



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE
CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO)
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**TEMA: MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE
CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS,
BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA
PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS.**

Autores:

LUIS MIGUEL HIDALGO VALDEZ

DANNY ISAÍAS VERA GUERRERO

Acompañante: ING. JOHNNY LÓPEZ MGTR.

Milagro, Diciembre del 2018

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **HIDALGO VALDEZ LUIS MIGUEL C.I. 0706738234** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática **MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS, BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS** del Grupo de Investigación **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS Y LOGÍSTICOS IND** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaramos que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 6 días del mes de Diciembre del 2018


Nombre: Luis Miguel Hidalgo Valdez
CI: 0706738234

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **VERA GUERRERO DANNY ISAÍAS C.I. 0928735109** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática **MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS, BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS** del Grupo de Investigación **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS Y LOGÍSTICOS IND** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaramos que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 6 días del mes de Diciembre del 2018



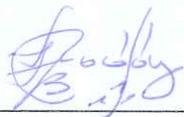
Nombre: Danny Isaías Vera Guerrero

CI: 0928735109

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Yo, LÓPEZ BRIONES JOHNNY RODDY en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por los estudiantes **LUIS MIGUEL HIDALGO VALDEZ** y **DANNY ISAÍAS VERA GUERRERO**, cuyo título es **MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS, BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS**, que aporta a la Línea de Investigación **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS Y LOGÍSTICOS IND** previo a la obtención del Grado de **INGENIERO INDUSTRIAL**; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 6 días del mes de Diciembre del 2018.



ING. IND. LÓPEZ BRIONES JOHNNY RODDY Mgtr.

Tutor

C.I.:0906022033

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por: **Ing. López Briones Johnny Roddy, Mgtr; Ing. Manuel Andrés Avilés Noles, Mmp; Ing. Velasco Rigoberto Zambrano Burgos, MADE.**

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta practica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO INDUSTRIAL presentado por el señor HIDALGO VALDEZ LUIS MIGUEL.

Con el título: **MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS, BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS.**

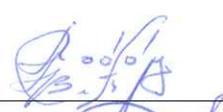
Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[75]
Defensa oral	[20]
Total	[95]

Emite el siguiente veredicto: Aprobado

Fecha: 6 de Diciembre del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Ing. Johnny Roddy López Briones, Mgtr.	
Secretario /a	Ing. Manuel Andrés Avilés Noles, Mmp.	
Integrante	Ing. Velasco Rigoberto Zambrano Burgos, MADE.	

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por: **Ing. López Briones Johnny Roddy, Mgtr; Ing. Manuel Andrés Avilés Noles, Mmp; Ing. Velasco Rigoberto Zambrano Burgos, MADE.**

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta practica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO INDUSTRIAL presentado por el señor VERA GUERRERO DANNY ISAÍAS.

Con el título: **MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS, BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS.**

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[75]
Defensa oral	[20]
Total	[95]

Emite el siguiente veredicto: Aprobado

Fecha: 6 de Diciembre del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Ing. Johnny Roddy López Briones, Mgtr.	
Secretario /a	Ing. Manuel Andrés Avilés Noles, Mmp.	
Integrante	Ing. Velasco Rigoberto Zambrano Burgos, MADE.	

DEDICATORIA

A lo Mejor de mi Vida mis Padres Luis y Marjorie, a mi Esposa Silvana, mi Hijo Hammer
y mi Hermano Leython, pilares fundamentales de mi existencia, los Amo.

Luis Miguel.

En primer lugar, dedico este proyecto de titulación Mi Familia.

En segundo lugar, a mis padres por ser los responsables de dar su esfuerzo y su economía
para lograr culminar mi carrera. A sus oraciones para que cada día sea Dios ayudándome y
guiándome a poder cumplir mis objetivos de vida y ser un profesional de exitoso en este
mundo laboral.

Vera Guerrero Danny Isaías

AGRADECIMIENTO

A Dios por sus infinitas Bendiciones, a mi Familia por su apoyo incondicional, a mis docentes por sus aportes profesionales y a mis colegas por sus actos de compañerismos.

Luis Miguel.

Primero agradezco a Dios por permitirme lograr la culminación de mi carrera universitaria.

En segundo a mis Padres por su apoyo incondicional para que me prepare y logre un título de tercer nivel, a mis hermanos por ser la ayuda de creer que se puede obtener las metas que nos pongamos.

Y a cada maestro que dio de su tiempo para enseñar sus experiencias laborales y los conocimientos científicos de la carrera para que tengas una mejor manera de pensar y ver la carrera de ingeniería industrial en medio laboral.

Vera Guerrero Danny Isaías

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	ii
DERECHOS DE AUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS, BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS.....	12
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	19
METODOLOGÍA	28
DESARROLLO DEL TEMA.....	32
Aplicación del sistema SMED.....	37
Primera etapa: Separación de las Actividades Internas y Externas.....	37
Empleo de una lista de comprobación	37
Segunda etapa: Transformar las Actividades Internas en Externas	38
Tercera etapa: Afinar todos los aspectos de la operación de Configuración	38
Efectos encontrados al implementar el SMED.....	39
CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Proceso típico de producción de cartón	32
Ilustración 2 Diagrama de Bloque del Proceso General del sistema de Impresión.....	33
Ilustración 3 Diagrama de Bloque de los Procesos en las Imprentas Flexográficas	34
Ilustración 4 Funcionamiento de la Flexografía (Asociación de Corrugadores del Caribe, 2010a)	35
Ilustración 5 Diagrama de operaciones (Orozco, 2007).....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.....	38
Tabla II.....	39

MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS, BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS.

RESUMEN

Las Empresas Cartoneras para mantenerse en la competitividad global que existen en la actualidad, ofrecen una variedad de cajas de cartón con las especificaciones que exigen los clientes, por lo que deben poseer líneas de producción que sean flexibles a estos cambios de formato, que en realidad es posible gracias a la tecnología, pero el inconveniente radica cuando se va hacer el cambio de pedido o cambio de producto, el cual lleva un proceso de configuración que trae consigo tiempos muertos y a su vez afectan principalmente a la productividad general de la empresa, ya que muchas veces no se tiene una planificación para llevar dichos cambios o también no existe la adecuada capacitación al operario, que lleva acabo su proceso de configuración, entonces para estos inconvenientes se ha pensado en la aplicación de la metodología SMED que significa el cambio de Herramienta en menos de diez minutos, la cual fue desarrollada por el Ingeniero Shigeo Shingo el mismo que la implementó en las Industrias de Toyota con la que obtuvo grandes resultados y a partir de ese momento se ha puesto en práctica esta técnica en las preparaciones de máquinas de las diferentes tipos de industrias. Por consiguiente, para la realización de esta investigación se llevó a cabo el estudio del Sistema SMED enfocado en las Cartoneras, principalmente en las Impresoras Flexográficas que es donde se realizan estos cambios de configuración para producir otro lote de pedido con diferentes características, es aquí donde se efectuó las etapas de identificación de actividades internas y externas, para luego hacer un listado y convertirlas la mayoría en actividades externas, con esta implementación no necesariamente se reducirá a diez minutos pero sí se lograrán grandes reducciones de tiempos muertos que se ocasionan en las imprentas flexográficas y también aumentará la Productividad de la Organización.

PALABRAS CLAVE: SMED, Imprentas Flexográficas, Productividad, Cartoneras

IMPROVEMENT OF THE CONFIGURATION PROCESSES FOR FLEXOGRAPHIC PRINTERS, BASED ON THE SMED METHODOLOGY IN CONTRIBUTION TO THE PRODUCTIVITY OF THE CARTONERAS COMPANIES.

ABSTRACT

The Companies Cartoneras to stay in the global competitiveness that exist at present, offer a variety of boxes of cardboard with the specifications that demand the customers, by what have to have lines of production that are flexible to these changes of format, that in fact It is possible thanks to technology, but the drawback is when the order change or product change is made, which takes a configuration process that brings downtime and in turn mainly affects the overall productivity of the company. that many times you do not have a plan to carry out these changes or there is also no adequate training for the operator, who carries out the configuration process, so for these inconveniences the SMED methodology has been thought of, which means changing the tool in less than ten minutes, which was developed by Engineer Shigeo Shingo the same as the one implemented Toyota Industries in which he obtained with great results and from that moment has implemented this technique in preparations of machines of different industries. Therefore, for the realization of this research was carried out the study of the SMED System focused on the Cartoneras, mainly in the Flexographic Printers that is where these configuration changes are made to produce another batch of order with different characteristics, this is where the identification stages of internal and external activities were carried out, to then make a list and convert most of them into external activities, with this implementation it will not necessarily be reduced to ten minutes, but great reductions in downtime will be achieved in the printing presses Flexographic and will also increase the Productivity of the Organization.

KEY WORDS: SMED, Flexographic Printing, Productivity, Cartoneras

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el entorno industrial ha evolucionado, debido a las exigencias del mercado en cuanto a la velocidad de entrega, en donde el tiempo tiene una gran importancia cuando se trata de cumplir una demanda llena de necesidades específicas por parte de los clientes, por lo que obliga a la industria a innovar y mejorar constantemente para tener un gran nivel de competitividad.

