

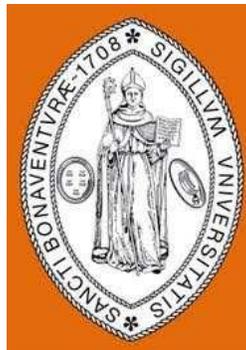
DISEÑO DE UN MÉTODO DE TRABAJO PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN UNA MAQUINA PAPELERA

CARVAJAL PULPA Y PAPEL

PRESENTADO POR

MANUEL ENRIQUE PATERNINA RENDÓN

JHON ALEXANDER VIANA BELTRAN



UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA SECCIONAL CALI

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIPLOMADO

SANTIAGO DE CALI

JUNIO 2016

DISEÑO DE UN MÉTODO DE TRABAJO PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN UNA MAQUINA PAPELERA

MANUEL ENRIQUE PATERNINA RENDÓN

JHON ALEXANDER VIANA BELTRAN

Diplomado lean seis sigma

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de ingeniería
Industrial

Director
JOSÉ ALBERTO ROJAS LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA SECCIONAL CALI

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIPLOMADO

SANTIAGO DE CALI

JUNIO 2016

Nota de aceptación:

Aprobado por el comité de grado con correcciones verificadas en el documento, en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad San Buenaventura de Cali para optar al título de Ingeniería industrial.

JOSÉ ALBERTO ROJAS LÓPEZ
Director Proyecto de Grado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, junio de 2016

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias papa dios por habernos permitido superar los inmensos obstáculos presentados en todo el camino universitario, por lograr ser constantes y disciplinados.

A la compañía Carvajal Pulpa y Papel por brindarnos el acompañamiento en todo el proceso formativo profesional y productivo de nuestra carrera profesional, y por facilitarnos la información necesaria para cumplir a cabalidad nuestro proyecto de grado.

A los docentes de la Universidad San Buenaventura Cali, por toda la ayuda y seguimiento en todo nuestro proceso formativo, a nuestro tutor José Alberto Rojas muchas gracias por todo su tiempo y dedicación, gracias a tu valioso conocimiento logramos superar las dificultades presentada en nuestro proyecto.

A nuestros padres infinitas gracias por ese apoyo incondicional y permanente en toda nuestra vida.

También muchas gracias a nuestros compañeros de trabajo y a todas las personas que de una u otra forma permitieron este proyecto de grado.

RESUMEN

Este proyecto se ejecutó en la compañía Carvajal pulpa y papel en el municipio de Yumbo en el área de máquinas, mediante la metodología de lean seis sigma teniendo como parámetro los factores que afectan la productividad de la maquinas papeleras, aplicando todas las herramientas y estrategias DMAIC para de esta forma obtener datos que permitan un mejor análisis, seguimiento y control del proceso. Logrando identificar variables, situaciones y problemas que afectan directamente la productividad en una maquina papelera.

ABSTRACT

This project was implemented in the Carvajal company's pulp and paper mills in the municipality of Yumbo in the area of machines, using the methodology of lean six sigma having as parameter the factors affecting the productivity of the paper machine, using all the tools and strategies DMAIC to thereby obtain data to enable better analysis, monitoring and process control. Succeeded in identifying variables, situations and problems that directly affect productivity in a paper machine.

TABLA DE CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCIÓN.....	10
1.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	11
1.1PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.2FORMULACION DEL PROBLEMA.....	11
1.3SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACIÓN.....	12
3. OBJETIVOS.....	13
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
3.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	13
4. MARCO REFERENCIA.	14
4.1.1 MARCO TEORICO.....	14
4.1.1 ¿Qué es lean seis sigma?.....	14
4.1.2 historia lean seis sigma.....	15
4.1.3 principios lean seis sigma.....	16
4.1.4 herramientas lean seis sigma.....	16
4.1.5 manufactura esbelta.....	17
4.1.5.1 objetivos manufactura esbelta.....	17
4.1.5.2 beneficios manufactura esbelta.....	18
5.PROCESO DE FABRICACION DE PAPEL.....	19

5.1 HISTORIA DEL PAPEL.....	19
5.2 RECOLECCION DE MATERIA PRIMA.....	20
5.3 MANUFACTURA DEL PAPEL.....	21
5.4 PLANTA DE PULPA.....	22
5.5 PLANTA DE PREBLANQUEO.....	23
5.6 DEPURACION.....	24
5.7 CLORINACION.....	24
5.8 ETAPA HIPOCLORITO.....	25
5.9 APLICACIÓN SULFATO DE SODIO.....	25
5.10 PROCESO FABRICACION PAPEL FIBRA DE CAÑA	25
5.11 MAQUINA DE PAPEL.....	28
5.12 PROCESO ESMALTADOS.....	29
5.13 CALANDREADO.....	29
6. MARCO CONTEXTUAL.....	30
6.1 DESCRIPCION DE CARVAJAL PULPA Y PAPEL.....	30
6.2 MACROLOCALIZACION.....	30
6.3 MICROLOCALIZACION.....	31
6.4 CLASES DE PAPEL.....	32
7. MARCO CONCEPTUAL.....	34
8. DISEÑO METODOLOGICO.....	37
8.1 TIPO DE ESTUDIO.....	37

8.2 VARIABLE DE ESTUDIO.....	37
8.3 FUENTE DE INFORMACION.....	37
9. FASE DEFINIR.....	38
9.1 RECOLECCION ORDENAMIENTO DE LA INFORMACION.....	39
9.2 PROJECT CHARTER.....	41
9.3 GRAFICO IMR.....	42
9.4 SIPOC.....	43
9.5 DIAGRAMA VOZ DEL CLIENTE VOC.....	44
9.6 DIAGRAMA DE PROCESO.....	45
9.7 CONCLUSIONES FASE DEFINIR.....	46
10. FASE MEDIR.....	47
10.1 MATRIZ IPO.....	47
10.2 MATRIZ DE SELECCIÓN DE VARIABLES.....	48
10.3 CAPACIDAD DE PROCESO INICIAL.....	49
10.4 CALCULO SIGMA.....	51
10.5 DIAGRAMA DE PARETO.....	52
10.6 CONCLUSIONES FASE MEDIR.....	53
11. FASE ANALIZAR.....	55
11.1 DIAGRAMA CAUSA EFECTO.....	55
11.2 AMEF.....	56
11.3 ¿5 PORQUE?.....	57

11.4 CONCLUSIONES FASE ANALIZAR.....	58
12. FASE MEJORAR.....	59
12.1 MATRIZ DE EVALUACION.....	59
12.2 MEJORA 1.....	60
12.3 MEJORA 2.....	61
12.4 MEJORA 3.....	63
12.5 MEJORA 4.....	66
12.6 MEJORA 5.....	67
12.7 CONCLUSIONES FASE MEJORAR.....	68
13. FASE CONTROLAR.....	69
13.1 CAPACIDAD DE PROCESO MEJORADO.....	70
13.2 CALCULO DEL SIGMA MEJORADO.....	70
13.3 CUADRO COMPARATIVO.....	71
13.4 IMR ANTES Y DESPUÉS.....	72
13.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	73
13.6 ESTRATEGIAS DE CONTROL DE MEJORAS.....	74
14. CONCLUSIONES.....	75
15. BIBLIOGRAFIA.....	76

INTRODUCCIÓN

La situación económica mundial hace que las compañías actualmente se enfrenten a una serie de retos que los comprometen a producir más con menos recursos, el aumento de la competencia también es una fuerte prioridad que tienen que asumir las compañías para satisfacer a los clientes, es claro resaltar que los factores externos son incontrolables por lo tanto las compañías buscan metodologías que mejoren sus procesos internos con el mínimo de inversión, es allí donde todas las áreas de las empresas buscan ser altamente eficientes en cada uno de sus roles internos, para de esta manera aprovechar al máximo cada parte del proceso productivo. Mediante la metodología SEIS SIGMA la aplicabilidad de este tipo de herramienta genera oportunidad de ahorro y reducción de costos basado en el mejoramiento continuo de los procesos.

El siguiente trabajo consiste en hacer un análisis y un plan de mejoramiento de la productividad en una maquina papelera mediante herramienta de manufactura esbelta, debido a que hay factores que afectan directamente los procesos, nuestro interés de estudio es determinar las principales causas que a diario los operarios de las maquinas papeleras se encuentran en cada turno para de esta forma aplicar herramientas y métodos que nos permitan hacer un seguimiento controlado de la productividad en una maquina papelera, estableciendo mejoras con la aplicación de lean six sigma en la compañía Carvajal pulpa y papel.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la compañía Carvajal pulpa y papel quienes comercializan papel de impresión y escritura presenta una pérdida de productividad promedio mensual 137 toneladas de papel en el área de máquinas, debido a la gran demanda y competitividad la compañía busca obtener datos y resultados que logran mejorar la productividad de la maquina papelera mediante la innovación y mejoramiento continuo de sus procesos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo lograr un aumento de la productividad de la maquina papelera de toneladas mensuales utilizando la metodología de lean seis sigma?

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué factores reducen la productividad de las maquinas papeleras en Carvajal pulpa y papel?

