calidad del producto a si como a disminuir la sobreproducción y el costo del mismo todo ello derivado por una reducción en el gasto de producción.

Los beneficiados directamente por la implantación serán los operadores de las maquinas debido a que los ayudara directamente evitando que se desgasten buscando herramientas y piezas para el cambio de maquinaria, a si como también los ayudara a aumentar su efectividad en producción, otros beneficiados directamente son los clientes de la empresa ya que se le podrán abastecer sus

demandas en tiempo y forma y por ultimo la empresa ya que disminuirán sus costos y aumentara su producción a si como su prestigio ante sus consumidores.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Analizar las principales causas que originan los grandes tiempos en los cambios de programación que son realizados en la maquinaria de impresión, mediante una técnica y metodología de manufactura esbelta denominada “SMED” para beneficiar el desempeño, la eficiencia y la eficacia en la productividad de los empleados y de la maquinaria analizada en las líneas de de impresión de la empresa fabricantes de cartón corrugado.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Identificar las variables a analizar en el proceso de maquina impresora mediante un análisis de campo que permita realizar propuestas para mejorar el desempeño de la maquina y sus operadores.
- Recolectar información especifica de uno de los procedimientos efectuados en los tiempos de “set up”, realizando estudios y análisis que nos permitan observar detalladamente las acciones realizadas por el operario para poder aplicar mejoras pertinentes en la estación de trabajo.

1.5 Limitaciones del Estudio.

- El presente estudio se realizara en el área de impresión, específicamente en la maquina saturno II de la fábrica de empaques de cartón corrugado.

- Los resultados del presente estudio serán la base para mejora continua de la empresa bajo análisis, y se verán reflejados en un lapso de tiempo indeterminado, debido a que al adoptar una nueva manera de trabajo en los operadores toma tiempo asimilarse y familiarizarse con ella por completo, así como el aprender a utilizar las nuevas herramientas que se pudiese proponer para el mejor manejo de los materiales y para la optimización de tiempo, además los resultados económicos al implantar a atacar áreas de mejora no son reflejados de la noche a la mañana si no que se estipula recuperara y redituar lo invertido en la empresa en un periodo de mediano y largo plazo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del SMED.

La paternidad del concepto SMED se atribuye a *Shigeo Shingo*, uno de los mayores contribuyentes a la consolidación del Sistema de Producción Toyota (también conocido como Just in time), en compañía del también japonés Taiichi Ohno. Es una de las técnicas usadas en la filosofía Kaizen para la disminución del desperdicio. (*Camp, R. 2002*).

El sistema SMED nació en la primavera de 1950 originado por una investigación a cargo del Dr. Shingeo Shingo en la planta Toyo Kogyo`s de Mazda en la ciudad de Hiroshima por la necesidad de eliminar los cuellos de botella provocados por las prensas de 350, 750 y 800 toneladas fue ahí donde el Dr. Shingo se le ocurre que existían dos tipos de tiempos de preparación para el cambio de herramental de una maquina, debido a que al momento de efectuar el cambio de molde de una de las prensa los empleados a cargo de dicha actividad al colocar el nuevo molde se percataron que les hacia falta un tornillo lo cual provoco que el cambio del molde se prolongara, mas de una hora, todo originado por la mala secuencia y coordinación de las actividades de los operadores, es por ello que el *Dr. Shingeo Shingo* decidió clasificar los tiempos de preparación en internos y externos, impulsando con esto el surgimiento de una nueva metodología denominada "SMED" la cual se utiliza para lograr la producción JIT (*justo a tiempo, "Just in time" en ingles*), una de las piedras angulares del sistema de fabricación Toyota, dicha metodología es utilizada para

acortar los tiempos de preparación en el cambio de herramental de todo tipo de maquinaria, provocando con esto hacer lotes de menor tamaño, lo cual arroja grandes beneficios debido a que las demandas actuales en el mercado exigen una mayor variedad de productos y por lo consiguiente una mayor flexibilidad en las líneas de producción lo cual impulsa a la fabricación de lotes pequeños para mantener un nivel adecuado de competitividad.

Como consecuencia de la investigación anteriormente mencionada el ingeniero japonés *Shingeo Shingo* en contra de los pensamientos tradicionales señaló que *erróneamente, las políticas de las empresas en cambios de utillaje, se han dirigido hacia la mejora de la habilidad de los operarios y pocos han llevado a cabo estrategias para mejorar el propio método de cambio.* (Mendoza, J. 2007)

Es por ello que el “SMED” fue desarrollado para mejorar las preparaciones y montajes para producción de todo tipo de máquinas y herramientas.

En gestión de la producción, “SMED” es la abreviación de “Single Minute Exchange of Die”, por sus siglas en ingles, cuyo significado es cambio de herramienta en (pocos) minutos. Este concepto nos proporciona la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de un proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase single minute, sin embargo nunca se cumple este objetivo ya que los cambios de herramental en las empresas convencionales son muy extensos lo cual origina poca productividad y ocasiona gastos que son absorbidos por el producto elevando su precio. (Paredes F. 2004)

2.2 Cambio de Utillaje o Herramental.

Se define un cambio como: el conjunto de operaciones que se realizan desde que se detiene la máquina hasta que empieza a trabajar y produce la primera unidad del

siguiente producto en las condiciones establecidas de calidad. El intervalo de tiempo correspondiente es el tiempo de cambio. (Paredes, F. 2004)

¿Se preguntarán que es el cambio de utillaje, y por que es tan importante?

Desde la perspectiva *de Shingeo Shingo* el cambio de utillaje o herramental son las actividades realizadas durante tiempo trascurrido desde la fabricación de la última pieza válida de la serie A hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie B; y no únicamente las actividades que se encuentran dentro del tiempo de cambio y ajustes físicos de la maquinaria como comúnmente se cree.

¿Qué entendemos por cambio de utillaje en una máquina?

Desde la perspectiva de los pioneros de esta metodología Kenichi Senkine y Keisuke Ara. Es el conjunto de operaciones que se desarrollan desde que se detiene la máquina para proceder al cambio de lote hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto en las condiciones y especificadas de tiempo y calidad

Con respecto a lo anterior se concluye que el cambio de utillaje o herramental son las actividades que se realizan durante el tiempo que se toma el personal para realizar los cambios pertinentes al modificar la corrida de producción de la fabricación de un tipo de producto a otro distinto, el tiempo es tomado desde que sale la ultima pieza buena de la corrida anterior hasta la primera pieza buena de la corrida actual, la realización de dichos cambios engloba el cambio de programación y de orden de producción a si como el ajuste y la corrida de prueba para la calibración del equipo.

La importancia del cambio de herramental radica en que es esta la actividad en la que se consume la mayor cantidad de tiempo innecesario lo cual provoca que se alarguen los “set up” de preparación para los cambios de producción.

Como consecuencia es en esta actividad en donde se debe de trabajar y analizar para mejorar los tiempos provocados por el cambio de herramental.

2.3 “Set up”.

El “Set up” es un elemento de gran importancia para el entendimiento y obtención de los resultados deseados por la implantación de esta metodología.

¿Pero se preguntarán que es el “set up”?

Es el tiempo de preparación de una maquina para producir un producto diferente en la misma maquina y cumplir con todas las especificaciones y requerimientos del cliente. (Mendoza, J. 2007)

Por lo anterior se concluye que la diferencia que existe entre el cambio de herramental con los “set up” es que en el cambio de herramental solo se toman en cuenta las actividades de cambio de herramientas realizadas en la operación y en los “set up” se toman en cuenta todas las actividades que se realizan desde el momento que se detiene la maquina y sale la ultima pieza buena de la orden de producción anterior hasta que sale el primer producto bueno de la nueva orden de producción, aquí se incluyen las actividades que le generan valor al producto a si como las que no lo hacen.

Antes se creía que los “set up” eran solo un aspecto sin mayor importancia dentro del proceso de producción. Pero estaba equivocados ya que los “set up” proporcionan grandes beneficios al sistema como lo es la flexibilidad que nos ayuda a realizar varios productos de diferentes características en una misma máquina e incluso en un mismo día si se tiene perfectamente adaptada la metodología SMED debido a que la flexibilidad nos permita realizar cambios a gran velocidad que no afectan considerablemente en la producción y eficiencia del sistema así como en el costo del producto.

Además nos ayuda mejorar el servicio ya que nos agiliza en gran medida los tiempos de entrega hacia nuestros clientes, permitiéndonos satisfacer las necesidades de nuestros consumidores con mayor facilidad y otorgándonos esta característica como

un valor agregado a nuestro sistema. De igual manera los “set up” nos permiten ser mucho más productivos y aumentar el rendimiento de nuestra maquinaria así como la eficiencia de nuestros operadores.

Cuando los “set up” no son controlados son malos para el proceso debido a que aumentan el inventario, esto origina mayores costos en el precio del producto, ocultan problemas en el proceso, ocultan problemas de calidad y conducen a la sobreproducción.

Los pasos básicos en los procesos de “set up” son la preparación, ajuste y revisión de materiales, en estos pasos se aseguran que todas las partes y herramientas estén en el sitio en el que debe de estar y que funciones correctamente, en estos pasos además se incluyen en el periodo después del proceso donde estos objetivos se retiran y vuelven al lugar donde se almacenan y se limpian.

Otros pasos de gran importancia son el mover y remover partes fixtures (basura), en estas actividades se enfoca principalmente al montaje y desmontaje de las piezas que se utilizan para la realización de las ordenes de producción, así como también para la limpieza de la superficie tanto de la maquina como la del área de trabajo.

Unas de las últimas actividades realizadas durante los “set up” son la medición, ajuste y de calibración. En estas actividades se realizan todas las mediciones y calibraciones necesarias para poder realizar una operación de producción adecuadamente y con las normas y especificaciones de calidad requeridas.

La última actividad efectuada durante el proceso de “set up” consiste en hacer los ajustes después de haber realizado la corrida de prueba, cabe mencionar que entre mayor sea la exactitud de las mediciones y calibración de los pasos anteriores serán mas fácilmente realizados los ajustes. (Mendoza, J.2007).

2.4 Tiempos de Preparación.

Es el tiempo transcurrido entre la última pieza buena de una corrida de producción y la primera pieza buena de la siguiente orden de producción, corriendo a velocidad estándar.

2.4.1 Tiempos de Preparación Internos.

Son las actividades realizadas mientras la maquina se encuentra en estado inactivo o en vacío. (Camp, R. 202.)

Las actividades internas constituyen los paros de mayor riesgo y prolongación para el desarrollo de los “set up” es por ello que una vez parada la maquina, el operario no debe de apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de movimientos se pueda hacer rápidamente los cambios, de tal manera que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa. (Menester, E.2006)

2.4.2 Tiempos de Preparación Externos.

Son todas aquellas actividades que se pueden realizar mientras la maquina esta trabajando, son las actividades en las que los operadores no corren ningún tipo de riesgo por el funcionamiento de la máquina, en estas actividades se deben de realizar los avances pertinentes para optimizar el tiempo de preparación y cambio de corrida que la máquina requiere, para la realización de estas actividades debe de haber una buena coordinación con su equipo de trabajo para no ocasionar problemas en cuanto al espacio que ocuparan los materiales anticipados en el área de trabajo, algunas de las actividades de este tipo son la elaboración de los repotes, así como el acarreo de materiales o herramientas a utilizar hacia el área de trabajo así mismo la limpieza de dicha área. (Camp, R. 2002).

2.4.3 Transformación de Tiempos de Preparación Internos a Externos.

El objetivo es analizar todas las operaciones, clasificarlas, y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la manera de acortar las operaciones internas a externas con la menor inversión posible.

2.5 Fases o Etapas del SMED.

En esta sección de la metodología los analistas deben de entender claramente las etapas a las que se debe de llegar para poder realizar la implantación correctamente y obtener los resultados esperados, las fases de la metodología pueden variar dependiendo de la perspectiva del analista.

Sin embargo, siempre darán resultados favorables si son aplicadas correctamente, las etapas consisten en *identificar, clasificar y transformar* las actividades realizadas por los operadores de la maquina durante los cambios de programación y herramental al iniciar una nueva orden de producción.

La utilización y las propuestas de mejora basadas en la metodología pasan por tres etapas muy importantes como se menciona anteriormente, a lo largo de las cuales las soluciones pueden estar cimentadas desde algo tan simple como la observación de actividades realizadas por el operador y registradas en una hoja de tareas, así como por observaciones realizadas desde la filmación de una cámara, o hasta el diseño de complejos dispositivos de análisis de movimientos.