Las empresas que producen cartón forman parte de esta evolución ya que de acuerdo a sus clientes ofrecen variedad de productos, por lo que se ve en la necesidad de producir diversidad de tipos de cartones en una misma línea de producción, es entonces en donde el tiempo influye con relevancia en la flexibilidad a un mayor tiempo disponible de proceso y menor tiempo de entrega dando un valor agregado al producto.

Uno de los problemas mayores son los que ocurren en los cambios de productos, para esto ha surgido una serie de estrategias para el mejoramiento de los procesos productivos, existiendo las metodologías de manufactura esbelta que busca la mejora continua y la excelencia industrial. Esta metodología conocida en inglés como lean manufacturing, tiene como fin la aplicación de sistematizar varias herramientas para la mejorar de los procesos y la productividad.

Justamente la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) que traducido en español significa cambio de herramientas en menos de diez minutos, que forma parte de lean manufacturing. Por lo cual su crecimiento fue en la década de los 60 y fue impulsado por el japonés Shigeo Shingo mientras trabajaba para la empresa automotriz Toyota, que el principal objetivo era reducir los tiempos de preparación de una prensa que tardaba más de cuatro horas en cambiar el modelo, desarrollando un método que permitiera disminuir el tiempo antes mencionada a tan solo tres minutos (Cruz, 2011). Fue ahí donde surgió la metodología SMED por buscar resolver un problema de tiempos de preparación que afectaba la productividad.

La metodología SMED, es precisa para la reducción de tiempos para la preparación de imprenta flexográficas en las industrias cartoneras. También se ve aplicada el sistema SMED en los procesos de preparación de helados en la combinación de los sabores; en las industrias de plásticos se puede apreciar la aplicación de la metodología SMED en las imprentas flexográficas para los diseños gráficos de los

envases de algún producto en común; también se ve implantado los sistemas SMED en las máquinas envasadoras de pinturas al momento de cambiar de envases a uno mayor o menor.

Para el estudio de este proyecto la metodología SMED, baja la cantidad de desperdicio y tiene como intención de disminuir la suma de tiempos que se mal gastan cuando se realizan cambios de productos o herramientas en las industrias de producción de cartón ayudando a la flexibilidad para los cambios rápidos de un proceso a otro en un tiempos de no más de 10 minutos y así brindar un mejor servicio a sus clientes en el menor tiempo posible, reduciendo los costos de producción e incrementando la productividad de la industria.

Esta investigación bibliográfica tiene el fin de incluir en su contenido las técnicas más relevantes para el ajuste de la metodología SMED. En las cuales en Ecuador según el sitio web ekosnegocios.com, nos indica que existen aproximadamente 48 industrias cartoneras (EkosNegocios, 2015). Que ellas realizan la preparación de imprenta flexográficas, considerando desde el punto de vista teórico para la aplicación del estudio de tiempos y mejora continua, lo que permitirá al lector contar con un uso real sobre la implantación de la metodología.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las empresas de hoy en día para mantenerse en el negocio deben tener un alto nivel de flexibilidad para ofrecer variedad de productos en una misma línea de producción, por lo que esto representa hacer cambios de configuración en una misma máquina, al cambiar de un producto a otro, según la producción a la que se dedica la industria, es aquí donde se presentan ciertos inconvenientes en lo que respecta a producción, ya que hacer estos ajustes de cambio conlleva a tiempos muertos que en pocas palabras son grandes desperdicios para la empresa ya que disminuyen la Productividad.

El mundo actual exige una adaptación a los cambios de las demandas del mercado, por lo que empresas como las Cartoneras deben sobresalir, para mantenerse vigentes proporcionando variedad de productos, es entonces donde surge la mejora continua en cada uno de sus procesos con el fin de elevar su flexibilidad y competitividad, aportando positivamente a su entidad, a su personal y a la sociedad en general.

Existen cartoneras que aparte de producir Papel Cartón, también se especializan en hacer Cajas de Cartón, por lo que en una misma línea de producción se pueden hacer distintos tipos de lotes, con tan solo hacer los ajustes necesarios en las Imprentas Flexográficas, para cambiar de un tipo de cartón a otro, las cuales tienen como función cumplir con las especificaciones de los clientes, como es el caso de tamaños, diseño, cortes e impresiones de marcas, entre otros, pero ejecutarlo implica demoras ya que muchas veces los operarios encargados no están capacitados o no tienen un plan para hacerlo de una manera rápida, y en otras ocasiones no cuentan con las herramientas adecuadas, por lo que esto lleva a grandes pérdidas de tiempo.

Esta realidad de los tiempos excesivos que se ocasionan por el arreglo de los ajustes en los cambios de formatos de las Imprentas Flexográficas, es decir los cambios de pedido de un tipo de cartón a otro muy distinto, hace necesaria una herramienta cuyos resultados sean de gran ayuda para reducir aquellos tiempos de configuración (set

up) en las distintas Imprentas y que a su vez aumente la eficiencia de las máquinas produciendo variedad a mayor velocidad y a su vez se aproveche la capacidad de la planta.

La Implementación de la Metodología Single Minute Exchange of Die conocida como SMED, que traducido significa Cambio de Herramienta en menos de diez minutos, permitirá minimizar los tiempos de configuración en las Imprentas Flexográficas, ya que es una técnica avanzada para acortar los tiempos de configuración en las máquinas durante la elaboración de algún producto de distinta especificación en una misma línea de producción, por lo que su estudio proveerá de documentos y herramientas necesarias para que los cambios que se realicen cumplan con estándares de tiempo menores y más eficaces.

El SMED es la solución ante el desarrollo del entorno Industrial competitivo, ya que su aplicación en la Cartonera generará una ventaja respecto a la competencia, que le permitirá una mayor flexibilidad en su producción de cajas de cartón en cantidades variables, con las necesidades específicas del usuario, en un tiempo de entrega más rápido y fiable, lo que llevará a una mayor satisfacción del Cliente, y a su vez generará valor para la Organización y todos los que la conforman ya que su nivel de productividad aumentará.

OBJETIVOS.

Objetivo General:

➤ Minimizar el tiempo de configuración de las Imprentas Flexográficas en una Empresa Cartonera, aplicando la Metodología SMED para aumentar la productividad.

Objetivos Específicos:

- Analizar y estudiar el Sistema SMED.
- Hacer un diagrama de los procesos que intervienen en el cambio de configuración de las Imprentas Flexográficas.
- Implementar la metodología SMED, para reducir los tiempos muertos y mejorar el Proceso de Configuración en las Imprentas Flexográficas.

Justificación

Los tiempos muertos o improductivos dentro de la Cartonera, constituyen un porcentaje importante en los tiempos finales de la Producción Global, en especial en el área de Imprentas donde se elaboran las cajas de cartón, ya sea en los arreglos, configuraciones, pruebas, inspecciones, entre otros, ya que no se lleva un plan definido para mejorar dichos inconvenientes que están causando una reducción en la productividad, al no usar sus recursos al máximo puesto que el tiempo es un factor relevante en todo tipo de Industria.

Para la eliminación de estos problemas se debe partir con un estudio de tiempos y movimientos los cuales nos revelen la situación actual de cómo se ejecuta el cambio de formato en las Imprentas, a partir de allí se debe descubrir la oportunidad para realizar una mejora aplicando una de las Herramientas de Lean Manufacturing, como es el caso de la Metodología SMED que consiste en cambiar de herramienta en menos de diez minutos, es decir reduciendo los tiempos muertos y aumentando la eficacia de la Imprenta.

Al aplicar el Sistema SMED, se obtendrá una ventaja competitiva a favor de la empresa, ya que esta Metodología ayudará a mantenerse a la Organización en un mercado exigente, porque la mejora continua está orientada a los procesos de cambio de formato, por lo que en si es un proyecto sencillo aplicado en las Imprentas Flexográficas en las cuales los resultados a reducir serán visibles, debido a que esta herramienta de Lean Manufacturing es clara y estructurada, que aportará muchos beneficios entre ellos el aumento de la Producción y sobretodo preparaciones de máquinas más rápidas con menos estrés y menos Riesgos laborales.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Impresora flexográficas

Las impresoras tienen una variedad de modelos de entintados flexográficos para lo que es cartón entre los modelos que existen tenemos: la máquina con rodillos de caucho. En este tipo de aparatos, la tinta es aspirada de la cubeta a través de una bomba y acumulada sobre el rollo de caucho el cual la participa por contacto a un cilindro tramado, mediante la superficie del cilindro anilox está forzada con pequeños alvéolos que aprovechan para trasladar la tinta (Asociación de Corrugadores del Caribe, 2010). Esta impresora flexográfica tiene un sistema muy moderno, con una mayor facilidad al momento de cambiar al siguiente cartón para su impresión flexográfica.

Posee técnicas de inspección industrializada, los cuales se delegan para registrar y adaptar el sistema para los avisos de producción, todo esto controlado por PLC. De esta manera la imprenta flexográfica para la ejecución del proceso en los períodos de impresión, necesita varios materiales tales como las láminas de cartón corrugado, las cuales pueden cambiar de tamaño en cuanto a su largo, ancho y grosor, como por ejemplo una lámina de 65 pulgadas y una mínima de 25 pulgadas, debido a las longitudes con las que cuenta el equipo de impresión (Xutuc, 2016).