¿Cómo se ve afectado el cumplimiento de metas que tiene la compañía Carvajal pulpa y papel con la situación actual de productividad en la maquina papelera?

¿Cuáles con los mayores impactos que se tiene en el proceso papelero que afectan la productividad en el área de máquinas?

2.JUSTIFICACIÓN

Las compañías papeleras han incursionado en implementar nuevas tecnologías, garantizando así la calidad de sus productos, la productividad es una de las principales dificultades que se presentan a diario y que juega un papel fundamental en el cumplimiento de metas, Las empresas a diario buscan bajar a toda costa sus gastos operacionales mediante proyectos y metodologías como seis sigma y herramientas de manufactura esbelta.

Seis sigma mediante su efectiva metodología nos permite descifrar las diferentes variables críticas involucradas en el proceso y poder llegar a tomar acciones efectivas mediante herramientas muy objetivas.

Teniendo presente nuestro objetivo principal que es el aumento de la productividad de la maquina papelera, se logra implementar mejoras en el proceso y diseño de nuestras principales variables críticas para de esta forma lograr un mayor control del proceso.

El costo beneficio del proyecto se verá reflejado en el control de metas anuales de la compañía Carvajal pulpa y papel logrando cada día una mejora continua de la producción papelera.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un método de mejoramiento de la productividad en la maquina papelera mediante herramientas de manufactura esbelta aplicando la metodología lean seis sigma que permita identificar variables criticas del proceso.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Hacer un diagnóstico de las causas raíz que afectan la productividad en una maquina papelera.

Diseñar acciones de mejora mediante las herramientas y metodología que proporciona lean seis sigma.

Implementar herramientas y técnicas que me permita conocer mi proceso productivo logrando identificar problemas y situaciones específicas.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 Que es seis sigma?

La letra griega Sigma se utiliza para representar la medida estadística de desviación estándar, la cual es una medida de variación. Seis Sigma es una metodología estructurada de resolución de problemas, con un enfoque basado en el conocimiento para reducir variabilidad y crear valor.

El programa de desarrollo de los proyectos Seis Sigma se centran en usar una metodología de solución de problemas llamada DMAIC. El significado de cada una de estas letras es:

Definir: definición del problema, requerimientos de los clientes, objetivos, métricas y meta.

Medir: medición de defectos y documentación del proceso.

Analizar: análisis de datos de proceso y encuentro de factores vitales que afectan la respuesta deseada del proceso y/o proyecto.

Mejorar: implemento de mejoras de proceso y eliminación de las causas de los defectos y problemas.

Controlar: control del desempeño del proceso y aseguramiento de que los defectos y problemas no ocurrirán de nuevo.

El proceso DMAIC (por las siglas en ingles de definir, medir, analizar, diseñar, verificar) es un sistema de mejora usado para desarrollar nuevos procesos o productos a nivel de calidad 6 Sigma. Puede también ser empleado si un proceso actual requiere más que una mejora incremental.

- Defina las metas del proyecto y las variables (internas y externas) del cliente.

- Mida y determine las necesidades y las especificaciones de cliente.
- Analice las opciones de proceso para resolver las necesidades del cliente.
- Diseñe (detallado) el proceso para resolver las necesidades del cliente.

4.1.2 Historia seis sigma

A finales de la década de los 80's y principios de los 90's, Motorola inicia una iniciativa llamada Seis Sigma dirigida por el Ingeniero Mikel Harry, quien comienza a influenciar a la organización para que se estudie la variación en los procesos (enfocado en los conceptos de Deming), como una manera de mejorar los mismos. Estas variaciones son lo que estadísticamente se conocen como desviación estándar (alrededor de la media), que se representa por la letra griega sigma (σ). Esta iniciativa se convirtió en el punto focal del esfuerzo para Motorola.

Se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener 3.4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos; algo casi cercano a la perfección. La iniciativa le represento a Motorola ahorros por 2,200 millones de dólares.

6σ corresponde al siguiente ancho de banda de una distribución normal

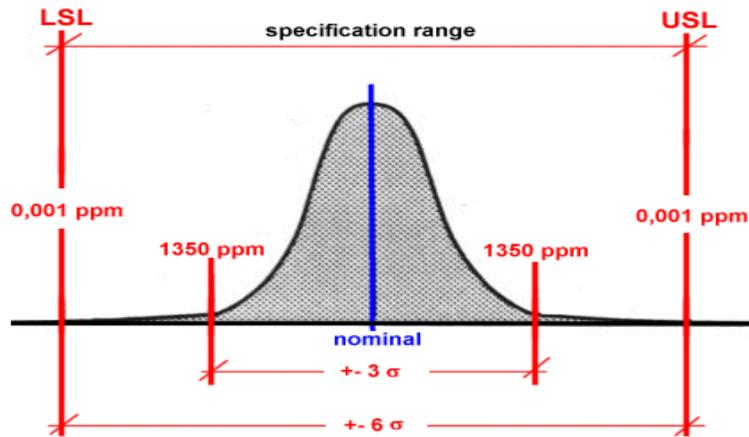


Grafico 1

4.1.3 Principios de seis sigma

La gestión Lean basa su eficiencia en la gestión del proceso. Sus objetivos son generar un flujo de productos con la suficiente flexibilidad para adaptarse a los cambios de la demanda al mismo tiempo que intenta disminuir los despilfarros.

4.1.4 Herramientas de lean seis sigma

Algunas de las herramientas estadísticas que Seis Sigma utiliza para el análisis, enfoque y solución de problemas de los procesos, son las siguientes:

- Diagramas / Matrices de causa efecto.
- Mapas de procesos
- Mapas de flujo de valor de los procesos.
- Gráficos; Pareto, Histogramas, Dispersión, de caja, etc.
- Análisis de modo de falla y efecto (AMEF).
- Análisis de correlación
- Análisis de capacidad del proceso
- Análisis de varianza (ANOVA)

- Análisis de Regresión
- Pruebas de hipótesis
- Diseño de respuesta de superficie
- Diseño de experimentos.

4.1.5 Manufactura esbelta

Manufactura Esbelta son varias herramientas que le ayudará a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurus del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos.

El sistema de Manufactura Flexible o Manufactura Esbelta ha sido definida como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio

El respeto por el trabajador: Kaizen

La mejora consistente de Productividad y Calidad

4.1.5.1 Objetivos de Manufactura Esbelta

Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, Manufactura Esbelta:

Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente

Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción

Crea sistemas de producción más robustos

Crea sistemas de entrega de materiales apropiados

Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad

4.1.5.2 Beneficios

La implantación de Manufactura Esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son:

Reducción de 50% en costos de producción

Reducción de inventarios

Reducción del tiempo de entrega (lead time)

Mejor Calidad

Menos mano de obra

Mayor eficiencia de equipo

Disminución de los desperdicios

Sobreproducción

Tiempo de espera (los retrasos)

Transporte

El proceso

Inventarios

Movimientos

Mala calidad.

5. PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL DE FIBRA DE CAÑA

5.1 HISTORIA DEL PAPEL

El identificar la historia del papel resulta interesante, sabiendo que es un producto de mucha utilidad y existen variedad de usos, lo que es considerado de mucha importancia.

El Papel es un producto de fibras vegetales tratadas mecánica o químicamente y son unidas entre sí después de un amplio proceso industrial y como antecedentes históricos. Según Velazco (2010), “se le atribuye a Ts'ai Lun o Cai Lun funcionario de la corte del emperador en el 105 AC. La invención del papel” (p. 9).

La historia del papel tiene un proceso interesante, en la que por la necesidad de plasmar aquellos acontecimientos de la época, el ser humano busca medios para ello, así como en el caso de China que:

“En tiempos de ser una sociedad burocrática, requería documentar y registrar por escrito, asuntos diversos, se buscaba entonces un material más ligero, más fácil de almacenar o de transportar, que las tablas de madera o las telas de seda T'sai Lun utilizó una mezcla de retazos de seda, corteza, cáñamo y espinas de pescado en agua hirviendo, que luego maceró hasta conformar una pulpa. El papel se forma agitando esta pulpa en agua, introduciendo un tamiz que luego se retira

horizontalmente, permitiendo el drenado del agua y dejando una capa húmeda de pulpa formada por fibras entrelazadas. La estera de fibras se deja secar al sol y se presiona para extraer el agua, conformándose así la hoja de papel. Este proceso estableció los principios fundamentales de la manufactura del papel, el cual, no obstante los enormes avances técnicos, continúa siendo empleado a la fecha. (Velazco, 2010, p. 10)

Como se observa, el papel tiene una historia bien definida dada la importancia de su uso y en el caso de América, como lo afirma Turner (1991), “fue introducido por primera vez por los españoles en la ciudad de México alrededor de 1580 pero, el papel fue usado como sustancia por los Mayas y Aztecas. De forma semejante los hawaianos producían papel suave, lo sacaban de la corteza de los árboles de higo o mora” (p. 114)

Fueron utilizadas varias estrategias para la creación del papel, siendo así que con el paso del tiempo su uso fue cada vez más importante y su fabricación comenzó a tomar mayor interés.