La etapa que se deben realizar como inicio del estudio de la metodología es la fase preliminar, en ella se efectúa el estudio de la operación de cambio, posteriormente se realiza la llamada etapa uno en la cual se identifican y se separan las tareas internas y externas.

Continuando con la secuencia de la metodología se realiza la etapa dos que se podría considerar como la mas difícil y de mayor análisis, en esta etapa es en la que

se transforman las actividades internas a externas, y por último se realiza la etapa tres en ella se le da seguimiento a los análisis anteriormente realizados y se busca la mejora continua al perfeccionar las tareas internas y externas que han sido estructuradas. Como se observa en la figura 1

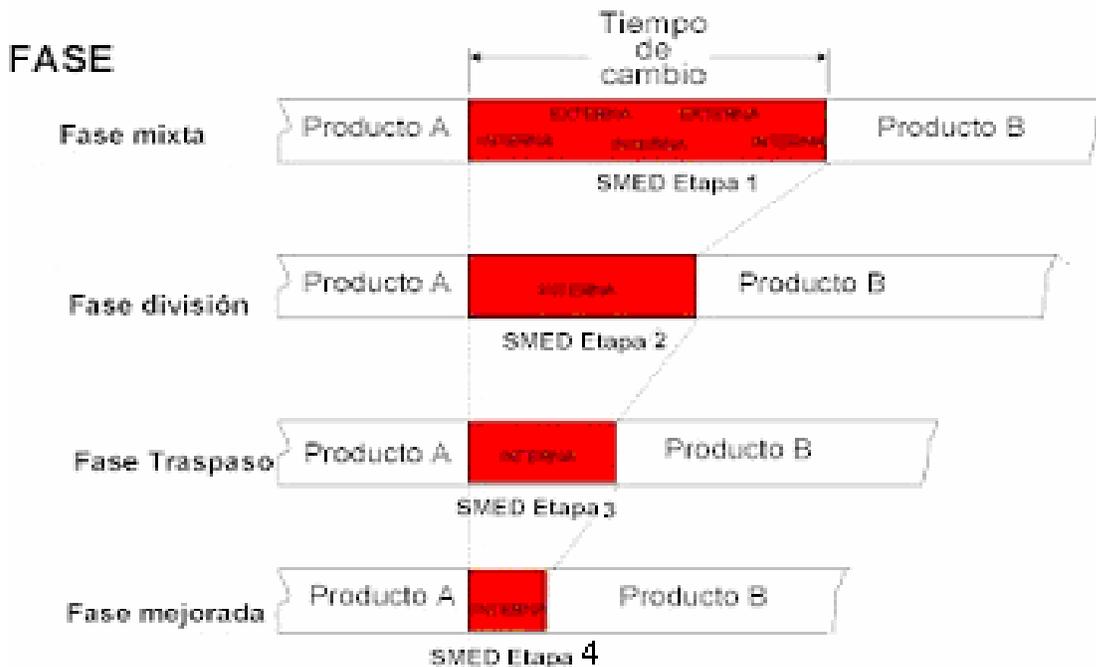


Figura 1. SMED 4 fases para reducir el tiempo de cambio

2.5.1 Etapa Preliminar: Ajustes Internos y Externos.

Es una fase preliminar, comúnmente llamada fase mixta, la cual es una introducción a lo que se enfoca la metodología "SMED". Dentro de esta etapa se localizan los ajustes internos y externos, los cuales se encuentran mezclados durante todo el proceso de cambio, en esta etapa comúnmente se aprecia como las actividades que se podrían efectuar externamente son realizadas cuando la máquina está parada, esto origina que las máquinas estén detenidas por largos periodos de tiempos innecesarios pudiendo solo efectuar las operaciones verdaderamente necesarias con la maquinaria apagada, esto ayudaría considerablemente a la reducción de los tiempos de "Set up" (Rivas, J, 2002).

Lo esencial en esta primera etapa es distinguir que actividades se llevan a cabo cuando el equipo ya paró, es importante analizar que podría hacerse mientras se termina la orden de producción, de esta manera se identificarían las actividades internas y externas del proceso de cambio.

Para poder identificar perfectamente las actividades es necesario estudiar en detalle las condiciones reales en las que se desempeñan los operadores ya que es muy común que realicen actividades que no le generan valor al proceso.

Actividades tales como el buscar por largos periodos de tiempo herramientas básicas o elementos indispensables para su trabajo como tornillos o pernos, o simplemente el caminar sin sentido por el área de trabajo así como el realizar formatos de calidad o producción. (Rivas, J, 2002).

El realizar el análisis para detectar y clasificar las actividades no genera una gran inversión, solo se necesita examinar continuamente el proceso mediante una filmación en la cual los operadores realicen sus actividades de cambio normalmente y posteriormente se deben de examinar los videos en compañía de los encargados de la implantación del proyecto así como de los operadores de la máquina, para poder identificar que actividades se pueden realizar con la máquina parada y con la máquina en movimiento.

Al efectuar un cambio de producción, se deben definir las operaciones a realizar, al igual que el rol que seguirán cada una de los operadores. En dicho proceso se hacen operaciones tales como: (Philip, E, 1999).

- La preparación de la máquina, así como la del puesto de trabajo y de las herramientas a utilizar.
- La verificación de la materia prima y de los instrumentos de medida;

- El desmontaje/montaje de la herramienta;
- La realización y el prueba;
- La limpieza;
- El orden del puesto de trabajo

2.5.2 Etapa 1: Separación de los Ajustes Internos y Externos.

Es la primera etapa del método SMED, y es la más importante en ella se debe distinguir y separa los ajustes internos y externos.

Primero se debe conocer que son los ajustes internos y externos. *Desde la perspectiva de Shingeo Shingo las actividades Internas son la que tienen que ejecutar cuando la maquina esta parada. (1990)*

Las actividades externas son aquellas que se pueden ejecutarse mientras la maquina esta operando. (1990)

Para poder separar las actividades internas de las externas con mayor facilidad es recomendable apoyarse en herramientas auxiliares como puede ser un checklist (lista de verificación), en el se registran todas las partes y pasos para realizar una operación. Un checklist básicamente es una lista en la que se incluyen herramientas, especificaciones y trabajadores requeridos, así como también deben de tener especificaciones de operación como temperatura, presión, corriente y velocidad de

alimentación, además de medidas y dimensiones para cada operación, un checklist se puede realizar con las especificaciones que el analista requiera, puede ser muy específico o solamente puede contener elementos básicos.

El checklist (ver tabla #2) te ayuda a determinar cuales son las actividades que se realizan con la maquina parada y en movimiento, en cuanto a las actividades externas te ayuda verificar si tienes todas las herramientas necesaria para realizar una operación en particular, el checklist se debe realizar antes de efectuar todo cambio de herramental por que en el identificaras si cuentas con todas los elementos necesarios para realizar efectivamente el cambio de programación y herramental, además podrás identificar si los elementos con los que cuentas para realizar el trabajo se encuentran en buen estado y puedas utilizarlos apropiadamente.

Todas la partes y herramientas necesarias deben de ser transportadas antes de que la maquina se detenga y las partes que se quiten de la máquina se deberán llevar a su lugar hasta que la máquina inicie la nueva producción, realizándolo de esta manera se separan claramente las actividades internas de las actividades externas del cambio, mejorando considerablemente su tiempo de operación. (Rivas, J, 2002)

2.5.3 Etapa 2: Convertir las Preparaciones Internas en Externas.

En esta etapa existen dos conceptos muy importantes los cuales son:

1. Re-examinar las operaciones para ver que pasos se están asumiendo erróneamente como internos.

En este paso lo único que se debe hacer es un análisis para verificar si se están realizando las actividades internas correctas, esto se puede lograr mediante el análisis de un video o con simples observaciones cuando se ejecuta el cambio de corrida y programación.

2. Encontrar la manera de convertir esos pasos en actividades externas.

Aquí lo que se realiza es observar cuidadosamente un video de las operaciones efectuadas por los trabajadores y se pueden realizar las siguientes preguntas.

¿Que condiciones y materiales deben de ser preparados en tu proceso antes de realizar las actividades internas correctas?

¿Como puede esto ayudar en tu cambio de programación y herramental?

Hacer estas preguntas ayuda a saber que es lo que se debe realizar antes de empezar el cambio lo cual ayudara para darse cuenta que actividades se están realizando en el tiempo correcto y además para saber que actividades están haciendo sin necesidad de ejecutarlas. (Mendoza, J, 2007).

Para realizar esta etapa se pueden apoyar en distintas herramientas como lo es el preparar condiciones de operación en avance lo cual significa tener todas las partes necesarias, herramientas y condiciones listas antes de que se inicien las actividades internas.

Es de gran ayuda para la implantación de esta fase el contar con las condiciones de temperatura, presión o posición del material adecuadas mientras la maquina aun esta funcionando, así como el precalentar un dado que se valla utilizar, todas estas actividades se deben realizar a un cuando la máquina continua operando.

Otra herramienta de gran importancia que se debe de tomar en cuenta es la estandarización, el contar con esta técnica nos ayuda cuando las herramientas o las partes son diferentes de una operación a otra, el estandarizar nos permite unificar herramientas y piezas simplificando y agilizando considerablemente las actividades del cambio.

En esta etapa se debe de tener una gran dosis de creatividad, diseños de dispositivos y en algunas ocasiones de una fuerte inversión, que sin embargo trae magníficos resultados en la reducción del tiempo, en esta etapa se apoyan en un punto básico como lo es el utilizar jigs o dispositivos adicionales o intermedios. Sin embargo, en esta etapa es de especial importancia el realizar una evaluación de costo-beneficio al realizar inversiones considerables para obtener los cambios de actividades internas a externas. (Philip, E, 1999).

Dentro de esta etapa se pueden organizar las herramientas específicas a utilizar al momento del cambio, así como las refacciones que requieran ser cambiadas antes de que provoquen un fallo.

Dentro de los cambios a efectuar también se tiene el eliminar las tareas repetitivas o que no agregan valor al proceso de cambio, ejemplo de ello es el apretar uno o varios tornillos, para esto podemos acondicionar los equipos siempre y cuando sea necesario, para el uso de manijas, o el uso de destornilladores eléctricos.

2.5.4 Etapa 3: Examinar las Operaciones Internas y Externas para las Oportunidades Adicionales de Mejora.

Es la tercera etapa del método. Su objetivo es reducir al mínimo el tiempo de ajuste. La conversión en ajustes externos permite ganar tiempo, pero racionalizando los ajustes se puede disminuir aún más el tiempo de cambio. Por ejemplo, el uso de arandelas partidas (tener en cuenta que el agujero debe ser mayor que la tuerca). (Rivas, J, 2002).

Aún las reducciones obtenidas en las etapas anteriores pueden ser mejoradas. Esta labor es de alto nivel de detalle, en este paso las mínimas actividades internas que

queden pueden ser aminoradas y las demás aunque sean externas también pueden ser mejoradas. Cada caso requiere del ingenio y experiencia de los involucrados en estas operaciones, para ello no pueden faltar la imprescindible documentación detallada de sus procedimientos, de tal modo que los métodos mejorados permanezcan vigentes aun a pesar de una posible rotación de trabajadores.

Examinar tanto las operaciones de preparación internas como externas para las oportunidades de mejora, considerar la eliminación de ajustes y la simplificación de los métodos de fijación, como lo es la eliminación de ajustes y la fijación sin tornillos. Estos métodos pueden reducir las preparaciones a menos de una vigésima parte del tiempo anterior. De hecho los cambios pueden a veces complementarse en segundos, eliminando los ajustes y utilizando el sistema del mínimo común múltiplo.

Para hacer realidad el SMED en las áreas de trabajo, simplemente hay que enseñar sus métodos básicos a los trabajadores y dejarles que comiencen la revolución SMED. (Shingo, S, 1990)

En esta etapa se deben de realizar un análisis de cada operación para que esta se realice de la mejor manera posible y darle un orden de pasos bien definidos para realizar las operaciones de cambio.

Se deben dar un flujo continuo a las operaciones de cambio de corrida, operaciones tales como mejorar el almacenaje y el transporte, implementar operaciones paralelas, usar clamp`s funcionales, ajustes de una vuelta, al igual que métodos de un movimiento, métodos de aseguramiento y eliminar ajuste y posiciones fijas. (Mendoza, J, 2007)

2.6 Factores que Impulsan la Implantación de la Metodología SMED.

Cuando se habla de cambio de herramientas o tiempos de preparación se trata no solo del efecto que ello tiene en los costos vinculados con dichas tareas específicas, sino de los tiempos muertos de producción así como el tamaño de los lotes y los

excesos de inventarios de productos en procesos o productos terminados al igual que los plazos de entrega y tiempo del ciclo.