La influencias del soporte en el proceso de impresión flexográficas tiene como características ver si existe variaciones en los parámetros de las plancha, de tal formamos obliga a reacoplar y corregir las presiones para tener el mismo efecto en la impresión, además teniendo en cuenta los límites de humectación del soporte (Asociación de Corrugadores del Caribe, 2010b).

Flexográficas

La Flexografía o también conocida como anilina, se implantó en Estados Unidos en gran tamaño en los años 20. En sus comienzos no existía mucho conocimiento de ella, se utilizaba herramientas o máquinas construidas de malas formas, así como sus implementos como las tintas o la plancha, lo que daba como resultados imágenes de mala calidad (Xutuc, 2016). En el año 1935, la velocidad variable de impresión aumentó, en conjunto con el ojo eléctrico, hizo real la impresión flexografía rollo a

rollo, por el cual la rapidez de la máquina impresora llegó a incrementar, contando con que haya una fuente de calor para el secado de la tinta (Xutuc, 2016). Siendo de esta manera una gran ventaja o desarrollo para las imprentas flexográficas.

Para ello la flexografía es una técnica de impresión directa rotativa, cuya función es a partir de su relieve en la impresora, en lo cual se encuentran unos beneficios como es la impresión en los cartones y en cualquier otro tipo de soporte (Mourelle, 2012). De esta manera la flexografía es flexible a la adaptación a las demandas de los mercados, además de la aplicación en las industrias cartoneras y su evolución de este sistema de impresión, en el cual aumenta el nivel de alcance que posee sobre cualquier otro sistema de impresión (Xutuc, 2016).

Empresas cartoneras

La mayoría de las empresas cartoneras trabajan con la modalidad de reciclado de papel que tiene una historia en la actividad industrial desde hace más de cien años, por lo cual las nuevas regulaciones medioambientales, de salud, seguridad y de transporte, esta actividad económica ha cobrado una dimensión legal que demanda una responsabilidad mayor, de todas las partes involucradas en la recuperación y el reciclaje del papel (Aspapel, 2010).

La recuperación del papel y cartón correctamente depende en cierta parte a la calidad del papel recuperado, de manera que el aumento del porcentaje de recuperación, lleva a una tendencia al deterioro material recogido, para cual se realiza convenio entre las fábricas, los recicladores y otras partes incluidas en la recolección del papel y cartón, para así asegurar el suministro y aprovisionamiento responsable de papel recuperado (Aspapel, 2010).

Lean Manufacturing

La primera dificultad con el que nos encontramos al detallar el significado de Lean Manufacturing es el sin número de términos en español con los que las industrias se refieren a estos métodos, dependiendo de la industria o del autor se encontrarán versiones como producción delgada, ajustada, ágil, esbelta o incluso, sin grasa, por otra parte, las empresas han adaptado como universales palabras en inglés o japonés que han pasado a ser parte del vocabulario técnico de las empresas que adoptan metodología Lean (Hernández & Vizán, 2013).

A lo largo se utilizarán los términos más frecuentemente tales como manufactura esbelta que son aceptados en la industria. Aun siendo contrarios al uso en la nomenclatura técnica, hemos decidido utilizar la denominación Lean Manufacturing, por un lado, a que la variedad de traducciones aplicadas a este término puede inducir a error y, por otro, por el hecho de ser ésta la término más utilizada entre los profesionales (Hernández & Vizán, 2013).

La manufactura esbelta o lean manufacturing consta con varias herramientas que aportan a eliminar todos los procedimientos que no agregan valor al producto, servicio, incrementando el valor a las actividades y eliminando lo innecesario para de esta manera reducir los desperdicios y optimizar las operaciones (Cruz, 2011).

El objetivo de lean manufacturing está basado en la filosofía de la mejora continua para las empresas que de esta forma permita disminuir los costos, las mejoras de los procesos y eliminando los despilfarros, de tal forma nos permita incrementar la satisfacción del cliente y obtener un margen de ganancias aplicando las herramientas como Justo a Tiempo, Kamba, SMED entre otros (Cruz, 2011). De esta manera la empresa mejora sus procesos y podrán brindar un mejor servicio a sus clientes de manera más eficiente y eficaz.

Definiciones de Actividades y Procesos

Estudios de Tiempos; se define como la táctica utilizada para evaluar el tiempo requerido por un trabajador capacitado, quien laborando a un nivel corriente de desempeño ejecuta una tarea dada acorde a un método detallado, con la debida consideración de agotamiento, los retrasos personales y las demoras inevitables (Sarango & Abad, 2002).

El estudio de tiempos con cronómetro es la técnica de medida de la actividad que se emplea con mayor continuidad. No obstante, se puede implantar tiempos a partir de datos obtenidos, por ejemplo, el mecanizado de piezas, datos, proporcionadas por tablas elaboradas con anterioridad, principalmente se utilizan éstas cuando se inicia un nuevo plan y se desea lograr una referencia inicial para estudios posteriores (Meyers, 2006).

Requerimientos de estudio de tiempos;

Conviene cumplirse ciertas obligaciones fundamentales, previo a realizar un estudio de tiempos. Por ejemplo, si se requiere un estándar de una nueva labor, o de una tarea antepuesto en la que el procedimiento o parte de él se ha perturbado, el operario debe estar adaptado por completo con la nueva técnica antes de aprender la operación (Niebel, 1990).

Tiempos de cambio; empieza cuando se concluye la labor de proceso actual y termina cuando la sucesiva tarea produce un producto libre de fallas, por lo tanto, no se refiere exclusivamente al tiempo aplicado en realizar el cambio, sino al tiempo que pasa desde que la máquina fabrica el último producto del formato anterior, hasta que vuelve a producir un distinto modelo con cero defectos (Arévalo, 2014).

Muestreo del trabajo y Medición de Tiempos en Grupo;

Trabajar con datos confiables, para la obtención de deducciones aplicables, más aún si se trata de la medida del trabajo humano, que ha formado un problema para la dirección en la determinación de mejoras (Orozco, 2007).

Reducción del tamaño del lote;

El lote es un conjunto finito de elementos que son procesados como uno solo. Por lo general son un número constante de elementos de una línea productiva, que pueden ser adquiridos, procesados, trasladados, vendidos y recopilados, entre otros y la determinación de su tamaño óptimo es muy substancial (Obregoso, 2005).

Principio eliminar, combinar, reorganizar, Simplificar (E.C.R.S.): mediante este principio, se examina cada una de las actividades que intervienen en el cambio, clasificando en las siguientes categorías:

Eliminar; la actividad se elimina, si es que se obtiene a la conclusión que no añade ningún tipo de valor al cambio que se está cometiendo (Reinsch, 2013).

Combinar; estudia la posibilidad de ajustar una actividad con otra, logrando así ganar tiempo al hacer dos o más actividades en paralelo (Reinsch, 2013).

Reorganizar; analiza si es que la configuración se puede realizar de manera más eficaz al desarrollar las actividades en una sucesión diferente (Reinsch, 2013).

Simplificar; se piensa si es que la actividad se puede reducir, ya sea mediante el cambio en la forma de trabajo, ejecución de nuevas herramientas, entre otros (Reinsch, 2013).

Mejora en actividades internas y externas; una vez que se han reconocido las actividades internas del cambio, se empieza a realizar una mejora de las mismas, tratando de minimizarla al máximo, ya sea mejorando el método, implementando nuevos mecanismos o añadiendo personal (Arévalo, 2014).

Distinción entre operaciones;

Existen diferentes tipos de operaciones en un cambio, inclusive hay algunas que logran prepararse anticipadamente al cambio. Se diferencian, entonces;

1. Operaciones externas, Son las que se realizan con la máquina en marcha (durante el cambio): búsqueda de piezas, materiales y útiles, entre otros (Villanueva & Del Vigo, 2009).

2. Operaciones internas, Son aquellas que obligatoriamente se tienen que realizar con la máquina parada, reemplazos de herramientas o útiles, cambios de programas, entre otros (Villanueva & Del Vigo, 2009).

Los desperdicios; se puntualizan como toda actividad contribuyente del proceso productivo, que no añade valor al producto, y estos se hallan en el transporte, en sobreproducción, períodos de esperas y en el proceso (Obregoso, 2005).

Muda; son todas las actividades ejecutadas que no se convierten en una mejora tangible, es decir que no adicionan valor en las propiedades del producto para los clientes y que, por el contrario, aportan al incremento redundante en costos (López, 2007).

Muri; significa la expulsión en nuestro procedimiento lo que no es necesario para añadir valor. Algunos ejemplos son; Mano de obra, tiempo, equipos, materiales, inventarios (López, 2007).

Mura; todos los procesos tienen diversificación y deben ser examinados, los límites de control de un proceso deben ir cerrando acorde se van localizando las causas de los problemas para eliminarlos (López, 2007).

