

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL AL PROCESO
PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CAJAS PLEGADIZAS, EN
SAN JOSÉ COSTA RICA, EN EL AÑO 2017

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL BACHILLERATO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL

REALIZADO POR: MICHAEL CASTRO PIZARRO

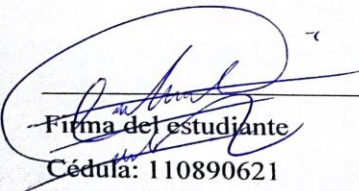
TUTOR: ING. JOHAN CASTRO VÁSQUEZ

HEREDIA, MAYO 2017

Declaración jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Michael Castro Pizarro, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-10890621 egresado de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachiller, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL AL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CAJAS PLEGADIZAS, EN SAN JOSE COSTA RICA, EN EL AÑO 2017”, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los veinte tres días del mes de Enero del año dos mil dieciocho.



Firma del estudiante

Cédula: 110890621

Carta de aprobación del tutor

CARTA DEL TUTOR

San José, 16 de Noviembre de 2017

Faculta de ingeniería industrial
Ingeniería industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Michael Castro Pizarro, cédula de identidad número 1-10890621, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL AL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CAJAS PLEGADIZAS, EN SAN JOSE COSTA RICA, EN EL AÑO 2017", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachiller en ingeniería industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	9%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		98%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Ing. Johan Castro Vásquez
Cédula identidad N° 1-12280842
Carnet colegio profesional: N° 1123889

Heredia, 19 de enero de 2018

Señores

Departamento de Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

En mi calidad de lectora del proyecto de graduación presentado por la estudiante Michael Castro Pizarro, titulado "Diseño de un sistema de medición y control al proceso productivo de una empresa productora de cajas plegadizas, en San José Costa Rica, en el año 2017", para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

Debido a lo anterior considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser trasladado al proceso de revisión por el filólogo.

Atentamente,



Ana Catalina Leandro Sandí

Cédula: 3-0398-0478

IPI-22762

Carta de aprobación del filólogo

LICDA. ELVIA FERNÁNDEZ MORALES
FILÓLOGA UCR
SAN RAMÓN, ALAJUELA TEL. 2-447 1581 8-825- 3794
elviafdz@gmail.com
C.2312338 COL. LIC. Y PROF

CONSTANCIA DE REVISIÓN FILOLÓGICA DE TESIS

La suscrita, Licenciada en Filología Española, ELVIA FERNÁNDEZ MORALES, hace constar que efectuó la revisión filológica del documento denominado, **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL AL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CAJAS PLEGADIZAS, EN SAN JOSÉ COSTA RICA, EN EL AÑO 2017.** Este consiste en un Informe de PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL. El postulante es MICHAEL CASTRO PIZARRO.

Al respecto, indica que luego de efectuadas las correcciones necesarias, dicho documento se encuentra listo para su presentación y disertación, pues se ajusta a las normas gramaticales y ortográficas establecidas y a la modalidad de discurso, correspondiente a su especialidad.

Dado en San Ramón, Alajuela, Costa Rica, el veintidós de enero de dos mil dieciocho, a solicitud de la persona interesada y para los efectos administrativos pertinentes.




Licda. Elvia Fernández Morales
Carné COLYPRO-2312338

Dedicatoria

Este proyecto lo dedico a mi amada madre por su sacrificio y esmero, por darme su sabio consejo en cada momento de mi vida y principalmente en los momentos de prueba cuando la adversidad intentó hacerme flaquear, por creer en mis sueños y ayudarme a realizarlos.

A mi padre, quien me enseñó que lo realmente valioso nunca será fácil, que los grandes logros se obtienen con honestidad y esfuerzo.

A todas las personas queridas, las que están y las que ya no, pues fueron compañías incondicionales en las largas noches de trabajo y estudio y me brindaron su paciencia, motivación y apoyo.

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecerle a Dios, por darme la fuerza, el entendimiento y la sabiduría para llevar a cabo este proyecto.

Gracias a la empresa que me brindó la oportunidad de realizar este trabajo en sus instalaciones y me facilitó lo necesario para poder sacar a delante esta dura tarea; a sus valiosos colaboradores pues, en todo momento, me dieron su apoyo y mano amiga, sin ellos no hubiera sido posible la conclusión de lo planeado.

A todos los profesionales que me rodearon antes y durante la realización del proyecto, porque de una u otra manera, fueron inspiraciones para mí con sus ideas y aportes; con esto se convirtieron en protagonistas importantes en la ejecución de este importante trabajo. Realmente me siento honrado.

“Creer que las cosas saldrán bien les dará la confianza necesaria para seguir lo que les dice el corazón”

Steve Job

Índice general

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de Tablas.....	viii
Índice de gráficos	ix
Índice de Figuras	x
Acrónimos y siglas	xi
Declaración jurada.....	xii
Carta de aprobación del tutor	xiii
Resumen	xv
CAPÍTULO I.....	16
1.1 INTRODUCCIÓN	17
1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN	21
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	18
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	21
1.5.1 Objetivo general	21
1.5.2 Objetivos específicos	21
1.6 ALCANCES, EXCLUSIONES Y LIMITACIONES	22
1.6.1 Alcances	22
1.6.2 Limitaciones.....	22
3.3.1 Finalidad aplicada	23
3.3.2 Dimensión temporal	23
3.3.3 Marco	23
3.3.4 Naturaleza.	24
3.3.5 Carácter	25
CAPÍTULO II	26
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL (RELATIVO A LA CARRERA)	27
2.1.1 El aporte de la Ingeniera industrial en la medición y control de los procesos productivos	27
2.1.2 Medición de los procesos productivos como aporte a la mejora continua	28
2.1.3 La mejora de los procesos como acción permanente de toda organización	29

2.1.4	EL control de la Calidad como aseguramiento y diagnóstico de los procesos productivos	31
2.2	MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	32
2.2.1	Metodología DMAIC	32
2.2.2	Diagrama de Pareto	35
2.2.3	Diagrama de Flujo	35
2.2.4	Entrevistas	36
2.2.5	Medición de tiempos	37
2.2.6	Análisis de datos	37
2.2.7	Revisión documental	38
2.2.8	OEE	38
2.3	MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO (CUANTITATIVO O CUALITATIVO)	41
2.4	ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	43
CAPÍTULO III		45
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	46
3.2	METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO	49
3.3	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	51
3.4	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	53
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS	57
CAPÍTULO IV		59
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	60
4.2	RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO	68
4.2.1	Causas de no contar con una correcta medición	68
4.2.2	Análisis de la capacidad	69
4.2.3	Velocidad de máquina	71
4.2.4	Estudio de tiempos tipo	72
4.2.5	Estudio de la calidad	76
4.2.6	Entrevistas hechas al área administrativa y operativa	82
4.2.7	Revisión documental del área de impresión	84
4.2.8	Calculo de OEE	85
5.2.1	Cálculo de la productividad	85

5.2.2	Cálculo de la disponibilidad.....	85
5.2.3	Cálculo de la calidad	86
CAPÍTULO V.....		88
5.1	DESCRIPCIÓN	89
5.2	OEE.....	90
5.3	HERRAMIENTA PARA EL CÁLCULO DEL OEE.....	91
5.4	Implementación de la herramienta OEE	97
5.5	Procedimiento para el control de OEE.....	98
5.6	Compra de convertidora de papel y climatización de cuarto de impresión a 22°C.....	99
5.7	Pruebas piloto.....	100
5.7	Análisis económico del diseño.....	102
5.7	Plan de implementación	103
CAPÍTULO VI.....		106
6.1	Conclusiones	107
6.1	Recomendaciones.....	109
BIBLIOGRAFÍA		111
ANEXOS		113

Índice de Tablas

Tabla.01.....	40
Tabla.02.....	62
Tabla.03.....	70
Tabla.04.....	72
Tabla.05.....	73
Tabla.06.....	75
Tabla.07.....	75
Tabla.08.....	83
Tabla.09.....	90
Tabla.10.....	101
Tabla.11.....	102

Índice de gráficos

Grafico.01	63
Grafico.02	64
Grafico.03	69
Grafico.04	77
Grafico.05	79
Grafico.06	80
Grafico.07	94
Grafico.08	95
Grafico.09	96

Índice de Figuras

Figura.No.01	16
Figura.No.02	17
Figura.No.03	30
Figura.No.04	34
Figura.No.05	40
Figura.No.06	67
Figura.No.07	92
Figura.No.08	105
Figura.No.09	114
Figura.No.10	115
Figura.No.11	116
Figura.No.12	117
Figura.No.13	118
Figura.No.14	119
Figura.No.15	120
Figura.No.16	129
Figura.No.17	130
Figura.No.18	131

Acrónimos y siglas

OEE: *Overall Equipment Effectiveness* o Eficiencia General de los Equipos.

MUV: *Material usage variance* o variación de uso de material.

TPM: *Total Productive Maintenance* o Mantenimiento Total de Producción.

KPI: *Key Performance Indicator*, o Indicador Clave de Desempeño.

SMED: *Single Minute Exchange of Die* o cambio de troqueles en menos de diez minutos.

Resumen

Castro Pizarro, M. (2017) *Diseño de un sistema de medición y control al proceso productivo de una empresa productora de cajas plegadizas*. (Tesina inédita de bachillerato) Universidad Hispanoamericana, San José, Costa Rica.

Este proyecto trata sobre el diseño de un sistema de medición y control de la eficiencia, disponibilidad y calidad de un proceso productivo; fue desarrollado en una empresa productora de cajas plegadizas, ubicada en el Cantón Central San José Costa Rica , dicho proyecto se basó en indicadores de proceso, “La medición de la productividad es necesaria para el desarrollo de cualquier actividad económica” (Doerr & Sánchez, 2006); por ello no se pueda omitir el contar con estrategias que mantengan controlados los procesos.

Durante la determinación de la línea base y análisis de causas, se pudo determinar que la carencia de información en la planta de producción ha hecho que parte de las estrategias de mejora en el área de operaciones dé pasos de ciegos. Algunas soluciones se refieren al análisis del proceso productivo con datos reales, inversión en equipo para el mejoramiento de la productividad y la planificación de estrategias de mejora bien dirigidas y orientadas.

Al analizar los beneficios de estas propuestas, se obtiene una mejor administración de la producción, mejor utilización de los equipos de trabajo (máquinas y mano de obra) y un aumento importante en la calidad del proceso. En cuanto a la implementación, se tiene que trabajar de manera conjunta con personal de producción, mandos medios y gerencias de tal manera que se le brinde el apoyo y respaldo necesario a la implementación de las actividades requeridas por un proyecto de esta magnitud.

En conclusión, se puede decir que este proyecto aportó gran valor a la parte productiva de la organización para el logro de un vínculo de la rama ingenieril profesional con las estrategias con que cuenta la empresa para un crecimiento sostenible y rentable en el tiempo.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad o sus utilidades es aumentando su productividad y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos de mejora y eficiencia, el estudio de tiempos, el establecimiento de metas los cuales indiquen qué tan eficientes son los métodos implementados en los procesos, controles que muestren las capacidades reales con que se están corriendo los equipos, la calidad que sale de cada operación y la utilización real de las máquinas y personal. Así lo menciona Hernández (2000): “Los sistemas organizativos y de gestión adoptados por las empresas constituyen, quizás, el factor más relevante para la eficiencia en el uso de los recursos que incide en la posición competitiva de las empresas” p. 35); de lo anterior se desprende que los procesos productivos deben ser medidos y controlados, de tal manera que las fuerzas de mejora para alcanzar el máximo provecho de los recursos estén bien dirigidas y orientadas.

Generalmente el mejoramiento en las operaciones que conforman el proceso productivo dentro de las empresas recaen sobre los encargados de área pues estos tratan de gestionar de la mejor manera la evaluación constante del proceso de producción en general, intentando analizar y sacar conclusiones de datos tomados a la ligera y, en muchos casos, lo hacen sin ningún tipo de apoyo o herramienta que les facilite su labor; esta situación por lo general ocurre especialmente en la micro, pequeña y mediana empresa. Al respecto, Martínez (2004) menciona que:

Un sistema de medición del rendimiento debería ser utilizado por todo el equipo directivo para alentar el debate sobre todas las dimensiones del rendimiento, al tiempo que reconoce la interdependencia de las diferentes áreas funcionales (p.73).

Por lo anteriormente mencionado, surge la necesidad de sistemas que apoyen el monitoreo y evaluación del proceso de producción. Dado que existen una serie de síntomas preocupantes como son el escaso e ineficiente control de las operaciones del proceso productivo, el poco interés en herramientas que contribuyan al mejor manejo y control de la información ya sea por desconocimiento o recursos limitados, es que los ingenieros

industriales buscan soluciones económicas, simples y flexibles como respuesta a las necesidades de los procesos productivos; ejemplo de esto es la creación de un sistema de información, análisis, diseño, evaluación y monitoreo de indicadores de gestión de la producción, para obtener información pertinente, que ayude a evitar la toma de decisiones poco acertadas. Estas, por lo general, generan un deficiente manejo de los recursos, pérdida de tiempo, aumento de errores en la producción, un mal giro de instrucciones, poca sincronización, exceso o defecto de inventario y por lo tanto un descenso en la productividad lo cual podría traducirse en una baja competitividad de la organización.

Desde los inicios de las primeras producciones, el ser humano ha tenido que ingeniárselas para controlar sus procesos productivos, por lo que en estos tiempos ya es algo totalmente indispensable en las organizaciones y el no contar con dichos controles, podría llevar a una organización a perder competitividad, credibilidad y rentabilidad exponiendo de forma peligrosa su continuidad en el mercado.

Las decisiones que se toman, a partir de un buen control de los procesos, son vitales, tanto así, que el éxito de un proyecto está estrechamente ligado a su medición seguimiento y control. Según (Ramos, 2004) “El modo en el que una empresa acometa la implantación de un sistema de indicadores dependerá de su posición estratégica, su cultura y la complejidad de sus procesos de negocio” p.74). Debido a esto, cada disposición es importante que se vea reflejada en los indicadores y su impacto directo en la eficiencia, los costos y la mejora de los procesos según los lineamientos estratégicos de la empresa, para alcanzar así, el cumplimiento de sus objetivos.

Según la Norma ISO9001(2015): “...las organizaciones deben de implementar actividades de seguimiento y medición para que se verifique el cumplimiento de los criterios para el control de los procesos y los criterios de aceptación para los productos y servicios que ofrecen”; por tal motivo el método óptimo para realizar el análisis y seguimiento de los indicadores de una compañía pasa por la obtención de datos de los diferentes departamentos productivos que tenga la empresa, con lo cual se logra observar la evolución en sus gestiones por medio de los indicadores en forma gráfica.

El diseño de este sistema se basa en un estudio a una empresa que fabrica cajas plegadizas, en donde se procederá a capturar la información necesaria para crear una herramienta ágil, fácil de utilizar, funcional y sobre todo flexible que se pueda adaptar a la dinámica de esta, de tal manera que los indicadores que se lleguen a implementar proporcionen un diagnóstico real de la situación de la organización a nivel productivo, calidad de salida de los procesos y disponibilidad de los equipos, igualmente se convierta en una facilidad propia de esta, con estándares que cumplan con la realidad de su proceso productivo.

Nota: Por disposición de la Gerencia General no se revelará el nombre de la empresa donde se va a llevar a cabo el proyecto, esto por motivos de resguardo de información que pudiera ser sensible durante la implementación del mismo.

Este proyecto se basará en los siguientes contenidos.

Capítulo I

En este apartado se hará una introducción al problema, se describirá de forma general la empresa, se abordarán los antecedentes, se justificará del porqué de la importancia de implementar este proyecto, se identificarán los objetivos, alcances y limitaciones.

Capítulo II

En este capítulo se dará énfasis al marco teórico que fundamenta el proyecto se buscará todo lo referente al proyecto, aplicaciones desde el punto de vista de distintos autores que enriquecerán aún más la investigación.

Capítulo III

En esta etapa se trabajará sobre el marco metodológico en donde se indicará la metodología utilizada para llevar a cabo la implementación del proyecto, se definirán las herramientas y las estrategias de implementación.

Capítulo IV

En este capítulo se hará el diagnóstico de la situación de la empresa que indicará del porqué la implementación del proyecto; por otra parte, se hará la recolección de los datos necesarios para el desarrollo del mismo.

Capítulo V

Aquí se desarrollará el diseño del proyecto, se le dará especial atención a la problemática que se presenta en la empresa y se presentará la propuesta de mejora.

Capítulo VI

Este capítulo será la fase final del proyecto en donde se abarcarán las conclusiones y se darán las recomendaciones que se consideren necesarias.

La línea de investigación de este proyecto se basa en las operaciones industriales, pues con su implantación se busca el aumento de la productividad y la mejora de los procesos, mediante su medición, control y seguimiento.

1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN

Esta empresa se clasifica como privada, fue fundada en el año 2000, su inversión es de capital costarricense; sus instalaciones están ubicadas en la provincia de San José en el cantón central. Esta se dedica al diseño, fabricación y comercialización de productos impresos, tanto para el área industrial, farmacéutica, alimenticia y comercial.

Su inicio fue como una microempresa integrada por 5 colaboradores de los cuales 2 eran sus fundadores; para ese entonces, alquilaban una bodega de 400 metros cuadrados y subcontrataban algunas de sus actividades productivas. Con la estructura inicial mencionada, lograban capturar una pequeña parte del mercado nacional pues sus ventas netas cerraban en 350 mil dólares para aquel tiempo.

Paulatinamente, la empresa fue posicionándose más en el mercado nacional y gracias a un crecimiento sostenible adquirieron más tecnología en equipos y ya para el 2008 compraron su planta de producción de 2.400 metros cuadrados con una inversión de alrededor de \$ 2 millones de dólares.

Actualmente se clasifica como una empresa mediana con 130 colaboradores, cuenta con tecnología de punta, una certificación ISO9001/2008 y diversas acreditaciones de gestión que le han permitido el abastecimiento del mercado nacional y exportar a Nicaragua, Panamá y el Caribe, posicionándose como unas de las cuatro principales empresas de fabricación de cajas plegadizas del país.

Su Visión

“Ser impresores diferenciados por la asesoría brindada a nuestros clientes, reconocidos por nuestra innovación, calidad y su entrega a tiempo”.

Su Misión

“Somos una empresa que brinda asesoría y satisface las necesidades de nuestros clientes, cumpliendo sus expectativas, con los más altos niveles de calidad, tecnología de punta y el compromiso de nuestro equipo humano”.

Sus valores

Servicio

Esfuerzo

Respeto

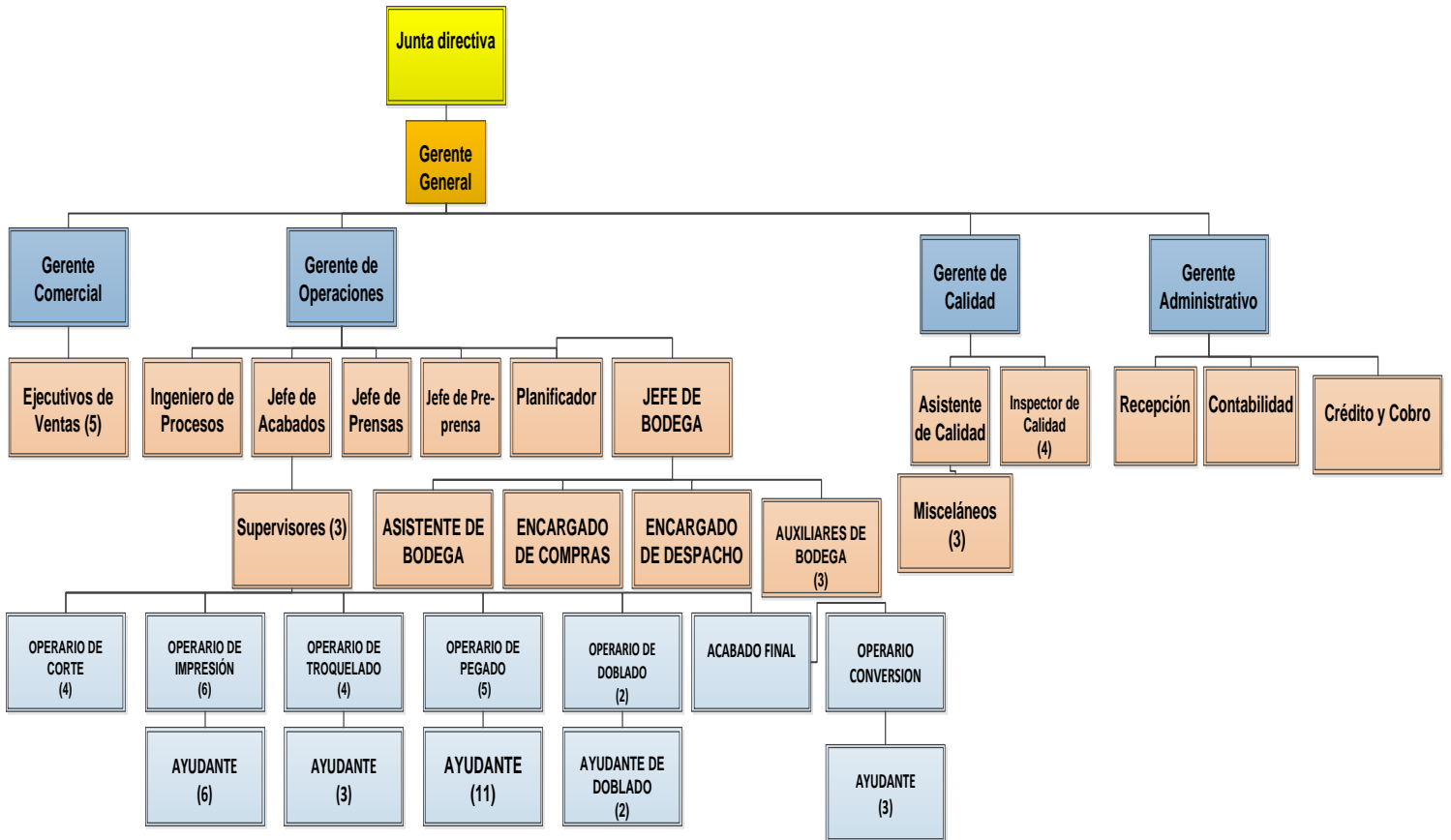
Excelencia

(SERÉ)

A continuación, en la figura 01 se puede observar el organigrama actual de la empresa.