Un aspecto de singular importancia para todas organizaciones y que enfocan con mayor importancia, es el prestar mejores servicios hacia sus clientes así como aumentar la cantidad de operaciones y mejorar la utilización de la capacidad productiva.

Sin embargo, para que se puedan llevar acabo estos benéficos en las organizaciones se debe contar con algunas características especiales, tanto si se trata de mejorar los tiempos de preparación de un avión en las escalas técnicas o entre un vuelo y otro, cómo en el caso de los tiempos de preparación y acondicionamiento de un quirófano entre una cirugía y la siguiente, son ejemplos muy complejos donde el tiempo juega un papel primordial y en donde se debe de tener una exactitud milimétrica ya que un error en estas actividades tendría consecuencia devastadoras, en estas actividades la reducción de tiempos es muy importante por el giro de ambas organizaciones y por las consecuencias que estas traería en sus clientes. Con esto podemos apreciar que esta metodología no es solo exclusiva de empresas manufactureras si no que también se puede aplicar en empresas de servicio.

Como se puede apreciar el tiempo es una variable esencial, la cual debe ser gestionada con suma atención dada la fundamental trascendencia que ella tiene tanto para la satisfacción de los clientes como en la rentabilidad del negocio. Pero nada de esto se puede lograr si no se tienen características específicas, existe una serie de condiciones fundamentales a los efectos de poder disminuir los tiempos de preparación, siendo ellas las siguientes:

- ✓ Tomar conciencia de la importancia que tiene para la empresa y sus actividades la disminución de los tiempos de preparación.
- ✓ Hacer tomar conciencia de la problemática a los empleados, y prepararlos mediante la capacitación y el entrenamiento a los efectos de incrementar la

productividad y reducir los costos mediante la reducción en los tiempos de preparación.

✓ Hacer un cambio de paradigmas, terminando con las creencias acerca de la imposibilidad de disminuir radicalmente los tiempos de preparación.

✓ Cambiar la manera de pensar de los directivos y profesionales acerca de las técnicas y medios para el análisis y mejora de los procedimientos. Se debe dejar de estar pendiente de métodos ya construidos, para pasar a crear sus propios métodos. Cada actividad, cada máquina, cada instrumento, tienen sus propias y especiales características que las hacen únicas y diferentes, razón por la cual sólo se puede contar con un esquema general y una capacidad de creatividad aplicada a los efectos de dar o encontrar solución a los problemas atinentes a la reducción en los tiempos de preparación.

✓ Dar importancia clave a la reducción de los tiempos, tanto de preparación, cómo de proceso global de la operación productiva, dado sus notorios efectos sobre la productividad, costos, cumplimiento de plazos y niveles de satisfacción. Por ésta razón se constituye su tratamiento en una cuestión de carácter estratégico. (Shingo, S.1991)

2.7 Pasos para Administrar el Cambio al Implantar “SMED”.

Al emprender una nueva filosofía se obliga a pensar y trabajar de forma diferente, trayendo como consecuencia miedo y estrés en los trabajadores. En estos casos es de gran importancia contar con un buen líder para poder impulsar a su personal a enfrentar positivamente las transformaciones a lo largo de toda la planta.

La aplicación de manufactura esbelta causa un efecto domino, una vez que se tira la primera ficha se desatan diversos eventos imposibles de evadir. Cada movimiento denota un cambio, sin embargo estos cambios no siempre son bien recibidos por el personal.

La manufactura esbelta esta revolucionando la cultura y las actitudes en el mundo industrial. La evolución tanto del proceso como la de la tecnología esta impregnado de nueva vida a compañías en dificultades, están infiltrando el pensamiento de mejora continua los más altos niveles jerárquicos. Aun cuando el compromiso de entrar al ambiente de la manufactura esbelta es excitante y dinámico, implica cambios y estos inundan de estrés a los empleados sin importar su rango. La manufactura esbelta es complicada, lenta, variable y definitiva.

Los buenos lideres están consientes de los resultados negativos del estrés, sobrecarga, agotamiento y fatiga, tanto en ellos mismos como en su grupo de trabajo. Saben que la resistencia al cambio causa deterioro, por el contrario la aceptación del mismo es positiva y productiva. En cuanto se detecta la llegada de un cambio en cualquier organización, la tensión en los empleados empieza a crecer lo cual trae consecuencia negativas para el proceso debido a la inseguridad con la que se desempeñan sus operadores. La gerencia debe de manejar este estrés mediante educación y entrenamiento. Deben de darle seguridad la gente en relación a su estabilidad de su trabajo y la continuidad de la empresa, hay que aclarar que las modificaciones son sobre todo en beneficio a todos y cada uno de los que laboran en la empresa.

Sin embargo se pueden presentar verdaderas barreras de oposición por las actitudes negativas y los miedos creados entre empleados y clientes. La alta gerencia debe dar especial consideración a los asuntos de tipo humano y tratarlos en un proceso de pasos graduales, a medida que va abriendo la información. A pesar de ello el estrés es insidioso para los miembros del grupo de trabajo, sus líderes y la gerencia. Cada

uno debe de encontrar la manera de manejar su estrés y mejorar la eficiencia. Una vez que la gerencia anuncia el movimiento hacia la manufactura esbelta, la capacitación y el entrenamiento toman una mayor importancia, siendo estos dos los elementos claves para sobreponerse a la resistencia y el miedo al cambio.

Algunos indicadores de estrés entre los miembros del grupo de trabajo que perjudican notoriamente a la implantación de la nueva metodología de desempeño son la actitud negativa, así como el sentimiento de impotencia o la falta general de entusiasmo y cansancio por largos periodos al igual que los signos de agotamiento y problemas de salud recurrentes. Sin embargo, los síntomas de estrés más importantes son las actitudes negativas y agresivas que toman los trabajadores de la organización hacia sus compañeros y jefes directos, así como la inasistencia y retardos recurrentes al igual que una escasez de entusiasmo y creatividad, todos ellos son síntomas originados por la implantación de nuevas metodologías de trabajo en las organizaciones, sin embargo se deben enfrentar de manera firme y segura teniendo un mayor acercamiento con los empleados e impulsándolos a crecer bajo los nuevos estándares de la corporación, hay que hacerles ver la importancia de su trabajo para la organización. (Conrad, D. 2007).

Todos al implementar herramientas de manufactura esbelta quieren que sus proyectos resulten fructíferos.

¿Cuáles son los elementos que contribuyen a lógralo?

Son siete los elementos que hacen que la manufactura esbelta se lleve a cabo con buenos resultados.

2.7.1 Entrenamiento en Todos los Niveles de la Organización.

No se debe de olvidar que el SMED y las disciplinas de manufactura esbelta, mas que técnicas son procesos culturales. Toda persona en la organización debe recibir una buena cantidad y calidad de información acerca de la nueva cultura de trabajo,

es recomendable que los status de misión y visión lleven conceptos claves como *“nuestra gente es el recurso mas valioso de la empresa”* o *“todos los empleados somos responsables del éxito de la empresa”*.

La gerencia, en cualquiera que sea su paso de evolución en el proceso, debe de estar lista para completar su cambio apoyado en el poder medio de autoridad y respeto y admiración en base de verdadero liderzazo.

2.7.2 Programa de Mantenimiento Preventivo.

Es muy útil contar con una documentación sobre el desempeño y sus fallas de todos los equipos de la organización así como de sus tiempos de reparación y cambios de preparación realizados al iniciar una nueva orden de producción, también es recomendable tener documentado el tiempo y todas las actividades realizadas durante el proceso de cambio de programación al igual que la clase de actividad a la que pertenecen ya sea una operación interna o externa.

Después de tener documentada toda la información necesaria para realizar las actividades pertinentes se evalúan todos los datos de para poder tomar acciones sobre las deficiencias detectadas en el proceso.

2.7.3 Información Completa Sobre el Equipo.

Antes de realizar un proyecto hay que sustentar su alcance y los objetivos a cubrir. Para ello se debe investigar y recopilar toda información posible sobre el diseño, las expectativas que tienen y el desempeño real de cada máquina y de cada cambio de corrida realizado, algo de esta información se obtiene de las órdenes de trabajo.

Es recomendable que se establezca una buena comunicación con los propietarios del equipo, es decir los operadores, el supervisor y el gerente del área. El recurso

más valioso de la empresa es su gente, por ello es vital incluirlos en todo el proceso y hacerlos ver lo importante que son para la organización. Al tomarlos en cuenta y darles su lugar, respetando su labor, se tendrá mayor cooperación y la relación de su trabajo será mas provechosa.

2.7.4 Habilidades de Comunicación.

El coordinador o gerente de mejoramiento continuo es clave en el éxito de cualquier implementación. Esta persona tiene a su cargo la creación de una buena imagen para la nueva filosofía. Su misión no se limita a entrenar a los grupos de implementación, debe de educar y capacitar a todo el personal en la planta. El gerente o coordinador debe convertirse en un experto en la nueva metodología y explicarla a todo el que tenga la disposición de saber más sobre ella. Asimismo, necesita desarrollar un buen sistema de difusión del progreso de la misma.

2.7.5 Personas de Tiempo Completo.

Las disciplinas esbeltas requieren de dedicación y entrenamiento constante. Las personas designadas para liderar los proyectos deben concentrarse tiempo completo en su nuevo rol, además requieren asistir por lo menos una vez al año a un seminario o taller.

Muchas empresas fracasan al tratar de dividir el tiempo de alguien que ya tiene responsabilidades definidas, y dándole mas trabajo a una persona la saturaran de responsabilices lo cual traerá consecuencias negativas en su desempeño. El rendimiento de cualquier empleado disminuirá si no se concentra en una tarea a la vez.

2.7.6 Seguir el Paso.

Una vez que se entrega el proyecto a sus propietarios se debe de estar consiente que el SMED apenas comienza para esta máquina o sistema. El restante 99%

dependerá de una permanente comunicación que el coordinador establezca con los operadores y demás participantes del cambio de corrida.

Hay que demostrar y estar dispuesto a escuchar y apoyar en todo lo que se requiera, los operadores en ese momento se convierten en los clientes por lo tanto merecen que se traten con prioridad.

Las siguientes semanas que le siguen a un proyecto son cruciales en términos de creatividad dirigidas al mejoramiento de las actividades y el área de trabajo.

La continuidad y el apoyo son importantes para crear la confianza de los operadores hacia el proyecto y el programa en general.

2.7.7 Pasión.

En esta y en otras actividades el éxito está relacionado por el entusiasmo y la dedicación por que se cree en el proyecto que se está haciendo. Es posible deducir que la falta de algunos de estos puntos, basados en el apoyo, la dedicación y el compromiso, será un obstáculo para la implementación de cualquier iniciativa de manufactura esbelta.

2.8 Factores que Impiden la Implantación de la Nueva Metodología.

2.8.1 Dar seguimiento.

Todo el entrenamiento es inútil, Todos los esfuerzos se pierden, Los cambios no perduran, La gente se desanima, La moral se desvanece, El progreso no se ve ni toma lugar, Todos ellos son consecuencia de no dar seguimiento a la metodología implantada.

¿Por qué sucede esto?

Simplemente parece que no tenemos el hábito. Quizás este no sea uno de los cambios iniciales que debemos incorporar en nuestra nueva cultura.

Si adquirimos el hábito de dar seguimiento a nuestros proyectos, cualquiera que sea su tamaño, lograremos resultados permanentes. Y si nos proponemos hacerlo constantemente por una cuantas semanas, crearemos el hábito que será una parte de la nueva forma de hacer las cosas. Hay que visualizar la finalización de un evento de mejora continua, a penas a comenzado el mejoramiento y se debe continuar con el mismo sí se desean lograr los resultados esperados.

Cuando una empresa cuenta con un excelente gerente o coordinador que implemente el cambio continuo este puede llevar un evento de esta índole con éxito y lograr ahorros millonarios para la organización. No es casualidad que el mejoramiento reafirme su éxito y extienda su influencia por otras áreas de la planta, cuando la gente esta convencida del tremendo poder del seguimiento una buena gerencia logra mantener el interés y el alto nivel de involucramiento del grupo. De tal forma que todos se sienten orgullosos por el éxito que se ha logrado, y transmiten su entusiasmo a otras áreas de la planta y ayudan a implementar mejoras. De esta forma los avances se dan de manera continua y repetitiva.

2.8.2 Mandos Intermedios.

En muchos casos, los subgerentes y supervisores, e incluso algunos líderes de grupo, sienten sus posiciones amenazadas por los nuevos cambios inherentes a la manufactura esbelta. Nuevamente, se trata de un cambio cultural. A estas personas hay que hacerles saber y comprender las ventajas derivadas de compartir conocimientos y responsabilidades con todos los operadores de producción.