Aplicar las mejoras; durante esta etapa se ha de constituir un plan de acción preciso en el que el equipo tome disposiciones a partir del estudio de las opiniones planeadas, de su eventualidad de ejecución con los patrimonios y recursos utilizables en la empresa, además del estudio tanto de los costos que sobrellevan su ejecución como el ahorro de tiempo, que presume en el cambio de utillaje para ello, se hace uso de una matriz de selección multicriterio o cualquier otro método que sea técnicamente aceptable (Gil, Sanz, José, De Benito, & Galindo, 2012).

Diagrama de Flujo;

Con frecuencia, se busca maneras de mejorar un proceso trazando un diagrama de flujo del proceso, porque se piensa que no es posible optimar un proceso, sin entender en que consiste, el diagrama de flujo establece un método considerablemente útil para diseñar lo que está sucediendo, una forma de empezar es fijar cómo debe funcionar dicho proceso para luego en forma gráfica, demostrar cómo está funcionando en realidad de esta manera se puede revelar de inmediato fallas tales como la abundancia, la ineficiencia o malas interpretaciones (Orozco, 2007).

Diagrama de Bloques; es un diagrama que admite simbolizar gráficamente operaciones, además constituyen herramientas significativas para la visualización completa y esquemática del conjunto de tareas y con este cursograma se detectan errores, descuidos, reiteraciones o añadidos de tareas a fin de corregir y conseguir procedimientos más eficientes (Gestion2.0, 2011).

Eficacia; intrínsecamente en una industria fabricante se basa en lograr los objetivos, sin asentar atención a los recursos que se manipulan (Gómez, 2013).

Eficiencia; Alcanzar el principal grado de cumplimiento de objetivos, al mínimo costo posible y con los recursos precisos (Gómez, 2013).

La ejecución del Sistema SMED admite entender el ambiente actual de las pérdidas de la empresa, ya que se consigue identificar la mayor pérdida y las causas que la genera, así mismo permite estar al tanto del detalle en el proceso de maniobra y puesta en marcha de una línea de moldes, tanto en sus aspectos operativos como; calidad y seguridad (Barrionuevo, 2017).

Conceptualización de la Productividad

La mayoría de las enunciaciones dan la imagen de que la productividad es una relación de las salidas (bienes y servicios productivos) de un proceso en relación de las entradas (recursos utilizados) del mismo. También es considerada como una medida de que tan bien se están usando los recursos, ya sea un país, una industria o un negocio. El control de la productividad es lucrativo principalmente por razones trascendentales, tales como la planeación corporativa o la mejora de la competitividad (Yarto, 2010).

La productividad en algunas ocasiones es considerada como un buen indicador de la ética laboral. Sin embargo, la productividad no se logra por los recortes de personal. Las empresas de manufactura tradicionales están buscando como ser más competitivas y producidas, y una alternativa es el modelo de manufactura esbelta desarrollado en Japón por Toyota Motor Corporation (Lewis, 2000).

El sistema de Producción Toyota (TPS) ha evolucionado un enfoque de mejora continua que se llama Kaizen y su énfasis está en el grupismo, el cual ejecuta una influencia en los empleados para que laboren con conciencia en la importancia de la calidad y la solución de problemas rápidamente (Else, 2001).

Productividad en la Industria

La Producción es el alma de la industria, y ésta es el corazón de un estado saludable. La productividad es clave en un eje de innovación y las industrias deben empujar a la mejora (Goldratt, 2003).

Sistema SMED

La sistemática fue creada y desarrollada en primera instancia por el Dr. Shigeo Shingo en el año 1950, cuando trabajaba para la planta de Toyota en Tokio. Fue en esta industria en donde el Dr. Shingo pudo notar la oportunidad de minimizar el tiempo en los cambios de formato en las prensas. Gracias al poder de observación del Dr. Shingo y a la dedicación en la idea de optimizar el tiempo de cambio en las matrices, dio inicio a la metodología SMED (Arévalo, 2014).

SMED, es una herramienta desarrollada para reducir los tiempos de cambios de formatos o utillaje en las máquinas durante la elaboración de productos de especificación diferente en una misma línea de producción, esto se alcanza mediante la

simplificación de los movimientos realizados durante los cambios, implicando al factor humano para trabajar más inteligente con el menor esfuerzo posible. Aunque dichos tiempos no obligatoriamente son disminuidos a diez minutos, igual se logra una reducción significativa (Yumi & Mejía, 2010).

SMED permite optimizar el tiempo que se desperdicia en las máquinas o equipos debido al cambio de herramientas, esta acción es necesaria para pasar de un tipo de producto a otro. Los beneficios son minimizar el tiempo de preparación y convertirlo en tiempo productivo, y así reducir el tamaño de inventario, el tamaño de lotes de producción, para producir varios modelos en la misma línea de fabricación (Yumi & Mejía, 2010).

Identificación de actividades externas; son actividades autónomas de la máquina que pueden ser ejecutadas antes o después de hacer el cambio, como; la preparación de materiales, elección de actividades, limpieza de componentes, entre otros. Todos estos movimientos pueden y deben ser realizados mientras la máquina está en maniobra (Arévalo, 2014).

Identificación de actividades internas; son aquellas acciones que tiene que ser ejecutadas obligatoriamente cuando la máquina está en detención (Arévalo, 2014).

Según (Villanueva & Del Vigo, 2009) nos dice sobre la Distribución del cambio que:

En base a la práctica se ha concluido que el tiempo de cambio se divide de la siguiente manera:

1. 50% se dedica a la fabricación de piezas de ensayos y arreglos (pruebas).
2. 30% se dedica a comprobar materiales, equipos, troqueles, plantillas, calibres, etc.
3. 15% se dedica a centralizar, dimensionar e implantar otras condiciones.
4. 5% se dedica a ensamblar y desmontar útiles

Obviamente, se buscará constantemente tener el mínimo número de operaciones internas, y pretender convertir en operaciones externas el máximo número de ellas (Villanueva & Del Vigo, 2009).

Aplicación SMED

La aplicación de la técnica SMED facilita reducciones reveladoras del tiempo medio de persistencia, estos efectos se han conseguido a través de la organización y la regulación de los procesos, con poca inversión y un retorno significativo para la empresa, así mismo se mostró que la colaboración de toda la empresa es fundamental para el afianzamiento de la política de producción (Vilema, 2017).

El sistema SMED surgió por necesidad de obtener la producción Justo a Tiempo, esta técnica fué desarrollado con el fin de acortar los tiempos de la preparación en las máquinas, facilitando hacer lotes más chicos de tamaño, así los procedimientos de cambio de formato se redujeron usando los elementos más frecuentes o similares usados diariamente (Yépez, 2008).

Tiempo de configuración; es el tiempo que acontece desde la producción del último producto válido de una serie, hasta la inicial producto valido del siguiente lote, también algunos enuncian que el tiempo de configuración es aquel tiempo solicitado para poner a punto o dejar lista a una máquina para que comience su producción ya sea al inicio de la jornada o en el lapso de la misma (Cruz, 2011).

Según Cruz (2011) los Beneficios del sistema SMED son;

- Reducir el tiempo de configuración y pasarlo a tiempo productivo;
- Reducir el tamaño del inventario;
- Reducir el tamaño de lotes de producción;
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma maquina o línea de producción.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

Etapa Preliminar: Separación de las actividades internas de las externas.

Empleo de una lista de comprobación;

Se debe hacer una lista de demostración con todas las partes y pasos obligatorios para una maniobra, es una buena elección para disminuir el tiempo en la localización de piezas y herramientas imprescindibles para la ejecución del cambio, es decir, hay que hacer un preparativo previo a las actividades externas e internas, ya que existen máquinas que tienen una estructura parecida, entonces se procede hacer la siguiente lista para la implementación sistema SMED (Yumi & Mejía, 2010).

Primera Etapa: Convertir actividades internas en externas.

El alcance de esta etapa es extraer las actividades externas que erradamente, y que inconscientemente son puestas dentro de las operaciones internas, transformándose de esta forma, en retrasos en los cambios de formatos para cambiar de producto, así que antes de hacer esta conversión se debe considerar también los recursos que estén disponibles para poder transformar las actividades internas en externas ya sea a través de la preparación previa del montaje, haciendo ajustes en determinados dispositivos, o contar con la herramienta adecuada (Yumi & Mejía, 2010).

Segunda Etapa: Eliminar el proceso de ajuste.

Todo esto se involucra al momento del acoplamiento porque las piezas de acero se caen, no ajustan, o no se posicionan adecuadamente por lo que resulta molesto trabajar de esta manera lo que inspiro a elaborar anclajes más prácticos, para determinadas máquinas se requirió hacer la rosca donde ajustaría el perno de altura de placa, pero por el contrario para las máquinas chicas es necesario transformar nuevas bridas acorde a su tamaño (Yumi & Mejía, 2010).

Tercera Etapa: Afinar todas las actividades de la operación de preparación, así como las Mejoras en las operaciones de preparación interna.

Implementación de operaciones en paralelo;

Las actividades de las máquinas, como por ejemplo; las de moldeado de plásticos, fundición a presión, entre otros, cargan asociadas infaliblemente trabajos, tanto delante como detrás de la máquina, por lo que cuando estas actividades son ejecutadas por un solo operario son realizadas en mayor tiempo, es allí que surgen las operaciones en paralelo que requieren más de un operario ya que ayudan en acelerar este tipo de cambios, y que se concluiría que con dos personas, una actividad que se lleva doce minutos, puede ser reducida hasta en cuatro minutos, gracias a los ahorros de movimiento (Yumi & Mejía, 2010).