5.2 RECOLECCIÓN DE MATERIA PRIMA

La recolección de la materia prima se inicia en los ingenios azucareros en donde se recolecta el Bagazo que resulta de la molienda de la caña de azúcar. Este bagazo es pre tratado para remover parte de la médula, o el polvillo, que no es apta para la fabricación del papel. Se inicia el proceso de desmedulado y lavado en la planta de fibra, garantizando así, la obtención de una fibra de bagazo limpia y lista para la conversión a pulpa. Gracias a su ubicación en el trópico, en Colombia se puede cosechar caña de azúcar durante todo el año, lo que permite el permanente suministro de fibra para la empresa Propal.

El mecanismo del desmedulador se compone de la estructura del equipo, el mecanismo de potencia, el sistema de canasta o criba y la caja cilíndrica de alojamiento donde realiza su función. Un Dephiter o desmedulador es básicamente

un molino de martillos de diferente configuración, montados entre laminas (cruquetas) para formar en conjunto rotativo vertical. Un Dephiter se compone de una carcasa semicónica (Conocida como Piña).En la carcasa se aloja el eje principal ensamblado en un sistema de dos rodamientos de bolas de contacto angular dentro de un housing en el lado transmisión y un rodamiento de una hilera de bolas en el lado opuesto. Los demás accesorios completan el elemento como son un anillo deflector interno en bronce, la tapa superior, la tapa inferior, camisa deflectora inferior, sellos.

El trabajo de los desmeduladores es la separación de la medula de la caña “polvillo” y enviarla a la caldera o la bodega para utilizarla como combustible.

El polvillo o medula sale por los orificios de la criba generado por la fuerza centrífuga del equipo y depositado en un transportador de banda para ser llevado a la caldera.

La fibra de la caña sale por gravedad del equipo y es depositado en la lavadora para retirarle el remanente de polvillo, piedras y materiales solubles al agua.

5.3 MANUFACTURA DEL PAPEL

El papel es una delgada hoja elaborada mediante pasta de fibras vegetales que son molidas, blanqueadas, desleídas en agua, secadas y endurecidas posteriormente.

“Cerca del año 105 de la era Cristiana, T’sai Lun, un consejero privado en la corte China del Emperador Ho Ti, concibió la idea de preparar una mezcla de retazos de seda, corteza, cáñamo y espinas de pescado en agua hirviente, la que luego maceró hasta conformar una pulpa. El papel se formó agitando esta pulpa en agua introduciendo un tamiz verticalmente, el que luego se retiró horizontalmente con leves sacudidas, permitiendo el drenado del agua y dejando una capa húmeda de pulpa formada por fibras entrelazadas. La estera de fibras se dejó secar al sol y se presionó entre dos piedras, conformándose así la hoja de papel. Este proceso estableció los principios fundamentales de la manufactura del papel, el cual, no

obstante los enormes avances técnicos, continúa siendo empleado a la fecha” (Vargas, 2009, p. 13).

Resulta ingeniosos los procesos de manufactura del papel, el acudir a estrategias basadas en la necesidad de plasmas aquellas situaciones de la comunidad. El curso del papel es amplio y resulta extenso poder abarcarlos:

“A comienzos de 1800 el mundo occidental hacía papel a partir de retazos y telas y es por ese tiempo cuando es inventada la primera máquina de producción continua de papel por los hermanos ingleses Fourdrinier, cuyo nombre y concepto sobrevive aun en las máquinas papeleras actuales. A finales del siglo XIX se iniciaba la búsqueda de material vegetal como sustituto de los retazos. El advenimiento de nuevas tecnologías de tratamiento químico junto con el uso de la madera como principal materia prima, fueron la plataforma para la continua expansión del papel y de la industria gráfica nivel mundial” (Sánchez & Montañez 2007, p. 30).

Cualquiera que fuesen los procesos, la tecnología cumple una función importante en la manufactura de papel en estos días, y ello da un giro a la revolución del papel.

5.4 PLANTA DE PULPA

Cuando la fibra pre tratada entra en la planta de pulpa, es sometida a un proceso de cocción con soda cáustica y vapor a alta presión y temperatura, conocido como "proceso a la soda", el más limpio de todos los procesos de pulpeo. Su finalidad es eliminar parte de la lignina contenida en la fibra de caña de azúcar. Esta operación se efectúa en digestores continuos.

De los digestores, la pulpa pasa a un tanque donde se efectúa la despresurización. La pulpa, en esta etapa, presenta un color café. Seguidamente es enviada al cuarto de filtros lavadores en contracorriente donde se separa la pulpa del licor residual del cocimiento, más conocido como "licor negro". Posteriormente pasa al sistema de limpieza compuesto por zarandas y depuradores ciclónicos, donde se realiza una

separación gruesa y fina de los materiales indeseables, como arena y otras impurezas.

La pulpa café obtenida puede continuar al proceso de blanqueo o ser usada en las máquinas papeleras con destino a la fabricación de papeles sin blanquear o naturales.

5.5 PLANTA DE PRE BLANQUEO

La pulpa después de haber sido lavada en la tercera lavadora pasa por el repulpador donde se le adiciona soda al 9.0 % en proporción de 3 a 4 galones por minuto, Llega al mezclador calentador donde se le adiciona vapor de 165psi para alcanzar una temperatura de 185 grados Fahrenheit, y lograr una reacción del químico. El proceso continúa su paso por el hi-shear. Un mezclador de químico (O₂), La torre o reactor tiene una válvula automática o (cuchilla) que permite el paso de la pulpa que sale del hi-shear en donde continúa con la deslignificación, la pulpa llega al tanque desaireador, recibiendo una inyección de dilución en forma de flauta de los filtrados de la cuarta lavadora. El tanque desaireador tiene un agitador para permitir romper las burbujas de aire y homogeneizar el producto.

La pulpa llega al VAT de la cuarta lavadora, donde se le retira, mediante duchas de lavado con agua caliente y condensados combinados de recuperación y condensados del blow-tank. El exceso de soda residual al salir del reactor de oxígeno. Su función principal es retirar toda la lignina residual que le confiere el color café a la pulpa, lo cual se logra paulatinamente a lo largo del proceso de blanqueo gracias a la reacción química que ocurre en cada una de las torres de retención y a un posterior lavado por filtración para eliminar los productos de cada reacción.

Mediante estos procesos químicos de digestión y blanqueo se obtiene la pulpa para producir papeles "Woodfree", término con el que en la industria papelera se conocen aquellos productos que no contienen lignina, a diferencia de los que provienen de un proceso de pulpeo mecánico, tales como los papeles tipo periódico y LWC

(esmaltados de bajo gramaje para revistas). La pulpa blanqueada es utilizada para la producción de papel y cartulinas finas.

La pulpa también puede ser prensada para extraerle la humedad, convirtiéndola en hojas para su fácil almacenamiento y transporte, posterior utilización en la fábrica o para venta externa.

5.6 DEPURACIÓN

La operación de selección y limpieza de la pulpa café consiste en una depuración gruesa que separara el material bastante pasado de tamaño, como fibras no cocidas, nudos de caña, palos o fragmentos grandes de material extraño como plásticos y trozos de tarros. Logrando una depuración fina que terminara dando la calidad de la pulpa. Para este gran paso tenemos la zaranda plana la cual nos brinda esta primera selección de las diferentes impurezas. Dando una mejor selección de la pulpa en los siguientes equipos como son las zarandas presurizadas de huecos y de ranuras y la etapa de cleaners.

5.7 CLORINACIÓN

La pulpa café viene de los tanques de almacenamiento 150T y es diluida con filtrados clorados para bajar su consistencia a un 4 % y pH de 2.5. Los filtrados clorados son Usados para controlar el pH y preparar la pulpa para adición de cloro gaseoso. El cloro forma las cloro ligninas pasándolas de insolubles a solubles y continuar el proceso de des lignificación. La mayor parte de los productos de la reacción de la pulpa con el cloro son removidos en la siguiente etapa de extracción. Un eficiente lavado hecho en ésta etapa es de gran importancia, un residual de cloro alto ocasiona mayor consumo de soda en la siguiente etapa.

5.8 ETAPA DE HIPOCLORITO

El objetivo es destruir la lignina residual que aún permanece en la pulpa. El hipoclorito es un oxidante no específico, es decir ataca por igual la lignina y la celulosa. Las reacciones que ocurren sobre las celulosas hacen que se rompan algunos enlaces químicos, por consiguiente pérdida de propiedades. De lo anterior se desprende que esta etapa es bastante crítica para las propiedades físicas de la pulpa, para ayudar a controlar la reacción del hipoclorito sobre la celulosa se usa el ácido Sulfámico como el agente protector de las propiedades físicas de la fibra (celulosa y hemicelulosa) haciendo que el hipoclorito se vuelva más selectivo sobre la lignina y así lograr una viscosidad buena en la pulpa. El flujo de Hipoclorito, el tiempo de retención, pH, consistencia y temperatura en la torre hipoclorito nos ayudará a conseguir la exigencia de blancuras requeridas.

5.9 APLICACIÓN DE SULFITO DE SODIO

El proceso comienza con la aplicación sulfito de sodio, es con el fin de eliminar el cloro residual de la pulpa. Para evitar: la reversión de blancura en los tanques de almacenamiento de pulpa blanca; la variación del tono en el papel; para permitir que el color se adhiera a las fibras y, para evitar un desbalance químico en el proceso de la máquina.