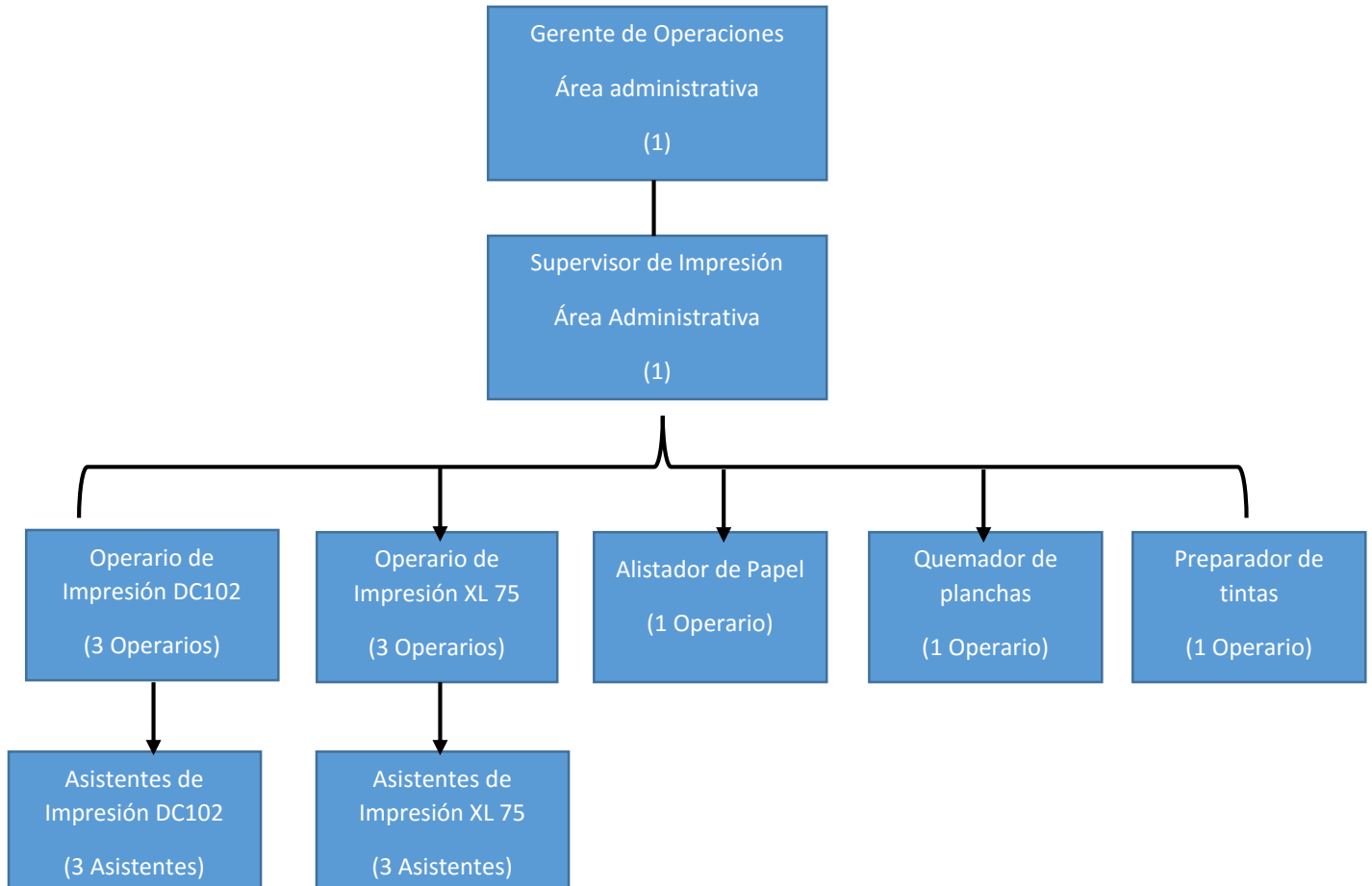
Figura. 01: Organigrama de la empresa

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



Fuente: Según datos de la empresa productora de cajas plegadizas.

Seguidamente se presenta en la figura 02 el organigrama del área de impresión donde se llevó a cabo el proyecto, dicha área cuenta actualmente con un total de 15 colaboradores en la parte operativa, un Gerente de Operaciones y un supervisor de impresión los cuales pertenecen al área administrativa, para un total de 17 participantes directos en esta operación.

Figura. 02: Organigrama del área de impresión

Fuente: Elaboración propia según trabajo de campo.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa en la actualidad no cuenta con un sistema o herramienta formal para llevar el control de la calidad por unidad producida en la máquina, productividad y disponibilidad de los equipos, tampoco se está midiendo el rendimiento del personal de producción específicamente los que están involucrados en los procesos de transformación del producto lo que repercute en un mal manejo de los recursos y se incurre en costos altos de producción. Es por eso que este proyecto tiene una connotación estratégica importante para la organización en este punto, ya que se espera poder medir el porcentaje de eficiencia de los equipos con el propósito de identificar factores que no están aportando valor al proceso productivo con el afán de sacarle el máximo aprovechamiento a los recursos disponibles y con ello generar más rentabilidad.

En estos tiempos las empresas buscan, por todos los medios, optimizar sus procesos, para lo cual, es fundamental enfocarse en una estrategia para la reducción y eliminación de los desperdicios, actividades que no le están aportando ganancias a las operaciones y que en

ORGANIGRAMA ÁREA DE IMPRESIÓN

Consta de:

Gerente de Operaciones, como cabeza y líder de área, pertenece al área administrativa.

Súper visor de impresión, cumple la función de técnico especialista del área de impresión, pertenece al área administrativa

Operarios de CD102 y XL75, se distribuyen 3 operarios en cada máquina cubriendo 3 turnos de 8 horas, pertenecen al área operativa.

Asistentes CD102 y XL75, se distribuyen 3 Asistentes en cada máquina cubriendo 3 turnos de 8 horas, pertenecen al área operativa.

Quemador de planchas, se encarga de abastecerle planchas a ambas maquinas. Pertenecer al área operativa.

Preparador de tintas, Se encarga de abastecerle las tintas a ambas maquinas. Pertenecer al área operativa.

Alistador de papel, se encarga de abastecerle las tintas a ambas maquinas. Pertenecer al área operativa.

su lugar generan pérdidas económicas y bajos rendimientos, según (Roca, 2004) "El control

de los desperdicios contribuye a disminuir los costos de producción y aumentar la creación de valor de la empresa”, p.65); por ello se define como meta crear una herramienta que ayude a identificar actividades nocivas o las llamadas vicios de proceso y el mal manejo de los recursos, para que la repercusión a nivel organizacional sea de gran magnitud y los cambios generados, a partir de la implantación del sistema de medición y control, sean de alto provecho tanto para la comunidad obrera como para la gerencial.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Al no contar con información clara y confiable acerca de las principales actividades que se llevan a cabo en el proceso productivo de la empresa, específicamente en los departamentos de Impresión, Troquelado, Descartonado, Pegado, Corte y Acabado final, en cuanto a productividad de las máquinas y personal, calidad por unidad producida y utilización efectiva de los equipos; la Gerencia de Operaciones no tiene un norte claro hacia dónde enfocar las fuerzas de mejora a nivel de producción, la mayoría de las decisiones se hacen por experiencia, intuición o percepciones y no basados en datos reales que reflejen las condiciones del proceso, con lo cual se corre el riesgo de estar sobreelevando los costos de las operaciones de producción -punto importante que todo administrador no debe perder de vista, lo asegura (Hernández H. , 2000) “ Los costos de los procesos e insumos resultan fundamentales para la competitividad, porque determinan en buena medida los niveles de los costos unitarios con que opera la empresa, aspecto q incide en su rentabilidad” (p. 25); por esto se debe mantener dentro de los objetivos y metas de los encargados de la producción como una reducción constante de los mismos.

Se debe señalar que actualmente los resultados de los departamentos antes mencionados ahora y más que nunca están generando altas expectativas para la alta dirección por el nivel de ventas que esta alcanzado la compañía y los mercados a los que está teniendo acceso, ello ha impulsado a que el plan estratégico organizacional sufra un giro importante lo cual se ha materializado en la adquisición de más maquinaria y contratación de nuevo personal; por otra parte, la alta exigencia de los nuevos mercados con los que están

concretando relaciones comerciales exigen un ambiente más controlado y de más información en donde se cuente con métricas que estén visibles para todo el personal operativo y no solo gerencial y de mandos medios. Por esta razón nace la necesidad de realizar el control y evaluación de las actividades de la planta de producción, de tal manera que el equipo propicio para mover las operaciones de la empresa cuente con una herramienta que arroje datos de manera oportuna y un levantamiento detallado de los resultados obtenidos de cada uno de los departamentos sometidos a estudio; esto permite una guía oportuna para la toma de decisiones, creación de planes de mejora y fortalecimiento de la cultura operacional.

Otro punto importante a mencionar es que el personal de producción no tiene metas que midan su rendimiento ni indicadores de hacia dónde va la empresa y hacia dónde se quiere llegar; si bien es cierto para la alta gerencia está claro, para el personal de planta deja un enorme vacío de información, control y seguimiento, por lo cual la realización de este proyecto espera ser de alto impacto, relevancia y visibilidad dentro y fuera de la organización.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1 Objetivo general

- Diseñar un sistema de medición y control al proceso productivo de una empresa productora de cajas plegadizas, mediante el levantamiento de indicadores para el aumento de la rentabilidad de la empresa.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Determinar el alcance del control del proceso que tiene la empresa con respecto a las especificaciones y nivel de calidad exigido en el mercado.
2. Evaluar por medio de estadísticas de control y seguimiento cuales son las condiciones de operación estables para la corrección de toda desviación que se pudiera producir.
3. Determinar los indicadores de control que se van a implementar en el proceso productivo mediante el diseño de una herramienta que integre sus estándares de control así como sus respectivas metas.
4. Diseñar la metodología de exposición, seguimiento y mantenimiento de los indicadores de control así como la estrategia que asegure su sostenibilidad en el tiempo.

1.6 ALCANCES, EXCLUSIONES Y LIMITACIONES

1.6.1 Alcances

El alcance de este proyecto se limita al proceso de impresión de la empresa fabricante de cajas plegadizas en San José Costa Rica. No incluirán los departamentos de Troquelado, Descartonado, Pegado, Corte y Acabado final, tampoco contempla el departamento administrativo ni de ventas ya que estos últimos cuentan con un sistema de seguimiento y control de sus actividades.

El proyecto se realizará en un periodo comprendido entre mayo del 2017 y noviembre del 2017.

Para este estudio se trabajarán aspectos de productividad, calidad y disponibilidad de los equipos de producción en el departamento de Impresión de la empresa fabricante de cajas plegadizas.

1.6.2 Limitaciones

La empresa no permite el uso de su nombre en el proyecto, ya que no quiere ser conocida públicamente, en especial cuando la competencia podría acceder a información sensible, según lo indica la Gerencia General. Por esta razón se procede a omitir su nombre en todo el documento.

El muestreo se realizó dentro del tiempo disponible para la realización del proyecto lo cual fue validado por el criterio experto del técnico de Impresión.

3.3.1 Finalidad aplicada

La propuesta del proyecto se llevó a cabo en una fábrica de cajas plegadizas; se trabajó a partir de los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria, así como los aportes tomadas del personal del proceso operativo y del material consultado durante la investigación.

3.3.2 Dimensión temporal

El alcance de este proyecto es de tipo transversal ya que abarca un periodo específico de trabajo que va desde mayo del 2017 a diciembre del 2017, durante este lapso se debió abarcar la problemática encontrada y definida por la administración de la planta de producción de la empresa.

3.3.3 Marco

El marco establecido para este proyecto es micro, pues se trabajó puntualmente en el área de producción de la empresa, específicamente en el departamento de Impresión, en donde se implementó un sistema de indicadores de control y seguimiento el cual evidenció el porcentaje de productividad de las máquinas y personal, el porcentaje de la calidad de salía de los equipos y el porcentaje de disponibilidad utilizada por estos.

3.3.4 Naturaleza.

En el momento en que se inicia con un proyecto, es importante plantearse de qué manera se va ir acogiendo cada etapa de trabajo, metodología, herramientas, instrumentos, facilidades, todo lo necesario que marque un avance correcto con la mínima de contratiempos y esto es fundamental cuando el tiempo es limitado.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se les exigen fiabilidad y validez, para garantizar la objetividad de la información obtenida del proceso de observación. Asimismo, los problemas surgen de teorías o postulados existentes, a la iniciativa del investigador (Vargas 2017, p. 47).

El presente proyecto se trabajará bajo un enfoque cuantitativo, puesto que se cuanta con un problema en concreto, se usaran herramientas como el diagrama de Pareto, herramientas para la medición de tiempos, gráficos estadísticos con líneas de tendencias, los cuales serán retados y sometidos a revisión, definiendo objetivos. Esto se justifica por la naturaleza del trabajo y los distintos escenarios donde se va a desenvolver una gran parte del mismo.

3.3.4.1 Enfoque cuantitativo.

Se estará haciendo una recolección de los datos con fin de poder levantar la base de la plataforma de la herramienta a implementar, se realizará un análisis de la información obtenida la cual será comparada con las fichas técnicas y estándares de los manuales operativos de los equipos y teoría de apoyo. Según (Hernández Sampier, 2010) “el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”, p. 48); ello respalda el porqué de la aplicación de este enfoque en el proyecto al querer demostrar la importancia de contar con un control estadístico de las principales actividades del proceso de producción en la planta de la empresa.

3.3.5 Carácter

El carácter del presente trabajo es proyecto de investigación pues se enfoca en resolver el problema expuesto por la empresa.

Se formulan objetivos claros para ir estructurando la estrategia para resolver la carencia que manifiesta la parte operativa de la empresa; asimismo, se justifica el porqué de las razones para buscar la solución al problema; además, se establece un marco teórico que sustenta la viabilidad, basado en investigaciones anteriores relacionadas con el problema en cuestión, así como citas de referencias que ayuden a entender mejor el tema desarrollado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL (RELATIVO A LA CARRERA)

2.1.1 El aporte de la Ingeniería industrial en la medición y control de los procesos productivos

La ingeniería industrial es la rama de las ingenierías que busca el aprovechamiento de los recursos, la eficacia de los procesos y la reducción de costos; es decir, hacer lo mejor al menor costo posible, esto sin sacrificar la calidad del producto final ni la seguridad en las operaciones donde se lleva a cabo; bien lo mencionó, (Palma & Miñan, 2012): “La ingeniería es una profesión en la que el conocimiento de las ciencias básicas se aplican al uso eficaz de los materiales y las fuerzas de la naturaleza con el fin de atender las crecientes necesidades del ser humano” p.210); su desarrollo ha estado vinculado a la mejora de la calidad de vida de los pueblos, ya que refleja como la humanidad ha adaptado el mundo a sus necesidades a partir de los logros técnicos que fue alcanzando. Para lograr un control del proceso productivo, el ingeniero industrial se vale de múltiples herramientas con las cuales va abarcando los objetivos trazados y las metas planteadas como son el control estadístico, la administración, las técnicas de los métodos de investigación, el control de calidad, la ingeniería de métodos y la administración de la producción entre otros y en el tema de control y medición del proceso se tiene que crear primero una plataforma que dé cabida a los resultados de las estudios realizados al proceso productivo, manuales operacionales de los equipos, requerimientos del área comercial, entrevistas de campo al personal operativo y técnico etc.

2.1.2 Medición de los procesos productivos como aporte a la mejora continua

En concordancia con la información obtenida, la medición de los procesos productivos en las organizaciones es parte indispensable para el crecimiento, fortalecimiento y mejora de cualquier actividad económica. Por lo que la implementación de indicadores juega un papel de alta relevancia en este ámbito pues aporta información de gran utilidad en la toma de decisiones de la alta dirección así como gerencias, mandos medios y líderes de línea, esta es una herramienta que ya por su naturaleza tiene como fin evaluar el estado actual y hasta futuro de los procesos que impactan la cadena de valor.

Al poder contar con una medición precisa del estado de los procesos, se podrá enfocar objetivamente las actividades de mejora y planes de acción necesarios para sacarle más provecho a las actividades de transformación del producto, con lo cual muchos de los desperdicios en tiempos, calidad, utilización de los equipos y personal serían no solo controlados si no que hasta erradicados en algunos casos, mediante el cumplimiento de objetivos claros derivados de la información disponible; debe tenerse claro que para poder involucrar a todo el personal y guiar correctamente un equipo enfocado en la mejora continua del proceso productivo para identificar oportunidades reales que aporten valor a la organización, es necesario contar con datos confiables y no basados en supuestos, interpretaciones, percepciones o intuiciones. Según Rincón, R. D. (2012): “Lo que no se puede definir no se puede medir, lo que no se puede medir no se puede mejorar, lo que no se puede mejorar se puede deteriorar” (p.43).

Sin embargo, la definición de los iniciadores correctos no es un trabajo que se debe tomar a la ligera ni es tarea fácil ya que, si bien es cierto el principio de ejecución es el mismo para toda organización, su diseño como tal llega a convertirse en una huella personal de cada planta de producción, lo cual le da un matiz único y propio, por lo cual la implantación de las herramientas adecuadas debe ser, desde su inicio, una etapa en la cual participe la parte de ingeniería industrial, técnica y gerencial de la organización. Según Rincón, R. D. (2012):

“La apertura, la innovación, la evaluación mediante indicadores adecuados son nortes que se deben lograr para el mejoramiento de calidad y productividad” (p.43), con esto se garantiza el contar con amplia información confiable y veraz, lo cual facilitaría sobremanera la toma de decisiones y agilizaría el accionar de los estrategias de producción a la hora de enfrentarse a situaciones que provocan desbalances del proceso que comprometen su fluidez.

2.1.3 La mejora de los procesos como acción permanente de toda organización

El crecimiento y la competitividad de las empresas conforme pasan las generaciones se ha vuelto más agresivo, esto a raíz de la transformación de un consumidor que cada vez se vuelve más analítico, crítico, pensante y exigente. Es por eso que la mejora de los procesos a todo nivel es una filosofía que las organizaciones, sin importar su tamaño, deben asumir; esto consiste en planificar sus actividades, tomando en cuenta que siempre se pueden hacer mejor, asegurando de esta manera una presencia y un posicionamiento fuerte en los mercados que participa, con lo cual se le da competitividad y crecimiento continuo al negocio; es así como indica (Velazco, 2009): “Hemos de entender para que hacemos las cosas para comprender por qué hacemos lo que hacemos y poder así mejorar la forma de actuar”, p. 54); con lo anterior, se deja claro que el constante enriquecimiento de los conocimientos y entendimiento de lo que se hace tendrá un aporte de gran valor a las actividades y, por añadidura, beneficia a toda la organización en general.

El la figura 03 se representa el círculo de Deming el cual muestra una secuencia lógica y sistemática de pasos usados por los estrategias responsables de la mejora continua de los procesos.

Figura. 03: El Círculo de Deming



Fuente: Tomado de sitio en internet, Gestión por procesos

2.1.4 EL control de la Calidad como aseguramiento y diagnóstico de los procesos productivos

El control de calidad comienza a tomar fuerza cuando los empresarios se ponen como objetivo competir por una mayor captura de mercado, y la innovación amarrada al cambio de las estructuras organizacionales se convertían en la única manera de alcanzar las metas propuesta y es en ese momento cuando los líderes de procesos toman el control de la calidad como una forma de diferenciarse en el mercado, ven un valor agregado el llevar sus procesos a estándares de calidad cada vez más elevados con el objetivo de que el cliente final notara la diferencia de una empresa a otra.

El tema de controlar la calidad del proceso al inicio no tuvo una gran aceptación pues era sumarle más costo a los procesos, lo cual no resultaba coherente para los encargados de las operaciones, sin embargo los resultados obtenidos, cuando se comenzaron a reducir costos en los reprocesos, hubo reducción de las devoluciones de los clientes y aumentó de esta manera la productividad al tener procesos estandarizados, reducción en los tiempos de entrega y hasta el aumento de la satisfacción de los clientes; vinieron a revocar el pensamiento de que en control de la calidad era innecesario. Los grandes pensadores que impulsaron la revolución del control de la calidad manifestaron que nada le suma más a la cadena de valor que procesos controlados y estandarizados ya que el retorno de la inversión de estos sistemas eran tangibles a corto, mediano y largo plazo.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Metodología DMAIC.

Para el desarrollo de este proyecto, se utiliza la herramienta DMAIC (Definir-Medir-Analizar-Implementar y Controlar), ya que es una herramienta que aumenta la dinámica, ejecución, control y seguimiento de las actividades de este, según (Membrano, 2013): "...la metodología DMAIC hace mucho énfasis en el proceso de medición, análisis y mejora" (p. 140); lo cual garantiza que el enfoque sea claro, ordenado y sistemático de tal manera que el los equipos de trabajo vayan avanzando de manera progresiva en cada entregable del proyecto.

- D- Definir (Define)
- M- Medir (Measure)
- A- Analizar (Analyse)
- I- Mejorar (Improve)
- C- Control (Control)

La metodología DMAIC está constituida por 5 etapas bien definidas y orientadas con el fin de contar con un orden estructural del proyecto, cada una de ellas está asociada a herramientas de mejora. Las etapas mencionadas anteriormente se detallan a continuación.

Definir: Esta etapa corresponde al proceso mediante el cual el equipo obtiene respuesta a una serie de preguntas clave.

- ✓ ¿En qué consiste el proyecto?
- ✓ ¿Por qué es importante?
- ✓ ¿Quién es el cliente?

- ✓ ¿Cuáles son los requerimientos del cliente?
- ✓ ¿Cómo se hace el trabajo en la actualidad?

Medir: En esta etapa se realiza la toma de datos para cuantificar el problema y poder identificar las causas raíz del mismo.