La metodología empleada mediante las técnicas de interpretación como el análisis de datos documentales, según Roriz, Nunes, & Sousa (2017) relatan que la Aplicación de Principios de Producción Lean y Herramientas para la Calidad Empresas Cartoneras consiste en el proceso de fabricación para lograr el producto primordial (cajas) se reparte en seis áreas, en la cual los productos van a pasar y sufrir variaciones antes de llegar al cliente final. Estos elementos se detallan a continuación:

- Diseño: crea y perfeccionar la imagen que se imprimirá en la caja;
- Corte de cartón: los rollos de cartón se seccionan en las longitudes;
- Impresión: Ejecuta las imprentas en el plano de cartón;
- Enlace: posteriormente de que los planos de cartón son ejecutados, es necesario hacerlos más resistentes. El refuerzo de los planos se los hace, pegando un plano de cartón corrugado para mayor rigidez;
- Cortar y pegar: la configuración de la caja va de acuerdo al pedido del cliente. Los planos pegados a presionan contra las cuchillas de corte y pegado, utilizando el molde indicado;
- Cortadora: Recortan todo el cartón sobrante de la caja, dejando solo a la caja lista para su embalaje (Roriz et al., 2017).

Para lo cual se decide desarrollar un estudio de Diagrama Pareto de las no aprobaciones existente en las áreas y, por lo tanto, se selecciona la que posee más altos número de registros de no conformidad, la área donde se han provocado la mayoría de las fallas es la área enlace, y está cerca del 60% de las no aprobaciones, por este motivo, se deberá implementar las mejoras de calidad en la producción y se presenta un análisis de la área de Enlace para llevar el control de la mejora continua del área (Roriz et al., 2017).

Por otra parte según Orozco (2007) afirma que la metodología Smed aplicada en máquinas envasadoras de pinturas utilizando los siguientes métodos:

- Diagnóstico del Proceso.- Para la Implementación del SMED, se realizaron varias reuniones de trabajo con diferentes criterios, pero todas ellas encaminadas al análisis de las múltiples causas que crean el despilfarro del tiempo en el equipamiento de las imprentas, la relación directa e indirecta de cada una de las áreas que suministran los materiales utilizados en un equipamiento de imprenta, permitiendo definir las herramientas y métodos más adecuados para la ejecución del estudio e implementación de mejoras continuas;

- Identificación de las Preparaciones Internas y Externas: Para esta fase se desarrolla un estudio profundo de cada uno de los procedimientos que inciden en el equipamiento de las imprentas, para ello nos acogemos al análisis de tiempos, diagramas de flujos de recorrido, y charlas con los operarios que desarrollan el equipamiento de la imprenta;

- Separación de las Preparaciones Internas y Externas: Esta fase se encontrará los medios necesarios que permitan innovar aquellas acciones que son consideradas erradas como segmento de la preparación interna a una preparación externa;

- Transformación de las Preparaciones Internas en Externas: se reanaliza las actividades que son calificadas como internas, para su confirmación correcta como parte de preparación interna;

- Mejoramiento del Proceso de Preparación: En esta fase se comprende todos los procedimientos que se realizan en el equipamiento de imprentas, las cuales son ajustadas para el ahorro del tiempo, por medio de la reducción, eliminación de movimientos y recorridos innecesarios.

Por otro lado, según Mendoza (2008) describe que la metodología en 4 fases;

- La primera fase está basada en estudiar la situación actual donde se describe los procesos de traficación de los helados y la historia de la industria manufacturera;
- La segunda fase está desarrollada en la identificación del problema y la justificación de la mejora a realizar, en las cuales se estudia las pérdidas que hay en la planta, para ser justificada la pérdida más alta que tenga la organización;
- La tercera fase se realiza la ejecución de las 4 etapas del SMED, es donde se desarrolla el mapeo de las acciones realizadas cuando se hace el cambio de formato, son ubicadas

en internas como externas para luego manifestar la cantidad de acciones viables para la optimización de las acciones interna que de tal forma se normalice los cambios de continuidad y los tiempos de cambio de formato;

- La cuarta fase esta consiste en analizar los beneficios de la ejecución de la metodología para de esta manera cuantificarlos y tenerlos en términos monetarios, eficacia y capacidad.

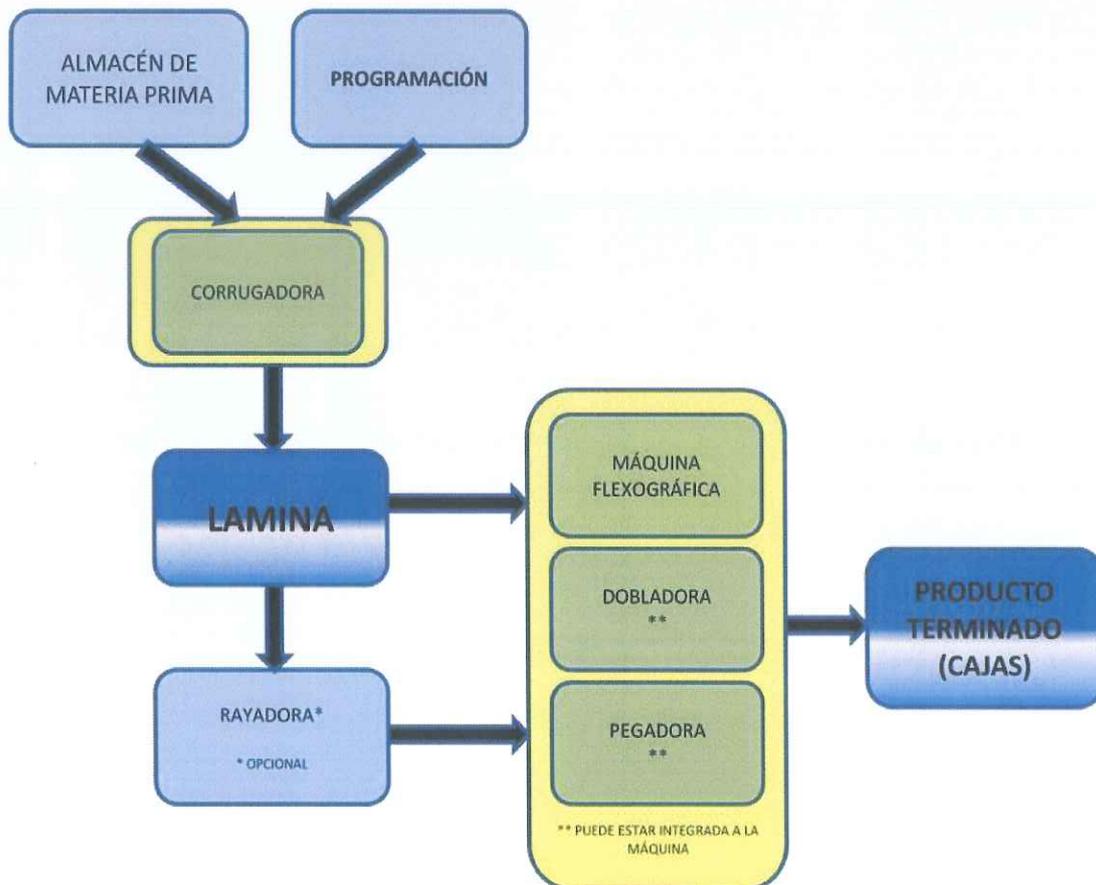
Una vez analizado la metodología SMED que ha sido implementada en diferentes industrias y ver sus métodos de utilización podemos entender por medio de las técnicas de interpretación como la triangulación de ideas, análisis de los datos documentales o hermenéutica, que la aplicación de la metodología tiene los siguientes paso tales como: el diagnóstico del proceso, la identificación de la preparación internos y externos, la separación de la preparación interna o externas, la transformación del procesos y el mejoramiento del equipamiento del proceso, que reduce los inventarios y se aumenta la productividad de la organización.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL TEMA

El proceso de producción de las cajas de cartón se muestra en la Ilustración 1, en la que una vez obtenido los materiales que se encuentran disponibles en el almacén de insumos, se programa la corrugadora para conseguir una lámina de cartón con las características de la caja, esta lámina de cartón puede ser introducida en una rayadora, pero ordinariamente se fabrica en la máquina flexográfica la misma que obtiene la caja de cartón completa y finalmente las láminas de cartón corrugado son introducidas en dobladoras y en plegadoras para así definir por completo el proceso (Yarto, 2010).