2.8.3 Producción, Manufactura e Ingeniería.

A todo personal que labora en estas tres áreas hay que aclararles que el SMED o cualquiera de las otras disciplinas esbeltas no son una carga adicional sobre ellos, si no una forma de agilizar sus propios objetivos.

Cuando se desea sembrar una nueva cultura en la empresa se trata de reajustar acciones y si se sabe como llevar estos cambios de la mejor manera, entonces es posible que el proyecto tenga el éxito deseado. (Mora, E. 2007)

2.9 Beneficios y Desventajas de la Implantación SMED.

2.9.1 Beneficios del SMED.

Tiene grandes beneficios la utilización de esta metodología ya que nos ayuda a reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo, así como también a reducir el tamaño del inventario al igual que ha reducir los stocks utilizados en el proceso, además propicia la reducción en el tamaño de los lotes de producción y permite la fabricación de distintos artículos o modelos en el mismo día y en la misma máquina o línea de producción.

Esta metodología mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan sólo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda, como se menciona anteriormente. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stocks innecesarios no se pueden ocultar los problemas de fabricación.

La utilización de la metodología SMED y la implantación de las propuestas generadas por esta traen consigo grandes recompensas las cuáles son traducidas a valores económicos de costo beneficio.

- ✓ Reducción de tiempo ocioso de los equipos. Considerando una base de costos anuales a través de su vida útil, contemplando también la posible obsolescencia de esta en el largo plazo.

- ✓ Disminución de costos de mantenimiento de inventario en procesos, los cuales llegan a ser hasta de 30% en comparación con los de operación.

- ✓ Aminoración de costos de calidad. Al producir lotes grandes y mantenerlos en inventarios durante mucho tiempo se ocultan algunas series de defectuosas, las cuales se detectan hasta después de muchas semanas de darse la falla en el proceso.

- ✓ Baja en los tiempos de entrega de partes, con el consecuente incremento en el grado de satisfacción de los clientes.

- ✓ Aumento en la capacidad de diversificar la oferta de productos.

- ✓ Dependiendo del grado de avance que se tenga en el área con la metodología se pueden tener reducciones en los costos operativos de 15 al 40% en una empresa manufacturera.

Es de fundamental importancia que en el proceso de mejora continua se considere la opinión de los técnicos involucrados en estas operaciones, quienes pueden hacer aportaciones magnificas y se rompe a su vez la resistencia al cambio, la cual se genera siempre que se pretende alcanzar dicha iniciativa.

Es muy conveniente que los trabajadores sean reunidos en sesiones similares a los círculos de calidad para hablarse acerca de los avances de la implantación y que no se les impongan las soluciones, si no que se sientan parte de estas.

Algunos de los tiempos que tenemos que eliminar aparecen como despilfarros habitualmente de la siguiente forma:

- ✓ Los productos terminados se trasladan al almacén con la máquina parada.

- ✓ El siguiente lote de materia prima se trae del almacén con la máquina parada.
- ✓ Las cuchillas, moldes, matrices,.. No están en condiciones de funcionamiento.
- ✓ Algunas partes que no se necesitan se llevan cuando la máquina todavía no está funcionando. – Faltan tornillos y algunas herramientas no aparecen cuando se necesitan durante el cambio.
- ✓ El número de ajustes es muy elevado y no existe un criterio en su definición.

El SMED, asociado al proceso de mejora continua, va a tratar de eliminar todos estos desperdicios.

2.9.2 Desventajas de Aplicar SMED.

Como todo cambio al iniciarlo se tienen grandes problemas que ocasionan que se frene su aplicación, de igual manera sucede con el SMED, los problemas principales y mas frecuentes a los que se enfrentan las organizaciones al adoptar nuevas formas de trabajo son.

- ✓ Como desventaja principal son los costos al proponer mejoras con precios muy elevados, ya que algunas ocasiones por reducir tiempo en la preparación de las maquinas se instalan equipos muy sofisticados y costosos, cuyos gasto será muy difícil de recupera ya que la reducción de tiempos que se obtendrá no es lo suficientemente significativa lo cual no arrojará ganancias que cubran la inversión realizada.
- ✓ Resultados en periodos muy largos.
- ✓ Costos en capacitación y entrenamiento.
- ✓ Deserción de los empleados.

- ✓ Errores al aplicar la metodología por parte de los operadores.
- ✓ Costos de publicidad.
- ✓ Provoca inseguridad en los empleados.
- ✓ Poca colaboración de las personas.
- ✓ Cambios de mentalidad muy desgastantes.

CAPÍTULO III

MÉTODO

En el presente capítulo se describen los elementos y los procedimientos que fueron necesarios para lograr el objetivo planteado anteriormente, tras la aplicación de la metodología "SMED" Single Minute Exchange Of Die en el área de impresión en la empresa fabricante de empaques de cartón corrugado.

3.1 Sujeto.

La empresa bajo estudio nace de la inquietud de un grupo de accionistas que, tienen como actividad principal la avicultura, hoy en día esta integrada por dos divisiones: la Fábrica de cajas que empezó a producir en 1983 y la Fábrica de papel que a su vez esta conformada por dos máquinas productoras de papel, la máquina #1 que inicio operaciones en 1985 fabricando papeles SemiKratf, Liner y la Máquina #2 que inicio en junio de 1992 fabricando los papeles Médium.

En fábrica de cajas Navojoa y Tijuana fabrican productos orientados a satisfacer las necesidades de empaque de cartón corrugado avícola, agrícola e industrial en todo el noroeste del país.

Para lo anterior cuentan con el equipo más moderno en la industria del cartón corrugado consistente en:

Máquinas corrugadoras.

Máquinas impresoras flexográficas.

Máquinas Parafinadora.

Máquinas en la sección de acabado.

La metodología SMED se ha estado aplicando en la empresa durante un año, pero en estudios anteriores se aplicaba la metodología a las operaciones de cambio de programación en general, se analizaban las actividades de todos los operadores lo cual originaba que no se profundizara en sus acciones.

Actualmente para la aplicación de la metodología SMED, en el presente trabajo se seleccionó a una sola operación la cual fue el cambio de tintas realizado por un solo operador, para fines de este estudio será analizada, solo esta actividad en los cambios de programa de la máquina Saturno II.

La máquina Saturno II, (de fabricación Estadounidense bajo la firma Langston), es una impresora flexográfica de tres tintas, y cuenta con la característica de que puede suajar en un mismo proceso, además de que también puede ser una dobladora y a la vez flejadora integrada, esta maquina tiene una producción anual de 19,305,290 m² y trabaja con láminas de cartón con las siguientes dimensiones:

Dimensiones Máximas: Largo de la lamina: hasta de 274.0 centímetros. Y Ancho de la lamina: hasta de 122.0 centímetros.

Dimensiones Mínimas: Largo de la lamina: hasta de 65.0 centímetros. Y Ancho de la lamina: hasta de 35.5 centímetros.

En la máquina flexográfica Saturno II actualmente laboran 6 personas por turno quines son las que componen la tripulación o equipo de trabajo, el cambio de programación lo realizan las mismas 6 personas, pero solamente uno de los seis operadores es el encargado del cambio y preparación de las tintas puesto que el resto de los integrantes del equipo tienen bien definidas sus actividades durante el cambio, la máquina anterior mente mencionada trabaja los tres turnos durante los cuáles se realizan distintos cambios en los que son utilizadas las tintas verde -21 ,

negro-90 y rojo-75, las cuales son los principales colores utilizados para la impresión de los diseños de las cajas.

3.2 Método Analítico.

Para aplicación de la metodología SMED se tomaron 2 videos de la actividad especificada, que en este caso es la preparación de las tintas para la máquina Saturno II, dichos videos fueron analizados minuciosamente.

3.2.1 Procedimiento General.

Como se ha comentado en capítulos anteriores, el objetivo del presente trabajo de investigación, es el de la aplicación de la metodología SMED en una empresa fabricante de empaques de cartón ubicada en la ciudad de Navojoa Sonora, tal aplicación se llevó en el área de impresión específicamente en la máquina Saturno II y únicamente a la operación de cambio y preparación de tintas para la máquina anteriormente mencionada de dicha empresa, bajo la gestión del departamento de Ingeniería Industrial.

3.2.2 Especificaciones de la Aplicación.

En la aplicación de la metodología SMED, se tomaron en cuenta diversos factores para un correcto empleo de la misma, también se especifican entre otros, puntos tales como:

- Para la óptima aplicación de la metodología SMED es necesario periodos largos de tiempo, como se ha observado en algunos casos en los que se ha desarrollado satisfactoriamente esta metodología. Debido al corto periodo con el que se cuenta para la realización de este trabajo se deja claro y se hace hincapié, en el hecho de que los resultados obtenidos, seguramente serán de una magnitud poco apreciable por tales razones la reducción de tiempo que se genera serán

pequeñas pero cuando los operadores se familiaricen con las nuevas estrategias de trabajo se obtendrán mejores resultados.

- Como en repetidas ocasiones se ha mencionado, por limitaciones de tiempo y estrategias de aplicación solo se hace mención y se estudia en este trabajo a una sola actividad.

3.2.3 Etapa Preliminar: Identificar Ajustes Internos y Externos.

Esta etapa consiste en distinguir que actividades se llevan a cabo cuando el equipo ya paro, es importante analizar que se esta realizando mientras se termina la orden de producción, de esta manera se identifican las actividades internas y externas del proceso de cambio de programación.

Los pasos para desarrollar esta etapa fueron:

- Se me indicó que la aplicación de la metodología seria aplicada únicamente a una solo actividad.
- Se eligió la actividad a analizar.
- Nos dirigimos al área de producción para valorar e identificar las áreas de oportunidad a analizar.
- Me presentaron al el operador encargado de la preparación de las tintas durante los cambios “set up” que es la actividad a evaluar y mejorar.
- Mediante el sistema interno de la empresa y con la confirmación del encargado de la tripulación se nos indicó a que horas se realizaría el próximo cambio de orden de producción.
- Se consiguió la cámara de video que se utilizaría para realizar las filmaciones pertinentes durante el cambio y preparación de las tintas.

- Nos dirigimos al área de producción y con la autorización del jefe de tripulación y con el acuerdo del operador encargado de la preparación de las tintas se vídeo grabo todo el proceso de cambio y preparación de las tintas utilizadas.
- Posteriormente se analizó detalladamente el video para identificar las actividades realizadas durante el proceso y los tiempos de duración de cada una de ellas.
- Se registran las actividades detectadas en una hoja de calculo Excel.
- Se realizaron las observaciones pertinentes y se identifico el tiempo total del proceso de cambio y preparación de las tintas.

3.2.4 Etapa 1: *Separación de los Ajustes Internos y Externos.*

En esta etapa se separaron las actividades internas de las externas mediante la secuencia de actividades que se muestra a continuación.

- Primeramente se identificó la diferencia que existe en entre cada tipo de actividades para evitar futuras confusiones.
- Se determinó que herramienta auxiliar se utilizaría para simplificar la separación de las actividades.
- La empresa proporcionó información importante para la separación de las actividades.
- Con la información recauda en la etapa anterior y analizando nuevamente el video se realizo la separación de las actividades internas de las externas.
- Se registraron las actividades internas y externas en hojas de cálculo de Excel y hojas de trabajo de Word.

3.2.5 Etapa 2: *Transformar Ajustes Internos a Externos.*

En este paso se realizó un análisis para verificar si se están efectuando las actividades internas correctas.

- El análisis fue realizado mediante la utilización de un video y con observaciones y anotaciones realizadas en las visitas hacia el área de producción.
- Para realizar correctamente la aplicación de esta etapa de la metodología se realizaron varias visitas al área de producción de las cuáles se obtuvieron importantes anotaciones.
- Para determinar que actividades internas se cambiarían a externas primeramente se tuvo que investigar por que se realizaban de esa manera las actividades y cuales eran sus justificaciones.
- Se entrevistó al operador de la máquina Saturno II encargado de realización de la actividad analizada.
- Se entrevistó al encargado del proyecto para aclaraciones sobre las actividades realizadas.
- Se utilizó una herramienta auxiliar para la determinar la importancia de las actividades específicas analizadas.
- Se obtuvieron conclusiones importantes y se procedió a cambiar las actividades que lo permitieran.
-

3.2.6 Etapa 3: Examinar las Operaciones Internas y Externas para las Oportunidades Adicionales de Mejora.

En esta etapa se reducirán los tiempos de las actividades identificadas en las etapas anteriores.