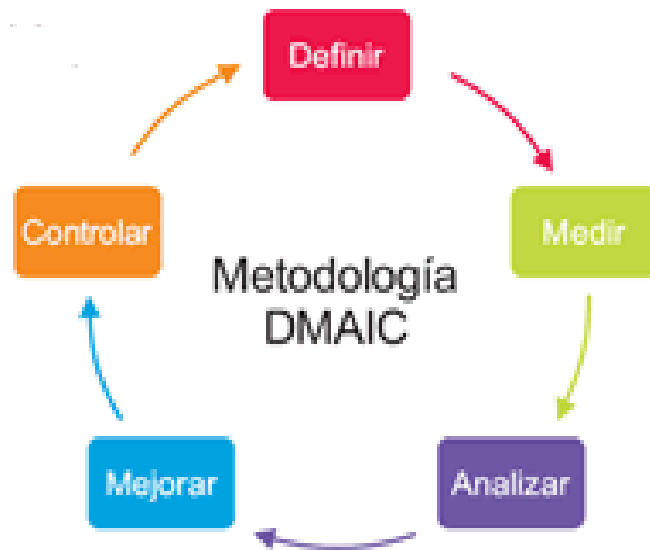
Analizar: En esta etapa el equipo dedica sus esfuerzos a identificar la causa raíz de los problemas, lo importante de esta etapa es que debe realizarse con un extraordinario rigor analítico.

Mejorar: En esta etapa, el equipo identifica e implanta soluciones a los problemas encontrados que ataquen las causas raíces y que generen los resultados esperados.

Controlar: Consiste en salvar la inercia que existe en toda organización y evitar el regreso a los viejos hábitos y procesos.

En la figura 04 se representa el círculo de la metodología DMAIC Six sigma, la cual orienta de manera clara los pasos a seguir a la hora de aplicarla.

Figura. 04: Metodología DMAIC Six Sigma



Fuente: Tomado de sitio en internet Metodología DMAIC

2.2.2 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una técnica gráfica utilizada por los ingenieros industriales para encontrar de manera fácil, rápida y ordenada la frecuencia de los problemas de más a menos distinguiendo los elementos más importantes de los menos basándose en el principio de Pareto.

El principio de Pareto es una metodología utilizada para sacar adelante los proyectos, por ser una herramienta de gestión administrativa de gran impacto y visibilidad en la organización de las tareas que se asignan a la hora de resolver problemas aplicando el principio de racionalización de manera eficaz.

En este caso se utiliza el diagrama de Pareto para identificar las causas más frecuentes del porqué no se está cumpliendo con las entregas, (**Ver Gráfico 03**) lo cual es preocupante para la organización en este momento.

Al respecto, menciona (UNIT, 2009):

El diagrama de Pareto presenta, en orden decreciente, la contribución relativa de cada elemento al efecto total. Dicha contribución relativa puede basarse en la cantidad de sucesos, en el costo asociado con cada elemento u otras mediciones de impacto sobre el efecto (p 28).

De lo anterior se desprende la importancia de aplicar esta valiosa herramienta en este proyecto.

2.2.3 Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo se utiliza para representar de manera gráfica el recorrido de un proceso, producto o actividad; así lo menciona (Retana & Aguilar, 2013): “El diagrama de flujo de proceso muestra la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las

inspecciones, las demoras y los almacenamientos” (p. 13); esto facilita la interpretación de un proceso al tener un único punto de inicio y un único punto de término.

Entre las ventajas de usar el diagrama de proceso en este proyecto están:

- ✓ Ayuda al pensamiento lógico y analítico.
- ✓ Se ve el comienzo para cualquier proyecto, ya sea para su inicio o modificación.
- ✓ Se puede ver lo que realiza el proceso y los pasos que tiene.
- ✓ Se identifican fácilmente los procesos.
- ✓ Muestra de manera fácil y clara la interacción del proceso en estudio con los procesos con que se relaciona.

La aplicación para este proyecto se hace al describir el proceso de impresión de la empresa lo que permite una interpretación rápida y fácil de entender (**Ver Figura 06**).

2.2.4 Entrevistas

En este tipo de proyectos es indispensable la técnica de la entrevista ya que se necesita sacar toda la información disponible para hallar las causas a los males que afectan un proceso, pues, en la mayoría de los casos, los colaboradores que giran alrededor del proceso son quienes más los dominan y conocen mejor lo que no anda bien. Esta técnica consiste en preparar una serie de preguntas dirigidas sobre el problema que se está abordando; así lo dice (Morga, 2012): “...la entrevista es el conjunto de procedimientos en el que el entrevistador utiliza preguntas dirigidas a un abordaje detallado, ajustado a ciertos objetivos preestablecidos que desea conocer o para los cuales el entrevistado solicita asistencia” (p 15);

esto con el fin de extraer datos importantes para darle norte a la estrategia de mejora que se está planeando ejecutar.

2.2.5 Medición de tiempos

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operario para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal, de un método predeterminado; afirma (Meyers, 2008) que: “el estándar del tiempo es uno de los elementos de mayor importancia en el departamento de manufactura”, p 22, por esta razón es que se aplica esta herramienta pues la importancia de poder contar con datos reales y confiables del proceso es vital para este proyecto.

El estudio de tiempos se realiza al observar y cronometrar un número suficientemente grande de ciclos, tanto del tiempo de proceso como del tiempo manual de una operación para calcular el promedio estándar de trabajo y estimar el ritmo del operador.

2.2.6 Análisis de datos

El análisis de los datos se usa para depurar, inspeccionar y transformar los datos y así encontrar un patrón a seguir en el tiempo por otra parte nos arrojar información que permite determinar fallas, desviaciones o mejoras en las operaciones lo que ayuda a que las empresas tomen mejores decisiones en el futuro; tal como afirma (Hernández Z. , 2012) “son muchas las situaciones en las que vamos a tener que tomar decisiones importantes. Para ello tendremos que conocer, de alguna forma, la situación concreta que estamos analizando por lo que debemos manejar información sobre la misma” (p 12) y es por eso que el análisis de los datos es fundamental en la implementación de proyectos de mejora de los procesos.

2.2.7 Revisión documental

Es una técnica de observación documental, es decir se revisan los documentos de un sistema, proceso o actividad y se somete a una observación minuciosa la cual permite crearse una idea de las actividades y el desarrollo de un proceso así como las características de su operación de manera complementaria a las demás metodologías de investigación que se están aplicando para el desarrollo de un proyecto.

Al respecto, (Castro, 2010) señala que:

...para cumplir con los parámetros de validez de una investigación es necesario utilizar varias fuentes de información y diversos procedimientos como entrevistas, cuestionarios, revisión de documentos, análisis de archivos, entre otros, y someter luego a revisión de expertos los resultados provisionales que la investigación arrojó (p 54).

De esta manera la investigación es valiosa y de gran provecho para la organización.

2.2.8 OEE.

El concepto de OEE nació como un KPI (*Key Performance Indicator*, o Indicador Clave de Desempeño) el cual es adoptado por las grandes empresas como un control de su proceso de gran envergadura ya que se asocia perfectamente con el ya conocido programa estándar de mejora de la producción llamado TPM (*Total Productive Maintenance*).

El OEE es una herramienta que se basa en el cálculo de la disponibilidad, la productividad y la calidad de un proceso, es una razón porcentual que al final arroja la eficiencia general de la maquinaria industrial, proceso o personal, al multiplicar los tres valores obtenidos de la medición de la productividad, la disponibilidad y la calidad, posteriormente a la obtención del resultado de la medición la empresa definirá las acciones a seguir tomando en cuenta los factores que se salen del estándar.

Para muchos, el éxito del OEE en relación con otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros importantes en la producción industrial: la disponibilidad, la productividad y la calidad lo que hace que el valor agregado de esta herramienta presente un impacto destacado entre las organizaciones pues se orienta a alcanzar una filosofía de manufactura esbelta, objetivo importante para las organizaciones en estos tiempos. Así lo refuerza (Belohlavek, 2006): “la manufactura esbelta tiene como propósito orientar la comunidad interna y externa de la empresa y producir valor agregado para ella dentro de un marco organizacional adecuadamente establecido e institucionalizado”, p 25; por lo que los esquemas que van hacia la dirección de eliminar la grasa de los procesos es lo que los administradores buscan con gran afán.

Clasificación OEE

El valor del OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

En la imagen 05 se detalla la calificación del OEE según el porcentaje alcanzado durante su medición.

Figura. 05: Tabla de clasificación de OEE

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

Fuente: Tomado de sitio en internet la evolución de OEE por OEEE.

EL OEE considera 6 grandes pérdidas en el los proceso que se van a someter a su medición estas pérdidas son las que se presentan en la tabla 01 a continuación:

Tabla 01: 6 Pérdidas consideradas por el OEE

6 Perdidas consideradas por el OEE		
1	Paradas / Averías	Disponibilidad
2	Tiempo muerto/ Ajustes	
3	Pequeñas paradas	Productividad
4	Reducción de velocidad	

5	Rechazos por puesta en marcha	Calidad
6	Rechazos de producción	

Fuente: Tomado de sitio en internet la evolución de OEE por OEEE.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO (CUANTITATIVO O CUALITATIVO)

Cada vez que se pone en marcha un proyecto de mejora en un proceso o procesos, es de esperar que se quiera tener un beneficio tangible sobre lo implementado, es por eso que se debe tener claro los alcances en el corto, mediano y largo plazo, esto sin que por alcanzar resultados acelerados y mal estimados se vaya a sacrificar algún aspecto importante durante la ejecución e implementación de las actividades planificadas, pues esto podría convertirse en un enemigo del proyecto en alguna etapa de su puesta en marcha, perdiendo de esta manera el enfoque inicial de preparar un proyecto de calidad que cumpla con las expectativas esperadas. Afirma (Torres & Torres, 2014) que: “La práctica común sugiere la determinación de la duración de cada actividad. La duración es función directa del alcance del proyecto, la cantidad y calidad de recursos empleados y la utilización de los recursos” (p.229); por lo tanto, es importante tener claro todo lo necesario para la realización del proyecto de tal manera que los resultados esperados sean alcanzados y los cronogramas de trabajo establecidos se cumplan.

Con la implementación de este proyecto se espera que en el corto plazo (1 a 3 meses) la empresa cuente con la herramienta de captura de datos, los indicadores ya establecidos, el personal involucrado entrenado y capacitado, una estructura para el seguimiento y la primera radiografía confiable del estado del proceso que se va a someter a estudio; no se espera para este primer periodo algún retorno económico de lo ejecutado en esta etapa.

En el mediano plazo (3 a 6 meses) se espera contar ya con una estructura de trabajo que permita la toma de decisiones acertadas por parte de las gerencias y mandos medios. Dicha estructura debe ser capaz de guiar a los equipos de trabajos designados por la gerencia en la toma de acciones para la ejecución de nuevos proyectos de mejora, dirigidos a reducir tiempos improductivos (Tiempos Muertos), problemas de calidad (de existir) y mala utilización de la disponibilidad de los equitos.

Por otra parte, ya en esta etapa se espera que la herramienta implementada les indique a los administradores del área productiva si es necesario hacer un nuevo balance a las líneas de producción que se están analizando y determinar los cambios a realizar a raíz de la información obtenida.

A largo plazo (1 a 2 años) se espera contar con una herramienta robusta y madura que le permita a la alta dirección, gerencias y mandos medios tomar decisiones en función de nuevas inversiones en maquinaria de trabajo e infraestructura, reducción del costo operativo hasta en un 5% y aumento de la productividad en un 30%.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

La investigación es el modo mediante el cual el ser humano puede aprender algo nuevo o desconocido, por eso resulta importante y central en la vida del ser humano pues asegura que el conocimiento es infinito, así como también el aprendizaje y la disposición para aprender lo nuevo. La investigación puede darse en un sinnúmero de formas, algunas más formales, otras más conscientes pero es parte vital de la vida como seres que pueden aprender y dar valor a lo aprendido.

Para la implementación de este proyecto se encontraron varias opiniones relacionadas con este tema, entre ellas se cuenta con el aporte de:

Al respecto, (Heredia Alvarado, 2001) concluye, los indicadores de los procesos, a su vez, se deben desplegar a través de los distintos niveles de actividades hasta llegar a los niveles de detalle más apropiados en cada caso. Con ello se persigue la alineación de todas las actividades de la empresa con los objetivos estratégicos de la organización y en último término, la integración vertical. La gestión integrada de un proceso implica conocer cómo influyen los indicadores de niveles inferiores en sus resultados.

En esta referencia se indica que el seguimiento de los iniciadores debe ser consistente y permanente para poder lograr detectar fallas del proceso en un tiempo que permita una reacción correcta, en caso de una medición que presente datos desfavorables para el proceso.

Otro dato interesante es el que concluye (Herrera Retiz, Martínez López, & Villalobos Odaz, 2010) acerca del fenómeno de la productividad y su forma de medirla que es un requisito previo y esencial para incidir en el nivel de competitividad necesaria para la planta productiva de México, para insertarse en los mercados mundiales competitivos. De esta

forma y para tener una mejor visión de la importancia de la productividad, debe contrarrestarse la concepción estrecha de la ingeniería industrial y el estudio del trabajo con la concepción amplia, lo cual considera la productividad como resultado de una mejora continua.

Por otra parte indica (Rincón de Parra, 2004) que la calidad y la productividad son las armas de las cuales una organización dispone con el fin de no utilizar los incrementos de precios para minimizar los efectos negativos del aumento constante de los costos totales de operación. Se deben buscar, de una manera razonable y racional, incrementos en la productividad, siempre y cuando estos se consideren como parte de una estrategia global de garantía de calidad. En resumen, los conceptos de calidad, productividad y costos se deben manejar dentro de las organizaciones, de una manera integral (holística), lo cual haga posible que el todo sea superior a la suma de las partes (sinergia). Se debe considerar una permanente constancia de mejoramiento continuo, en el sentido de que cada meta lograda, es un punto de partida para metas mejores.

En diversos escenarios productivos, los administradores de proceso y de líneas de producción han buscados distintas formas de controlar sus producciones y poder lograr alcanzar sus metas, sin embargo el éxito de las metodologías de control van de la mano de un esfuerzo continuo por mantener las plataformas actualizadas para que la información proveniente de la captura de datos sea una representación real del proceso y facilite la toma de decisiones. Así lo indica (Murillo, 2010) que de los indicadores de MUV y OEE utilizados por Hospira Costa Rica, se puede obtener información sumamente valiosa para desarrollar análisis y estudios que permitan evidenciar los estados actuales de las líneas tanto financieramente como productivamente.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

3.1.1 Pareto

Se crea un gráfico de Pareto para poder determinar cuáles causas están afectando el cumplimiento de las entregas a los clientes en donde se evalúan y analizan los resultados, con el fin de obtener información relevante para orientar las estrategias de trabajo.

3.1.2 Diagrama de proceso

Se crea un diagrama de proceso para poder contar con una visión clara del flujo de trabajo del área de impresión y así ver las interrelaciones entre los procedimientos que se ligan directamente con la impresión de una orden producción. Con dicho diagrama se espera poder contar con orden claro y preciso del proceso donde se va a ejecutar el proyecto.

3.1.3 Entrevistas

Para poder definir el problema, se efectúan varias reuniones tipo entrevista con el Gerente de Operaciones y el supervisor técnico de impresión con el objetivo de poder tener toda la información con que cuenta la planta de producción en materia de control del proceso; durante las entrevistas, se abordan principalmente temas sobre el control de proceso a nivel de eficiencia de los equipos, control sobre manejo del personal, tiempos muertos, desperdicios y el cómo se hacía para el seguimiento en el tiempo a los resultados obtenidos de los puntos abordados.

3.1.4 Estudio de tiempos

Se mide el tiempo que se dura imprimiendo una orden de producción con el fin de poder determinar el tiempo estándar de la velocidad de las máquinas CD102 y XL75, con dicho estándar se espera poder crear las metas de control en la parte productiva del área de

impresión, también se espera poder tener un dato real de la velocidad de máquina y no un estándar sacado intuitivamente. Igualmente, se aprovecha para medir el tiempo que tarda la preparación de las máquinas CD102 y XI75, con lo cual se espera utilizar esa información para sacar las horas limpias con que cuentan las máquinas en el mes.

3.1.5 Registro para la toma de datos

Se crea un Registro (**ver anexo 01**) para la captura de la información el cual será el instrumento de uso diario de los operarios y asistentes del área de impresión, y por otra parte será el documento que usará diariamente la persona designada por la Gerencia de Operaciones que se encargará de trasladar la información plasmada en el registro hacia la herramienta para el control del OEE.

3.1.6 Análisis de datos

Se hace una hoja de Excel en donde se ingresa toda la información capturada del proceso de impresión, dicha información es transformada en datos que arroja un OEE del área de impresión y luego es analizado primeramente por el funcionario designado por la Gerencia de Operaciones para tal fin y posteriormente por el Gerente de Operaciones para sacar de dicho análisis los planes de trabajo a seguir.

3.1.7 Revisión documental

Se procede a hacer toda una revisión documental de los procedimientos y registros del área de impresión para determinar que se ha implementado a nivel documental para el control de la eficiencia del proceso de impresión.

3.1.8 Indicador OEE

Bajo la estructura de OEE, se crea una herramienta que mes a mes arroje un OEE del proceso de impresión, este es el indicador clave de ese proceso y el alcanzar el nivel aceptable de OEE de un 85% lo cual constituye el objetivo principal de las estrategias de mejora que giran en torno al área de impresión.

Las herramientas metodológicas abordadas para el desarrollo de este proyecto tienen una gran trayectoria en el estudio y resolución de problemas a lo largo de la historia con ellas se han logrado resultados excepcionales; empresas de gran trayectoria mundial como Toyota, Ford, Coca-Cola, Hewlett-Packard, Intel Corporation, etc., han utilizado las herramientas aquí seleccionadas dentro de sus estrategias de mejora, porque no cabe duda que se ha hecho una selección de lujo que da como resultado la implementación de un gran sistema de apoyo para la empresa fabricante de cajas plegadizas.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

La medición de tiempos y movimientos siempre ha sido una poderosa herramienta utilizada por los ingenieros industriales para el diagnóstico de los procesos y la implementación de acciones de mejora, por lo cual, en este apartado y en el presente proyecto, se utiliza la medición de tiempos tipo, como herramienta para poder determinar por dónde andan las velocidades actuales de las máquinas así como el tiempo que se está tardando en su preparación, esto con el objetivo de obtener datos reales del comportamiento de los equipos y compararlos con los datos esperados para determinar de esta manera algunos estándares para la implementación del control y seguimiento de las actividades a medir.

Se toma la conocida herramienta de Diagrama de Pareto para determinar las principales causas del porqué es importante la implementación de este proyecto, basándose en la captura de información de datos históricos con los que será alimentada dicha herramienta. El diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfico de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor, con lo cual se logra que su interpretación sea fácil y puntual y facilite con ello, la toma de acciones oportunas mediante la identificación rápida de las principales puntos a controlar, por lo cual para los objetivos trazados en el desarrollo de este proyecto es de gran valor.

Se crean una serie de gráficos de control de fácil interpretación tanto para el personal administrativo como el operativo, en dichos gráficos se muestran los resultados alcanzados diariamente los cuales se comparan con estándares previamente definidos (**Ver anexos 05 y 06**).

Para la recolección de la información se hacen visitas de campo a la planta de producción, específicamente la área de impresión, igualmente se efectúan visitas a la parte administrativa con el fin de ir abarcando la mayor cantidad de área posible para la captura de la información.

Visitas a la planta

Para la correcta ejecución de la información se creó un formato para la medición de los tiempos con el cual se espera obtener como resultado el estándar con que se están corriendo las máquinas, así como el tiempo que se está tardando en su preparación. Por otro parte se hizo una revisión de las fichas técnicas de los equipos con el fin de poder contar con un parámetro de comparación de la información obtenida (**Ver anexos 8, 9 y 10**).

Visitas al área administrativa

Se hace una captura de la información con que cuenta la empresa en cuanto a atrasos reportados en el proceso, sucesos por los que se hubiera deteriorado en alguna medida la facturación, causas por las cuales no se cumplían los compromisos de entrega etc., el fin es realizar un trabajo de investigación de causas y levantamiento de hallazgos que esperan encontrar actividades negativas a nivel de empresa con repercusiones perjudiciales para esta.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.

3.3.1 Metodología OEE.

Tomando en cuenta en primer plano la necesidad que expone al Gerencia de Operaciones de poder controlar su proceso de producción de una manera fácil y ágil; en concordancia con la estrategia que se está gestando, se decidió utilizar la metodología que se deriva de la implementación de sistemas controlados bajo la estrategia de OEE (*Overall Equipment Effectiveness* o Eficiencia General de los Equipos), esta metodología es compatible con la de TPM (Mantenimiento Total de Producción.) y SMED (cambio de troqueles en menos de diez minutos), las cuales son metodologías utilizadas por empresas de clase mundial. Por otra parte, el OEE permitirá determinar dónde clasificar la empresa según el resultado obtenido en la primera medición, así como cuáles son las pérdidas que más están impactando mejores resultados, lo cual aportará gran valor para las cabezas de la operación del área de impresión.

Dentro de la propuesta de mejora, se integra el ciclo de Demming, ya que es necesario una planeación clara de cómo se va a levantar la estructura OEE para que sea compatible con lo cual se espera tener a nivel de proyecto y empresa, la herramienta que sostenga dicha plataforma así como todas las actividades derivadas de esta acción; se somete a revisión cada uno de los datos y acciones implementadas con el fin de que todo sea compatible con los resultados obtenidos y, por último, se ejecuta la estructura creada.

Se escoge la metodología de OEE por sobre otras, pues se puede decir que los conocedores de la materia la clasificarían con un macro indicador, ya que dentro de su estructura presenta los tres indicadores claves más importantes para el control, seguimiento

y mejora de cualquier planta de producción, y es lo que exactamente se quiere con la implementación de este proyecto.

En las propuestas de mejora, se trabaja de la mano con elementos metodológicos como son el diagrama de Pareto, diagrama de flujo, análisis de datos, diagrama de flujo, gráficos de control, las entrevistas y la revisión documental.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La metodología de implementación de este proyecto se basó en el ciclo DMAIC, el cual se detalló anteriormente; aunado a esto, se toman como apoyo herramientas estadísticas y de resolución de problemas como es el caso del diagrama de Pareto, Gráficos de control estadístico, metodología de control OEE, diagrama de flujo y entrevistas.

Actualmente, no se encontró un punto de partida en la empresa que se pudiera tomar como referencia para iniciar con el proyecto, por lo que se trabajó muy de la mano con el equipo designado por la Gerencia de Operaciones para poder realizar un trabajo acorde con las necesidades actuales de la compañía, siguiendo los lineamientos establecidos internamente, derivados de la certificación ISO 9001/2008 con que cuenta la empresa. También se tomaron como apoyo algunos registros básicos que se desarrollaron en la empresa los que sirvieron como guía básica conforme avanzó el proyecto.