5.10 PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL DE FIBRA DE CAÑA

La idea de aprovechar los subproductos derivados del procesamiento de la caña de azúcar permite ser una estrategia de negocio favorable, ya que surge del aprovechamiento integral de las materias primas disponibles que posean un gran impacto del tipo social, por la cantidad de mano de obra que generan, así como incentivar a la adecuación de las industrias actuales, a fin de que estas sean más eficientes en el uso de los recursos naturales.

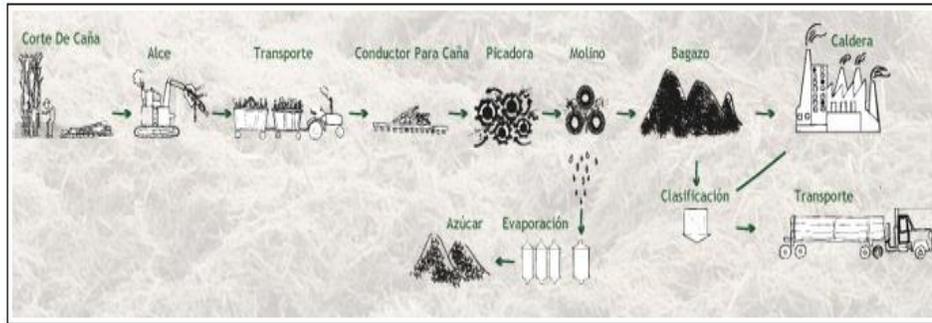
“La producción de papel a partir de la fibra de caña de azúcar promete ser uno de las actividades del futuro por su bajo impacto en el ambiente. En nuestro país, esta industria ya tiene cerca de medio siglo. Más del 90% del papel que hoy se usa en el mundo se hace con fibra de madera. Quizás por ello poco se habla de la producción de papel a partir de una fuente alternativa como la fibra de caña de azúcar, un recurso natural y anualmente renovable”. (Galuccio, 2014, p. 2)

Por su parte, la empresa Carvajal Pulpa y Papel lanza el papel hecho a base de caña de azúcar, considerado un producto para impresión y escritura de formas corporativas; informes anuales, de gestión y responsabilidad social; extractos bancarios, y sobres fabricado ciento por ciento con fibra de caña de azúcar y sin químicos. Además que:

“La fabricación del papel a base de caña de azúcar tiene un fin de sostenibilidad ambiental enfocado en sus materias primas y comunicaciones con sus clientes, todo esto enmarcado en su programa de responsabilidad social. Fueron necesarios 50 años de investigación y desarrollo tecnológico para originar un papel que fuera elaborado a base de caña de azúcar, totalmente amigable con el medio ambiente y que su pureza permitiera calidad de impresión. El nuevo papel permite gramajes de 70, 90 y 200 gramos y puede ser utilizado desde la entrega de membretes, cuadernos institucionales, textos, revistas y publicaciones comerciales y la impresión de carátulas, cajas de empaques y carpetas” (Carvajal, 2013, p. 1)

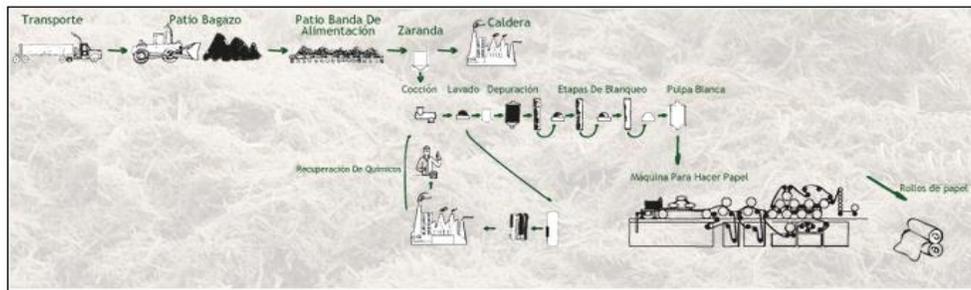
Esto constituye un verdadero logro frente a la responsabilidad ambiental, dado que el uso de la caña de azúcar para la fabricación de papel no requiere el uso de químicos y de fluoroquímicos.

Origen del Bagazo (materia prima)



Fuente: Carvajal Pulpa y Papel

Proceso de producción de papel



Fuente: Carvajal Pulpa y Papel

Carvajal Pulpa y Papel es el único productor en Colombia de papeles para imprenta, escritura y oficina que utiliza la fibra de la caña de azúcar como principal materia prima.

5.11 MÁQUINA DE PAPEL

A la pulpa de bagazo, blanqueada o sin blanquear, se le agregan diferentes químicos como carbonato de calcio, encolantes y aditivos diversos, de acuerdo con la formulación específica de cada grado de papel a ser producido, dependiendo de su uso final.

La mezcla se pasa a través de unos depuradores ciclónicos, retirando impurezas como arena y astillas del bagazo entre otros, para mejorar la calidad de la pulpa que posteriormente va a entrar a la máquina de papel.

Esta mezcla de fibras, aditivos químicos, colorantes y gran cantidad de agua es depositada sobre una malla girando a alta velocidad. Mediante una combinación de efectos de gravedad y vacío, se retira el agua quedando al final de la malla una estructura húmeda de fibras entrelazadas que es en sí el principio de la hoja de papel. Posteriormente se pasa la hoja de papel por un sistema de prensas y secadores de vapor para eliminar el exceso de humedad que todavía contiene la hoja de papel.

La hoja de papel es pasada por un sistema de rodillos, llamado calandria, que prensa la hoja para dar mejores propiedades de apariencia como lisura, calibre y porosidad. Esta hoja continua de papel es enrollada en bobinas de gran tamaño, llamadas "jumbos" o "reeles", donde se corta a rollos en anchos más pequeños de acuerdo a lo solicitado por los clientes. En la sección de terminados se llevan a cabo actividades tales como: conversión de rollos en hojas, rollos en rollos de otras dimensiones, rollos para ser supercalandreados (reducción de calibre e incremento de la lisura del papel) o rollos para ser embozados (textura predeterminada).

5.12 PROCESO ESMALTADO

El proceso de esmaltado tiene como fin aplicar al papel base por una o ambas caras, un recubrimiento de pigmentos, almidones, y adhesivos sintéticos. Este proceso se realiza aplicando la película de esmalte sobre la superficie del papel base de características predeterminadas y de acuerdo con la calidad que se requiera.

El papel esmaltado pasa por un sistema de secado con aire caliente y lámparas infrarrojas para ajustar la humedad final. Se embobina y se pasa por una súper calandria que mediante la acción de una serie de rodillos de pasta, intercalados con rodillos de acero, producen el brillo de la cara, o caras, esmaltadas de la hoja de papel.

Finalmente el papel esmaltado se corta y se despacha de acuerdo con los requerimientos del cliente.

5.13 Calandreado

“La hoja de papel es pasada por un sistema de rodillos, llamado calandria, que prensa la hoja para dar mejores propiedades de apariencia como lisura, calibre y porosidad. Esta hoja continua de papel es enrollada en bobinas de gran tamaño, llamadas "jumbo" o "reeles", donde se corta a rollos en anchos más pequeños de acuerdo a lo solicitado por los clientes. En la sección de terminados se llevan a cabo actividades tales como: conversión de rollos en hojas, rollos en rollos de otras dimensiones, rollos para ser supercalandreados (reducción de calibre e incremento de la lisura del papel) o rollos para ser embozados (textura predeterminada). La fabricación de papel es un proceso continuo y tiene sistemas computarizados de medida y control de las principales variables y características de calidad de papel”. (Carvajal, 2013, p. 1).

6. MARCO CONTEXTUAL

6.1 Descripción de la empresa Carvajal pulpa y papel

Carvajal es una empresa colombiana líder con más de 40 años de experiencia, que ofrece Soluciones Integrales para la Industria gráfica y de productos convertidos de escritura y oficina, a través de la producción de papel. CPP, ha logrado niveles de clase mundial en la calidad de sus papeles, utilizando como materia prima Básica la fibra de la caña de azúcar.

CPP, está ubicada estratégicamente en los departamentos de Cauca y Valle del Cauca en Colombia, Cerca de Buenaventura, principal puerto marítimo del sureste Colombiano y con la infraestructura logística Requerida para actuar en los mercados objetivos como si fuera un proveedor local. En la actualidad CPP genera 1,500 empleos directos y más de 10,000 indirectos, siendo así una empresa Clave para la economía del país y de la región. Cuenta con dos modernas plantas de producción.

6.2 Macro Localización

El país de localización es Colombia en la ciudad de Cali. Cercanía a zona franca: La más cercana es Zona Franca Palmaseca, ubicada contiguo al Aeropuerto Internacional Alfonso Bonilla Aragón de Cali.

Macro Localización



Fuente: <http://maps.google.es/>

Micro Localización

La Planta I situada en Yumbo, Valle del Cauca, produce papeles blancos no esmaltados y se encuentra ubicada la planta esmaltadora, que fabrica papeles esmaltados (couché/recubierto) marca Propalcote que es hoy la de mayor avance tecnológico en Latinoamérica.