- Se realizó un análisis del video para encontrar áreas de oportunidad para implantar posibles mejoras.
- Posteriormente se realizó una lluvia de ideas entre las partes interesadas del proceso.
- Se procedió a desarrollar los proyectos a implantar en el área de impresión
- Se investiga información importante para el desarrollo del proyecto.
- Se toman fotografías de evidencia de la situación actual en el área de impresión.
- Se realiza un estudio de costo beneficio que implicaría desarrollar la nueva propuesta.
- Se expone la nueva propuesta ante los directivos de la empresa.
- Se realiza la aceptación y valoración de la propuesta mediante la firma de una hoja de control.
- Se realiza una nueva propuesta para el área de impresión en el suministro de tinta.
- Se investiga el consumo anual y mensual de tinta en la fábrica de papel.
- Se realiza un nuevo estudio de costo beneficio para la propuesta.
- Se desarrolla formalmente la propuesta.
- Se expone ante los altos directivos.
- Se realiza la valoración y aceptación de la propuesta.

3. 5 Materiales.

- Una cámara de video digital de la marca Sony tipo DCR-TRV 230 E, con reloj integrado, el hizo las funciones de cronometro para el registro de los tiempos, fue la utilizada en este caso para la toma de video de los procesos.
- El programa Excel 2000 fue otras de las herramientas que fueron de carácter indispensable para la realización de este proyecto.
- Se utilizaron tablas las cuales fueron facilitadas por la empresa, basadas en el histórico para determinar el consumo de algunos químicos y tintas de suma importancia par la actividad analizada.
- Se utilizó una computadora como herramienta fundamental para sacar registros e información de la red interna de la empresa así como del sistema ERP.
- Se utilizó el programa Word, así como el Paint para formalizar las propuestas realizadas tras la aplicación de la metodología.
- Se utilizó calculadora e información interna de la empresa para sacar los datos numéricos en cuanto a costos y beneficios de la aplicación de las propuestas.
- Se utilizó cámara fotográfica. Con la cual se tomaron imágenes para identificar las áreas de oportunidad detectadas en la maquinaria analizada.
- Se utilizaron bolígrafos, borradores y hojas blancas para anotar observaciones y desarrollar cálculos pertinentes para el desarrollo de las propuestas.
- Se utilizó cinta métrica con la cual se tamaron las medidas necesarias de los instrumentos utilizados así como el equipo del área de trabajo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN.

En este capítulo se podrán apreciar los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos en la empresa bajo estudio, tras haber realizado la implantación de la metodología SMED.

Aquí se podrá apreciar las actividades realizadas así como las herramientas auxiliares en la que se apoyó cada etapa de la investigación, en esta sección de la investigación podrá apreciarse los resultados de la aplicación de cada una de las etapas de la metodología utilizada así como también se observarán las recomendaciones y conclusiones pertinentes para conservar las mejoras alcanzadas hasta el momento en la empresa bajo estudio.

4.1 Etapa Preliminar: Identificar Ajustes Internos y Externos.

La etapa preliminar consiste en distinguir que actividades se llevan a cabo cuando el equipo ya está parado, es importante analizar que se está realizando mientras se termina el orden de producción, de esta manera se identifican las actividades internas y externas del proceso de cambio de programación.

Para poder identificar perfectamente las actividades fue necesario estudiar detallada y minuciosamente las condiciones reales en las que se desempeñan los operadores

ya que es muy común que realicen actividades que no le generan valor al proceso, este estudio se realizó mediante el análisis de un video filmado en la estación de trabajo.

Puesto que en esta etapa de la metodología se determinan las actividades realizadas durante los cambios de programación, se identificaron las actividades realizadas por el operador durante la preparación de las tintas, para ellos fue utilizada la técnica de cronometracion.

A continuación se muestra una tabla en la cual se observan las actividades realizadas por el operador encargado de preparar las tintas en los cambio de programación de la máquina Saturno II.

La tabla #1 que se observa a continuación nos muestra detalladamente todas las actividades que realiza el operador durante su trabajo en el cambio de programa, dichas actividades nos ayudarán a determinar el tiempo que se tarda en realizar esta operación y nos permitirá identificar el tipo de actividad que realiza sea interna o externa.

Tabla 1. Actividades Realizadas con Máquina Detenida en el Cambio de Programación.

ACTIVIDAD
Abrir máquina
Conectar ciclo de lavado
Se va por la llave para aflojar presión de rodillos
Abrir rodillos
Lavado del primer modulo
Sacar cubeta del modulo
Trasladar cubeta del modulo fuera del área de trabajo
Abrir otra cubeta
Va por el agitador para revolver cubeta
Prepara la pintura, revolver en la cubeta
Colocar el agitador en otro lugar

Tabla 1. Actividades Realizadas con Máquina Detenida en el Cambio de Programación. Continuación.

Colocar cubeta en el modulo
Retirar cubeta del segundo modulo
Ir por cubeta para el lavado
Empieza el ciclo de lavado para el segundo modulo
Colocar cubeta en el segundo modulo
Sacar la pintura anterior de las líneas del modulo
Abrir llave del modulo
Llevar cubeta con flexo wash
Colocar el limpiador en la cubeta del modulo
Toma otra cubeta y la desplaza hacia la orilla del área de trabajo
Toma varias cubetas vacías y la lleva y acomoda en su área específica.
Se desplaza al área de trabajo
Toma otra cubeta y la acerca a la maquina de lavado
Toma el agitador y prepara la pintura
Coloca el agitador por un lado
Toma la cubeta que se encuentra al lado del modulo y le agrega limpiador al recipiente del modulo
Se desplaza con la cubeta hacia el área de llenado con el flexo wash
Espera que se llene la cubeta con flexo wash
Regresa al arrea de trabajo
Coloca el limpiador en la cubeta del modulo
Tapa la salida de agua de la manguera y espera que se laven los rodillos
Drenar el agua con limpiador a las coladeras
Colocar mas limpiador en la cubeta
Colocar la cubeta en la orilla del área de trabajo
Tapar nuevamente la salida de la manguera y esperar que se laven los rodillos
Drenar nuevamente el agua del modulo y esperar
Esperar el drenado del agua
Tomar el cepillo para lavar cubetas
Llevar el cepillo hacia la cubeta y esperar el drenado del agua, lavar el modulo exterior e inspeccionar el lavado interior

Tabla 1. Actividades Realizadas con Máquina Detenida en el Cambio de Programación. Continuación.

Tapar la salida del agua de la maquina
Drenar el agua de la maquina
Esperar drenado de la maquina
Abrir la llave del agua del modulo
Esperar el drenado del agua
Cerrar la llave del modulo
Esperar que se drene toda el agua del modulo
Levantar la bomba de la cubeta del modulo
Sacar la cubeta del modulo
Lavar la cubeta con el cepillo y la bomba del modulo por fuera
Lavar el modulo con agua
Colocar manguera y abrir la llave
Cerrar la llave del modulo y quitar la manguera
Posicionar la manguera sobre la maquina y lavar la cubeta del modulo
Trasladar la cubeta al área de llenado de pintura y se predispone a llenarla
Llenar la cubeta de pintura
Regresar la manguera de llenado a su lugar
Se traslada a informar al jefe de tripulación del problema y recibe instrucciones
Se dirige hacia la manguera de llenado y revisa la salida de pintura
Empieza el acoplamiento de los moldes
Mover el agitador
Deja de ensamblar los módulos
Intentar llenar la cubeta y revisar la boquilla de la manguera
Intenta destapar la manguera con una llave hallen
Colocar la manguera en su posición normal
Se va y busca un desarmador
Regresa a destapar manguera tapada

Tabla 1. Actividades Realizadas con Máquina Detenida en el Cambio de Programación. Continuación.

Destapar la manguera
Revisar si la manguera fue destapada y llenar la cubeta
Trasladar la cubeta llena hacia el modulo
Tomar el agitador para batir la pintura
Batir la pintura
Colocar el agitador en su lugar
Posicionar la cubeta en el modulo
Abrir la llave del agua del modulo y esperar que se llene
Lavar el agitador
Colocar el agitador a un lado de la maquina
Sacar la pintura anterior de las mangueras de la maquina y esperar que se llene con la nueva pintura
Colocar la manguera del modulo en posición y cerrar la llave
Lavar el área de trabajo, la cubeta y la bomba del modulo
Colocar el agitador en un lugar adecuado
Lavar el desarmador utilizado para destapar la manguera
Trasladarse a guardar el desarmador
Guardar el desarmador y regresar al área de trabajo
Fin de sus actividades

4.2 Etapa 1: Separación de los Ajustes Internos y Externos.

En esta etapa se separaron las actividades internas de las externas apoyándose en herramientas auxiliares, en este caso se utilizó un checklist (ver tabla #2) en el se registran todas las partes y pasos así como el tipo de actividad para realizar un cambio de orden de programación entre los cuales se encuentran las actividades

generales que realiza el preparador de tinta, dicho tabla de registro fue proporcionada por la empresa bajo estudio.

Tabla2. Checklist de Actividades para Realizar Cambios de Programa.

ACTIVIDAD		REAL	
		ACT. EXTERNA	ACT. INTERNA
No	ACTIVIDAD		
1	Verificar Secuencia (OP)	x	
2	Retirar sellos		X
3	Realizar trazabilidad (sello)		X
4	Retirar Producto		X
5	Ajustar Rodillos		X
6	Ajustar Stacker		X
7	Registro		X
8	Colocar Sello (trazabilidad)		X
9	Cerrar máquina		X
10	Limpiar Módulo de Tinta (cepillo)		X
11	Abrir máquina		X
12	Colocar grabados		X
13	Ajuste de Pull Rolls		X
14	Verificar el funcionamiento de alimentador de tinta de contenedor.	x	
15	Preparar tinta		x
16	Buscar herramientas para preparación de tinta (agitador)	X	
17	Cambio de Tinta		X
18	Preparar Módulo de tinta		X
19	Verificar prealimentador		X
20	Alimentar máquina	x	x
21	Quitar suaje		X
22	Colocar Suaje		X
23	Ajuste de Máquina		X
24	Recoger producto		X
25	Limpieza		X
26	Guardar herramienta utilizada		X
27	Mover Rolas		X
28	Ajustar módulo Ranurador		X
29	Buscar tintas	X	
30	Sacar módulo Ranurador		X
31	Ajuste de Alimentador		X

Tabla 2. Checklist de Herramientas para Realizar Cambios de Programa.

Continuación

32	Buscar herramientas p/ lavar grabados	x	
33	Preparar grabado	X	
34	Buscar grabados		X
35	Lavar grabados		X
36	Lavar herramientas utilizadas	x	
37	Guardar herramienta utilizada	x	
38	Prueba de verificación		x

Después de analizar el video y con la información recaudada en la etapa anterior y apoyados mediante la aplicación del checklist proporcionado por la empresa se obtuvieron los siguientes resultados.

En las actividades detectadas en la etapa anterior para la preparación de tintas, los resultados obtenidos no fueron muy alentadores ya que se pudo percatar que la mayoría de las actividades que se realizan durante los cambios de programación son efectuadas con la maquina parada lo cual significa que el tiempo de preparación que se necesita para realizar estas actividades debe ser muy grande, esto trae consecuencias negativas para la empresa ya que origina perdidas económicas considerables.

En la siguiente tabla se expresan cada una de las actividades realizadas por el preparador de tintas durante el cambio de programación, además se puede apreciar al tipo de actividad que pertenecen. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Separación de Actividades Internas y Externas.

ACTIVIDAD	TPO. OPER.	
	Interna	Externa
Abrir maquina	Int.	
Elegir primer cubeta de pintura		Ext.