Preliminarmente la Gerencia de Operaciones se comprometió a crear un equipo de apoyo al proyecto, el cual será el encargado de aplicar las soluciones dadas, dicho equipo está integrado por la jefatura de acabados, jefatura de prensas, supervisor de proceso, técnico de proceso y jefatura de mantenimiento; por otra parte, la Gerencia de Operaciones es el responsable de ir fiscalizando el cumplimiento de cada una de las etapas de implementación y ante la dirección responde por los logros alcanzados.

El proyecto cuenta con las siguientes etapas.

- **Diagnóstico de la situación actual.**

En esta etapa se hicieron varias sesiones de trabajo con el fin de hacer un levantamiento de la información, toma de datos y reconocimiento del campo de trabajo donde se llevó a cabo el proyecto, de tal forma que tanto el equipo de trabajo como el personal en general de la planta de producción se familiarizaran con lo gestado.

- **Análisis de la información**

Se tomó la información recolectada y se inició con su procesamiento para poder determinar las debilidades más palpables con que se contaba, para obtener ideas relevantes y que aportaron valor al proyecto; asimismo para determinar cuál iba a hacer la estrategia de implantación más acorde a lo que requería el proceso en estudio, planificar todo lo relacionado a la implementación del proyecto, determinación de las métricas de los indicadores que se iban a implementar así como sus respectivas metas de cumplimiento. En esta etapa fue fundamental contar con información clara y confiable para que todo lo relacionado con el plan estratégico de implementación fuera lo más acertado coherente y viable, fácil de implementar e interpretar.

- **Implementación de acciones**

Ya para esta etapa se entró al proceso de implementación de las acciones necesarias para poner en marcha el proyecto, se contaba ya con los indicadores que iban a exponer la información al proceso; asimismo, se debe tener la pizarra informativa en el lugar estratégico designado por la Gerencia de Operaciones; además, contó con la herramienta para dar cabida al ingreso de la información y que

iba a dar como salida los gráficos estadísticos de control, también se poseía toda la documentación necesaria para la captura de los datos y por último se entrenó al personal involucrado en el procedimiento y metodología del proyecto.

Para la implementación del proyecto, se contó con un equipo de trabajo designado por la Gerencia de Operaciones, el cual debe estar comprometido con el proyecto, por lo cual se sugirió que fueran líderes de línea, mandos medios y jefaturas, de tal manera que pudieran garantizar la sostenibilidad del proyecto en el tiempo. También fue necesario contar con los espacios actos para las entrevistas al personal clave, capturas de datos y entrenamientos del personal, asimismo fue necesario disponer de facilidades como una sala para dar los entrenamientos al personal, un proyector y una computadora portátil.

Por último, se solicitó la documentación vigente en la empresa para dejar constancia de los entrenamientos impartidos, (Lista de asistencia a capacitaciones).

- **Control y seguimiento**

En esta última etapa se trabajó en la metodología de control y seguimiento al proyecto, para que fuera sostenible en el tiempo y el aporte que se esperaba siguiera madurando y dando frutos durante muchos años, según el plan establecido. (**Ver punto 2.3 de este documento**).

La propuesta de control y seguimiento consistió en designar a un equipo multidisciplinario que cumpliera con la tarea de velar por el análisis de la información proveniente de los indicadores, esto por medio de reuniones donde se expondrían los resultados obtenidos de manera quincenal y mensual para iniciar. En dichas reuniones se planifican las actividades de mejora, según los resultados

obtenidos de cada proceso, partiendo de lo más crítico a lo menos para así poder ver resultados favorables y de más impacto a menor tiempo.

De cada reunión, se deja constancia de los puntos abordados y acuerdos mediante una minuta de trabajo que sirve de guía y referencia para las siguientes sesiones.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

Los resultados esperados consisten en contar con una herramienta de control y seguimiento del proceso de producción de la empresa, poner en marcha una metodología de indicadores que funcione según lo propuesto, en donde se mide la disponibilidad de los equipos, la productividad y la calidad de salida de las máquinas. Para ello, se espera contar con personal entrenado que sepa cómo interpretar el sistema de indicadores que se va a manejar así como aplicar correctamente la documentación para la captura de los datos.

Los resultados obtenidos son los que la herramienta arroja a través de los indicadores, los cuales son interpretados por porcentaje y con esto se tiene un control del proceso de impresión de la empresa; el seguimiento y control se efectúa mediante las minutas de reunión, derivadas de las reuniones de seguimiento que desde este momento se les llamara reuniones de **Mejora Continua**. Estas son lideradas por el ingeniero de procesos y como participantes al Gerente de Operaciones como agente facilitador, Jefatura de acabados, Jefatura de Prensas, Jefatura de Compras, Supervisores de producción y un asistente de producción. La minuta mencionada es llevada por el asistente de producción el cual cuenta con un periodo no mayor a 24 horas para hacerla llegar, vía correo electrónico, con los acuerdos tomados en la reunión de **Mejora Continua**; igualmente, los resultados tomados de los indicadores del proceso son expuestos en una reunión mensual llevada a cabo por el comité de Gerencia el cual está integrado por la Gerencia de General, Gerencial Comercial, Gerencia de Calidad, Gerencia de Operaciones y Gerencia Administrativa en donde también queda constancia de los resultados y acuerdos a los que se lleguen y que, posteriormente, de manera trimestral se presenta a la junta directiva de la empresa.

Por otra parte este proyecto será registrado en la matriz de mejora de la empresa la cual es un requisito dado por la Norma ISO9001/2008 vigente en esta.

Cabe destacar que la connotación de este proyecto tiene un gran impacto para la compañía lo cual garantiza su permanencia firme de este punto en adelante pues será parte fundamental en la estrategia de operaciones y de esta como tal; esto se reafirma por medio de los puntos antes expuestos.

CAPÍTULO IV

LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El enfoque inicial de la compañía consistía en fabricar cajas plegadizas, sin embargo, el Gerente Comercial también se interesó por capturar una parte del mercado de las revistas y del material publicitario y he ahí donde radica parte del éxito de su crecimiento tan acelerado, pues se estaba incursionado en el levantamiento de una estructura de empresa que fuera capaz de soportar las técnicas de fabricación de cajas plegadizas, de la mano con la fabricación de material publicitario, reto que no fue nada fácil por las diferentes características de dichas técnicas las cuales demandan especialización técnica muy compleja cada una por separado.

Hoy en día la cartera de clientes de la empresa cuenta con la participación de 100 cuentas, de las cuales 8 son de exportación, distribuidas entre Nicaragua, Panamá y República Dominicana; el resto representa la participación del mercado nacional. Dichas cuentas representan para la empresa una carga fabril del 80% en productos plegadizos, un 15% en revistas y un 5% en material publicaría, con lo que se determina que el fuerte de fabricación es el empaque lo que va de la mano con la estrategia de crecimiento de la organización. Dentro de los mercados en los que se quiere tener más participación se encuentran:

- ✓ Dispositivos médicos (principal Objetivo).
- ✓ Industria Farmacéutica.
- ✓ Industria Alimenticia.
- ✓ Industria publicitaria.

En ese orden de importancia está enfocada la captura de mercado y el contar con un norte claro al que deben dirigirse las actividades de la empresa, es la razón por la cual se define todo un plan estratégico a 3 años para alcanzar las metas propuestas y el crecimiento de un 30% esperado por la junta directiva y sus accionistas. Esta estrategia tan agresiva y ambiciosa de crecimiento que propone la Gerencia General y directivos, radica

fundamentalmente en la incursión en mercados más fuertes y de mayor exigencia a nivel de especificaciones, para lo cual se ha tenido que invertir de manera importante en la adquisición de nuevos equipos, expansión del área operativa y la contratación de personal profesional y operativo es decir mano de obra técnica y altamente calificada para así reducir la curva de aprendizaje del nuevo personal.

Para lograr dicho plan, hay varios factores importantes a considerar y entre los que afectaría directamente al área de producción y son el pilar para la implementación de este proyecto, entre ellos se destacan:

- ✓ Mejorar los tiempos de entrega de los productos el cual tiene como meta un 88% de cumplimiento y que actualmente se encuentra en un 80,13% en promedio, el seguimiento del cumplimiento de las entregas se hace a través de la herramienta llamada *Cumplimiento de entregas* que está gestionada por la Gerencia Comercial; en la tabla adjunta 02 se puede observar el comportamiento del cumplimiento de las entregas en el periodo comprendido entre octubre del 2016 a junio del 2017. Ser más eficientes en las producciones para reducir los costos operativos y trasladar ese beneficio a las cotizaciones de los clientes y, con esto, ser más competitivos en el mercado; es de suma importancia en esta etapa del proceso de crecimiento al que se quiere llegar, aprovechando al máximo la capacidad instalada y el recurso humano.

En la tabla 02 se puede observar el porcentaje del cumplimiento de las entregas correspondiente al periodo comprendido entre octubre 2016 y junio del 2017, seguimiento que le da la Gerencia Comercial a las entregas según las políticas del departamento.

Tabla 02: Comportamiento del cumplimiento de entregas

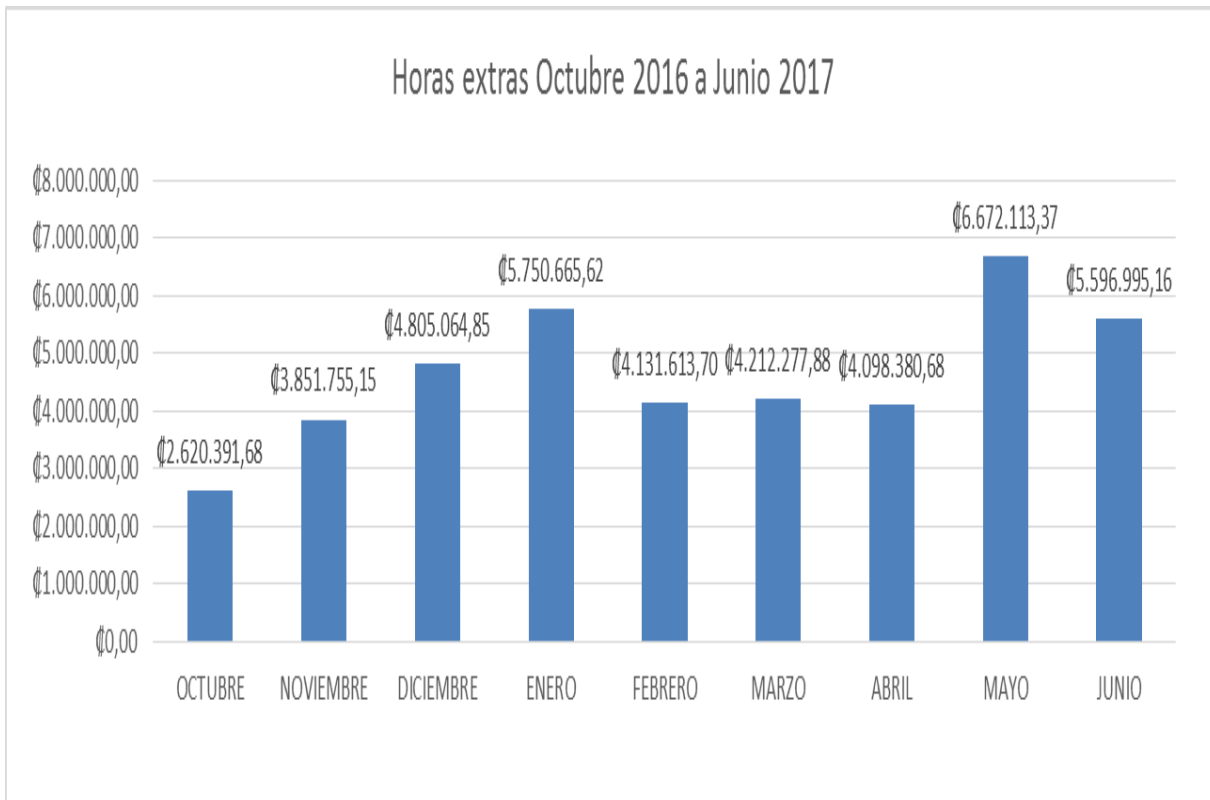
Mes	Cumplimiento General
Octubre	82,18%
Noviembre	74,38%
Diciembre	67,56%
Enero	89,23%
Febrero	88,10%
Marzo	74,06%
Abril	79,56%
Mayo	80,09%
Junio	86,01%

Fuente: Datos facilitados por la empresa

- ✓ Reducción de al menos un **50%** el tiempo extraordinario el cual representa un exceso del costo operativo de octubre de 2016 a junio del 2017 de **¢4 637.695,34** colones mensuales en promedio, para un acumulado al cierre de junio de **¢41 739.258,09**; esta información se representa en el siguiente gráfico.

En el gráfico 01 se represente el costo por tiempo extraordinario correspondiente al periodo comprendido entre octubre del 2016 y julio del 2017.

Gráfico 01: Costo de horas extras del periodo octubre 2016 a julio 2017

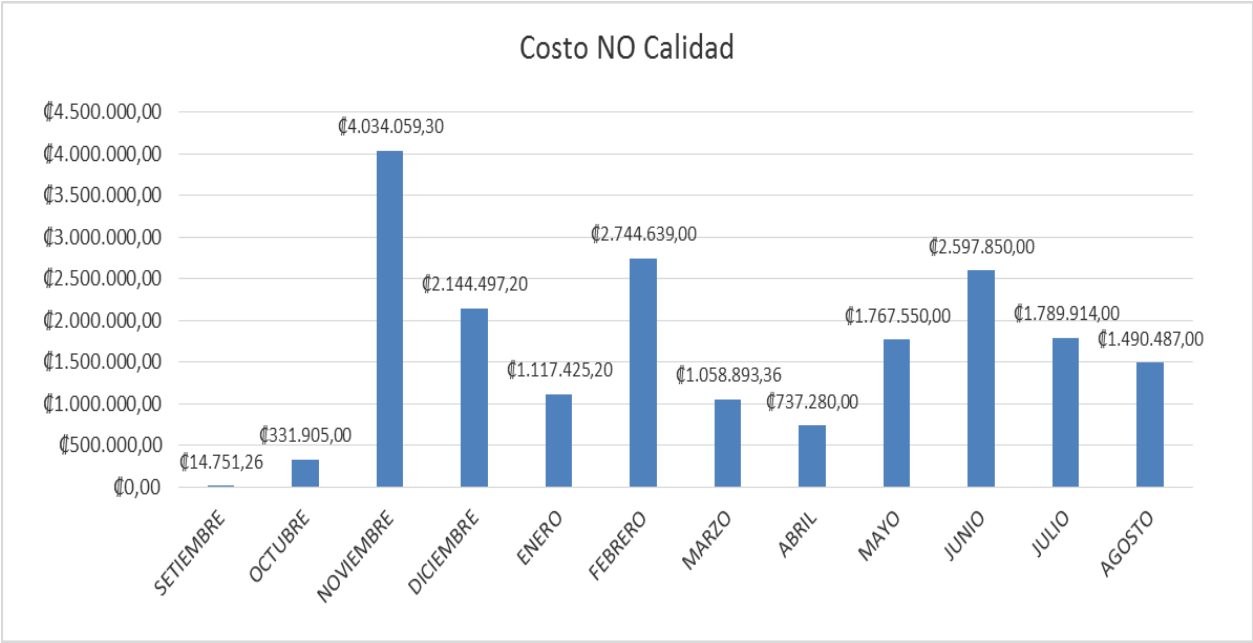


Fuente: Datos facilitados por la empresa

- ✓ Reducir los costos de la no calidad de proceso en un **30%** los cuales representan un costo de **₡1 652.437,61** en promedio mensual, para un acumulado al cierre de agosto 2017 de **₡19 829.251,32** por concepto de No calidad. Dicha información se expone en el siguiente gráfico.

A continuación se presente en el gráfico 02 los costos que asume la empresa por concepto de no calidad en el periodo comprendido entre setiembre del 2016 y agosto del 2017.

Gráfico 02: Costo de No calidad



Fuente: Datos facilitados por la empresa

Nota: El periodo de información de los costos de no calidad está comprendido entre setiembre del 2016 y junio del 2017.

Para lograr el cumplimiento de estos objetivos recargados a la Gerencia de Operaciones, lo primordial es contar con datos que reflejen las condiciones en que se encuentran los rubros mencionados anteriormente, lo cual lo está facilitando la Gerencia Comercial, la Gerencia de Calidad y la Gerencia Administrativa; posteriormente, se debe tener una estructura de medición que muestre dónde se deben afinar las clavijas para alcanzar la metas asignadas y es ahí donde se presenta el primer obstáculo ya que no se cuenta con ningún tipo de medición ni indicadores que nos muestre la realidad del proceso en este momento y que según la propuesta de la Gerencia de Operaciones el mejorar la productividad de los procesos, mantener una correcta utilización de los equipos y personal por encima del 85% y, por supuesto, controlando la calidad de salida de cada proceso, se daría un avance importante para alcanzar sus objetivos. Por esta razón, se crea una estructura de medición basada en la teoría y metodología del OEE en donde se mide, Productividad, Disponibilidad y Calidad, que al final dará como resultado una métrica de control y seguimiento del proceso, y es ahí donde va a tomar fuerza la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa que fabrica cajas plegadizas”**

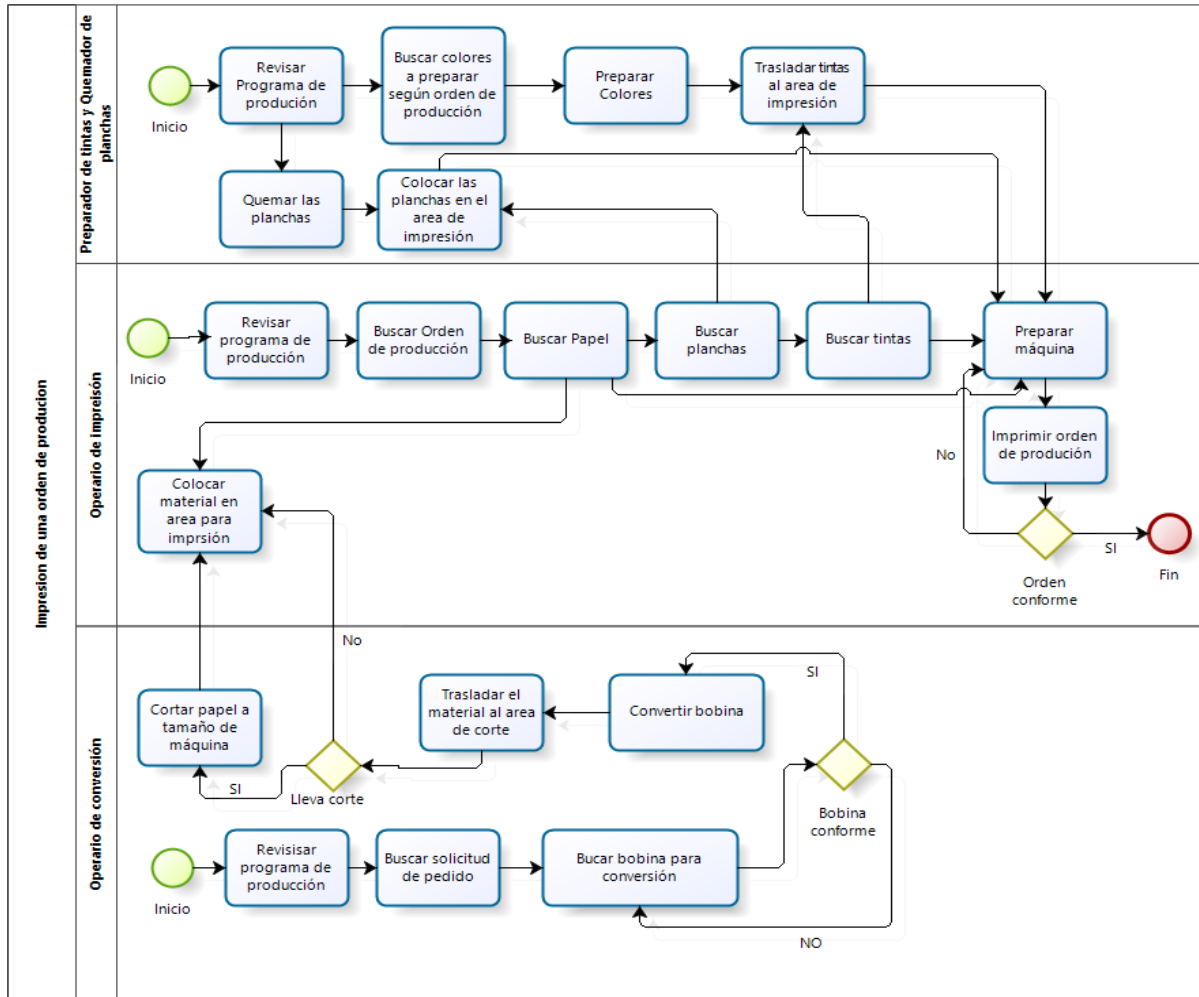
El área en donde se lleva a cabo el proyecto es la que está representada en el siguiente diagrama de proceso (**ver figura 06**) y corresponde al proceso de impresión. Es importante mencionar que la Gerencia de Operaciones decide que se inicie la implementación del proyecto en este proceso ya que es el más caro a nivel de inversión de equipo de la empresa, en donde se cuantifica un monto de **\$4 300.000**; de ahí la importancia de controlar a la mayor brevedad posible esta línea de trabajo. Por otra parte, la Gerencia de Operaciones indica que se debe basar el estudio según los materiales de más alto tránsito por su alta demanda los cuales serían calibre 14, 16 y 18, respectivamente.

A continuación se detallan las actividades que se llevan a cabo en el proceso de impresión:

1. La primera actividad es revisar el programa de producción en donde se ve el consecutivo de las órdenes de producción a trabajar durante la jornada.
2. Posterior a la revisión del programa, se toma la orden de producción que corresponda y se verifican las características del producto necesarias para su proceso, medias de pliego a imprimir, calidad del papel, calibre del material, colores.
3. Seguidamente, el asistente de impresión ya con la información indicada en la orden de producción, procede a buscar el papel en el área de material para impresión y trasladarlo a la entrada de la máquina.
4. El siguiente paso es buscar las planchas correspondientes al producto que se va a procesar y colocarlas en cada una de las baterías de la máquina.
5. Posteriormente, se procede a buscar las tintas que corresponden al producto a imprimir y a colocarlas en las baterías de la máquina impresora.
6. En este paso y con los insumos listos y en su lugar se inicia con el proceso de calibración y nivelación de la maquina (preparación) en donde se le da tono al producto.
7. Una vez preparada la máquina se inicia con la impresión de la orden de producción en donde finalizaría el proceso ya con la salida del producto impreso.