Micro Localización Planta 1 Yumbo



Fuente: <http://maps.google.es/>

La Planta II ubicada en Caloto, Cauca, dedicada a la producción de papeles blancos no esmaltados. CPP dispone así de una capacidad instalada total de unas 220.000 ton/año que permite atender los requerimientos del mercado colombiano y también el resto del mercado Andino como Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia y con presencia creciente en Centro América, Chile y Estados Unidos.

Micro Localización Planta 2 Caloto



Fuente: <http://maps.google.es/>

6.4 CLASES DE PAPEL EMPRESA CARVAJAL PULPA Y PAPEL

Papel bond blanco y colores de 60 y 75gr.

Papel cuadernos económico y alta blancura 56gr.

Papel reprograf colores 75gr.

Papel offset 60, 70, 75, 90, 115, 150 gr.

Papel bristol blanco 150, 160, 170, 200, 220gr.

Papel bristol antimoho 150gr.

Papel bristol colores 150, 160 – 170gr

Papel fósforo de 50gr.

Papel sobres ecológico 65gr.

Papel manila 75 – 90 – 170 – 220gr.

Papel propalcopia blanco y colores de 35gr.

Papel MG 40, 45, 50, 60 gr.

Papel ANTIMOHO 50 gr.

Papel MF 50 gr.

7. MARCO CONCEPTUAL

Productividad es la relación entre el resultado de una actividad productiva y los medios que han sido necesarios para obtener dicha producción. En el campo empresarial se define la productividad empresarial como el resultado de las acciones que se deben llevar a término para conseguir los objetivos de la empresa

Manufactura Esbelta. son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones

Black Belt. El "Black Belt" "BB", el grado arriba de la Green Belt. El Black Belt puede tomar la dirección del proyecto y guiar varios "Green Belt". La formación es bastante importante.

Capacidad. Capacidad de un proceso. Determina si un proceso está en condiciones de responder a las esperanzas de las solicitudes de los clientes.

DFSS Design for Six Sigma. Define un método especialmente adaptado al desarrollo del proyecto Seis Sigma. Un método DFSS se compone de un Road Map, de herramientas específicas y un programa de formación adaptado. Su objetivo siendo por supuesto llevar la empresa al nivel de calidad 6 Sigma deseado. Se basa en la secuencia DMADV.

DMADV. Define(Definir), Measure (Medir), Analyze (Analizar), Design (Diseñar), Verify (Verificar)

DMAIC. Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analizar), Improve (Mejorar), Control (Controlar). DMAIC es un método que puede ser considerado como un proceso de mejora continua de pleno derecho. Basado en el análisis estadístico, intenta eliminar sistemáticamente todos los orígenes de la no calidad. 20

DPMO Defects per Million Opportunities. Unidad de medida SEIS SIGMA. El DPMO indica el número de defectos por millón de unidades producidas. El objetivo 6 SIGMA siendo no superar 3, 4 DPMO es decir 3, 4 defectos por unidad producida.

Gimsi. Un método de concepción global del sistema de medida de la performance, especialmente adaptado a los procesos cooperativos y de mejoría continua.

Green Belt. El “Green Belt” “GB” es el primer nivel de dominio 6 SIGMA. El Green Belt puede interpretar la función de animador del equipo. Es el “motor activo” durante un proyecto SEIS SIGMA. Se forma relativamente rápidamente.

Master Black Belt. El "Master Black Belt" "MBB". Es una certificación justificando un dominio perfecto de 6 sigma. El Master Black Belt debe justificar de experiencias conseguidas en calidad de Black Belt y seguir una formación complementaria. Está totalmente en condiciones de dirigir un proyecto "6 Sigma" a escala de la empresa.

SPC Statistical Process Control: Utilización de la herramienta estadística para estudiar los datos producidos con el fin de definir la capacidad y la performance de los procesos.

Zeslockout:

- Es cuando todas las fuentes de energía en un proceso, sistema, maquina o equipo han sido bloqueadas, aisladas y/o eliminadas
- **ATENCIÓN:**
Ser conscientes de los peligros.
Entender con lo que se está trabajando.
Qué hacer si algo sale mal.
- **ACTITUD:**
Cada persona debe tener la actitud correcta.
La seguridad es primero.
Autocuidado.
- **ACCIÓN:**

Tomar las acciones correctas, seguir los procedimientos de bloqueo y etiquetado.
Comunicación con otras personas en el área de trabajo.
El personal que va a ejecutar la tarea realiza el bloqueo con candado y tarjeta individual en el cubículo del bloqueo colectivo.

8. DISEÑO METODOLOGICO

8.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio que utilizamos en este proyecto es cuantitativo ya que permite medir las principales variables que afectan la productividad de las maquinas papeleras y permite tomar medidas para solucionar las causas.

8.2 VARIABLE DE ESTUDIO

La variable estudiada es la productividad en toneladas mensual de las maquinas papeleras en la compañía Carvajal pulpa y papel.

8.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se hará a través de las fuentes primarias aquellas a las que se tuvo acceso directo al momento de recopilar la información.

También están las fuentes secundarias, que son aquellas que remiten a trabajos y desarrollos preliminares, los cuales aportaran al desarrollo de la investigación, entre las que se destacan la bibliografía sobre técnicas y modelos de aprendizaje, la bibliografía, las referencias sobre propuestas similares.

Para ello, se acude a la encuesta y/o la entrevista para poder recoger la información necesaria además, se acude a trabajos de campo, textos relacionados con el tema, tesis de grado, ensayos e investigaciones. Las entrevistas o encuestas se desarrollaran a los directivos, empleados y personal que maneja la maquinaria con el uso de aceites. Por otro lado se identificarán situaciones con el personal especializados de control del medio ambiente.

9. FASE DEFINIR

La compañía CARVAJAL PULPA Y PAPEL una empresa dedicada a la fabricación de papel, ubicada en yumbo en el km 7 antigua carretera.

En la fase definir se empieza a buscar la forma y las variables que están involucradas en el aumento de la productividad de las maquinas papeleras, por recomendación y necesidad de la compañía Carvajal pulpa y papel todas las ideas que involucren una mejor productividad están ligadas a una campaña llamada INNOVANDO ANDO,

Metas del Proyecto:

Aumentar la productividad de la maquina papelera en 7 toneladas mensuales.

Ahorro esperado

33 millones anuales.

Miembros del Equipo:

Operador: Henry Galindo, electricista: Héctor Ituyan, mecánico: jhon viana, Meicer orejuela, Manuel Paternina

Cronograma Fecha Final de Etapa:

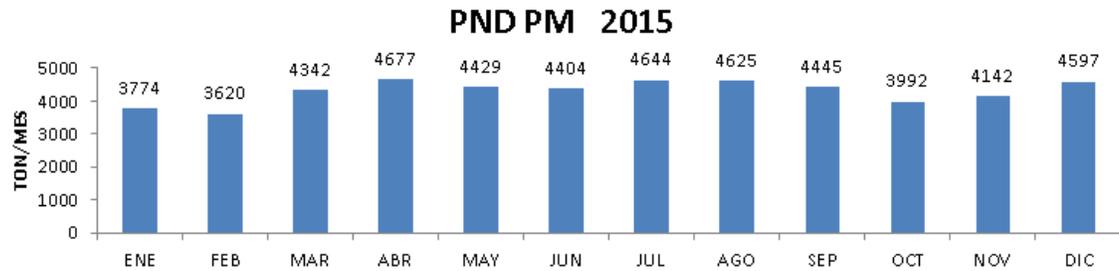
Defina 02/04/2016. Medición 22/04/2016. Análisis 06/05/2016.

Mejora 21/05/2016. Documento final 04/06/2016

9.1 RECOLECCIÓN Y ORDENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se muestran los datos históricos de productividad de la maquina papelera número 3 con los cuales empezamos el proceso de investigación.