Tabla 3. Separación de Actividades Internas y Externas. Continuación

Conectar ciclo de lavado	Int.	
Se va por la llave para aflojar presión de rodillos	Int.	
Abrir rodillos	Int.	
Lavado del primer modulo	Int.	
Sacar cubeta del modulo	Int.	
Trasladar cubeta del modulo fuera del área de trabajo	Int.	
Abrir otra cubeta	Int.	
Va por el agitador para revolver cubeta	Int.	
Prepara la pintura, revolver en la cubeta	Int.	
Colocar el agitador en otro lugar	Int.	
Colocar cubeta en el modulo	Int.	
Retirar cubeta del segundo modulo	Int.	
Ir por cubeta para el lavado		Ext.
*Empieza el ciclo de lavado para el segundo modulo	Int.	
Sacar la pintura anterior de las líneas del modulo	Int.	
Abrir llave del modulo	Int.	
Llevar cubeta con flexo wash	Int.	
Colocar el limpiador en la cubeta del modulo	Int.	
Toma otra cubeta y la desplaza hacia la orilla del área de trabajo	Int.	
Toma varía cubetas vacías y la lleva y acomoda en su área específica.	Int.	
Se desplaza al área de trabajo	Int.	
Toma otra cubeta y la acerca a la maquina de lavado	Int.	
Toma el agitador y prepara la pintura	Int.	
Coloca el agitador por un lado	Int.	
Tiempo de ocio esperando	Int.	
Toma la cubeta que se encuentra al lado del modulo y le agrega limpiador al recipiente del modulo	Int.	
Se desplaza con la cubeta hacia el área de llenado de flexo wash	Int.	
Espera que se llene la cubeta con flexo wash	Int.	
Regresa al área de trabajo	Int.	
Coloca el limpiador en la cubeta del modulo	Int.	
Colocar el agitador en su lugar	Int.	
Posicionar la cubeta en el modulo	Int.	
Abrir la llave del agua del modulo y esperar que se llene	Int.	
Lavar el agitador	Int.	
Colocar el agitador a un lado de la maquina	Int.	
Sacar la pintura anterior de las mangueras de la maquina y esperar que se llene con la nueva pintura	Int.	
Colocar la manguera del modulo en posición y cerrar la llave		

Tabla 3. Separación de Actividades Internas y Externas. Continuación

Lavar el área de trabajo, la cubeta y la bomba del modulo	Int.	
Colocar el agitador en un lugar adecuado	Int.	
Lavar el desarmador utilizado para destapar la manguera	Int.	
Trasladarse a guardar el desarmador	Int.	
Guardar el desarmador y regresar al área de trabajo	Int.	
Fin de sus actividades	Int.	

4.3 Etapa 2: Transformar Ajustes Internos a Externos.

En este paso se realizó un análisis para verificar si se están efectuando las actividades internas correctas, el análisis fue realizado mediante la utilización de un video previamente filmado y con observaciones y anotaciones realizadas en las visitas hacia el área de producción cuando se ejecutan los cambios de programación específicamente de la máquina Saturno II.

Como elementos auxiliares para simplificar la transformación de las actividades o corroborar que las actividades efectuadas en se tiempo son las correctas fue necesario realizar las siguientes preguntas, cabe recalcar que las preguntas fueron enfocadas únicamente a las actividades realizadas por el preparador de tintas y no a todas la actividades de otra índole realizadas.

- 1) ¿Que condiciones y materiales deben de ser preparados en tu proceso antes de realizar las actividades internas correctas con respecto a la preparación de tintas?
 - Se debe de contar con la maestra de producción la cual indique los tipos de colores que llevara la impresión de la nueva orden de producción.
 - Se debe verificar el buen funcionamiento de las mangueras alimentadores de tinta.
 - Tener a la mano el agitador utilizado para revolver las tintas.

- Cubetas limpias.
- Flexo wash suficiente para limpiar los rodillos de la maquina en caso de ser necesario.

2) ¿Quien debe realizar estas actividades?

- La maestra debe de ser proporcionada por el departamento de programación o de control de calidad.
- De ser revisado por el operador general.
- El resto de las actividades son responsabilidad por el encargado de la preparación de las tintas.

3) ¿Como puede esto ayudar en tu cambio de programación y herramental?

- Si se tienen listos todos los instrumentos y en buen funcionamiento y al alcance rápido del operador se evitara su búsqueda durante el cambio de programa lo cual agilizara las acciones a realizar por el trabajador minimizando con ello los tiempos de programación.

Para poder realizar correctamente la transformación y corroborar las actividades es necesario que se controlen factores de gran trascendencia para la realización de los cambios de preparación, dichos factores que intervienen externamente a los cambios de programa pero afectan considerablemente el tiempo de los mismos son: la presión adecuada de la maquina, así como el tener la alimentación eléctrica estable y que se proporcione la materia prima en tiempo y forma para la nueva orden de producción.

Después de tener controlado todos los factores externos de la maquina y después de realizar el análisis y la preguntas pertinentes se obtuvieron los siguientes resultados (ver tabla #4) trasformando estas actividades.

Tabla 4. Actividades Externas.

ACTIVIDAD	TPO. OPER.	
	Interna	Externa
Elegir primer cubeta de pintura		Ext.
Abrir otra cubeta		Ext.
Va por el agitador para revolver cubeta		Ext.
Prepara la pintura, revolver en la cubeta		Ext.
Colocar el agitador en otro lugar		Ext.
Ir por cubeta para el lavado		Ext.
Llevar cubeta con flexo wash		Ext.
Toma el agitador y prepara la pintura		Ext.
Se desplaza con la cubeta hacia el área de llenado con el flexo wash		Ext.
Espera que se llene la cubeta con flexo wash		Ext.
Lavar la cubeta del modulo		Ext.
Inspeccionar el funcionamiento del suministro de pintura.		Ext.
Colocar agitador en sitio seguro		Ext.
Buscar herramientas		Ext.
Servicio a suministro de pintura		Ext.
Colocar el agitador en un lugar adecuado		Ext.
Lavar herramientas utilizadas		Ext.
Guardar herramienta utilizada		Ext.

Dentro de esta etapa se detectan y organizan las herramientas específicas a utilizar al momento del cambio, así como las refacciones que requieran ser cambiadas antes de que provoquen un fallo.

4.4 Etapa 3: Examinar las Operaciones Internas y Externas para las Oportunidades Adicionales de Mejora.

El objetivo de la etapa 3 es reducir al mínimo el tiempo de ajuste. Después de haber trasformado actividades en la etapa anterior ahora se pretende encontrar áreas de oportunidad para minimizar y eliminar tanto actividades externas como internas en todos los cambios de programación con respecto a esta operación.

También se pretende cocientizar a los operadores para que estandaricen sus actividades durante los cambios de programación, ya que se observó que en cada cambio se realizan algunas actividades de diferente manera o en diferente orden de secuencia con respecto a cambios anteriores.

Para reducir, eliminar y estandarizar el tiempo de programación de las tintas en máquina Saturno II, se realizó un análisis de los videos filmados en el área de producción al momento de realizar el cambio de programa, posteriormente se realizó una lluvia de ideas para encontrar posibles soluciones y áreas de oportunidad en la reducción de tiempo de cambio de programación

Lo anterior trajo como resultados la formalización de dos diferentes propuestas, que afectan directamente a las actividades para la preparación de las tintas.

Las propuestas antes mencionadas contienen información acerca de la problemática detectada, así como de alternativas de solución para esa problemática, además de ventajas de la aplicación de la propuesta y definiciones cuantitativas por la aplicación o en su defecto por no aplicar las alternativas de solución planteadas.

En esta etapa fue de especial importancia el realizar una evaluación de costo-beneficio antes de realizar inversiones considerables para minimizar los tiempos de las actividades internas a externas en los cambios de tinta para la máquina Saturno II.

Las propuestas desarrolladas no están únicamente enfocadas a la reducción de tiempos, también se enfocan a brindarle comodidad al operador y a evitar el desperdicio de materia prima.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Tras haber realizado el presente proyecto se pudo comprobar que el operador no realiza sus actividades en los tiempos correctos, lo cual origina pérdidas de tiempo considerables que se reflejan directamente en la eficiencia del equipo de trabajo y de la misma maquinaria, además afecta directamente a los objetivos de calidad estandarizados por la empresa.

El análisis realizado en las máquinas de impresión indica que se pueden mejorar los tiempos de cambio de programación si se aplican esta metodología de la misma manera a todas y cada una de las operaciones realizadas por los trabajadores de la máquina de impresión.

“Las máquinas pueden estar paradas, pero las personas no pueden hacerlo”

“Los trabajadores cuestan más que las máquinas, y esta es la razón por lo cual los japoneses no tienen a gente parada, supervisando como se procesa una máquina.”
Shingo (1969).

Es de gran importancia orientar el proyecto SMED hacia la mejora continua, y para ello se debe enfocar hacia la planificación de la metodología, ya que es muy común que se pierda tiempo importante en pensar que es lo que se va a realizar y

cuando se decide finalmente lo que se efectuará la máquina ya perdió tiempo importante durante su cambio de programación.

Es de gran ayuda realizar un plan de abastecimiento para el operador encargado de la preparación de las tintas durante cada cambio de corrida, con dicho plan de abastecimiento se tendrá a la mano los utensilios y aditivos necesarios para la limpieza y preparación de las tintas a utilizar en la nueva orden de producción, beneficiando con esto la eficiencia de la maquinaria al reducir el tiempo de espera de la misma.

Otra actividad que reduciría y simplificaría las cosas para los operadores encargados de preparar las máquinas, es el estandarizar las corridas de producción, ya que con ello se reducirían el numero de actividades realizados por el operador durante su trabajo.

Para estandarizar nuevos procedimientos de trabajo arrojados por la aplicación de la metodología SMED es necesario concientizar a los operadores involucrados directamente en las operaciones de los cambios de programa, así como persuadir a los altos directivos de la empresa a que apoyen, promuevan e inviertan en proyectos de esta índole, ya que arrojan resultados alentadores para la organización a mediano y largo plazo.

Concluyendo eficazmente con la investigación se puede apreciar que se cumplieron satisfactoriamente los objetivos planteados para la aplicación de dicha metodología, ya se pudo identificar las acciones y variables que afectan el desempeño del operador encargado de realizar la preparación de las tintas, además se realizaron propuestas de mejora para el desempeño del personal y la maquinaria involucrada.

5.2 Recomendaciones.

Considerando la problemática actual de la empresa en el incumplimiento de los objetivos estandarizados de eficiencia y la relación directa que tienen estos objetivos

con los cambios de programación, se realizan las siguientes propuestas y recomendaciones:

- Armar un grupo de ingenieros con conocimientos de manufactura esbelta para aplicar esta metodología en todas las actividades de la máquina Saturno II y en el resto de las máquinas de impresión de fábrica de cajas.
- Capacitar al personal operativo para realizar sus actividades en el tiempo correcto y de manera eficaz para minimizar tiempos.

5.3 Propuestas de Mejora.

5.3.1 Propuesta para Reducción de Tiempo en la Preparación de las Tintas en los Cambios de Programación.

Situación actual.

Dentro del cambio de programación que se realiza en la máquina Saturno II hay actividades en las que se tiene que utilizar un agitador para revolver las tintas y un cepillo de plástico para lavar bien los módulos de la máquina y las cubetas que contienen las tintas.

Actualmente se encuentra en el área de trabajo de la máquina un agitador para revolver las tintas dentro de las cubetas pero no está diseñado adecuadamente para realizar la función, al utilizarlo el operador no lo puede agarrar cómodamente por su forma rectangular y es muy corto lo cual dificulta realizar el trabajo.

Por ser pequeño no se puede agarrar con las dos manos y es más difícil para el operador revolver la tinta con una sola mano, además no alcanza a batir la pintura que se encuentra en el fondo de la cubeta, además el operador corre el riesgo de

sufrir una fractura en la columna o espalda baja debido a la posición con la que realiza su trabajo, como se aprecia en la figura 2, el operador tiene una inclinación muy marcada y pone en riesgo su integridad al sufrir lesiones musculares por las condiciones con las que realiza sus actividades.

A continuación se pueden apreciar imágenes de la situación actual.



Figura 2. Posición Actual del Operador para Desarrollar su Trabajo.



Figura 3. Situación Actual del Agitador.



Figura 4. Diseño Inadecuado del Agitador.

Una problemática similar detectada en esta área de trabajo de la máquina antes mencionada es la ubicación del cepillo de plástico con el que se limpian los módulos

de la máquina al igual que las cubetas que contienen las tintas y el flexo wash, después de haberse utilizado se tienen que lavar estos recipientes, y el cepillo con el que se lava no tienen un lugar fijo, de esta manera cada vez que se va a utilizar se tiene que buscar y origina pérdida de tiempo en cada cambio de programación, trayendo como consecuencia reducción en la eficiencia de la máquina y sus operadores, lo cual nos lleva a problemas con la entrega del producto a sus clientes o problemas de calidad en el producto al correr la máquina con mayor velocidad para recuperar el tiempo perdido en el cambio de programación.

A continuación se muestran imágenes de la situación actual:



Figura 5. Posición Actual de los Sepillos.



Figura 6. Falta de Orden en Artículos de Limpieza

TABLA .5 Definición Numérica del Proyecto de Reducción de Tiempo en la Preparación de Tintas.