En el siguiente diagrama, figura 06 se detalla de manera gráfica la secuencia de actividades en el proceso de impresión de una orden de producción, así como los procesos asociados a esta operación.

Figura 06: Diagrama de proceso de impresión.



Fuente: Elaboración propia durante el trabajo de campo.

Nota: la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”** se implementaría en le área de impresión.

4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO

En este apartado se procede a recolectar todos los datos que intervienen directamente en el levantamiento de la plataforma de trabajo, aquí se abordan los datos que justifican la importancia del proyecto y se muestra un diagnóstico de la situación a nivel numérico del proceso.

Para la recolección de la información, se pide apoyo al área de mantenimiento, producción y control de calidad, se investiga sobre las capacidades teóricas de los equipos; se realiza un estudio de tiempos para evaluar la velocidad real de producción de los equipos, se define el tiempo disponible al mes con que cuenta cada equipo y se determina la cantidad de producto no conforme que sale de las máquinas en el proceso de impresión.

Paralelo a esto, se debe determinar las principales causas derivadas del no contar con una medición del proceso, para lo cual se utilizará la herramienta denominada diagrama de Pareto.

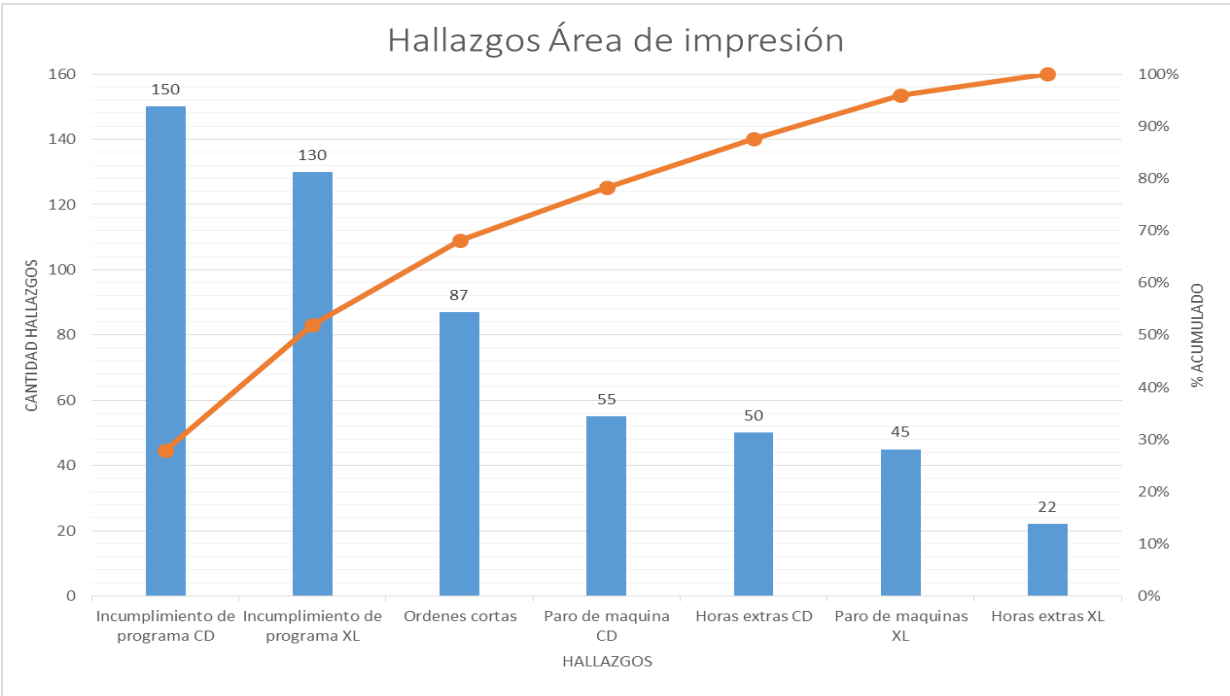
4.2.1 Causas de no contar con una correcta medición

Según el siguiente diagrama de Pareto, se pueden determinar las principales causas por las cuales se está viendo afectado el cumplimiento de las entregas de los productos a los clientes y se liga directamente con el no contar con un correcto pronóstico de salida de los productos por falta de datos certeros en el cálculo de tiempos estándar y reales de producción y es aquí donde la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”** comienza a dar valor pues será la responsable de mostrar las velocidades reales con que se están corriendo las máquinas CD102 y XL75, puesto que el incumplimiento en las entregas es una situación es muy preocupante para los directivos de la empresa pues se pierde credibilidad por parte de los clientes, se corre el riesgo de perder nuevas cuentas así

como las ya existentes y disminuye la posibilidad de aumentar la facturación al dar la impresión de que no se puede salir con los compromisos asumidos.

Seguidamente se presenta el gráfico 03 que evidencia las causas del incumplimiento en las entregas de órdenes de producción.

Gráfico 03: Causas de incumpliendo en las entregas



Fuente: Elaboración propia durante el trabajo de campo.

4.2.2 Análisis de la capacidad

Las máquinas CD102 y XL75 cuentan con una disponibilidad teórica de 554,24 horas al mes, las cuales se distribuyen en 3 turnos de 8 horas de lunes a sábado 2:00 pm de la tarde, con dicho dato se procede a sacar la disponibilidad real la cual es el total de horas disponibles

menos el tiempo de mantenimiento, tiempo de descanso, tiempos de preparación y una asignación de un 5% de Ocio, lo cual da como resultado 368,16 horas disponibles al mes para ambas máquinas, lo que representa una capacidad total general de 736,32 horas disponibles para producción limpia al mes.

Mediante la recolección de información, durante la investigación de campo, se presenta en la siguiente tabla 03 la cantidad de horas limpias al mes con que cuentan para producción las máquinas CD102 y XL75.

Tabla 03: Disponibilidad de horas máquina al mes CD102 y XL75

Actividad	Tiempo		Horas disponibles al mes		Total de horas disponible	
	Minutos	Horas	CD102	XL75	CD	XL
Descanso	45	53,70	554,24	554,24	368,16	368,16
Mantenimiento		34,66				
Preparación		70				
Ocio	5%	27,72				
Total						186,07

Fuente: Elaboración propia durante el trabajo de campo.

Con esta información se puede afirmar que la máquinas CD102 y XL75 deben de utilizar 368,16 horas al mes, menos de eso los equipos y el tiempo no se están aprovechando de manera correcta, más de eso estarían incurriendo en tiempos extraordinarios los cuales si no se justifican con picos de producción o un motivo ajeno al control del proceso, se estaría incurriendo en una mala utilización del tiempo y los recursos disponibles; para esto la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”** se

encargará de llevar el control de los paros no programados o tiempos muertos en donde a través de un gráfico de Pareto se podrá identificar dónde se está perdiendo más el tiempo, y con ello, tener una visión clara para crear los planes de acción necesarios para eliminar esos factores con un orden jerárquico de importancia, agregando un gran valor al aumento de la productividad del proceso y a la reducción de costos operativos.

4.2.3 Velocidad de máquina

Según la especificación técnica para la máquina CD102, su velocidad teórica es de 15.000 pliegos por hora, igual que para la máquina XL75, esto en condiciones óptimas de trabajo; es decir con papel estandarizado lo cual requiere de una convertidora de papel propia, cuarto de trabajado segregado y climatizado a una temperatura de 22° centígrados; estos dos rubros mencionados sería lo ideal, sin embargo representa un costo alto, el cual de momento no está dentro de los planes de la empresa realizar dicha inversión; por esta razón la Gerencia de Operaciones junto con la recomendación técnica del supervisor técnico de impresión han decidido que una velocidad razonable dentro de las posibilidades y limitaciones con que se cuentan es de 10.000 pliegos por hora para la máquina CD102 y 8.000 pliegos por hora para la máquina XL75; la diferencia en la velocidad asignada a cada máquina radica en la antigüedad de los equipos. La CD102 es más moderna, es un modelo más reciente que la XL75. La Gerencia de Operaciones ha definido esa velocidad como meta para la implementación del indicador de productividad bajo criterio experto y apoyado en la información que hasta ahora le ha facilitado la investigación echa al proceso.

En la siguiente tabla 04, se puede ver la velocidad teórica y esperada para las máquinas CD102 y XL75, según el tipo de material utilizado durante la investigación de este proyecto.

Tabla 04: Velocidad de máquinas CD102 y XL75

Máquina	Materiales tipo A	Capacidad teórica x hora	Capacidad esperada x hora
CD 102	C14	15.000	10.000
CD 102	C16	15.000	10.000
CD 102	C18	15.000	10.000
XL75	C14	15.000	8.000
XL75	C16	15.000	8.000
XL75	C18	15.000	8.000

Fuente: Elaboración propia durante el trabajo de campo.

4.2.4 Estudio de tiempos tipo

Se procede a hacer el estudio del tiempo que se tarda en imprimir una orden de producción tanto en la máquina CD102 como en la XL75, esto con el fin de poder determinar la velocidad real con que se están corriendo dichos equipos actualmente.

Para el estudio de tiempos, se toman 9 órdenes de producción en cada máquina con los tipos de materiales clasificados como tipo **A** según la Gerencia de Operaciones (**Ver Tabla 04**). Para dicha actividad se coordina con el panificador de la producción los días en que se va trabajar con la mayor cantidad de cambios, para así contar con una muestra aleatoria más amplia.

Con el estudio de tiempos, se determina el tiempo estándar que se tarda en preparar una orden para su impresión (**Ver anexo 10**), así como el tiempo estándar de corrida de máquina (**Ver anexo 8 y 9**).

Para el estudio de tiempos en ambas máquinas se toman los tipos de papel Calibre 14, 16 y 18, lo cual fue determinado por la Gerencia de Operaciones como producto A, pues son los materiales que más se producen al mes y comparten características que permiten que se corran a las mismas velocidades.

Para dicho estudio se toma las órdenes de producción programadas en las máquinas CD102 y XI75, esto se muestra en la tabla 05 adjunta.

Tabla 05: Órdenes de producción tomadas para estudio de tiempos *

Orden de producción Máquina CD102	Unidades a producir por cada orden	Orden de producción Máquina XL 75	Unidades a producir por cada orden
38148	15.000	37566	4.000
37980	20.000	37641	5.200
37788	1.800	37602	6.500
37424	9.500	37999	6.300
37495	6.300	38330	9.865
37789	1.300	38096	2.000
37427	42.000	37647	3.200
38058	8000	37566	17.000
38820	5000	38035	4.300

Elaboración propia durante el trabajo de campo.

*Se tomaron 9 muestras debido al tiempo disponible para la realización del proyecto, sin embargo se validó con el criterio experto del supervisor técnico de impresión como una representación confiable para dicho estudio.

El plan del estudio de tiempos se determina con una variación del ritmo de trabajo de un 85% en donde el obrero domina su actividad, trabaja sin presión pero es constante en sus actividades, no pierde tiempo, logra un nivel de calidad y precisión de su trabajo aceptable, además se asigna un 9% en suplementos para que los operadores y sus asistentes puedan realizar algunas actividades extra laborales como ir a servicio sanitario etc. Con estos datos, se determina que la velocidad de giro estándar de la máquina XL75 para los productos que se corren con los materiales tipo A es de **7.304,27** unidades x hora, **659,73** pliegos menos que la meta definida por los Gerencia de Operaciones, que si se parte del hecho de que la máquina tiene disponibles **368, 16** horas al mes, se puede afirmar que esta máquina está dejando de producir **242 886,19** pliegos al mes. En el caso de la máquina CD102, su velocidad de giro estándar según el estudio y con los materiales clasificados como tipo A es de **9 254, 90** unidades por hora, **745** pliegos menos que la meta definida por los Gerencia de Operaciones. Si igualmente en cuanto a la XL75, se parte del hecho de que la máquina tiene disponibles **368,16** horas al mes, se puede afirmar que esta máquina está dejando de producir **274 279,2** pliegos al mes. Con la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”** y mediante su gráfico de control de productividad, se podrá determinar cuál máquina no está alcanzando la meta establecida y cuál sí, así como su operario; también arrojará el porcentaje que faltó para llegar a la meta o bien el porcentaje en que esta se rebasó, con lo cual se tendrían dos posibles escenarios, 1- se tendrá claro en caso de incumplimiento donde enfocar planes de mejora, se podrá buscar causas del porque por máquina u operario no cumplen la meta dada; con ello se aumenta el aporte de valor del área de impresión hacia los resultados que espera la empresa, 2- se podrían implementar planes de incentivos por el cumplimiento de las metas, hacer actividades de reconocimiento a los colaboradores destacados, etc., con ello se activaría una competitividad sana entre colaboradores lo cual se transformaría en beneficios para la empresa.

Nota: Para ver el estudio completo de los tiempos tipo ver anexos 9 y 10.

A continuación en las tablas 06 y 07 se muestran los resultados del estudio de tiempos para las máquinas XL75 y CD102, en dichas tablas se puede detallar el tiempo de preparación de las máquinas y las unidades por hora de cada una según el estudio.

Tabla 06: Resultados de medición de tiempos tipo máquina XL75

Resultado del estudio de tiempos									
Máquina	Op	Tiempo de preparación	U/m	Tiempo de giro de máquina					Velocidad Máquina estándar
				Unid	Tiempo	U/m	Cambio a horas	Velocidad Maq x h	
XL 75	37566	59,57	Minutos	4.000	32,86	Minutos	0,55	7.303,71	7.340,27
	37641	59,57	Minutos	5.200	43,98	Minutos	0,73	7.094,13	
	37602	59,57	Minutos	6.500	54,45	Minutos	0,91	7.162,53	
	37999	59,57	Minutos	6.300	49,21	Minutos	0,82	7.681,37	
	38330	59,57	Minutos	9.865	76,68	Minutos	1,28	7.719,09	
	38096	59,57	Minutos	2.000	16,51	Minutos	0,28	7.268,32	
	37647	59,57	Minutos	3.200	27,63	Minutos	0,46	6.948,97	
	37566	59,57	Minutos	17.000	130,96	Minutos	2,18	7.788,64	
	38035	59,57	Minutos	4.300	38,1	Minutos	0,64	6.771,65	
Total				58.365	470,38	Minutos	7,84		

Fuente: elaboración propia durante el trabajo de campo.

Tabla 07: Resultados de medición de tiempos tipo máquina CD102

Resultado del estudio de tiempos									
Máquina	Op	Tiempo de preparación	U/m	Tiempo de giro de máquina					Velocidad Máquina estándar
				Unid	Tiempo	U/m	Cambio a horas	Velocidad Maq x h	

CD102	38148	59,57	Minutos	15.000	99,57	Minutos	1,66	9.038,87	9,254,90
	37980	59,57	Minutos	20.000	145,33	Minutos	2,42	8.257,07	
	37788	59,57	Minutos	1.800	11,28	Minutos	0,19	9.574,47	
	37424	59,57	Minutos	9.500	49,21	Minutos	0,82	11.583,01	
	37495	59,57	Minutos	6.300	49,41	Minutos	0,82	7.650,27	
	37789	59,57	Minutos	1.300	6,92	Minutos	0,12	11.271,68	
	37427	59,57	Minutos	42.000	316,04	Minutos	5,27	7.973,67	
	38058	59,57	Minutos	8.000	54,45	Minutos	0,91	8.815,43	
	38820	59,57	Minutos	5.000	32,86	Minutos	0,55	9.129,64	
Total				108.900	765,07	Minutos	12,75		

Fuente: elaboración propia durante el trabajo de campo.

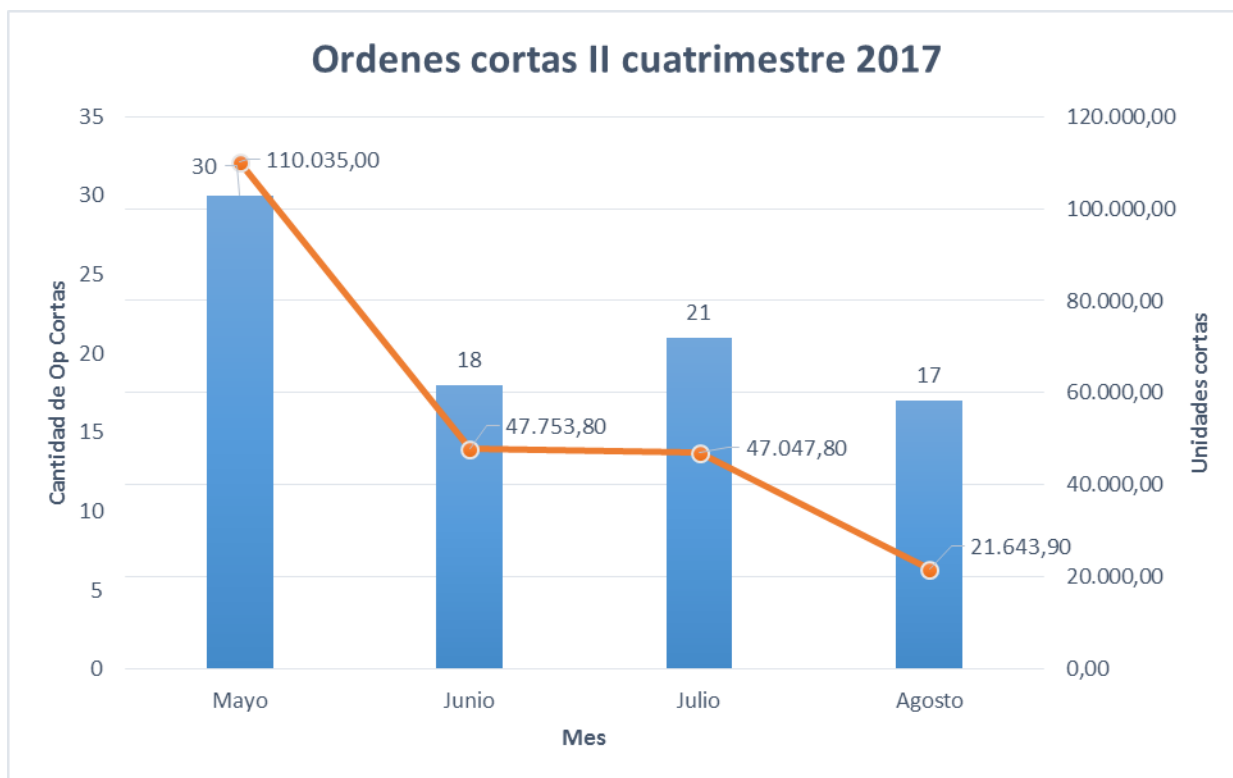
4.2.5 Estudio de la calidad

Actualmente se determinó que para los materiales en cuestión calibre 14, 16 y 18 existe una cantidad de 1000 pliegos de defectuoso, denominada mácula la cual se carga a la orden de producción como adicional o excedente de material; dicha mácula se utiliza al inicio de la producción, es decir desde el proceso de impresión y hasta el final de la de la operación

del producto, esto con el fin de que la orden de producción no quede corta y llegue incompleta al cliente. No obstante, a pesar de que la mácula fue creada para evitar que el cliente se vea afectado ante un posible faltante de producto, el tema de órdenes cortas sigue generando inconvenientes, pues no se ha podido erradicar por completo, produciendo órdenes que quedan cortas al final. Esta situación no solo genera un descontento para el cliente que está esperando su producto completo, sino que también genera un costo muy elevado para producción al tener que preparar una orden nuevamente activando todas las operaciones para su fabricación. El costo de reproceso es variable pues depende de la cantidad que se deba reprocesar y de los acabados del producto, sin embargo a como puede ser un costo bajo, también puede convertirse en un alto costo por concepto de reproceso.

Es importante aclarar que los órdenes cortas mostradas en el siguiente gráfico 04 no son un reflejo de rechazos internos hechos por el departamento de control de calidad si no que obedecen a órdenes cortas por salida de no calidad de la máquina y lo cual al no detectarse a tiempo provoca que se generen reprocesos.

Grafico 04: Órdenes cortas en el último cuatrimestre 2017



Fuente: Según base de datos de ordenes cortas de la empresa productora de cajas plegadizas.

Según los datos del gráfico expuesto, en el último cuatrimestre se afectaron un total de **86** órdenes cortas lo que representó **226 480** unidades que no fueron entregadas a tiempo al cliente por concepto de faltante. Lamentablemente para este análisis no se cuenta con el monto del costo que representan las órdenes con faltante, pues es un dato que aún no se está cuantificando por parte la empresa.