Datos históricos de producción



Datos históricos de producción

produccion pm3				abril -mayo			
enero							
dia	ton	prd semana	prd mes				
1	165			1	152		
2	166			2	176		
3	184			3	170		
4	151			4	169		
5	157			5	161		
6	90	parada emer		6	159		
7	183			7	135	Parada emergencia	
8	189			8	164		
9	183			9	168		
10	167			10	158		
11	164			11	157		
12	171			12	172		
13	180			13	163		
14	76	parada gener		14	145		
15	156			15	166		
16	174			16	160		
17	148			17	155		
18	168			18	159		
19	149			19	146		
20	131			20	150		
21	207			21	139		
22	171			22	158		
23	112			23	172		
24	89	parada emer		24	166		
25	144			25	168		
26	120			26	165		
27	148			27	129		
28	140			28	159		
29	107			29	155		
30	153			30	138		
31	156						
			4699				4734
							293

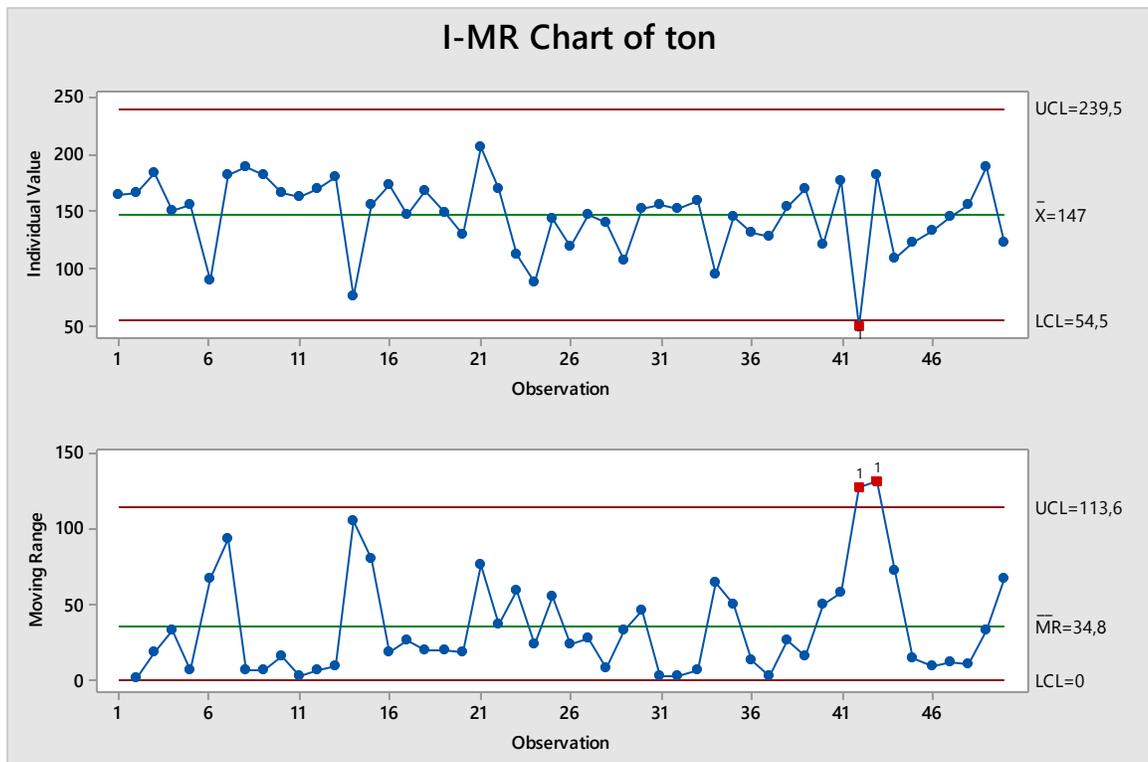
PRODUCTIVIDAD PM3														
Tipc	MA	CREADO	COD PROD	COD PDTO A	PESB ORIG	ANCHO ORIG	DIAM ORIG	PESO ORIG	LONG ORIG	EST	LOTE#	VELOC OBJ	VELOCIDAD	Ton/h
PM	3	26/02/2015 16:23	100006031	100006031	63,814	377,952	203,89	9.432	39.107	G	4920	530	556	8,04597461
PM	3	26/02/2015 17:50	100006031	100006031	59,731	378,963	210,97	9.414	41.589	G	4923	530	554	7,52415287
PM	3	26/02/2015 18:51	100006031	100006031	59,68	378,848	172,69	6.267	27.718	G	4923	530	555	7,529013
PM	3	26/02/2015 19:46	100006031	100006031	59,868	378,848	172,69	6.287	27.719	G	4923	530	555	7,5527304
PM	3	26/02/2015 20:42	100006031	100006031	59,775	379,06	172,68	6.280	27.716	G	4923	530	554	7,53162274
PM	3	26/02/2015 22:00	100006031	100006031	59,82	379,336	172,69	6.290	27.719	G	4923	530	554	7,54278075
PM	3	26/02/2015 22:57	100006031	100006031	59,75	378,929	180,89	6.912	30.529	G	4923	530	554	7,52587098
PM	3	27/02/2015 0:40	100006031	100006031	59,617	378,782	181,71	6.959	30.817	G	4923	530	554	7,50620577
PM	3	27/02/2015 1:25	100006031	100006031	59,951	378,603	130,03	3.450	15.200	G	4923	530	555	7,55831027
PM	3	27/02/2015 3:18	100006031	100006031	59,844	378,815	211,93	9.600	42.347	G	4923	530	555	7,54904502
PM	3	27/02/2015 4:14	100006031	100006031	59,76	378,897	181,49	6.960	30.738	G	4923	530	554	7,52649488
PM	3	27/02/2015 5:09	100006031	100006031	59,73	378,962	181,05	6.923	30.585	G	4923	530	554	7,52400705
PM	3	27/02/2015 6:04	100006031	100006031	59,868	379,19	181,21	6.956	30.641	G	4923	530	554	7,54592772
PM	3	27/02/2015 7:01	100006031	100006031	64,845	379,499	173,82	6.956	28.267	G	4923	530	554	8,17990285
PM	3	27/02/2015 7:54	100006031	100006031	64,643	380	173,41	6.910	28.130	G	4923	530	554	8,16518662
PM	3	27/02/2015 8:48	100006031	100006031	63,883	380	174,66	6.931	28.551	G	4923	530	554	8,0691895
PM	3	27/02/2015 9:42	100006031	100006031	63,752	380	174,46	6.900	28.482	G	4923	530	554	8,05264262
PM	3	27/02/2015 10:36	100006031	100006031	63,919	380	174,27	6.903	28.420	G	4923	530	554	8,07373673
PM	3	27/02/2015 11:29	100006031	100006031	63,827	380	174,39	6.903	28.461	G	4923	530	554	8,06211602
PM	3	27/02/2015 12:23	100006031	100006031	63,958	380	174,2	6.901	28.394	G	4923	530	554	8,0786629
PM	3	27/02/2015 13:43	100006031	100006031	64,545	380	209,67	10.202	41.595	G	4923	530	554	8,15280804
PM	3	27/02/2015 14:39	100006031	100006031	63,998	380	174,13	6.900	28.373	G	4923	530	554	8,08371538
PM	3	27/02/2015 15:54	100006031	100006031	59,615	377,696	202,04	8.641	38.377	G	4921	530	555	7,49794356
PM	3	27/02/2015 17:09	100006031	100006031	59,805	377,649	202,03	8.667	38.375	G	4921	530	556	7,53445556
PM	3	27/02/2015 18:25	100006031	100006031	59,814	377,749	202,03	8.671	38.376	G	4921	530	556	7,53758481
PM	3	27/02/2015 19:40	100006031	100006031	59,792	377,635	202,03	8.665	38.375	G	4921	530	556	7,53253852
PM	3	27/02/2015 20:55	100006031	100006031	59,853	377,681	202,03	8.675	38.376	G	4921	530	556	7,54114172
PM	3	27/02/2015 22:10	100006031	100006031	59,844	377,637	202,04	8.673	38.377	G	4921	530	556	7,53912936
PM	3	27/02/2015 23:25	100006031	100006031	59,725	377,349	209,83	9.350	41.487	G	4921	530	556	7,51839959
PM	3	28/02/2015 0:40	100006031	100006031	59,758	377,17	210,6	9.422	41.803	G	4921	530	556	7,51898533
PM	3	28/02/2015 1:55	100006031	100006031	59,853	377,756	210,23	9.417	41.650	G	4934	530	556	7,54263924
PM	3	28/02/2015 3:36	100006031	100006031	59,876	377,854	213,81	9.756	43.122	G	4934	530	556	7,5474952
PM	3	28/02/2015 4:52	100006031	100006031	59,697	377,756	211,82	9.539	42.300	G	4934	530	556	7,52298022
PM	3	28/02/2015 5:20	100006031	100006031	59,82	378,049	131,87	3.461	15.304	G	4935	530	556	7,5443277
PM	3	28/02/2015 6:35	100006031	100006031	59,843	377,447	211,03	9.482	41.979	G	4934	530	556	7,53521029
PM	3	28/02/2015 7:29	100006031	100006031	63,999	380	174,37	6.920	28.454	G	4935	530	556	8,11302523
PM	3	28/02/2015 8:22	100006031	100006031	63,999	380	174,23	6.908	28.405	G	4935	530	557	8,127617
PM	3	28/02/2015 9:15	100006031	100006031	64,765	380	173,74	6.950	28.240	G	4935	530	556	8,21012952
PM	3	28/02/2015 10:08	100006031	100006031	63,999	380	174,35	6.918	28.446	G	4935	530	556	8,11302523
PM	3	28/02/2015 11:06	100006031	100006031	64,841	380	180,15	7.500	30.439	G	4936	530	556	8,21976389
PM	3	28/02/2015 12:44	100006031	100006031	66,762	380	195,08	9.100	35.870	G	4924	530	556	8,46328522
PM	3	28/02/2015 14:42	100006031	100006031	67,685	380	194,33	9.153	35.587	G	4924	530	556	8,58029208
PM	3	28/02/2015 15:56	100006031	100006031	59,849	375,817	214,16	9.770	43.437	G	4924	530	556	7,50342182
PM	3	28/02/2015 17:08	100006031	100006031	59,811	375,149	208,67	9.242	41.189	G	4924	530	556	7,48532909
PM	3	28/02/2015 18:20	100006031	100006031	59,67	375,524	207,48	9.002	40.174	G	4924	530	556	7,4751477
PM	3	28/02/2015 19:48	670008001	600005701	56,918	377,805	141,43	4.000	18.601	C	4942	540	555	7,16080036
PM	3	28/02/2015 20:45	670008001	600005701	59,861	376,111	181,74	7.238	32.148	G	4942	540	556	7,51079736
PM	3	28/02/2015 20:48	670008001	600005701	58,274	377,805	183,71	7.238	32.876	G	4942	540	556	7,34460718