<ul style="list-style-type: none"> El costo por minuto en una maquina de impresión es de: \$27.22
<ul style="list-style-type: none"> El tiempo que tardan en ubicar el agitador y el cepillo es de 44 segundos los que nos lleva a desarrollar lo siguiente.
<ul style="list-style-type: none"> 1 cambio se pierden = 44 seg. 0 .73 minutos
<ul style="list-style-type: none"> $(0.73 \text{ min.}) * (4 \text{ cambios por turno}) = 2.92 \text{ min. / Turno}$
<ul style="list-style-type: none"> $(2.92 \text{ min. /Turno}) * (3 \text{ turnos / día}) = 8.76 \text{ min. /día}$
<ul style="list-style-type: none"> $(8.76 \text{ min. /Día}) * (30 \text{ días / mes}) = 262.8 \text{ min. /mes}$
<ul style="list-style-type: none"> 480 minutos son lo que tiene un 1 turno
<ul style="list-style-type: none"> $(262.8 \text{ min. /Mes}) = .55 \text{ turnos} = \frac{1}{2} \text{ turno}$ que es el tiempo que se pierde en ubicar los utensilios de limpieza en el mes.
<ul style="list-style-type: none"> $(262.8 \text{ minutos al mes}) * (27.22 \text{ costo por minuto}) = \\$ 7 153.2 \text{ pesos al mes}$ es lo que se pierde por este tiempo.
<p>Nota: esta cantidad es únicamente de la máquina Saturno II.</p>
<ul style="list-style-type: none"> $(262.8 \text{ min. / Mes}) * (12 \text{ meses/año}) = 3,153.6 \text{ min. / Año}$
<ul style="list-style-type: none"> $(3153.6 \text{ minutos al año}) * (27.22 \text{ costo por minuto}) = \\$ 85,840.99 \text{ al año.}$
<p>Nota: esta cantidad es únicamente de la máquina Saturno II.</p>
<p>IMPORTANTE RESALTAR: “Que no se reducirá el tiempo por completo si no que se disminuirá a 15 segundos por cambio aproximadamente.”</p>
<ul style="list-style-type: none"> El tiempo que tardaran en ubicar el agitador y el sepillo es de 15 segundos los que nos lleva a desarrollar lo siguiente.
<ul style="list-style-type: none"> 1 cambio se pierden = 15 seg. 0 .25 minutos

<ul style="list-style-type: none"> • $(0.25 \text{ min. / Cambio}) * (4 \text{ cambios / turno}) = 1 \text{ min. / Turno}$
<ul style="list-style-type: none"> • $(1 \text{ min. / turno}) * (3 \text{ turnos / día}) = 3 \text{ min. / día}$
<ul style="list-style-type: none"> • $(3 \text{ min. / Día}) * (30 \text{ días/ mes}) = 90 \text{ min. /mes}$
<ul style="list-style-type: none"> • 1 turno tiene 480 minutos
<ul style="list-style-type: none"> • $90 \text{ min.} = .1875 \text{ turnos}$ que será el nuevo tiempo en ubicar los utensilios de limpieza en el mes
<ul style="list-style-type: none"> • $(90 \text{ minutos al mes}) * (27.22 \text{ costo por minuto}) = \\$ 2449.8$ pesos al mes es lo costara la actividad en este tiempo.
<ul style="list-style-type: none"> • Por lo tanto se tendría un ahorro de 4,703.4 pesos mensuales.
<p>Al año tendría un costo de:</p>
<ul style="list-style-type: none"> • $(90 \text{ min. / Mes}) * (12 \text{ meses/año}) = 1080 \text{ min. / Año}$
<ul style="list-style-type: none"> • $(1080 \text{ min. / Año}) * (\\$ 27.22 \text{ minuto}) = \\$ 29,397.6$ pesos al año
<ul style="list-style-type: none"> • Se tendría un ahorro de \$ 56,440 pesos al año.

Justificación.

Es de muy importante la aplicación de las propuestas de mejoras para el manejo de las herramienta en la máquina Saturno II debido a que cada vez que son utilizados estos instrumentos son difíciles de encontrar, y el desgaste de del operador es mayor por la dificultad para realizar el trabajo, el tiempo aproximado que se tarda en encontrar dichos instrumentos es de 44 seg. por corrida lo cual no indica que son 0.73 minutos por turno lo cual nos lleva a un tiempo de *2.11 minutos por día y finalmente esto origina un tiempo de 63.3 minutos al mes.*

Objetivo general.

Disminuir las causas que originan los grandes cambios de corrida para la fabricación de una nueva orden de producción que son realizados en la máquina de impresión

Saturno II, mediante la aplicación de una propuesta que beneficiara el desempeño, la eficiencia y la eficacia en la productividad de los empleados y de la maquinaria.

Objetivo específico.

- Disminuir el tiempo de preparación de la corrida en la máquina Saturno II.
- Aumentar la productividad y eficiencia de los trabajadores y de la maquinaria.
- Obtener mayores ganancias y aminorar de gastos con la reducción de tiempos de preparación.
- Facilitar el trabajo al operador encargado de preparar las tintas en los cambios de programación.
- Asignar un lugar específico para el acomodo del agitador de tinta y los cepillos para la limpieza de la máquina

Alternativa de solución.

- En el caso del agitador se debe de reubicar su posición por que la que se tiene esta mal ubicada, por que se encuentra detrás del pilar del área de trabajo y no visible ni de fácil acceso para el operador.

Ventajas: minimizar el tiempo de preparación de las tintas en los cambios de orden de producción.

- Rediseñar el agitador por que con el que se cuenta dificulta mucho la realización correcta del trabajo para el operador, el nuevo diseño debe ser de la misma forma pero con un mango circular, la longitud total debe ser de de 80 cm., con un mango de 22 cm., y a una altura del piso de 95 cm. debe de estar colocado al lado sur en el segundo pilar del área de trabajo.

Ventajas: facilitar el trabajo para el operador, y a su vez se obteniendo una mayor homogeneidad al momento de revolver la tinta.

- En la problemática de los cepillos se deben de colocar ganchos en los pilares que se encuentran en la orilla del área de trabajo para poder acomodar siempre en el mismo sitio estas herramientas, a si no se tendrá que estar buscando dichas herramientas cuando se requieran.

Ventajas: reducción de tiempos en la búsqueda del instrumento y se adopta una estandarización en la ubicación de los mismos.



Figura 7. Propuesta de Posición para el cepillo.

A continuación se muestra un bosquejo de cómo deben ubicarse los instrumentos en el área de trabajo, y como debe ser el diseño de los mismo.

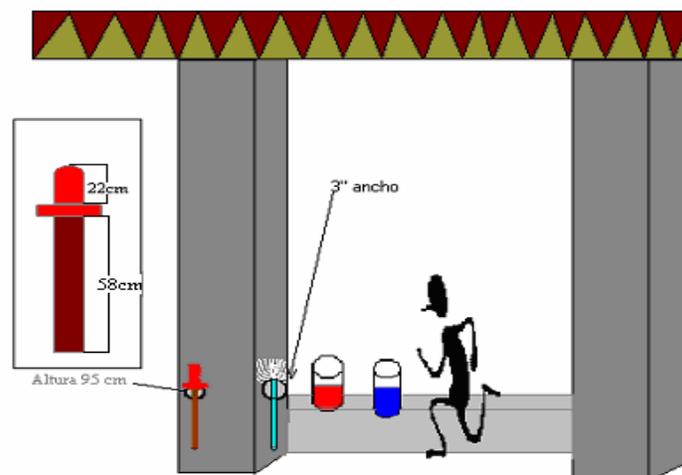


Figura 8. Poción Adecuada para las Herramientas del Área de Trabajo.

5.3.2 Propuesta para Evitar el Taponamiento de Tinta en la Preparación de los Cambios de Programación.

Situación actual.

Dentro del cambio de programación que se realiza en la máquina Saturno II hay actividades en las que se tiene que utilizar tinta de los contenedores para aplicársela a los moldes de impresión que le darán el diseño de la imagen a la caja fabricada, pero dicha tinta es suministrada por medios de mangueras hasta la estación de trabajo, y estas mangueras tienen constantes taponamientos, lo cual genera pérdida de tiempo que impactan en la eficiencia de los operadores y la maquinaria.

Actualmente se encuentra en el área de trabajo de la máquina Saturno II tres líneas de alimentación de tinta con los colores rojo, verde y negro. Los cuales son utilizados en la preparación de la tinta en el 80 % de los cambios de programación realizados en la flexográfica Saturno II, dicha problemática tiene varias causas por la cual es originada entre las que se destacan:

- ✓ La falta de mantenimiento en las líneas de abastecimiento de tinta, por lo cual las llaves que suministran la pintura no sellan correctamente y tiene fugas del líquido el cual se seca y origina los taponamientos de tinta.
- ✓ El diámetro de los tubos que salen de las llaves que alimenta la tinta es muy pequeño y origina que este conducto tenga taponamientos constantemente.
- ✓ La tinta utilizada es muy gruesa y origina que se formen una película de tinta muy resistente.
- ✓ El material con el que está realizada las llaves y los tubos para el suministro de tinta no es el indicado.

A continuación se pueden apreciar imágenes de la situación actual en el área de trabajo.



Figura 9. Posición Actual de las Llaves para Tinta.



Figura 10. Situación Actual de las Llaves Suministradoras de Tinta.



Figura 11. Mantenimiento Escaso para las Llaves de Suministro de Tinta.

Tabla .6 Definición Numérica del Proyecto para Evitar el Taponamiento de Tinta en los Cambios de Programación.

<ul style="list-style-type: none"> • Consumo total de tintas de contenedor en las fechas 1 enero al 20 octubre 2007: 52,759 Ltrs.
<ul style="list-style-type: none"> • $(52,759 \text{ Ltrs}) / (10 \text{ meses}) = 5,275.9 \text{ ltrs/ mes.}$

<ul style="list-style-type: none"> • $(5,275.9 \text{ ltrs /mes}) / (30 \text{ días/mes}) = 175.86 \text{ ltrs/día.}$
<ul style="list-style-type: none"> • $(175.86 \text{ ltrs/día}) / (3 \text{ turnos/ día}) = 58.62 \text{ ltrs./turno.}$
<ul style="list-style-type: none"> • $(58.62 \text{ ltrs/ turno}) / (4 \text{ cambios de programa / turno}) = 14.65 \text{ ltrs/cambio de programación.}$
<ul style="list-style-type: none"> • El costo por minuto en una máquina de impresión es de: \$27.22
<ul style="list-style-type: none"> • El tiempo que tardan en destapar la boquilla de las mangueras de tinta es de 1.48 minutos los que nos lleva a desarrollar lo siguiente.
<ul style="list-style-type: none"> • 1 cambio se pierden = 1.48 minutos por destapar la manguera.
<ul style="list-style-type: none"> • $(1.48 \text{ min.}) * (1 \text{ cambios por turno}) = 1.48 \text{ min. / Turno}$
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>NOTA: Considerando que se tapa una de las 3 mangueras por turno.</p> </div>
<ul style="list-style-type: none"> • $(1.48 \text{ min. /Turno}) * (3 \text{ turnos / día}) = 4.44 \text{ min. /día}$
<ul style="list-style-type: none"> • $(4.44 \text{ min. /Día}) * (30 \text{ días / mes}) = 133.2 \text{ min. /mes}$
<ul style="list-style-type: none"> • 480 minutos son lo que tiene un 1 turno.
<ul style="list-style-type: none"> • $(133.2 \text{ min. /Mes}) = .2775 \text{ turnos } \frac{1}{4} \text{ de turno que es el tiempo que se pierde en destapar las mangueras de tinta de los contenedores en el mes.}$
<ul style="list-style-type: none"> • $(133.2 \text{ minutos al mes}) * (27.22 \text{ costo por minuto}) = \\$ 3,625.704 \text{ pesos al mes}$ es lo que se pierde por el constante taponamiento de tinta.
<p>Nota: esta cantidad es únicamente de la máquina Saturno II.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • $(133.2 \text{ min. / Mes}) * (12 \text{ meses/año}) = 1598.64 \text{ min. / Año}$
<ul style="list-style-type: none"> • $(1598.64 \text{ minutos al año}) * (27.22 \text{ costo por minuto}) = \\$ 43,514.98 \text{ al año.}$
<p>Nota: esta cantidad es únicamente de la máquina Saturno II.</p>

Justificación.

Es de gran importancia el desarrollo de esta propuesta para el flujo continuo de tinta a través de los ductos alimentadores, ya por causa de ellos se pierde tiempo importante en la preparación de las tintas en la producción de las cajas, cabe resaltar que si se tarda demasiado tiempo en los cambios de programación afecta directamente a los operadores de las máquinas y ellos buscan recuperar este tiempo perdido corriendo la máquina a grandes velocidades incluso por arriba del estándar y eso afecta directa y considerablemente a la calidad del producto, así como a la entrega del mismo.