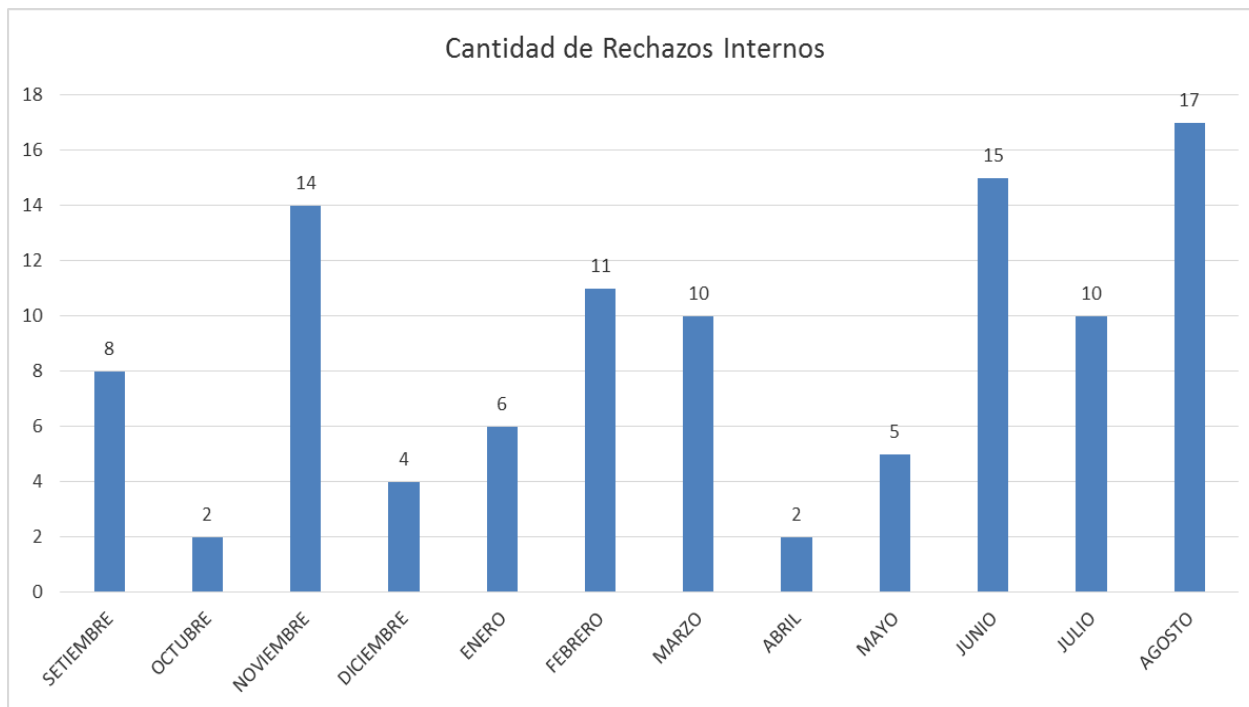
Ante esta información, es necesario poder medir la cantidad de producto no conforme que sale directamente de las máquinas ya que si bien calidad lleva un control de lo que los clientes están rechazando y un control de los rechazos internos, estos no reflejan lo que la máquina está generando como producto no conforme; es decir, las unidades malas que salen de los equipos, no necesariamente se van a ver cuantificadas debido al incumplimiento de especificaciones de calidad y al final provocan órdenes cortas y entregas con faltante al

cliente o reprocesos para completar el pedido. También en este punto la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”**, le facilita el accionar al Gerente de Operaciones y su equipo de trabajo ya que la herramienta le muestra, en el momento requerido, las unidades malas que se están generando en cada máquina, así como el operario involucrado en ese rubro, con lo cual se podría prevenir a tiempo que las órdenes lleguen con faltante a la operación final; con ello se elimina la posibilidad de tener altos costos por reprocesos y lo más importante, garantizar que el cliente reciba su orden completa.

Seguidamente se exponen los resultados de la no calidad a nivel de rechazos internos que se convirtieron en reposiciones de producto, lo cual sí está siendo medida por parte del departamento de Aseguramiento de la Calidad desde el último periodo de cierre fiscal 2016 hasta agosto del 2017. Los datos que se van a mostrar a continuación, representa la cantidad de órdenes de producción que sufrieron un rechazo interno por parte de control de calidad así como el monto que representa para la empresa dicho rechazo generado por una orden de reposición.

En el siguiente gráfico 05 se expone el comportamiento de los rechazos hechos por el departamento de control de calidad en el periodo comprendido entre setiembre del 2016 y agosto del 2017.

Gráfico 05: Cantidad de órdenes rechazadas setiembre 2016 a agosto 2017

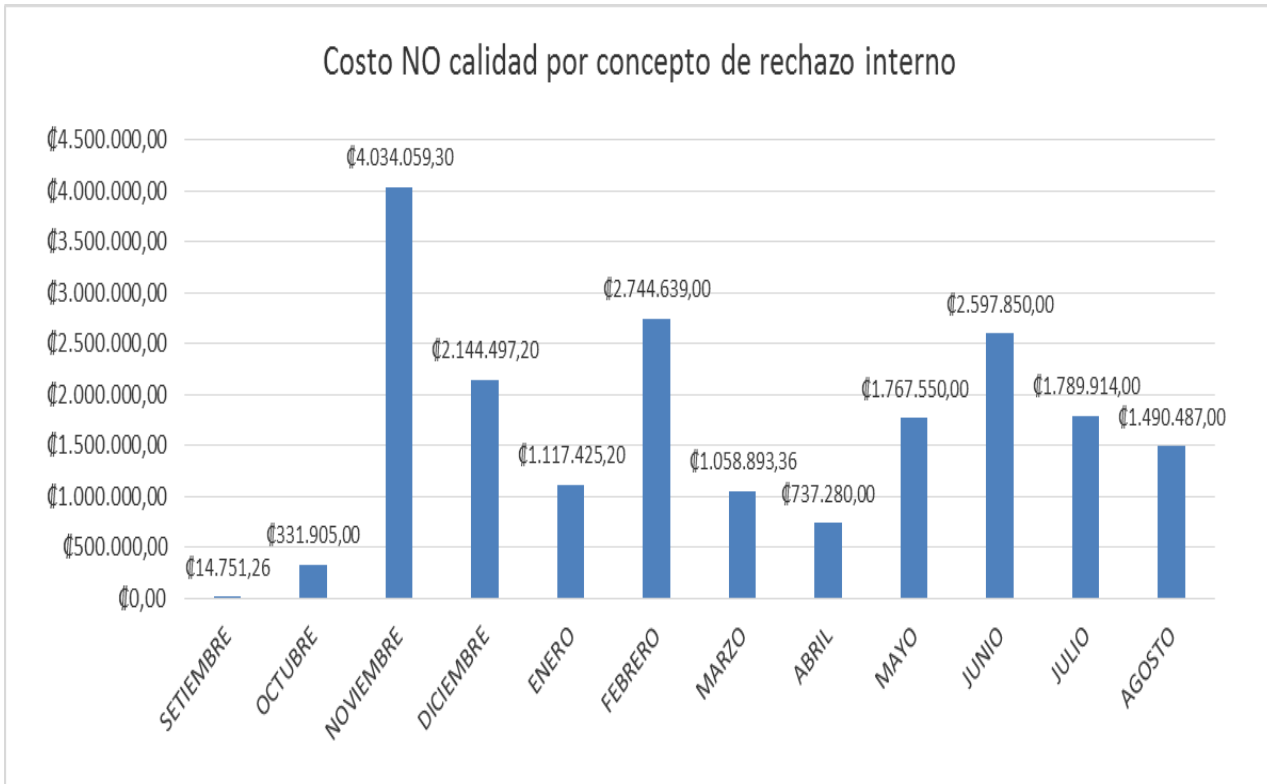


Fuente: Según base de control de reposiciones de la empresa productora de cajas plegadizas.

En total para este periodo se vieron afectadas 104 órdenes de producción que se convirtieron en reposiciones.

En el siguiente gráfico 06 se muestra el costo mensual que representó la no calidad por concepto de reposiciones en el periodo comprendido entre setiembre del 2016 a agosto del 2017.

Gráfico 06: Costo de reposiciones por concepto de órdenes rechazadas setiembre 2016 a agosto 2017.



Fuente: Según base de control de reposiciones de la empresa productora de cajas plegadizas.

El costo total por concepto de reposiciones para el periodo de setiembre 2016/agosto 2017 corresponde a ¢ 19.829.251.32 colones.

Como conclusión del estudio que se le realizó al producto no conforme que sale de la fabricación de cajas plegadizas, se puede afirmar que hay una gran oportunidad de mejora en cuanto a costos de reproceso, de los cuales no se está cuantificando los que se están regenerando de la salida de las máquinas, al no contar con una medición que arroje dicha información y es ahí donde nuevamente la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”**, hace su aporte de valor pues al tener datos sobre la no calidad que está saliendo de las máquinas se puede costear estos rubros lo que

enfocarían las estrategia de mejora de otras áreas de la empresa como puede ser caso del departamento de Aseguramiento de la calidad y hasta el de planificación estratégica.

4.2.6 Entrevistas hechas al área administrativa y operativa.

En el área admirativa se realizaron varias entrevistas al Gerente de Operaciones y al Supervisor técnico de impresión, con el fin de conocer cómo se controla el proceso de impresión, lo cual da como resultado que no había ningún control del proceso en materia de eficiencia; se manifestó que el crecimiento acelerado de la empresa no había permitido la creación de una plataforma de control del proceso a nivel de producción y que el indicador para asegurar que la empresa cumple con su objetivo de producción, es la facturación en el mes *versus* la meta que proponía la Gerencia General. Este resultado deja un enorme vacío en tema de control de las operaciones y por otra parte abre una enorme puerta de oportunidades de mejora ya que el control de mudas es palpable a todo nivel según los resultados de las entrevistas hechas a la administración.

Por otra parte, se procedió a entrevistar al personal operativo por medio de conversaciones uno a uno y a través de una pequeña encuesta (**ver anexo 11**) dirigida hacia la extracción de información propiamente del escenario de trabajo ya dejando de lado lo administrativo y enfocándose más en lo operativo desde el punto de vista de los propios protagonistas. En el área operativa se entrevistó a un total a 13 colaboradores del área de impresión, con el fin de obtener la mayor cantidad de detalles relacionados con temas de productividad, calidad y el cómo manejan el control de los tiempos muertos los cuales van ligados al correcto aprovechamiento de la disponibilidad de las máquinas y el personal,

De las entrevistas hechas al personal operativo de impresión, el 100% manifestó que no posee ningún tipo de control de la productividad en su área de trabajo, el 85% indicó que la calidad de salida de la máquina no se mide, que las unidades malas salidas de estas se clasifican como mácula y no se cuantifica ni se reporta en ninguna parte; no obstante hace la

salvedad de que la mácula se segrega del proceso para no contaminar el producto determinado como conforme y que fue aprobado por el departamento de control de calidad; el otro 15% no se identificó con el concepto de control de calidad; por último, el 100% de los encuestados no tiene conocimiento del concepto de control de disponibilidad de los equipos y personal, por lo cual no se obtuvo información con respecto a este rubro aun cuando se explicó y se trató de aclarar dicho concepto lo que deja en evidencia que nunca se ha realizado dicha actividad, con la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”**. Esta es una carencia de control de solvencia ya que la empresa contaría con indicadores de control de productividad, control de tiempos muertos, calidad y disponibilidad, suficientes datos e información para hacer grandes estrategias de mejora en el área de impresión.

En la siguiente tabla 08 se muestra el resultado a la encuesta realizada al personal operativo del área de impresión.

Tabla 08: Resultados de la encuesta realizada al personal operativo del área de impresión

Encuesta al personal operativo del proceso de producción		Cantidad encuestados	Si	No	No Opina
1-	Cuenta con documentación que controle las actividades diarias de su área.	13		13	
2-	Se lleva algún indicador o gráfico que muestre los resultados de producción de su área.	13		13	
3-	Conoce las metas de producción a las que debe de llegar.	13		13	
4-	Sabe cuál es la velocidad estándar a la que debe de correr su máquina.	13		13	
5-	Reporta las unidades no conformes que salen de su máquina.	13		11	2
6-	Cuenta la cantidad de unidades no conformes que salen de su máquina.	13		11	2
7-	Reporta los paros de máquina.	13		13	

8- Se cumplen los tiempos establecidos en el programa de producción de su máquina.	13		13	
9- Sabe cuántas horas tienen disponibles para producir.	13		13	
10- Sabe cómo se mide la disponibilidad de su máquina.	13		13	

Fuente: elaboración propia durante el trabajo de campo

4.2.7 Revisión documental del área de impresión.

Se procedió a hacer una revisión minuciosa de la documentación del área de impresión y se obtuvo como resultado que no existía nada que indicara cómo se llevó anteriormente el control de la productividad, la calidad y la disponibilidad de las máquinas ni el personal; es decir, no se encontró evidencia documental de que se haya medido anteriormente la eficiencia de los equipos, solo se pudo rescatar un documento sobre las descripciones de las actividades que se deben de realizar en el área de impresión, lo cual nunca fue implementado. Sin embargo, se utilizó como referencia para crear el registro de control de OEE; asimismo, se pudo identificar la existencia del procedimiento de impresión de una orden de producción, el cual se aprovechó como guía para la creación del diagrama de flujo del proceso; por último, se encontró documentación de control de calidad del área de impresión que propiamente pertenece al departamento de aseguramiento de la calidad de la empresa y que, para el fin del desarrollo del proyecto, se aprovechó para ampliar más la perspectiva del área de trabajo a nivel de control de calidad. Con respecto a este tema, se procede a crear toda la documentación necesaria para manejar exitosamente la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”**; se procede a crear la plataforma en Excel, un procedimiento del uso de la herramienta y el registro de captura de datos, para que la empresa cuente con la metodología documental para que el proyecto y herramienta perdure en el tiempo.

4.2.8 Cálculo de OEE.

Seguidamente se explica a modo de ejemplo y con fines didácticos, paso a paso, cómo se calculan los tres factores que al final arrojan el porcentaje de OEE, así como el cálculo del mismo OEE.

5.2.1 Cálculo de la productividad.

Para este cálculo se toma una velocidad estándar, definida por criterio experto de los representantes técnicos de la compañía, la cual corresponde a 10.000 pliegos por hora, esta cifra será la meta por alcanzar mensualmente para cada máquina; asimismo, se compara con la velocidad de producción a la realmente corren los equipos, según los datos obtenidos del proceso a fin de cada mes. Con esta relación, se obtiene el porcentaje de productividad mensual del proceso. Se aclara que dicha relación se puede hacer convirtiendo las velocidad de las máquinas por hora, en unidades producidas al mes, lo que también puede ser una manera de sacar la productividad; queda a criterio del usuario final determinar cómo quiere ver la información. El siguiente ejemplo se hace con la velocidad de máquina por hora.

Ejemplo:

$$\text{Productividad} = \frac{9000}{10000} \times 100 = 90\%$$

Velocidad real de máquina

Velocidad esperada de máquina

5.2.2 Cálculo de la disponibilidad.

Para el cálculo de la disponibilidad de los equipos, se toma la cantidad total de horas disponibles asignadas en el mes y se compara entre la cantidad de horas reales utilizadas por

cada máquina. Es importante tomar en cuenta que las horas disponibles asignadas a cada máquina para la medición de la disponibilidad no contempla los tiempos de preparación, descansos, y un 5% de ocio, esto con el fin de que el dato a medir sea una asignación de horas limpias.

Ejemplo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{324}{400} \times 100 = 81\%$$

Horas utilizadas en el mes

Horas disponibles en el mes

5.2.3 Cálculo de la calidad.

La calidad se calcula tomando en cuenta la cantidad de unidades que produce la máquina en el mes, según las órdenes de producción, a las que se le resta la cantidad de unidades que se reporta como defectuosas en cada orden de producción y posteriormente se hace la comparación de lo bueno obtenido en el mes, entre lo que se produjo, con lo cual se obtiene el porcentaje de no calidad.

Ejemplo:

Unidades producidas = 1000

Unidades defectuosas = 150

Total de unidades buenas = 850

$$\text{Calidad} = \frac{850}{1000} \times 100 = 85\%$$

Unidades buenas

Unidades producidas

Una vez obtenidos los tres valores en cuestión, se procede a multiplicar dichos valores para así obtener el porcentaje de eficiencia de los equipos.

Ejemplo:

Productividad = 90%

Disponibilidad = 81%

Calidad = 85%

OEE = 90% x 81% x 85% =



61,96%

CAPÍTULO V

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN

Según los datos expuestos, se evidencia la necesaria implementación de una serie de propuestas para mejorar el control del área de impresión, entre lo que destaca como principal, la creación de un sistema que le brinde información a la empresa para su correcta orientación hacia un camino de crecimiento y desarrollo como el que está trazando la Gerencia General, para lo cual se crea la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas plegadizas”**, para empezar con lo que cumpliría con el objetivo extraer información valiosa del proceso de impresión y transformarla en control y por ende en planes de mejora y rentabilidad para organización. Otra propuesta importante que se plantea, es la compra de una máquina convertidora de papel, la cual tendría como beneficio la estandarización del papel con que se imprimen las órdenes de producción. Ello es un factor muy importante para agilizar dicho proceso; por último, se propone implementar un cuarto climatizado a 22°C para poder controlar todas las variables que intervienen a nivel ambiente en la impresión de una orden producción. Estas últimas dos propuestas nacen del estudio técnico hecho al área de impresión, levantamiento de información por parte del criterio experto del supervisor de impresión, Gerente de Operaciones y Gerencia General.

A continuación en la tabla 09 se presenta una Cuadro resumen de las propuestas mencionadas hechas a la empresa fabricante de cajas plegadizas.

Tabla 09: Cuadro resumen de propuestas a empresa fabricante de cajas plegadizas.

Cuadro resumen de propuestas			
Propuesta	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuándo?
Implementar herramienta para el control del OEE	Estudiante de la Universidad Hispanoamericana	Área de impresión	Octubre 2017
Compra de convertidora de papel	Gerente General/ Gerente de Operaciones	Planta de producción	Entre 2018 y 2020
Acondicionamiento cuarto climatizado a 22°C	Gerente de Operaciones	Área de impresión	2018

5.2 OEE

El OEE diseñado para la empresa fabricante de cajas plegadizas, se basa en el cálculo de la disponibilidad, la productividad y la calidad del proceso, que al final arroja un porcentaje de eficiencia general de la maquinaria industrial, proceso y personal, al multiplicar los tres valores obtenidos de la medición de la productividad, la disponibilidad y la calidad; esta meta por alcanzar será para dicha empresa, un 85% de OEE en un periodo comprendido de 2 años posterior a la implementación de la herramienta, con lo cual se clasifica a una empresa de buena competitividad, y a la par de las de clase mundial. **(Ver tabla 05).**

5.3 HERRAMIENTA PARA EL CÁLCULO DEL OEE

La **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”**. Esta será desarrollada en Excel en donde se harán los ingresos de los datos capturados en el registro de control de OEE ubicado en las máquinas sometidas a estudio, para lo cual se procedió al entrenamiento del personal involucrado en esta actividad, (operarios y asistentes de impresión (**Ver Anexos 03 y 04**); dicha herramienta contará con una plataforma para el ingreso de los datos capturados en el registro antes mencionado, lo cual posteriormente transformará los datos en gráficos de control de proceso e información valiosa para la toma de decisiones, ello facilitará la ejecución de planes y proyectos de mejora al proceso de impresión de la empresa. El impacto de la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”**, recaerá directamente en el control y seguimiento para el aumento de la productividad que se espera sea de al menos de un 30%. Con el control y seguimiento de la calidad de salida de las máquinas se espera disminuir a 0% las órdenes cortas por unidades que salen no conformes de las máquinas y no se controlan; esto se espera lograr en los primeros 4 meses de implementación. Al respecto, esta mejora impacta directamente a la disminución de los reprocesos y beneficia la satisfacción del cliente al recibir su producto completo y a tiempo; por último, se le da control y seguimiento a los tiempos no efectivos de la operación de impresión, los cuales disminuyen la utilización de los equipos y afectan su disponibilidad, lo cual incurre en bajos rendimientos, pagos de tiempos extraordinarios, incumplimiento en las fecha de entrega, desgaste del personal y equipos; en fin, una serie de mudas que solo generan grandes cantidades de grasa en el proceso de impresión. Se espera que por medio del control y seguimiento de la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”**, la disponibilidad de las máquinas aumente en un 80% en los primeros 3 meses, posterior a su implementación y que llegue al 100% en su primer año de implementada.

5.3.1 Como opera la “Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”.

En la pestaña uno del archivo de Excel se presenta un menú, el cual facilita el desplazamiento por los diferentes apartados de la herramienta; en la pestaña dos, estarán los códigos, nombres de colaboradores, máquinas, tiempos estándar, causas de paros de máquina programados y no programados, defectos de calidad etc.; asimismo, en la pestaña tres, se presenta la plataforma de ingreso de datos. En la pestaña cuatro, se presenta el gráfico que mide el alcance de la productividad en el mes (Análisis de giro de máquina); en la pestaña cinco, se expone el gráfico que muestra el resultado de la calidad en el mes; en la pestaña seis, como valor agregado, se presenta una gráfico que facilitará el seguimiento a los tiempos muertos de cada máquina. En la pestaña siete, se concluye con la extracción del valor del OEE alcanzado en el mes y, por último, en la pestaña ocho, se encuentra un resumen de las principales acciones durante el mes pensado para que la Gerencia de Operaciones tenga una visión rápida de lo más relevante del periodo.

Para la captura de la información la herramienta, cuenta con una plataforma de fácil uso, en la cual el encargado de digitar la información deberá completar una serie de casillas indispensables para la transformación de los datos. Las casillas a rellenar serán las que se muestran en la figura 07 adjunta.

Figura 07: Plataforma de ingreso de datos.

MES	COD	Fecha	OP	Cantidad Producción	Unidades Malas	INICIO DE PREPARACION	FIN DE PREPARACION	TIEMPO DE PARO NO PROGRAMADO	Motivo de paro no programado	TIEMPO DE DESCANZ	H/ INICIO MAQUINA GIRANDO	H/ FIN MAQUINA GIRANDO	T PARO PROGRAM ADO	Paro Programado	Tiempo Horas Extras

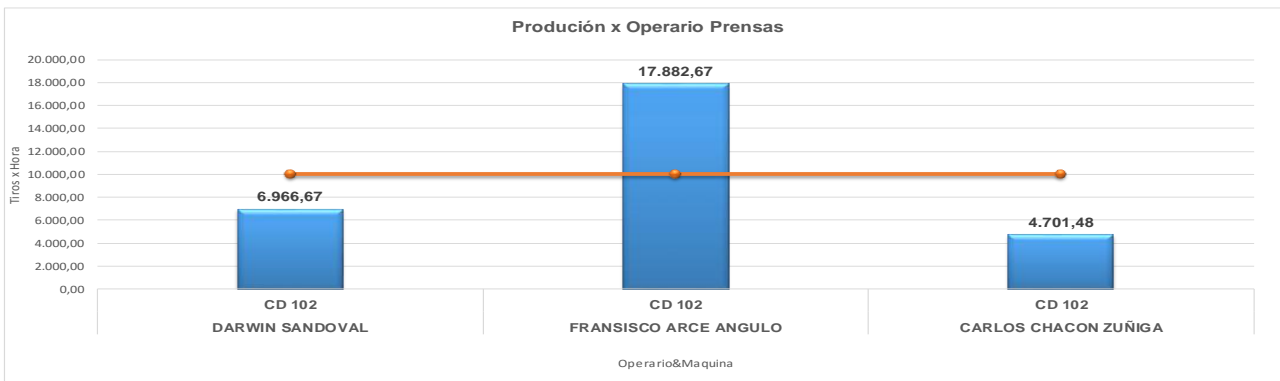
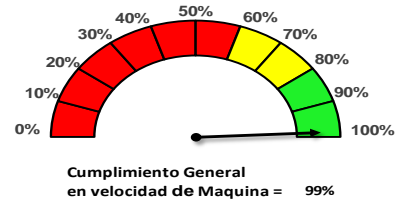
Fuente: Elaboración propia durante trabajo de campo.