Ilustración 1 Proceso típico de producción de cartón



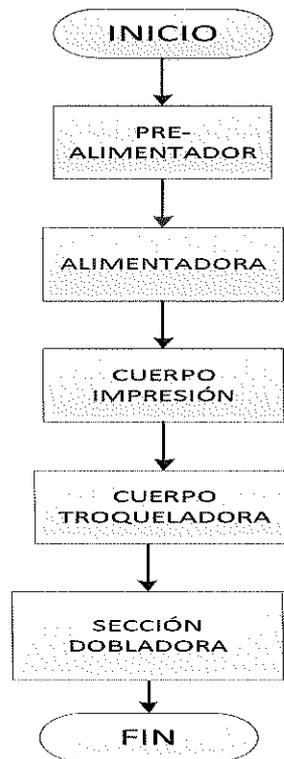
Fuente: (Yarto, 2010)

Imprentas Flexográficas

Las imprentas flexográficas tiene como objetivo de trasladar la imagen con alta confiabilidad con relación a la original y con igualdad durante toda la impresión, para cual implica que el trabajo de impresión del pistón se lo debe realizar con la mínima presión posible ya que al momento que exista mayor presión en el cartón que la indica deformaría la imagen en la impresión y de la misma manera el control de la tinta deberá ser una exigencia para que no exista desperdicio de las misma, al momento de estar realizando la impresión flexográfica en los cartones (Asociación de Corrugadores del Caribe, 2010a).

El producto final se realiza en Imprentas Flexográficas las cuales se están conformadas por las siguientes secciones, representadas en la Ilustración 2. Diagrama de bloques:

Ilustración 2 Diagrama de Bloque del Proceso General del sistema de Impresión.

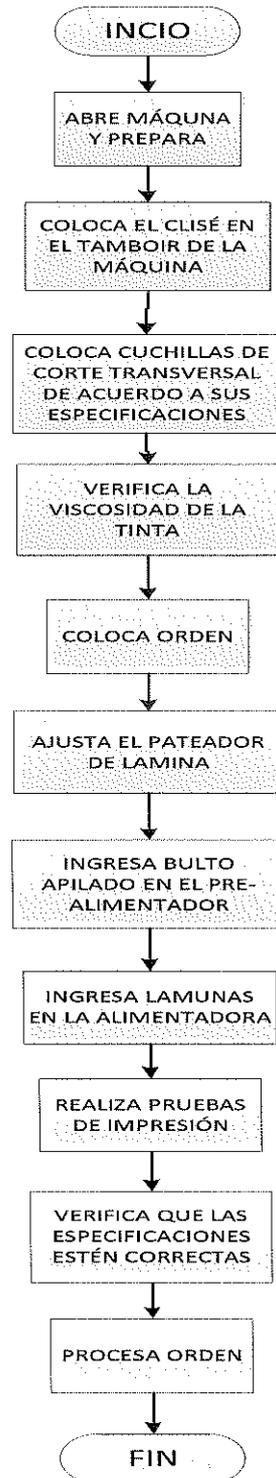


Fuente: Elaboración del Autor

Para obtener el producto final se ejecuta la corroboración de las particularidades de la lámina con la hoja de ruta formulada por el planificador a los especialistas de imprenta, examinando las características y demás imposiciones solicitados,

consecutivamente se procede a la preparación de la imprenta (Orozco, 2007). A continuación, se describe el proceso en forma general en la Ilustración 3;

Ilustración 3 Diagrama de Bloque de los Procesos en las Imprentas Flexográficas



Fuente: Elaboración del Autor

Proceso en la Impresora Flexográfica

El proceso de la flexografía es un procedimiento de impresión directo, que se fundamenta en la transmisión de tinta de un sustrato a otro, mediante un cilindro metálico se instala una plancha de caucho o polímero (clisé), el mismo que adquiere tinta de un rodillo de dosificación (anilox) y la transmite consecutivamente a un sustrato, y en cada giro que da el rodillo, se origina una imagen completa, por lo que este sistema que aplica la flexografía, es en base a la transferencia de la tinta es relativamente sencillo (Sarango & Abad, 2002).

De acuerdo a Sarango & Abad (2002) se detalla brevemente los pasos que intervienen en la Impresión Flexográfica, presentada en la Ilustración 4 y en la Ilustración 5;

- *Bandeja:* allí se halla la tinta con la que se va imprimir;
- *Rodillo de caucho:* Al girar va tomando tinta de la bandeja, y a su vez transporta al rodillo entintador;
- *Rodillo dosificador:* se encuentra cubierto de cromo o cerámica y por el espacio que hay entre este, el rodillo de caucho y la cuchilla blade, se establece la cantidad de tinta que se colocará sobre el clisé, y posteriormente sobre el sustrato;
- *Doctor blade:* Cuchilla de metal o de plástico que descarta la abundancia de tinta que pasa al anilox;
- *Rodillo porta-clisé:* es el cilindro metálico donde se “montan” los clisés, durante este transcurso de impresión, la parte en alto de la plancha que se encuentra sobre el rodillo porta-clisé toma la tinta de la superficie del anilox y la trasfiere al material a imprimirse;
- *Rodillo de soporte:* en este se desliza el material a imprimirse es decir sirve de apoyo al mismo, al instante que recibe la presión del clisé.

Ilustración 4 Funcionamiento de la Flexografía (Asociación de Corrugadores del Caribe, 2010a)

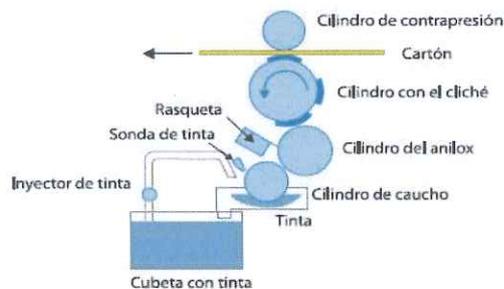
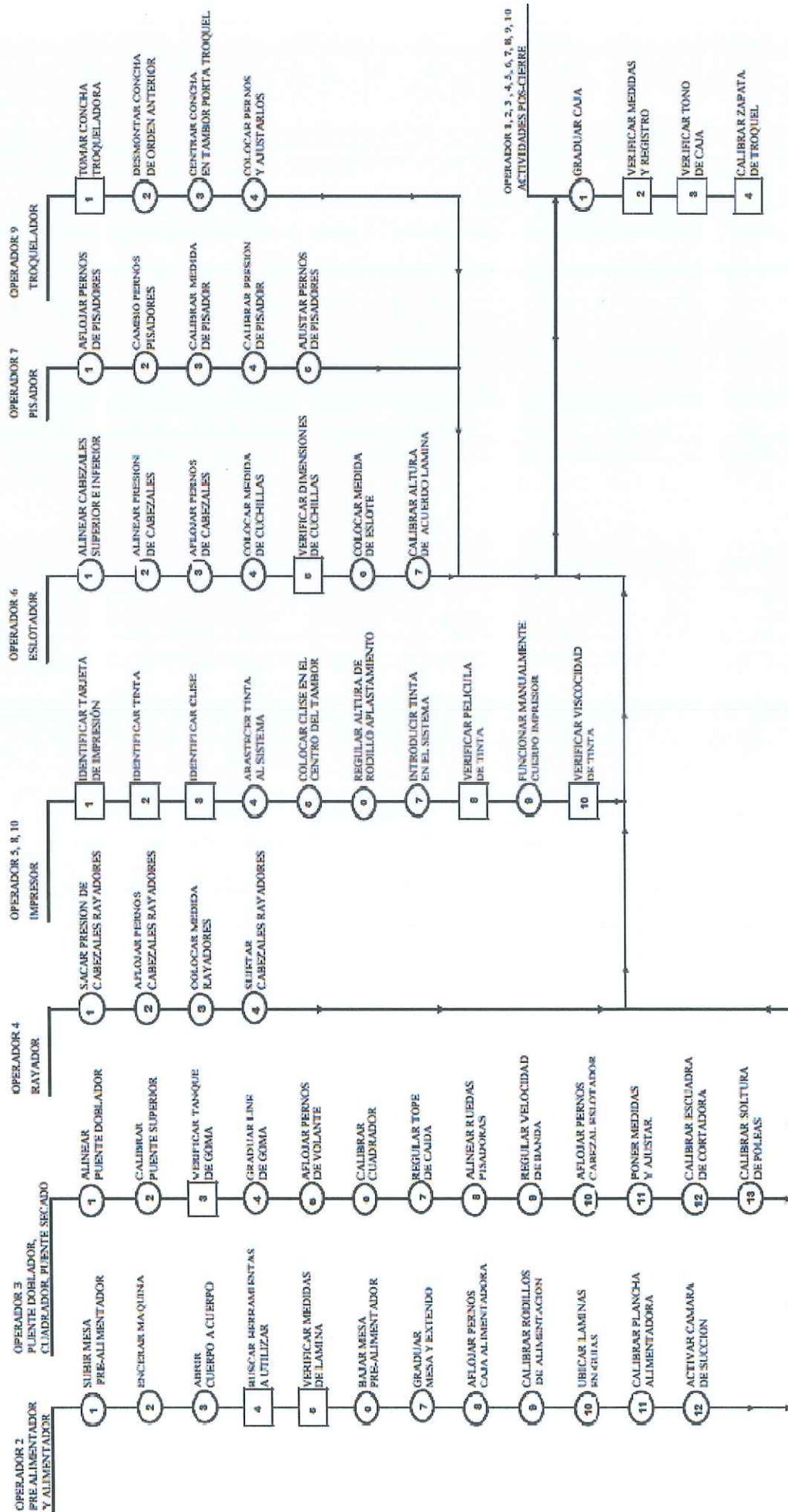


Ilustración 5 Diagrama de operaciones (Orozco, 2007)



Sistema SMED

El sistema SMED fue desarrollado por el Ingeniero Shigeo Shingo en el año de 1950, cuando analizaba los procesos de cambio de prensa en Toyo Kogyo, así percibe que en una acción de cambio de trabajo ésta combinada de preparación interna y preparación externa, al especificar la secuencia de acciones pertenecientes al cambio, alcanzó un porcentaje de eficiencia del 50% en el equipo, excluyendo los cuellos de botellas formados por el acopio de lotes entrantes de la secuencia anterior, rápidamente perfeccionó la técnica hasta obtener cambios en tan solo minutos, por lo que el Sistema SMED es una proximidad científica a la disminución del tiempo de configuración que puede ser aprovechado en cualquier fábrica o en cualquier máquina (Sarango & Abad, 2002).