9.2 PROJECT CHARTER

UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA DE CALI. USB.										
GUIA DE PROYECTO LEAN - SIGMA			Fecha: marzo 2016							
Nombre del Proyecto:	DISEÑO DE UN MÉTODO DE TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA MAQUINA PAPELERA									
Nombre del Líder:	manuel paternina - jhon viana		e-Mail	patersons182@hotmail.com ; viana412@hotmail.com						
Empresa:	CARVAJAL PULPA Y PAPEL		Celular:	3172258876 ; 3176607833						
Descripción del Proyecto: este proyecto consiste en aumentar la productividad de la maquina numero 3 en carvajal pulpa y papel, teniendo en cuenta todas las variables principales que afectan la productividad de una maquina papelera mediante la recoleccion de datos, analisis de causas, variabilidad operativa, zeslockout.										
Alcance del Proyecto: este proyecto aplica para la maquina numero 3 carvajal pulpa y papel yumbo-valle										
Metas del Proyecto: mejoramiento de la productividad logrando un objetivo de 7 toneladas mensuales para un total de 84 toneladas anuales										
Variable de Medición:	toneladas de produccion mensual de la maquina numero 3									
Formula de Calculo:	cantidad producida mensual * valor de cada tonelada de papel									
Base Line:	4329	Current:	4403	Meta:	4350					
Fecha de Inicio del Proyecto: febrero 2016										
Fecha de Finalización del Proyecto: junio 2016										
Impacto sobre el Negocio:										
Seguridad:	x	Calidad:	x	Servicio:						
Productividad:	x	Desperdicio:		Costo:	x					
Ahorro Esperado en 1 año / \$ Costo Evitado:	\$ 33.000.000,00									
Miembros del Equipo:										
Nombre	Área	Nombre	Área							
henry galindo	operario area maquinas									
meicer orejuela	mecanico industrial									
hector ituyan	electrico industrial									
Soporte Requerido										
Nombre	Área	Nombre	Área							
julian canencio	jefe de produccion									
adolfo cortes	gerente produccion									
Aprobaciones										
Nombre	Cargo	Fecha	Firma							
jorge quesada	Gerente Ingenieria									
david jimenez	Gerente Sponsor									
Cronograma										
Fecha Final de Etapa	DEFINA	02/04/2016	MEDICION	22/04/2016	ANALISIS	06/05/2016	MEJORAS	21/05/2016	CONTROL	04/06/2016
Actividad	Etapa	Fecha	Resultado esperado	Status						
aumento de la productividad apartir del zeslockout	Definir	28/03/2016	definir proceso de estudio	c						
analisis de datos historicos	Medir	10/04/2016	medir tiempos historicos y reales	c						
costo beneficio	analizar	01/05/2016	resultados relacionados con la productividad							
variables criticas del proceso	analizar	02/052016	identificacion de problemas	c						
presentar al comité evaluador analisis	mejorar	21/05/2016	ejecucion de mejoras	c						
implementacion de mejoras	mejorar	22/052016	variabilidad del proceso	c						
Hacer mediciones de las variables criticas y su comportamiento. Periodos: Semanal, Mensual	CONTROL	25/05/2016	OBSERVAR MEJORAS EN LA VARIABLE							
Evaluar estadísticamente el cambio de las variables medidas	CONTROL	26/05/2016	VALIDAR IMPACTO DE LAS MEJORAS							
Conclusiones										
Teniendo como utilidad la metodología seis sigma hemos logrado de manera real y específica trabajar en el mejoramiento continuo de un proceso productivo, el cual nos deja una gran sabiduría en nuestro proceso formativo como ingenieros industriales. La capacidad de análisis en diferentes problemas de un proceso productivo nos da un valor agregado como profesionales logrando afrontar problemas de gran importancia en nuestro día a día.										

9.3 GRAFICO IMR

En el grafico IMR se ve un comportamiento de productividad promedio de 147 toneladas día de papel, logrando identificar variables y hacer una mejora significativa a nuestro proyecto.



GRAFICA 2

9.4 SIPOC

En el SIPOC es un registro visual, representa el flujo de actividades que componen un proceso; gráficamente se ve lo que ocurre, puede ser lo suficientemente simple para cuestiones puntuales y detallado como para identificar problemáticas del trabajo.

SIPOC es la sigla (en inglés), que simboliza Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes. Es un modelo usado para identificar y aclarar lo que se necesita para crear el producto o servicio.

Permite vincular los requerimientos del cliente con los resultados del proceso, y con los requisitos solicitados al proveedor, detectando así inconsistencias internas.

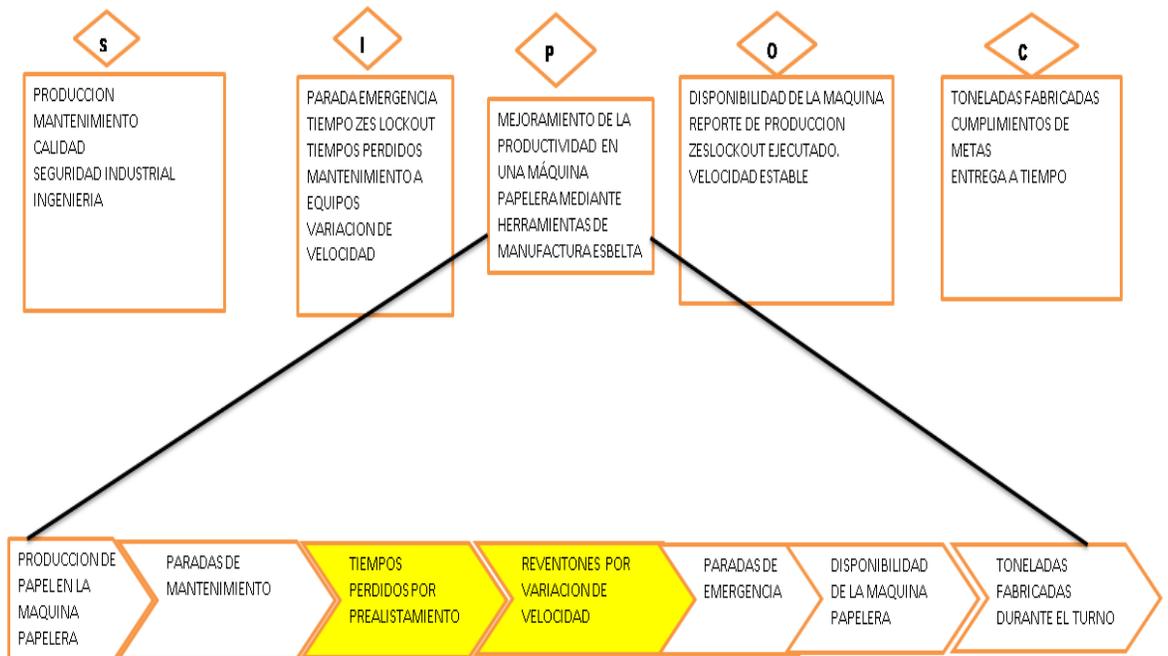


Grafico 3

9.5 Diagrama voz del cliente VOC

En la VOC del cliente encontramos que debemos escuchar y que estos pueden ser escritos o hablados, estos requerimientos pueden reducir insatisfacción del cliente y es fácil tener los resultados.

Obtener las entradas sobre los requerimientos de los clientes es (identificar la voz del cliente)

Pasos importantes para el VOC

Hablar con el cliente

Preguntar entradas (quejas)

Probar un entendimiento profundo

Traducir la VOC en términos que tengan sentido para su organización

Revisarlos con sus clientes y los participantes de su proceso

Refinar y priorizar.