De la herramienta se podrá extraer un gráfico de seguimiento a la velocidad de la máquina, el cual hará mensualmente un comparativo entre máquina y operario versus estándar o meta establecida, aparte dará el resultado de la productividad de cada equipo en términos de pliegos por hora en el mes, con lo cual muestra el alcance de cada operario en cuanto a velocidad así como el porcentaje de cumplimiento en relación con la meta; los resultados indicados anteriormente se podrán evaluar individual o grupalmente, según lo amerite la necesidad del personal a cargo del análisis.

A continuación se presenta el gráfico 07 con que se dará seguimiento a la velocidad de la máquina mensualmente el cual será expuesto en la pizarra informativa del área de impresión mes a mes.

Gráfico 07: Seguimiento a la velocidad de la máquina

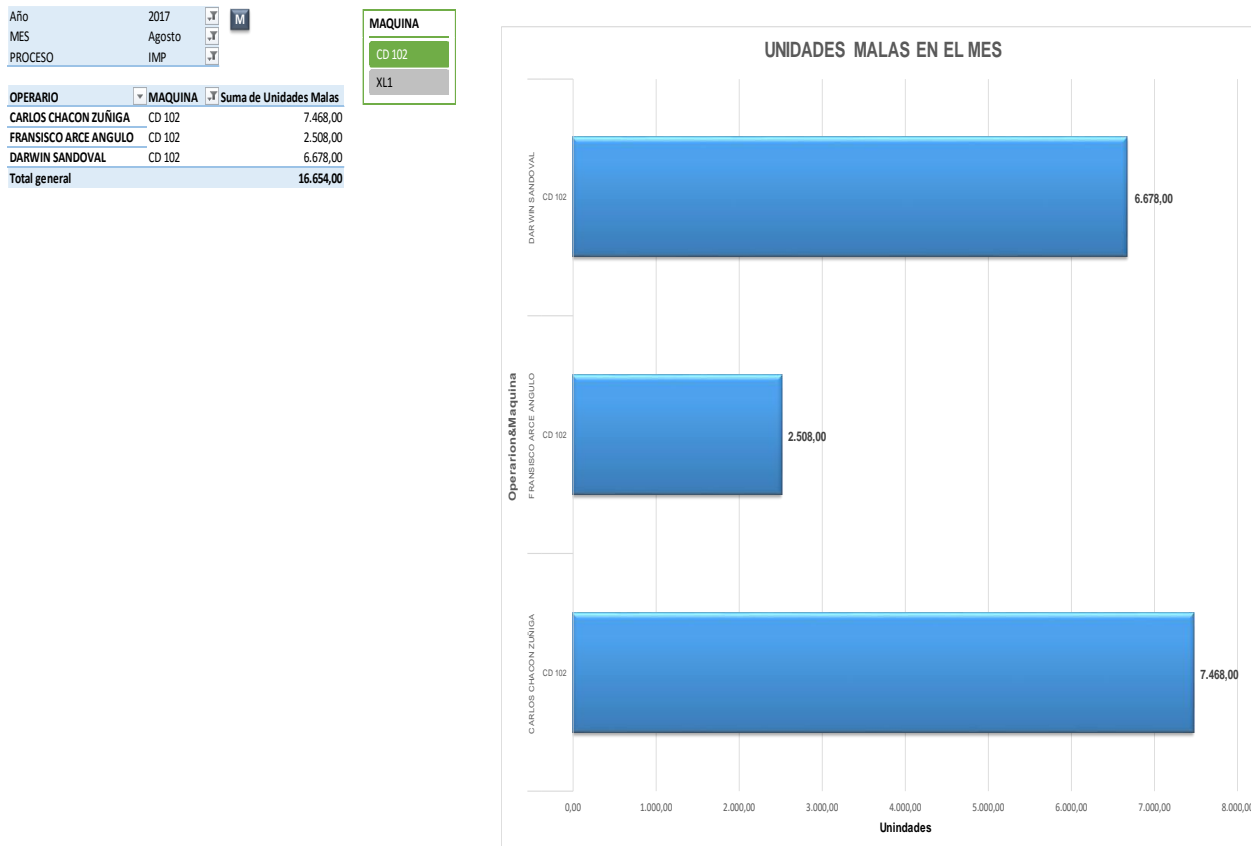
Año	2017	MAQUINA	
MES	Agosto	CD 102	XL1
PROCESO	IMP		
Valores			
OPERARIO	MAQUINA	Promedio de UNIDS PROD X HORA	Promedio de TEDC
DARWIN SANDOVAL	CD 102	6.966,67	10.000,00
FRANSISCO ARCE ANGULO	CD 102	17.882,67	10.000,00
CARLOS CHACON ZUÑIGA	CD 102	4.701,48	10.000,00
Total general		9.850,27	10.000,00



Fuente: Elaboración propia durante trabajo de campo.

También se expondrá el cumplimiento de la calidad de salida de los quipos lo cual, igual que la productividad, se presenta con un gráfico que muestra las unidades defectuosas de cada equipo, así como el operario con más participación en las no conformidades en el mes sometido a revisión. Dicho gráfico se representa a continuación con el número 08 y será el que se exponga en la pizarra informativa en el área de impresión mes a mes.

Gráfico 08: Cumplimiento de Calidad de los equipos



Fuente: Elaboración propia durante trabajo de campo.

Un tercer gráfico muestra los tiempos muertos de cada equipo, registrados durante el mes en revisión, con lo que se podrán enfocar estrategias de trabajo a los puntos con mayor incidencia, con ello se cuenta con una herramienta que impulsa planes de mejora al proceso de impresión, con un diagnóstico ágil y fácil de interpretar.

En el siguiente gráfico 09 se muestra la manera cómo se expondrá la información correspondiente a los tiempos muertos en la pizarra informativa del área de impresión mes a mes.

Gráfico 09: Tiempos muertos de los equipos

M

PROCESO

IMP	#N/A
(en blanco)	

Año 2017

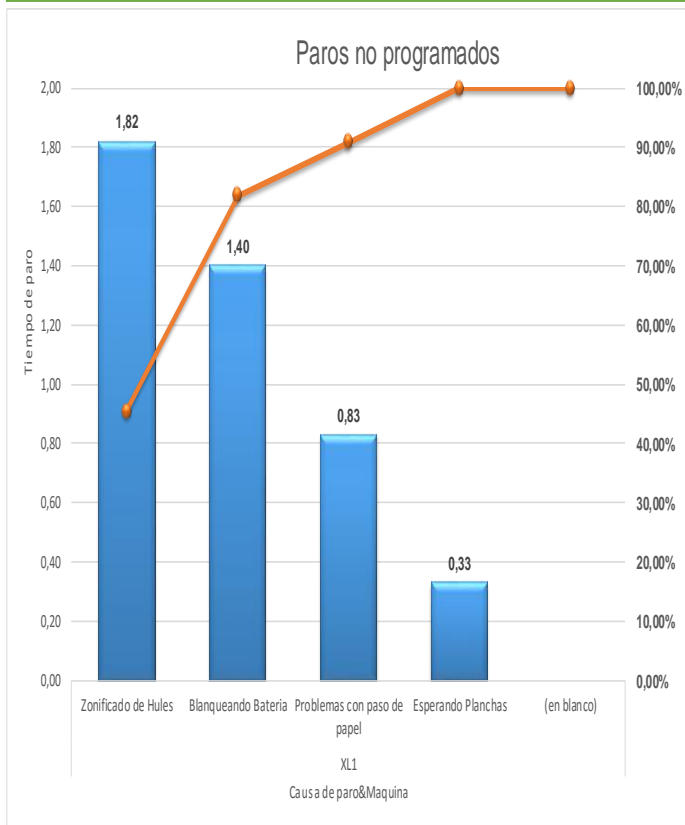
MES Agosto

PROCESO IMP

MAQUINA	Motivo de paro no programado	HORAS PARO NO PROGRAMADO	% Paro no programado
XL1	Zonificado de Hules	1,82	45,45%
	Blanqueando Bateria	1,40	81,82%
	Problemas con paso de papel	0,83	90,91%
	Esperando Planchas	0,33	100,00%
	(en blanco)		100,00%
Total XL1		4,38	
Total general		4,38	

MAQUINA

CD 102	XL1
--------	-----



Fuente: Elaboración propia durante trabajo de campo.

5.4 Implementación de la herramienta OEE

Para la implementación de la herramienta se procede a capacitar (**Ver anexo 03**), primeramente al personal de impresión en el llenado del registro de control OEE (**Ver anexo 01**); el cual fue creado y pensado para que sea de fácil interpretación y manejo tanto por el operario de impresión como su asistente, de tal manera que no presentara algún tipo de dificultad en su llenado ni que pudiera convertirse en un atraso en las actividades propias de la operación. Posteriormente, se procede a entrenar a la persona designada por la Gerencia de Operaciones para realizar el ingreso de datos a la herramienta, el uso de los gráficos implementados y la extracción del OEE. Este será presentado mensualmente a la Gerencia de Operaciones y colocado en la pizarra de información del área de impresión (**Ver anexos 05 y 06**), y pasa luego a una breve explicación con el personal del área involucrada para que se den por enterados de los resultados obtenidos.

En el caso de que no se cumpla con las metas establecidas, se deben tomar acciones por parte del comité de mejora, con lo cual se generarían planes de acción sobre los resultados negativos y de esta manera activar el ciclo de mejora del proceso. Por otra parte, la Gerencia de Operaciones acepta la propuesta de trabajar en la creación de un sistemas de incentivos que de alguna manera aporte una competitividad sana entre los colaboradores y que, por otra parte, se vean recompensados los esfuerzos adicionales por alcanzar los objetivos indicados.

5.5 Procedimiento para el control de OEE

Como soporte adicional a la implementación, se procede a crear un procedimiento con sus correspondientes registros (**Ver Anexos 01 y 07**) que explique cómo debe trabajarse el registro de control de OEE y la herramienta control de OEE, el cual sirve como material de consulta y guía; con ello se deja un respaldo para futuras capacitaciones y entrenamientos a personal de nuevo ingreso y se garantiza que la empresa cuenta con material de consulta, de ser requerido. Dicho procedimiento se creó bajo los formatos establecidos por la empresa por lo que una vez implementado, pasó a ser parte del sistema de gestión de calidad, y es validado por el departamento de Aseguramiento de la calidad.

5.6 Compra de convertidora de papel y climatización de cuarto de impresión a 22°C

Según lo manifestado por el Gerente de Operaciones, no se ha hecho un planteamiento a la Gerencia General sobre la factibilidad de inversión de estas propuestas; igualmente menciona que dentro del presupuesto del área de operaciones no está asignada una partida como para hacer la inversión en este momento; sin embargo, se hace la salvedad por parte del Gerente que una vez que cuente con datos reales del proceso de impresión, podría iniciar con el levantamiento de la propuesta formal a la Gerencia de General; asimismo, está anuente a facilitar los recursos necesarios y apoyar las propuestas dadas siempre y cuando cuente con un fundamento aceptable y se demuestre su viabilidad.

5.7 Pruebas piloto

La primera medición del OEE del mes de octubre arrojó un 55,33% de eficiencia de los equipos, es decir el OEE presentado es inaceptable ya que este primer diagnóstico dice que la empresa está teniendo fuertes pérdidas en el área de impresión y esa área no es competitiva actualmente (**Ver tabla 05**). Estos son los puntos más importantes a mejorar el factor de la disponibilidad y el de la productividad para lo cual se le hace la acotación a la Gerencia de Operaciones de seguir con las propuestas de inversión en la compra de una convertidora de papel y la climatización del cuarto de impresión, así como el inicio de inmediato del levantamiento de planes de acción asociados a los factores que están generando tan alta desviación.

Con la compra de la convertidora y la climatización del cuarto de impresión, se espera aumentar la productividad del departamento y aumentar las horas productivas de las máquinas, mejorando así los factores de disponibilidad y productividad; es decir, se estimaría pasar de la meta establecida en este momento de 10.00 pliegos por hora para la máquina CD102 a 13.000 pliegos por hora, con lo cual se aumenta en un 30% su productividad, y para la XL75 se esperaría un aumento de un 37,5% y se pasaría de una producción de 8.000 pliegos por hora, según el estándar actual, a 11.000 pliegos por hora.

En la tabla 08 se expone la cantidad de pliegos y la cantidad de órdenes que produce la empresa con los estándares actuales y la cantidad de pliegos y órdenes que puede llegar a producir con la inversión en la compra de la máquina convertidora de papel y la climatización del cuarto de impresión.

Tabla 10: Cantidad de pliegos anuales maquina CD102 y XL75

Cantidad de pliegos Anuales					
Máquina	Horas disponibles al año	Pliegos x hora	Total de pliegos al año	Ordenes al año	Aumento de órdenes de producción al año
CD102	4.417,92	10.000	44.179.200	1.800	1.080
CD102	4.417,92	13.000	57.432.960	2.340	
XL75	4.417,92	8.000	35.343.360	1.440	
XL75	4.417,92	11.000	48.597.120	1.980	

5.7 Análisis económico del diseño

La implementación por sí sola le cuesta a la empresa \$ 23.373,52 al año.

El costo de inversión de la convertidora de papel es de que \$ 670.428,00

Costo de la inversión del cuarto climatizado a una temperatura de 22°C es de \$ 34.509,20

Como beneficios de pasar de 10.000 pliegos por hora en la máquina CD102 y de 8,000 mil pliegos por hora en la XL75 a 11.000 mil pliegos por hora, se contaría con 1080 órdenes de producción de más al año, con un beneficio económico de \$ 2 000.000,00 anuales; dada esta información se tendría una ganancia anual de \$ 1 408.974,03 para un retorno de la inversión en 1, 88 años.

En la tabla 09 se presenta el resumen del análisis financiero.

Tabla 11: Análisis financiero del proyecto

Análisis financiero del proyecto	
Inversión inicial	\$ 750.019,74
Gastos Anuales	\$ 41.006,23
Ingresos anuales	\$ 2.200.000,00
Beneficio Neto	\$ 1.408.974,03
Retorno de la inversión	1,88 años

Según el análisis económico del proyecto su viabilidad sería aceptable y el retorno de la inversión se daría en un corto tiempo logrando un beneficio financiero rápidamente.

5.8 Plan de implementación

A continuación se abordará el plan de implementación con que se va a desarrollar las actividades de mejora propuestas para la puesta en marcha del proyecto en la empresa de fabricación de cajas plegadizas; dicho plan será administrado a través de un Gantt de actividades en cual se representará con color verde las acciones que ya están finalizadas y en blanco lo que está pendiente de implementar y concluir que sería la compra de la convertidora de papel, la contratación del personal del área de conversión y la climatización del cuarto de impresión a 22°C. Este plan fue aprobado por la Gerencia de Operaciones, que ha dado el banderazo de salida con lo que se aprueba trabajar en dicho plan.

Las actividades de implantación que no representen inversión extraordinaria por parte de la empresa, se proyecta que concluyan en un periodo no mayor a 7 semanas del presente año y se espera sean trabajadas como actividades que a futuro formen parte de las funciones cotidianas del proceso de impresión y se arraigue a la cultura de la empresa. Por otra parte, la implementación de las actividades que representen una inversión extraordinaria y de un costo alto para la empresa se espera que se lleven a cabo en un periodo de 2 años para que su implementación sea de manera paulatina.

Para garantizar la sostenibilidad del proyecto de aquí en adelante, se propone hacer una reunión de seguimiento cada 15 días, en donde se expongan los resultados obtenidos de la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”**, y se deberán crear acuerdos que ayuden a disminuir los puntos que estén presentando una mayor incidencia. Para dejar evidencia y que el equipo de mejora se oriente con las actividades que les fueron asignadas posteriormente a la reunión, se hace una minuta de reunión en donde deben indicarse los acuerdos alcanzados, las tareas a trabajar por parte de los participantes y los puntos más relevantes vistos, a ello se le dará seguimiento de avance en la próxima reunión, iniciando así con el ciclo y cultura de mejora así como con el seguimiento y control del proceso.

A continuación en la figura 08 se presenta el cronograma que muestra el seguimiento de las actividades implementadas, en donde lo que está marcado en color verde lo que ya está finalizado y de color blanco lo que está pendiente de implementar y concluir.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El presente proyecto se enfocó principalmente en diseñar un sistema de medición y control en una empresa fabricante de cajas plegadizas, dicho sistema queda debidamente implementado para obtener en octubre, los primeros gráficos de seguimiento así como el primer OEE de un 55,31% en el área de impresión. Con dicha información, se podrá enfocar sin duda una correcta estrategia de nuevos proyectos de mejora que vendrán a aportar más rentabilidad a la empresa, así como valor al proceso de transformación del producto, los colaboradores y la comunidad.

Al finalizar este estudio, se determinó el alcance de control del proceso para otorgar estándares de control a nivel de productividad, herramientas para el seguimiento de los tiempos muertos y la calidad de salida del producto, todo en concordancia con las especificaciones técnicas del proceso; con ello se deja evidencia acerca de que la falta de control en el proceso de impresión genera una serie de atrasos en la entrega de los productos al cliente, los cuales no se tenían claramente identificados, rendimientos de los equipos que están por debajo de un nivel de producción aceptable y que no se estaban midiendo, pérdidas por tiempos muertos que no están siendo contemplados y no están siendo medidos para eliminarlos, altos costos por reprocesos a los cuales no se les está buscando la causa raíz para erradicarlos, mal manejo de los recursos al no contar con datos que orienten las estrategias de producción.

Se logró demostrar a la Gerencia de Operaciones, cuáles son las condiciones idóneas para lograr mejores rendimientos en el proceso de impresión, siendo de esta manera más rentables y competitivos en el mercado.

Se logró determinar cuáles son los indicadores más acordes al proceso de impresión y que pueden lograr mayores beneficios en el menor tiempo, mediante la implementación de una estructura de seguimiento y control liderada por el equipo de mejora continua creado

gracias el cual será un exitoso en su trabajo que será guiado por los datos obtenidos de la **“Herramienta para el control de OEE de la empresa fabricante de cajas pegadizas”**, en donde se encuentra los estándares de proceso y sus respectivas metas.

Se diseña la metodología de exposición de los indicadores mediante la colocación de una pizarra informativa en el área de impresión la cual será alimentada y actualizada mes a mes por el funcionario designado por el Gerente de Operaciones; igualmente, se diseña la metodología para el mantenimiento y sostenibilidad de dichos indicadores y por ende el proyecto como tal, **(Ver anexos 5, 6 y 7)**.

Se le tiene que dar mérito a la investigación realizada pues puso en evidencia una vez más la gran importancia de medir los procesos, pues de dicha medición se logran detectar desperdicios o mudas que por la rutina diaria dejan de percibirse y se convierten en resultados normales de los procesos; estos son enemigos silenciosos que, conforme pasa el tiempo, llegan a generar pérdidas económicas importantes en el uso de los recursos, pérdida de clientes y hasta pérdida de credibilidad en el mercado con lo cual se expone, de manera riesgosa, la imagen de la compañía lo cual es invaluable.

6.1 Recomendaciones

En las últimas dos décadas la globalización y la apertura de los mercados han hecho que cada vez las barreas y distancias entre regiones comerciales se acorten de manera muy acelerada, ello da origen a una competitividad entre las empresas más que agresiva y feroz; ello obliga a los líderes organizacionales a recurrir a todo tipo de estrategias y creatividad para mantener sus negocios a flote y con expectativas positivas de crecimiento; es por eso que, después de una revisión minuciosa de los resultados obtenidos durante la investigación del proceso de impresión de la empresa fabricante de cajas pegadizas, no se puede omitir la oportunidad de hacer una serie de recomendaciones que sin dunda van a aportar valor a la dirección de operaciones de la compañía, sumado con esto al gran reto de aquí y en adelante.

Entre las recomendaciones con más peso se exponen las siguientes:

- Se recomienda continuar con la implantación y medición del resto de los procesos como lo son Troquelado, Pegado, Descartonado, Corte y Acabado Final.
- Se recomienda darle seguimiento mensualmente a los resultados obtenidos de las mediciones y tomar acciones sobre los que están fuera de los parámetros establecidos.
- Revisar la herramienta, al menos cada 4 meses, para actualizar si fuera el caso, la información con que se rige, tomando en cuenta la dinámica de la planta de producción.
- Realizar un estudio de tiempos tipo para las líneas de Troquelado, Pegado, Descartonado, Corte y Acabado Final, para poder establecer el control de estas líneas de producción.

- Implementar un control de proceso proactivo para evitar las devoluciones de productos que impactan sobre la capacidad, calidad e imagen de la empresa.
- Analizar de primera entrada las horas que se están perdiendo por tiempo muerto por blanqueo de batería y buscarle una solución.
- Crear un programa de incentivos en el área producción por cumplimiento de metas.
- Darle seguimiento a la recomendación de inversión en una convertidora de papel y la climatización del cuarto de impresión, según los datos expuestos en el análisis económico del apartado 5.7.

BIBLIOGRAFÍA

- Lean, C. (2012). *Mejora y eficiencia OEE*. Valencia. Disponible en: <http://www.cdiconsultoria.es/herramienta-oee-indicador-mejora-eficiencia-Valencia>. Tomado el 10 de mayo 2017 a las 8:45pm.
- Cegarra, S. J. (2012). *Control de los proyectos de investigación*. Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos. Retrieved from <http://www.ebrary.com>
- Belohlavek, P. (2006). *OEE* (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina: Histórica Librería Editorial.
- Castro, E. (2010). *El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas*. San Jose, Costa Rica: Universidad estatal a distancia, Costa Rica.
- Heredia Alvarado, J. A. (2001). *Sistema de indicadores para la mejora y el control integrado de la calidad de los procesos*. Publicaciones de la Universitat Jaume.
- Hernández Sampier, R. (2010). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.
- Hernández, H. (2000). *La competitividad en México*. México: Plaza Y Valdés.
- Hernández, Z. (2012). *Métodos de análisis de datos: apuntes*. Logroño, España: Universidad de la Rioja, Servicio de Publicaciones.
- Herrera Retiz, A., Martínez López, N. R., & Villalobos Odaz, G. (2010). *Medición de la productividad en México: aspectos metodológicos*. Mexico: Instituto Politécnico Nacional.
- Martinez, J. M. (2013). *Metodologías Avanzadas para la planificación y mejora* (2° ed.). (S. Díaz de Santos, Ed.) Madrid: Díaz de Santos.
- Membrado Martínez, J. (2013). *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora*. Ediciones Díaz de Santos.
- Meyers, F. E. (2008). *Estudio de tiempos y movimientos* (Segunda ed.). México: Pearson Educación.
- Morga, L. E. (2012). *Teoría y técnica de la entrevista* (Primera ed.). Mexico, Mexico: Red Tercer Milenio.
- Murillo, S. G. (2010). *Evaluación y propuesta para lograr un aumento en la productividad de la línea de producción "lifecare" en la empresa hospira Costa Rica LTD*. San José: Universidad Hispanoamericana.
- Ramos, M. M. (2004). *Medición y gestión del rendimiento: ventajas de los sistemas de indicadores integrados* (1° ed.). Deusto - Planeta de Agostini Profesional y Formación S.L.
- Retana, B., & Aguilar, M. (2013). *Ingeniería de métodos*. México: Open Unidersia.