Aplicación del sistema SMED

Etapas preliminares: No se diferencian las Actividades Internas y Externas

A continuación, se manifiestan algunos orígenes por las que se incurren en pérdidas de tiempo durante la realización del cambio de formato:

Las láminas de cartón del proceso anterior se transportan al lote de producto que se encuentran por imprimirse, posteriormente al terminar el lote anterior y con la máquina parada; Las tintas y mezcla de solventes, son entregadas después de que la preparación interna empezaba, o suele haber algún clisé defectuoso que se descubre tras el montaje y ensayos, así mismo hay casos de pérdida de tiempo innecesario producido después del proceso, como por ejemplo las partes que ya no se requerían, y situaciones con los rodillos porta clisé que son transportados al sección de montaje con la máquina impresora detenida (Sarango & Abad, 2002).

Primera etapa: Separación de las Actividades Internas y Externas

Separar estos dos tipos de actividades se logrará el pasaporte para establecer el sistema SMED en la Sección de impresión flexográfica.

Empleo de una lista de comprobación

Es necesario realizar una lista de demostración para afirmar que no concurran

errores en las circunstancias de configuración de cambio en la línea de producto, con esto se impide muchos errores y experimentos que inciden en las pérdidas de tiempo, para esta investigación se empleó como lista de demostración la sucesión de actividades que conforman un cambio de formato (Sarango & Abad, 2002). Ver Tabla I

Tabla I
Lista de confirmación para el equipamiento interno y externo en un cambio de trabajo

PREPARACION INTERNA	PREPARACIÓN EXTERNA
Bajas tintas de tinas	Sacar prueba
Retirar y Limpiar mangueras, subir cabezales de bombas	Registrar colores
Retirar y Limpiar tinas	
Limpiar bombas y depósitos de tintas	
Abrir estaciones de cilindros porta clisé	
Desmontar cilindros y retirar piñones	
Limpiar cilindros porta clisé	
Dejar cilindros en cuarto de montaje y traer nuevos	
Colocar piñones y montar cilindros a máquina	
Cerrar estaciones de cilindros porta clisé	
Colocar mangueras y bajar cabezales de bomba	
Subir tintas a tinas	
Aprobación de control de calidad	

Fuente: (Sarango & Abad, 2002).

Segunda etapa: Transformar las Actividades Internas en Externas

La transformación de las actividades internas en externas es esencial para alcanzar la disminución eficaz de los tiempos de configuración de maquinaria al momento de cambiar de un tipo de producto a otro, con esto se consigue mejoras al transformar las actividades de configuración interna tales como la limpieza de accesorios, ajuste de máquina, transporte de cilindros porta clisé, y consentimiento de control de calidad en las actividades realizadas en preparación externa, la disminución de tiempo fue del 62 % del tiempo tomado como modelo antes del SMED sujeto en 5 horas con 19 minutos (Sarango & Abad, 2002).

Tercera etapa: Afinar todos los aspectos de la operación de Configuración

Las herramientas utilizadas para obtener mejoras de gran impacto en la preparación interna, son; La estandarización de operaciones de configuración y la

técnica de incorporar operaciones en paralelo, luego de afinar las acciones individuales con las técnicas precedentemente descritas, el tiempo de configuración se minimizó drásticamente en relación con el tiempo tomando al empezar con la aplicación del SMED, el tiempo estándar actual para un cambio de producto en la máquina de impresión flexográfica se estableció en 1 hora con 26 minutos, que a su vez representa aproximadamente el 75 % de la disminución del tiempo tomado como estándar antes de la aplicación del SMED (Sarango & Abad, 2002).

La TABLA II, muestra las disminuciones obtenidas comparando los tiempos antes y después de aplicar el sistema SMED.

Tabla II
Disminución de tiempos al implementar la metodología smed en la imprentas flexográfica

N.	OPERADOR	AYUDANTE	ANTES MEJORAS	DESPUÉS MEJORAS
1	Bajar y subir tintas de tintas exteriores	Bajar y subir tintas de tintas interiores	17 min	6 min
2		Subir y bajar cabezales de bombas	9 min	3 min
3	Retirar tintas exteriores	Retirar tintas interiores	10 min	5 min
4	Abrir y cerrar estaciones de cilindros porta clisé exteriores	Abrir y cerrar estaciones de cilindros porta clisé interiores	31 min	15 min
5	Colocar mangueras hacia tintas y depósitos de tintas exteriores	Colocar mangueras hacia tintas y depósitos de tinta interiores	7 min	4 min
6	montaje y desmontaje de cilindros porta clisé en máquina		18 min	12 min
7	Colocar piñones de sujeción en cilindros porta clisé		10 min	7 min
8	Limpieza de accesorios		93 min	0 min
9	Transporte de cilindros		6 min	0 min
10	Ajuste de Máquinas		68 min	21 min
11	Solicitar aprobaciones de trabajos		50 min	13 min
		TOTAL	319 min	86 min

Fuente: (Sarango & Abad, 2002).

Efectos encontrados al implementar el SMED

Antes de Aplicar la Metodología SMED, un operario tardaba 5 horas con 19 minutos para efectuar un cambio de formato, después de implementar las mejoras, dos

operarios tardan 1 hora con 26 minutos con lo que, se puede notar que por cada cambio de formato efectuado, se ganan 3 horas con 53 minutos por Impresora en proceso;

El desarrollo de las tareas en paralelo optimó los tiempos de configuración, al incluir dos operarios uno a cada lado de la imprenta, estos ya no deben moverse de un lado a otro, por lo que esto disminuye la fatiga y eleva la productividad;

Al acceder la reducción del tamaño de los lotes y, por tanto, del tiempo de producción, se posibilita disminuciones significativas del nivel de inventarios, a la vez que se consintió mayor flexibilidad a la empresa para adecuar la producción a las vacilaciones y modificaciones de la demanda(Sarango & Abad, 2002).

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

- La aparición de la metodología SMED ha conseguido ser uno de los métodos más implementados en las empresas industriales y también en las empresas de servicio por su facilidad al ser utilizado y sus características esbeltas de mejora continua.
- Esta metodología SMED implementada en la preparación de los cambios de formatos de imprentas flexográficas en empresas cartoneras nos contribuye a una mejor planificación para la realización de los trabajos de impresión en los cambios de formatos.
- Las bondades de la metodología SMED se pueden alcanzar siempre que en primer lugar analicemos las actividades del equipamiento de la imprenta flexográfica, estos sean internos o externos, de esta manera identificar todos los aspectos al realizar los cambios de formato, así ir ajustando las operaciones de la imprenta flexográfica.
- Por consiguiente, los tiempos son primordiales en los cambios de formatos por lo cual son optimizados gracias al aporte de la metodología SMED, logrando reducir o eliminar los tiempos muertos para una mayor producción en la fabricación de cartón en el menor tiempo posible.
- Actualmente en Ecuador el subir la productividad en las industrias es muy complejo sino se lleva una adecuada planificación y control en la producción de cartón, pero para aquello la metodología SMED aporta al ordenamiento y mejoramiento continuo de los procesos y del trabajador, para de esta forma lograr incrementar la productividad de la organización.
- La metodología SMED tiene como uno de los beneficios de conseguir el incremento de la calidad de los procesos y en las cajas de cartón para una mayor aceptabilidad y satisfacción de los clientes.
- Por lo tanto, otro aporte de la metodología SMED está en la flexibilidad de producción de cartón en la variabilidad de los cambios de formatos al momento de imprimir en los cartones, esta manera logrando reducir los inventarios de los procesos y en el producto final.
- Las reducciones de desperdicio y reproceso son unos de los factores que afectan a la productividad del cartón, para esta razón la metodología SMED nos contribuye a la

organización de los procesos y la eliminación los desperdicio que se producen al momento de realizar las imprentas flexográficas en los cartones.