Estas actividades traen consecuencia negativas para la imagen de la empresa ante sus consumidores y origina grandes pérdidas tanto en materia prima como en los tiempos de programa, además de inconformidades directas de los operadores.

Objetivo general.

- ✓ Aumentar la productividad y eficiencia de los trabajadores así como de la maquinaria de impresión.
- ✓ Obtener mayores ganancias y aminorar los gastos con la reducción de tiempos de programación.

Objetivo específico.

- Facilitar el trabajo al operador encargado de preparar las tintas en los cambios de programa.
- Disminuir el tiempo de preparación de la corrida en la máquina Saturno II.
- Evitar los taponamientos de tinta de los contenedores en la máquina Saturno II.

Alternativa de solución.

- Cambiar el diámetro de las líneas que suministran la pintura desde las llaves hasta las cubetas. Su diámetro actual es de 1' pulgada, y el diámetro recomendable es de 1 ½ ` para que se prolongue su taponamiento y con esto le dará tiempo para darle su mantenimiento periódico semanal.

Ventajas: al realizar la propuesta anteriormente mencionada se evitara completamente los taponamientos de tinta en los conductos administradores. Además con esto se facilitara su mantenimiento, por ser piezas mas grandes son más fáciles de limpiar interior y exteriormente.



Figura 12. Diámetro de Actual de las Llaves y Tubos que Suministran la Tinta.

- Darle mantenimiento periódico de preferencia cada semana a las llaves y sus boquillas, en dicho mantenimiento se deben desensamblar todas las piezas de las llaves para poder limpiarlas de manera adecuada.

Ventajas: Se detectaran y corregirán oportunamente los problemas con las llaves y sus boquillas así como en las líneas que transportan la tinta desde los contenedores hasta la estación de trabajo, evitando con esto que el taponamiento de tinta ocurran y se generara una reducción en el tiempo de programación, aumentando con esto la efectividad del operador y disminuyendo los costos en perdida de tiempo y desperdicio de tinta.



Se puede desensamblar todas las piezas de la llave para un mejor mantenimiento

Figura 13. Partes de una Llave para Suministro de Tinta

Pasos para realizar la limpieza de la manguera y llaves que suministran la tinta.

1. Primero se debe taponar el suministro de tinta hacia la máquina esto se logra doblando el extremo de la manguera, para evitar que la tinta se derrame, el doble lo pueden efectuar colocando una abrazadera grande para que doble la manguera o simplemente con un pedazo de alambre enrollado en la manguera.

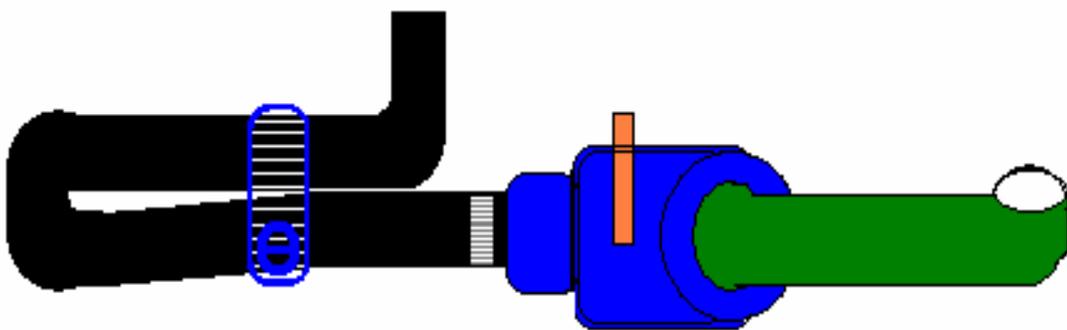


Figura 14. Taponamiento de Línea de Suministro de Tinta Antes de su Mantenimiento

2. Después se puede desensamblar la llave de la manguera para desarmarla y realizarle la limpieza necesaria.

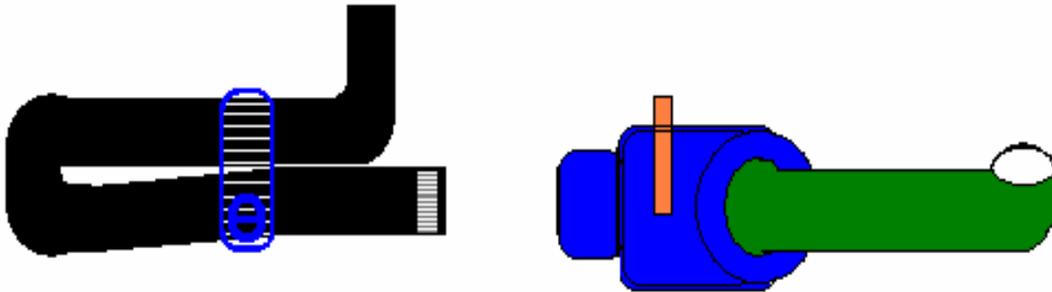


Figura 15. Desensamblar Llave de la Manguera de Suministro.

3. Ahora se desarma totalmente las piezas de las llaves para realizarles la limpieza.

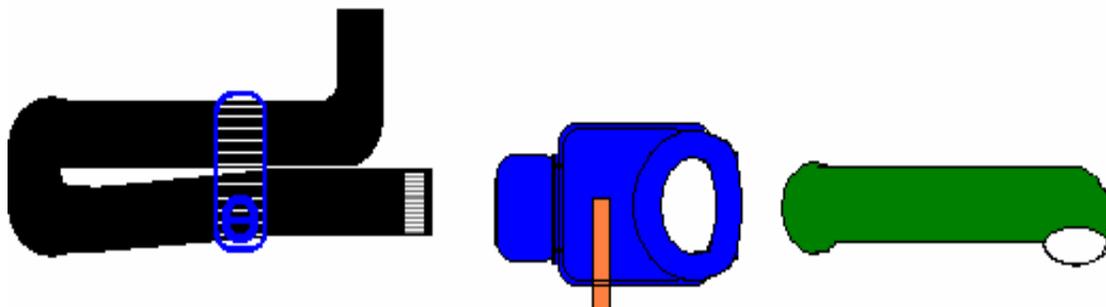


Figura 16. Llave Desensamblada Antes de Darle su Mantenimiento General.

4. A continuación se muestra un bosquejo de las partes desensambladas de las llaves de tinta y se indica las partes que deben ser limpiadas durante su mantenimiento. Ver figura 17.

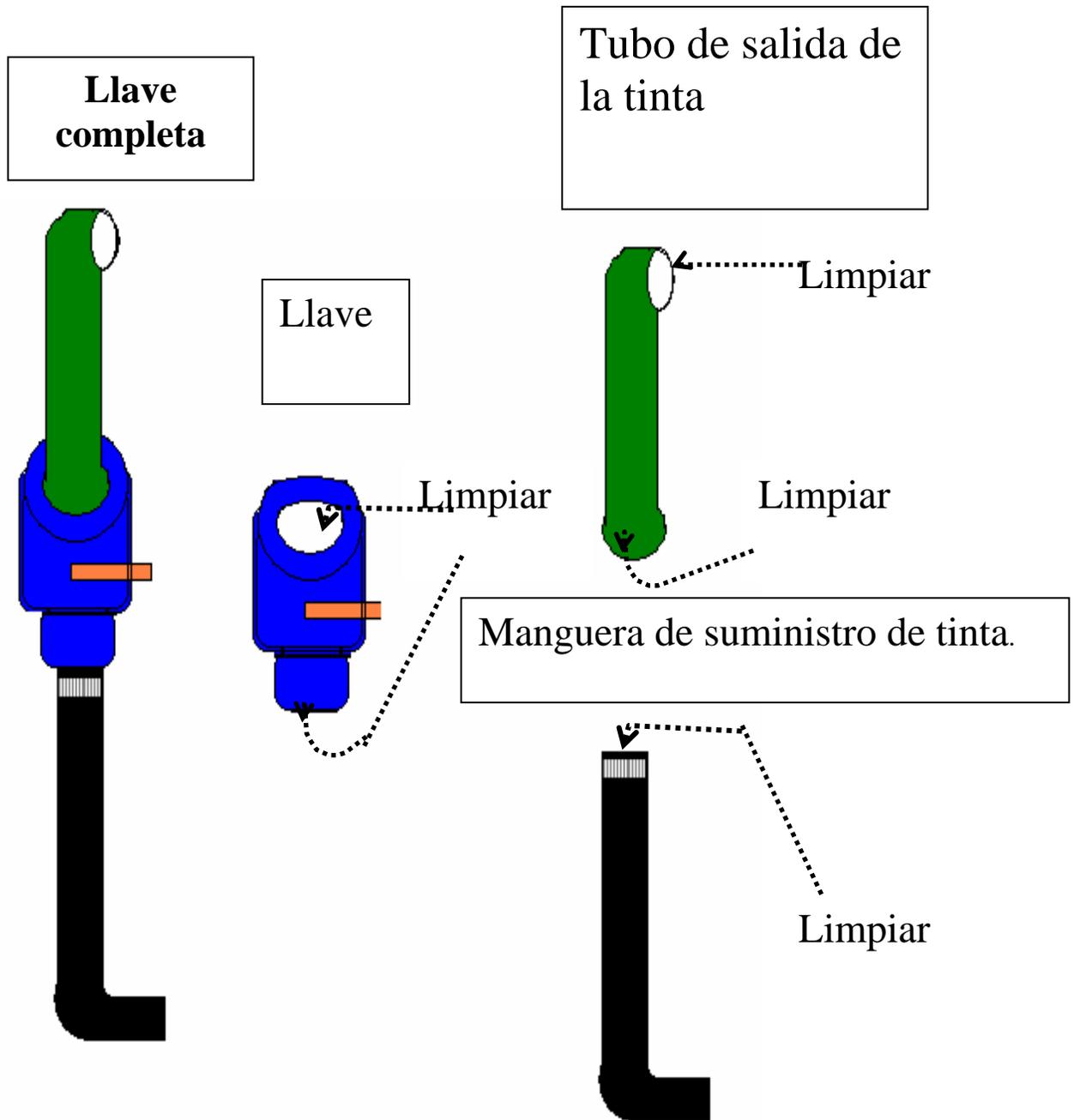


Figura 17. Partes Desensambladas de una Llave Alimentadora de Tinta.

- Después de haber realizado la limpieza de las llaves y mangueras de la máquina, se debe armar y colocar en su sitio cada una de ellas, ver figura 18.

BIBLIOGRAFÍA

Camp, R. “,2002., SMED (Manual para cambios rápidos de preparación) Productivity. Inc.

Cárdenas, Agustín. Administración con el método japonés (JAT). CECSA, 1.^a edición, 1995

Conrad, D. 2004. 7 pasos para administrar el cambio, “**Soluciones integrales para el profesional de la planta Manufactura**”, 10, 26-42

Lefcovich, M. Cambio rápido de herramientas y reducción en tiempos de preparación (Ver <http://www.gestiopolis.com/Canales4/ger/camrapido.htm>)

Material de apoyo al participante. 2007. Curso-Taller Manufactura Esbelta.

Maurer. Roberto, 2006, *El camino del Kaizen*. Ediciones Vergara. S. A. 1^a edición.

Menester, E. 2006. Introducción hacia la metodología SMED “Single Minute Exchange of Die” (Ver <http://www.itcl.es/ificheros/SMED.pdf>)

Niebel, Benjamín. *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*.

Paredes F. 2004 SMED: Preparación Rápida de Máquinas. (Ver http://www.cdi.org.pe/tema_0072004.htm)

Philip, E, 1999, Ingeniería industrial y administración, José Manuel Salazar Palacios, Segunda Edición, Continental, 175-183.

Rivas, J, 2002. SMED ganarle tiempo al tiempo, “**Soluciones integrales para el profesional de la planta Manufactura**”, 8, 52-61

Senkine, S. K. Arai. 1993, Kaizen para preparaciones rápidas de maquinas. TGP-Hoshin, S.L., España. pp. 283

Shingo, S.1991, Producción sin Stocks el sistema Shingo para la mejora continua. Tecnologías de gerencia y producción S.A., Madrid España,.pp. 466

Shingo, S.1990, El sistema de producción toyota, Antonio Cuesta Álvarez. Tercera Edición, Productivity. Inc. Madrid España, 90 -105.

Shingo, S.1993, Una revolución en la producción el sistema SMED, Antonio Cuesta Álvarez. Tercera Edición, Productivity. Inc. Madrid España, 23 – 90, 125 - 149.