- Rincón de Parra, H. (2004). *Calidad, productividad y costos: análisis de relaciones entre estos tres conceptos*. Red Actualidad Contable Faces.
- Roca, C. M. (2004). *Presupuestos para empresas de manufactura*. Colombia: Uninorte, 2004.
- Torres, Z., & Torres, H. (2014). *Administración de proyectos*. México: Grupo Editorial Patria.
- UNIT. (2009). *Herramientas para la Mejora de la Calidad*. Motevideo: UNIT.
- VARGAS, M. H. (2017). “REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA COTOMATE SA, EN ALAJUELA COSTA RICA, EN EL AÑO 2017”. San José: Universidad Hispanoamericana.
- VAUGHN, R. C. (1998). *Introduccion a la Ingenieria Industrial*. Barcelona: REVERTE.
- Velazco, J. A. (2009). *Gestión por procesos*. España: ESIC EDITORIAL.

ANEXOS

Anexo 3: Evidencia de capacitación llenado de registro control de OEE

Figura 12: Registro de entrenamiento a personal de impresión

Registro de Capacitaciones			FSG-RH-02-00-01	
Elaborado por:		Rige a partir de :		Versión
Departamento Aseguramiento de Calidad		Junio 2015		4
Lugar :	Planta de producción	Fecha:	14/8/2017	
Hora Inicio :	8:00:00 A.M	Hora Final :	5:00 p. m.	
Tema :	USO de Registro de control de OEE			
Sub_Temas:				
Ingreso de datos al registro.				
Interpretación de códigos				
Nombre	Apellidos	Departamento	Firma	
Carlos	Chucán Fúñigo	Prensas		
Michael	Mena Hernandez	Prensas		
Adrian	Castro Reyes	Prensas		
STEVEN	GÓMEZ CASCASTE	Prensas	STEVEN GC	
Noel	ARQUECO	Prensas		
Geison	TORRECA	Prensas		
Gilberth	CASCADE MORALES	Prensas		
Nivel de Competencia Actual:	<input type="text" value="7"/>	Nivel de Competencia Alcanzado:	<input type="text" value="3"/>	Completar este espacio al finalizar la capacitación
Nivel de Competencia				
0	Conocimiento del tema			
1	Posee un conocimiento teórico básico.			
2	Tiene un conocimiento que le permite utilizar la maquinaria , el equipo bajo condiciones estándares y/o llenar el documento .// Posee un conocimiento intermedio del tema que le permite ponerlo en práctica.			
3	Tiene un conocimiento que le permite utilizar la maquinaria o equipo en condiciones NO estándares. y/o llenar el documento // Posee un conocimiento del tema avanzado que le permite aplicarlo en todas las funciones.			
4	Cuenta con la capacidad de transmitir sus conocimientos a otros colaboradores.			
Instructor :		Firma :		

Nota: se ocultó el nombre de la compañía a solicitud de la gerencia.

Anexo 5: Representación de pizarra informativa de métricas área de impresión**Figura 14: Pizarra de métricas seguimiento a OEE**

Anexo 6: Representación de la Colocación de los primeros gráficos en la pizarra de métricas del área de impresión

Figura 15: Colocación de los primeros gráficos en la pizarra de métricas



Anexo 7: Procedimiento para el control de OEE

			PSGC-02
			Páginas: 1 de 2
Procedimiento del Sistema de Gestión			
Nombre: Control de OEE			
Elaborado por: Desarrollador de proyecto	Aprobado por: Gerente de Operaciones	Rige a partir de:	Versión: 01

1 PROPÓSITO Y ALCANCE

- 1.1 Utilizar de manera correcta la herramienta para el control de OEE en el proceso de impresión de la empresa.

2 DOCUMENTOS RELACIONADOS

CÓDIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
PSGC-001	Procedimiento de Impresión

3 RESPONSABILIDADES

- 3.1 Es responsabilidad de la Gerencia de operaciones velar por la correcta aplicación este procedimiento.
- 3.2 Es responsabilidad de los operarios y sus asistentes participar de las actividades en donde sea requerida su colaboración.
- 3.3 Es responsabilidad del operario velar por que se llene puntual y correctamente el registro de control de OEE.
- 3.4 Es responsabilidad del encargo de llenar el OEE mantener actualizada la herramienta de control de OEE e informar de alguna irregularidad que se presente en la documentación.
- 3.5 Es responsabilidad del supervisor del área velar por la correcta aplicación y ejecución de este procedimiento.

4 POLÍTICAS

- 4.1 No se debe hacer un registro de control de OEE posterior al turno que correspondía pues este pierde credibilidad sobre los datos indicados.

5 DEFINICIONES

- 5.1 OEE: es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial.

6 CONTENIDO

- 6.1 **Registro para el control del OEE**

Este documento debe ser llenado por el operario o su asistente al iniciar labores y hasta su conclusión.

En dicho documento se debe de reportar todas las actividades que estén relacionadas con el proceso de producción, desde su inicio hasta su fin, para lo cual se debe de usar como guía los códigos que se encuentran indicados en el mismo registro.

Los apartados que se deben de llenar son los que se indican a continuación.

Operario:	Ayudantes:	Maquina: XL <input type="checkbox"/> CD 102 <input type="checkbox"/>	Fecha: / /		1	Pr
Turno de:		Cantidades	Estatus		2	Ti
Nº de OP	Solicitada	Finalizada	Parcial	Total	3	Lir
					4	Pr
					5	Bu
					6	M:

- ✓ En operario, colocar el nombre y apellido del operario
- ✓ En ayudantes, se debe colocar nombre y apellido del(los) ayudantes de la máquina.
- ✓ En máquina, se debe de marcar la máquina a que pertenece el registro.
- ✓ Se debe de colocar la fecha actual del día que se está haciendo el registro así como el correspondiente turno de trabajo de inicio a fin el cual se debe de colocar en hora militar para una mayor facilidad de interpretación del responsable de ingresar la información en la herramienta de control de OEE.
- ✓ En la casilla de Nº de OP, se coloca la orden de producción correspondiente al trabajo que se está realizando.
- ✓ En cantidad solicitada, se coloca lo que indica la orden de producción y en finalizada se coloca la cantidad real que salió de la máquina determinada como conforme.

- ✓ El parcial se debe marcar con X si no se terminó completamente la orden de producción en el turno que se inició, quedando tiraje para el (los) siguiente(s) turno(os).
- ✓ En total, se marca con X cuando se finalizó la orden de producción en el correspondiente turno.
- ✓ En la casilla Cod, se ingresa el número del código correspondiente a la actividad que está siendo trabajada, ver clasificación de códigos en el registro de control de OEE.
- ✓ En las casillas Desde y Hasta, se coloca la hora en que inicio la actividad y la hora que finalizo todo en formato de hora militar.

6.2 Ingreso de datos herramienta control del OEE

El ingreso de los datos se debe de asignar al encargado designado por la Gerencia de Operaciones, el cual queda bajo la responsabilidad de actualizar la información diariamente, quincenalmente y mensualmente según corresponda.

Los apartados que se deben de llenar son los que se indican a continuación.

MES	COD	Fecha	OP	Cantidad Producida	Unidades Malas	INICIO DE PREPARACION	FIN DE PREPARACION	TIEMPO DE PARO NO PROGRAMADO	Motivo de paro no programado	TIEMPO DE DESCANZO	H/INICIO MAQUINA GIRANDO	H/FIN MAQUINA GIRANDO	TPARO PROGRAMADO	Paro Programado	Tiempo Horas Extras

- ✓ **Mes**, que corresponde al mes en que se captura la información del registro de control de OEE, este dato no se digita pues ya se ingresa automáticamente por formula.
- ✓ **Código**, corresponde al código del colaborador (responsable de la operación) que está a cargo del registro de control de OEE.

- ✓ **Fecha**, se ingresa día en que se realizado el registro, tomar muy en cuenta que es fecha que se hizo el registro de control de OEE y no la fecha en que se va a ingresar los datos a la herramienta de control de OEE.
- ✓ **Op**, aquí de debe de ingresar la orden de producción.
- ✓ **Cantidad producida**, se ingresa la cantidad que reporte el operario en el registro como conforme.
- ✓ **Unidades malas**; se coloca las unidades reportadas por el operario en el registro como unidades defectuosas.
- ✓ **Inicio de preparación**, se coloca el inicio de la preparación de la máquina, el ingreso de este tiempo es en formato de hora militar.
- ✓ **Fin de preparación**, se coloca la hora en que se terminó la preparación de la máquina.
- ✓ **Tiempo de paro no programado**, en este casilla se ingresa el total del tiempo en que la máquina estuvo detenida por un motivo que no está en el programa normal de la máquina. Es tiempo es lo que se clasificara como tiempo muerto de la máquina.
- ✓ **Motivo de para no programado**, aquí se ingresa el motivo por el cual se detuvo la máquina, el modo de ingreso a por medio de una lista desplegable del archivo.
- ✓ **Tiempo de descanso**, se ingresa el tiempo de descanso por el cual la máquina pasa detenida, en el caso del área de impresión seria por la toma del tiempo en café y almuerzo.
- ✓ **H/ inicio máquina girando**, esto corresponde a la hora en que la máquina inicio con la producción a lo cual se denomina como giro de máquina, esta hora debe de ser ingresado en formato de hora militar.
- ✓ **H/ fin máquina girando**, corresponde a la hora en que la máquina finalizo su producción, lo cual no debe de contemplarse ningún otro tiempo que extienda este fin de producción, este hora debe ingresarse en formato de hora militar.

- ✓ **T/ paro programado**, corresponde al tiempo en que la máquina paso detenida por un tiempo que si estaba contemplado dentro de un programa de producción, ejemplo mantenimiento preventivo.
- ✓ **Paro programado**, se coloca el motivo de ese para programado.
- ✓ **Tiempo horas extras**, en esta casilla se coloca le tiempo de hora extra en que los equipos fueron utilizados fuera de su jornada normal de trabajo.

Los rubros anteriormente mencionados son los que el encargado de ingresar los datos a la herramienta de control de OEE debe ingresar para que inicie el proceso de transformación de los datos en información que retroalimiente el proceso.

6.3 Presentación de la información

Los datos transformados en información se expondrán mediante gráficos de seguimiento, los cuales se colocaran al final de cada mes en la pizarra informativa colocada estratégicamente en el área de impresión, los gráficos deben ser actualizados por el encargado de ingresar la información a la herramienta de control de OEE.

Una vez colocados los gráficos, se debe hacer una presentación de la información a los operarios y asistentes para que estén enterados del resultado obtenido y ver su evolución en el tiempo, dicha explosión será una vez al mes y estará a cargo del supervisor del área y no debe de sobrepasar los 10 minutos.

6.4 Seguimiento y control de OEE

Para darle un buen uso a la información y que se pueda tomar acciones en caso de desviaciones considerables, antes del cierre de mes se debe hacer una reunión de seguimiento a los resultados de la herramienta a mitad de mes es decir en la primera quincena, esto con el fin de poder detectar de manera temprana alguna situación que estuviera afectando significativamente un resultado aceptable del proceso.

Las reuniones mencionadas deben estar presididas por el Gerente de Operaciones, Supervisor del área, Asistente de producción y personal de áreas que pudieran estar afectando en el resultado del indicador (esto si aplica), lo cual será convocado por el Gerente de Operaciones.

Durante la reunión, se deben revisar los datos y se deben de tomar acciones que traten de nivelar alguna desviación de existir logrando así impulsar la mejora de los procesos y alcanzar resultados favorables en corto tiempo. Las acciones y acuerdos de mejora que se tomen en dichas reuniones se deben regir mediante las instrucciones del procediendo de acciones correctivas y preventivas establecidos por la empresa.

Posterior a la reunión, en los primeros quince días del mes, se hará otra reunión de cierre de mes, en donde se revisaran los resultados finales del mes e igualmente se tomaran acciones sobre los resultados obtenidos, los participantes en esta reunión final serán convocados por la Gerencia de Operaciones.

De las reuniones y acuerdos que se tomen en ellas, se debe dejar constancia, para lo cual se debe de llevar una minuta de reunión en donde se indique todo lo relevante a la reunión. Las minutas serán archivadas en un Ampo en el lugar de trabajo del asistente de producción para su consulta.

Para un buen manteniendo y control de la herramienta de control de OEE se debe de revisar en periodos de 4 a 5 meses para valorar si hay datos que deben ser actualizados o corregidos, esto en el caso del ingreso de nuevos equipos de trabajo, personal o tiempos derivados de nuevos estudios.

7 CONTROL DE LOS REGISTROS

Código y nombre registro	Modo de recolección	Modo de indización y archivo	<i>Políticas de acceso</i>	Tiempo de conservación en almacén
Registro de control OEE versión 01	Diario en el puesto de trabajo del operario de la maquina	En ampo en el puesto de trabajo del encargado de digitación de datos	Auditoria interna y externa, supervisores de producción, Gerente de operaciones, digitador de datos.	2 años
Minuta de reunión	En cada reunión de seguimiento y control de OEE	En ampo en el área del asistente de producción	Auditoria interna y externa, supervisores de producción, Gerente de operaciones, asistente de producción.	2 años

FIN DEL PROCEDIMIENTO

Anexo 8: Estudio de tiempos para determinar la velocidad de la maquina CD102

Figura 16: Estudio de tiempos para determinar la velocidad de la maquina CD102

TABLA DE RESUMEN DE TIEMPOS		INGENIERIA INDUSTRIAL																
Giro de maquina CD102																		
ELEMENTO/ORDEN DE PRODUCCION	Unidades	Tiempo esperado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	SUPL	T.STD	
38148	15.000	90	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	914	91,35	91,35	9	99,57
			T _o	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2					
			T _n	91,35	91,35	91,35	91,35	91,35	91,35	91,35	91,35	91,35	91,35					
37980	20.000	120	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	1331,5	133,15	133,15	9	145,13
			T _o	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133					
			T _n	133,15	133,15	133,15	133,15	133,15	133,15	133,15	133,15	133,15	133,15					
37788	1.800	10,8	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	103,5	10,35	10,35	9	11,28
			T _o	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2					
			T _n	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35					
37424	9.500	57	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	451,5	45,15	45,15	9	49,21
			T _o	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45					
			T _n	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15					
37495	6.300	37,8	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	451,5	45,15	45,15	9	49,21
			T _o	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45					
			T _n	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15					
37789	1.300	7,8	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	63,5	6,35	6,35	9	6,92
			T _o	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2					
			T _n	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35					
37427	42.000	252	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	2899,5	289,95	289,95	9	316,05
			T _o	289,8	289,8	289,8	289,8	289,8	289,8	289,8	289,8	289,8	289,8					
			T _n	289,95	289,95	289,95	289,95	289,95	289,95	289,95	289,95	289,95	289,95					
38058	8.000	48	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	499,5	49,95	49,95	9	54,45
			T _o	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8					
			T _n	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95					
38820	5.000	30	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	301,5	30,15	30,15	9	32,86
			T _o	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30					
			T _n	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15					
<i>Total</i>	108.900	<i>Velocidad x hora</i>	9,255											TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACIÓN		764,69		
																TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACIÓN		12,74

Anexo 9: Estudio de tiempos para determinar la velocidad de la maquina XL75

Figura 17: Estudio de tiempos para determinar la velocidad de la maquina XL75

TABLA DE RESUMEN DE TIEMPOS		INGENIERIA INDUSTRIAL																	
Giro de maquina XL75																			
ELEMENTO/ORDEN DE PRODUCCION	Unidades	Tiempo esperado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	SUPL	T.STD		
37566	4.000	30	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	302	30,15	30,15	9	32,86	
			To	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30						
			Tn	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15	30,15						
37641	5.200	39	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	403,5	40,35	40,35	9	43,98		
			To	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2						40,2	
			Tn	40,35	40,35	40,35	40,35	40,35	40,35	40,35	40,35	40,35						40,35	
37602	6.500	48,75	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	499,5	49,95	49,95	9	54,45		
			To	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8						49,8	
			Tn	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95	49,95						49,95	
37999	6.300	47,25	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	451,5	45,15	45,15	9	49,21		
			To	45	45	45	45	45	45	45	45	45						45	
			Tn	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15	45,15						45,15	
38330	9.865	73,9875	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	703,5	70,35	70,35	9	76,68		
			To	70,2	70,2	70,2	70,2	70,2	70,2	70,2	70,2	70,2						70,2	
			Tn	70,35	70,35	70,35	70,35	70,35	70,35	70,35	70,35	70,35						70,35	
38096	2.000	15	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	151,5	15,15	15,15	9	16,51		
			To	15	15	15	15	15	15	15	15	15						15	
			Tn	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15	15,15						15,15	
37647	3.200	24	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	253,5	25,35	25,35	9	27,63		
			To	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2						25,2	
			Tn	25,35	25,35	25,35	25,35	25,35	25,35	25,35	25,35	25,35						25,35	
37566	17.000	127,5	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	1201,5	120,15	120,15	9	130,96		
			To	120	120	120	120	120	120	120	120	120						120	
			Tn	120,15	120,15	120,15	120,15	120,15	120,15	120,15	120,15	120,15						120,15	
38035	4.300	32,25	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	349,5	34,95	34,95	9	38,10		
			To	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8						34,8	
			Tn	34,95	34,95	34,95	34,95	34,95	34,95	34,95	34,95	34,95						34,95	
<i>Total</i>	58.365	<i>Velocidad x hora</i>	7.304													TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACIÓN		470,39	
																	TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACIÓN		7,84

Anexo 10: Estudio de tiempos para determinar el tiempo de preparación de las máquinas CD102 y XL75

Figura 18: Estudio de tiempos para determinar el tiempo de preparación de las máquinas CD102 y XL75

TABLA DE RESUMEN DE TIEMPOS																INGENIERIA INDUSTRIAL					
Tiempo de preparación CD y XL																Metodo 2		Metodo 1 (# OBS)			
ELEMENTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	SUPL	T.STD	# OBS	R/X	5	10	
Buscar material	V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85										
	To	7,8	8,6	6,56	7,34	7,78	8,19	7,56	6,56	7,79	8,01										
	Tn	7,95	8,75	6,71	7,49	7,93	8,34	7,71	6,71	7,94	8,16	78	7,77	7,77	9	8,4682	11	0,27	20	11	
Entarimar material	V	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75										
	To	8,22	8,34	8,95	8,99	9,07	4,45	6,78	9,67	5,39	8,45										
	Tn	8,47	8,59	9,2	9,24	9,32	4,7	7,03	9,92	5,64	8,7	80,81	8,08	8,081	9	8,8083	70	0,67	129	74	
Colocar tinta en baterias	V	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75										
	To	3,55	3,57	3,54	3,51	3,55	3,68	3,12	3,45	3,28	3,66										
	Tn	3,8	3,82	3,79	3,76	3,8	3,93	3,37	3,7	3,53	3,91	37,41	3,74	3,741	9	4,0777	3	0,16	8	4	
Ponchar planchas	V	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75										
	To	0,15	0,12	0,24	0,15	0,23	0,45	0,24	0,1	0,23	0,45										
	Tn	0,4	0,37	0,49	0,4	0,48	0,7	0,49	0,35	0,48	0,7	4,86	0,486	0,486	9	0,5297	398	1,48	313	179	
Colocar planchas	V	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75										
	To	1,06	1,23	1,24	1,34	1,67	1,06	1	1,3	1,15	1,34										
	Tn	1,31	1,48	1,49	1,59	1,92	1,31	1,25	1,55	1,4	1,59	14,89	1,489	1,489	9	1,6230	35	0,54	86	49	
Entonación	V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100										
	To	25,12	19,14	30,26	27,56	22,18	23,67	24,57	35,67	34,56	31,4										
	Tn	25,12	19,14	30,26	27,56	22,18	23,67	24,57	35,67	34,56	31,4	274,13	27,413	27,413	9	29,8802	57	0,60	107	61	
Limpieza de línea	V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100										
	To	6,45	7	4,56	4,66	5,34	6	4,67	5,8	8,25	4,02										
	Tn	6,45	7	4,56	4,66	5,34	6	4,67	5,8	8,25	4,02	56,75	5,675	5,675	9	6,1858	76	0,75	162	93	
TIEMPO ESTANDAR DE LA OPERACIÓN																59,5729					

Anexo 11: Encuesta para el personal operativo del área de impresión

Encuesta al personal operativo del proceso de producción en la empresa fabricante de cajas plegadizas

Fecha: _____

Área: _____

Nombre del colaborador _____

Instrucciones:

Marque con una x el cuadro adjunto a la pregunta que se le está haciendo, solo debe de marcar un cuadro por pregunta.

- | | SÍ | NO |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) Cuenta con documentación que controle las actividades diarias de su área. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) Se lleva algún indicador o gráfico que muestre los resultados de producción de su área. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) Conoce las metas de producción a las que debe de llegar. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) Sabe cuál es la velocidad a que debe de correr su máquina. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) Reporte las unidades no conformes que salen de su máquina. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) Cuenta la cantidad de unidades no conformes que salen de su máquina. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7) Reporta los paros de máquina. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8) Se cumplen los tiempos establecidos en el programa de producción de su máquina. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9) Sabe cuántas horas tienen disponibles para producir. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10) Sabe cómo se mide la disponibilidad de su máquina. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones: _____