- Finalmente, la metodología SMED es una herramienta que nos facilita y nos crea un ambiente laboral confortable, para de esta manera tener una base muy fuerte de conocimiento, habilidades y métodos para las tomas de decisiones que se represente al momento de realizar la impresión flexográficas del cartón, de este modo pueda ir en aumento el crecimiento de las industrias cartoneras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, P. (2014). *Proyecto para la aplicación de la Metodología SMED (Single Minute Exchange of die) en el cambio de moldes de prensas de vulcanización en la empresa Continental Tire Andina S.A.* Universidad del Azuay.
- Asociación de Corrugadores del Caribe, C. y S. A. (2010a). Cómo Optimizar sus costos? Tintas e Impresión Flexográfica. *CORRUGANDO, II*, 40.
- Asociación de Corrugadores del Caribe, C. y S. A. (2010b). El A, B, C, de la calidad. *CORRUGANDO, II*, 40. <https://doi.org/10.1080/00021369.1977.10862801>
- Aspapel. (2010). BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN para la fabricación de papel y cartón para contacto con alimentos.
- Barrionuevo, M. (2017). *Integración de la Metodología de Cambio Rápido de Herramienta Smed para evaluación del Proceso de troquelado en industrias de Manufactura de Calzado de Cuero.* Universidad Técnica de Ambato.
- Cruz, B. (2011). *Implantación del Sistema SMED (Single Minute Exchange of Die) en la maquina envasadora Thiele en la empresa Pinturas Condor S.A. Lean Management.* <https://doi.org/doi:10.3139/9783446435155.007>
- EkosNegocios. (2015). Guía de Negocios. Retrieved from <http://www.ekosnegocios.com/empresas/resultados.aspx?ids=229>
- Elsay, B. (2001). The Training and Development of Kaizen and Techonology Transfer Instructors in the Toyota Corporation: a Practical and Conceptual Perspective in Human Resource Development. *Training and Management Development Methods*, 15, 801.
- Gestion2.0. (2011). Los Cursogramas. Retrieved from <http://gestion20.com/los-cursogramas/>
- Gil, M., Sanz, P., José, J., De Benito, J., & Galindo, J. (2012). Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED. *Técnica Industrial*, 46–54.
- Goldratt, E. (2003). *Production the Toc Way. Revised Edition. Massachusetts.*
- Gómez, P. (2013). *Disminución de los Tiempos de Set up de las comprimidoras Express utilizando el Sistema Smed bajo las normas GMP.* Universidad Austral de Chile.

- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing*. ProQuest. Madrid.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/17506200710779521>
- Lewis, M. (2000). Lean Production and Sustainable Competitive Advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, 20, 959–978.
- López, B. (2007). *Aplicación del SMED para la Solucion de Problemas en el Proceso de Fabricación por Termocompresoióm*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Mendoza, G. (2008). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA LA REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE FORMATO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE HELADOS*". Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Mevers, F. (2006). Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales. In *Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales* (3RA ed., pp. 50–74). México: Person.
- Mourelle, L. (2012). Área Tecnológica Gráfica. Retrieved from
<https://tecnologiagrafica1.wordpress.com/2012/05/15/sistema-de-impresion-flexografia/>
- Niebel, B. (1990). *Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos* (TERCERA). México.
- Obregoso, M. (2005). *Reducción de Tiempos de Preparación: Un Apronte desde la Filosofía Lean*.
- Orozco, V. (2007). *Implantación de Mejoras para la Reducción de Tiempo en el Proceso de Preparación de Imprentas en una Empresa Cartonera*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Reinsch, S. (2013). SMED.
- Roriz, C., Nunes, E., & Sousa, S. (2017). Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1069–1076.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.218>
- Sarango, F., & Abad, J. (2002). *Implantación del Sistema Smed en un Proceso de Impresión Flexográfica*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.65.054304>
- Vilema, W. (2017). *Modelo de gestión en el Proceso de Montaje de las Industrias de*

- Manufactura de Calzado de Cuero a traves de la Metodología de Cambio Rápido de herramientas (Smed)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Villanueva, J., & Del Vigo, I. (2009). Reducción de tiempos de fabricación con el Sistema SMED. *Técnica Industrial (Madrid)*, (279), 34–41. Retrieved from <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/55/40/a40.pdf>
- Xutuc, J. (2016). *Mejoras a una Impresora de Cartón Flexográfica mediante la Implementación del sistema de gestion Iso 9001:2008 en una empresa de cartón corrugado*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Yarto, M. (2010). *Modelo de mejora continua en la productividad de empresas de cartón corrugado*. Instituto Politécnico Nacional.
- Yépez, R. (2008). *Diseño de un sistema de control de producción basado en la filosofía Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta para incrementar la Productividad en el Proceso Productivo de la Empresa Arena Confecciones, 2008*. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Yumi, D., & Mejía, C. (2010). *Aplicación del Sistema Smed (Sistema Rápido y Reducción de los Tiempos de Preparación en Troqueles y Matrices) en la Empresa Auplatec*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Urkund Analysis Result

Analysed Document: SMED HIDALGO VERA 1.docx (D42502643)
Submitted: 10/13/2018 3:42:00 AM
Submitted By: jlopezb@unemi.edu.ec
Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0



REGISTRO DE ACOMPAÑAMIENTOS

Inicio: 10-07-2018 Fin 15-01-2019

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Línea de investigación: GESTIÓN DE PROCESOS

TEMA: MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS, BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS.

ACOMPAÑANTE: LOPEZ BRIONES JOHNNY RODDY

DATOS DEL ESTUDIANTE			
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	CÉDULA	CARRERA
1	HIDALGO VALDEZ LUIS MIGUEL	0706738234	INGENIERÍA INDUSTRIAL
2	VERA GUERRERO DANNY ISAIAS	0928735109	INGENIERÍA INDUSTRIAL

Nº	FECHA	HORA	Nº HORAS	DETALLE
1	2018-11-09	Inicio: 12:28 p.m. Fin: 14:28 p.m.	2	REVISIÓN DE TITULO Y ASESORÍA EN EL CONTENIDO
2	2018-01-10	Inicio: 15:06 p.m. Fin: 17:06 p.m.	2	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: LA GESTIÓN POR PROCESOS ÁREA DE INVESTIGACIÓN: OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS O LOGÍSTICOS IND TUTORÍA: DEFINICIÓN DEL TEMA REVISIÓN SOBRE LA INTRODUCCIÓN.
3	2018-02-10	Inicio: 15:31 p.m. Fin: 17:31 p.m.	2	REVISIÓN DE LA INTRODUCCIÓN Y ASESORAMIENTO EN EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
4	2018-03-10	Inicio: 14:54 p.m. Fin: 16:54 p.m.	2	REVISIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ESTRUCTURA DE LA TESINA
5	2018-04-10	Inicio: 10:44 a.m. Fin: 12:44 p.m.	2	REVISAR ESTRUCTURA DEL MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA CON LAS TÉCNICAS DE INTERPRETACIÓN (DESARROLLAR CONCEPTOS)
6	2018-05-10	Inicio: 11:38 a.m. Fin: 13:38 p.m.	2	REVISIÓN DE TEMAS DE METODOLOGÍA (INTERPRETACIÓN DE IDEAS)
7	2018-09-10	Inicio: 17:30 p.m. Fin: 19:30 p.m.	2	REVISIÓN DE LA METODOLOGÍA
8	2018-10-10	Inicio: 14:52 p.m. Fin: 16:52 p.m.	2	ACOMPAÑAMIENTO EN EL DESARROLLO DEL TEMA.
9	2018-11-10	Inicio: 10:25 a.m. Fin: 12:25 p.m.	2	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS EN EL DESARROLLO DEL TEMA Y BONDADDES DEL SMED PARA LA CONCLUSIÓN
10	2018-15-10	Inicio: 14:16 p.m. Fin: 16:16 p.m.	2	REVISIÓN DE LOS TEMAS RELACIONADOS CON LA CONCLUSIÓN REVISIÓN DE GRÁFICOS

LOPEZ BRIONES JOHNNY RODDY
PROFESOR(A)

BUCHELI CARPIO LUIS ANGEL
DIRECTOR(A)

Dirección: Cdla. Universitaria Km. 1 1/2 vía km. 26
Conmutador: (04) 2715081 - 2715079 Ext. 3107
Telefax: (04) 2715187
Milagro • Guayas • Ecuador

VISIÓN

Ser una universidad de docencia e investigación.

MISIÓN

La UNEMI forma profesionales competentes con actitud proactiva y valores éticos, desarrolla investigación relevante y oferta servicios que demanda el sector externo, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO



Isais Miguel

HIDALGO VALDEZ LUIS MIGUEL
ESTUDIANTE

Danny Vera B.

VERA GUERRERO DANNY ISAIAS
ESTUDIANTE

Dirección: Cda. Universitaria Km. 1 1/2 via km. 26
Conmutador: (04) 2715081 - 2715079 Ext. 3107
Telefax: (04) 2715187
Milagro • Guayas • Ecuador

VISIÓN

Ser una universidad de docencia e investigación.

MISIÓN

La UNEMI forma profesionales competentes con actitud proactiva y valores éticos, desarrolla investigación relevante y oferta servicios que demanda el sector externo, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.

EVIDENCIAS DE REGISTRO DE ACOMPAÑAMIENTO

Inicio: 10-07-2018 **Fin** 15-01-2019

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

LÍNEA DE

INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DE PROCESOS

TEMA: MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE CONFIGURACIÓN PARA IMPRENTAS FLEXOGRÁFICAS, BASADO EN LA METODOLOGÍA SMED EN CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CARTONERAS.

ACOMPAÑANTE: LOPEZ BRIONES JOHNNY RODDY