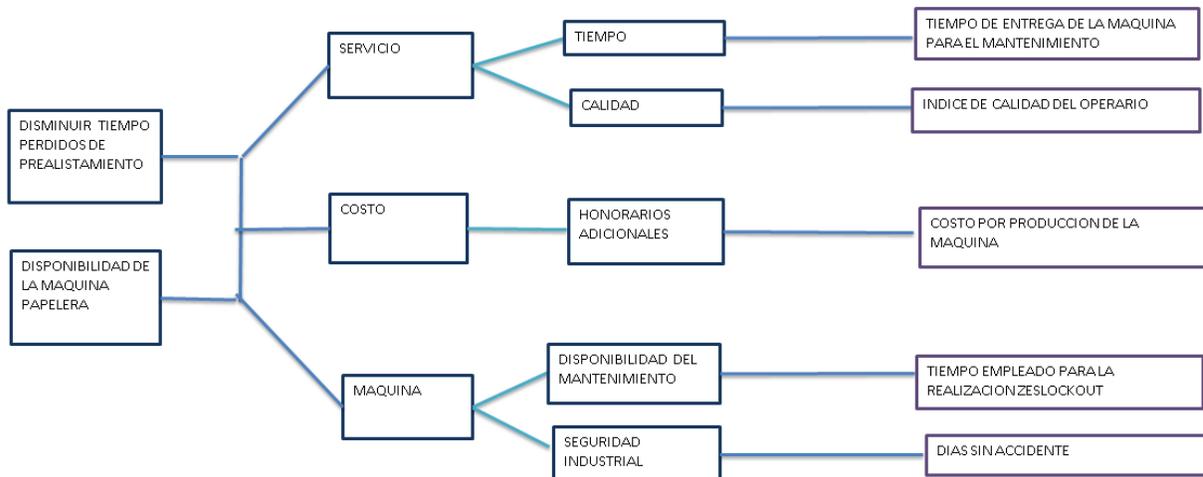


Gráfico 4

9.6 DIAGRAMA DE PROCESO

La interpretación gráfica del diagrama de proceso nos da la oportunidad de analizar problemas que afectan la productividad en nuestra maquina papelera y tomar acciones oportunas, mediante la innovación y mejoramiento continuo.

Para dar inicio a elaborar el siguiente diagrama se toma como base la experiencia y conocimiento de operarios e ingenieros de proceso.

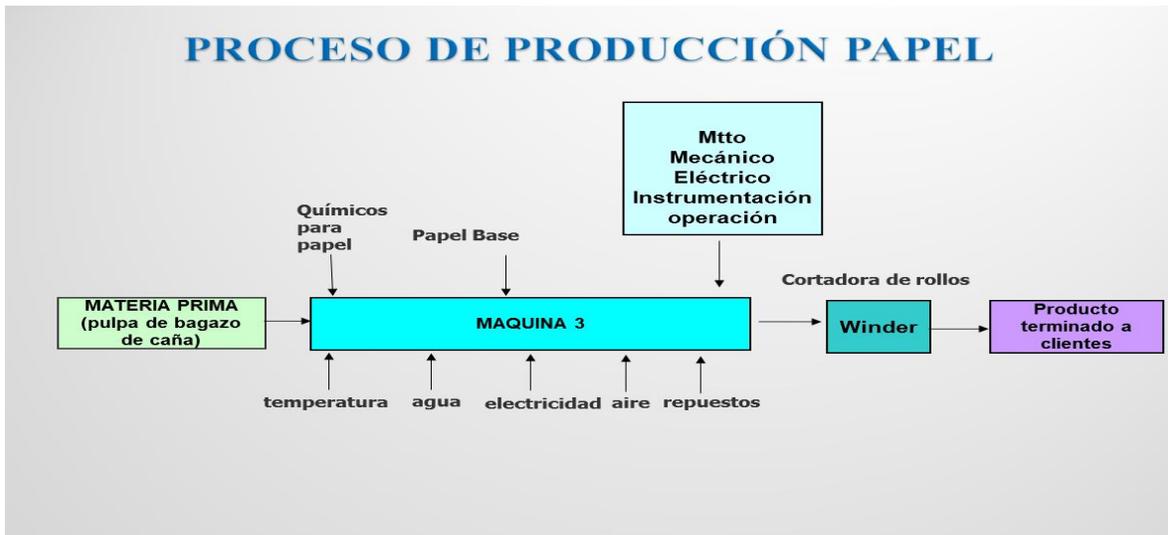


Grafico 5

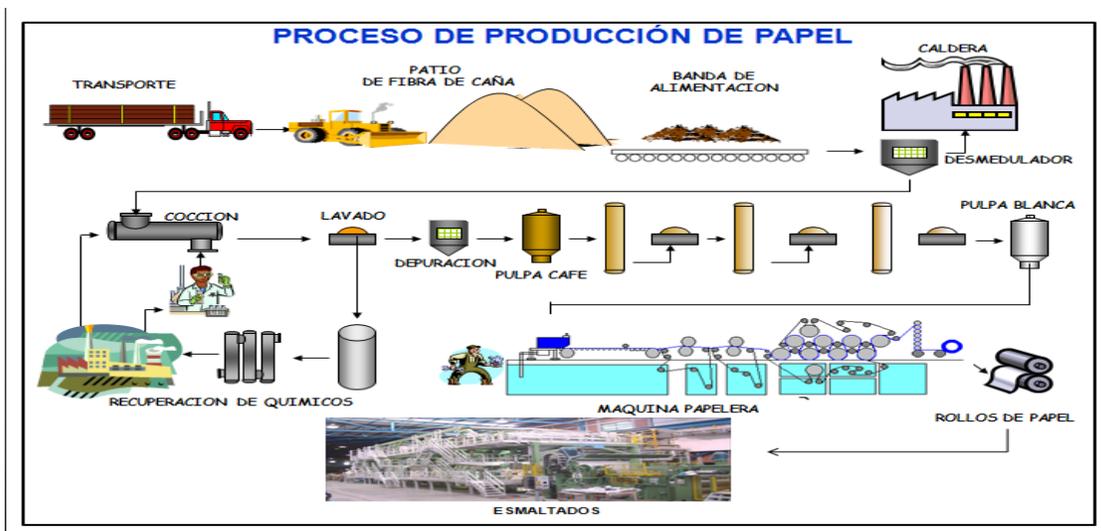


Grafico 6

.7 CONCLUSIONES FASE DEFINIR

- La productividad de la maquina en la cual nos vamos a enfocar en este proyecto tiene como objetivo el mejoramiento continuo y cumplimiento de metas que en este caso son 8 toneladas mensuales más.
- El diagrama de proceso nos identifica cada una de las principales pasos que tiene el proceso de fabricación de papel siendo objetivo con las metas del proyecto
- Se identifican variables criticas como el SIPOC Y EL VOC
- Las recomendaciones hechas por el personal operativo del area despierta muchas necesidades en la investigación con las cuales iniciar la búsqueda y solución de nuestro proyecto.
- Mediante el uso de herramientas de seis sigma podemos logran hallar causas de manera simplificada.

10. FASE MEDIR

Durante la fase de medir se prioriza en cuanto al tiempo y variación de las variables que afectan la productividad de la maquina cuenta los datos históricos, para de esta forma hallar las prioridades y tomar medidas de análisis, se elabora un estudio de la capacidad y estabilidad para lograr identificar de manera precisa la magnitud del problema actual.

Matriz de selección de variables.

10.1 IPO En esta matriz se seleccionan las actividades establecidas en el SIPOC:

Va: variables de entrada Vp: variables del proceso Vs: variable de salida.

PROYECTO LEAN - SIGMA			
MATRIZ DE SELECCION DE VARIABLES			
Nombre del proyecto: :MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA MÁQUINA PAPELERA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA			
I	P	O	
VARIABLES DE ENTRADA	VARIABLES DE PROCESO	VARIABLES DE SALIDA	
Maquina asignada para el mtto programado	Reventones por variacion de velocidad	Maquina en operación normal	
Prelistamiento del zes lockout	Enhebrado de papel	Trabajos sin accidente	
Tiempos perdidos por prelistamiento	Daños de equipos de proceso	Toneladas fabricads de papel	
Paradas de emergencia	Repuestos de mtto		
Insumos para fabricacion			

Grafico 7

10.2 MATRIZ DE EVALUACION DE VARIABLES

PROYECTO LEAN - SIGMA MATRIZ DE EVALUACION DE VARIABLES

		Evaluadores							Puntaje	Prioridad
		HENRIGUINO	MARCELO BLA	HECTOR LUZAN	JHONNA	MARCELO PATRINA	HAROLD MONGE	FERRANDEZ		
Tipo	VARIABLE									
VE	Maquina asignada para el mtto programado	7	5	7	7	5	7	3	41	
VE	Prelistamiento del zes lockout	10	7	7	10	5	7	10	56	2
VE	Tiempos perdidos por prelistamiento	5	7	10	7	7	5	3	44	3
VE	Paradas de emergencia	3	7	7	5	7	3	5	37	
VE	Insumos para fabricacion	3	3	5	3	5	3	5	27	
VP	Reventones por variacion de velocidad	10	7	10	10	10	7	10	64	1
VP	Enhebrado de papel	7	5	7	5	7	5	7	43	4
VP	Daños de equipos de proceso	5	3	5	3	3	3	3	25	
VP	Repuestos de mtto	7	3	3	7	7	5	7	39	

Definición de Evaluación. Según la siguiente escala numerica asigne un valor a cada variable según su criterio y conocimiento del proceso en el grado que impacta la generación de Cantidad del Producto No Conforme en el proceso de Fabricación

1: No Impacta. 3: Impacto Mínimo. 5: Impacto Mediano. 7: Impacto Significativo. 10: Impacto Total

Grafico 8

Una vez comprobado que los datos que se están trabajando son normales, se procede a graficar la capacidad del proceso para ver que tanto esta mi proceso en base a las especificaciones establecidas al inicio del proyecto, los resultados arrojados en la tabla indican que el proceso está fuera de nuestros límites de especificación con un CPK de 0,57; un PPK de 0,55;

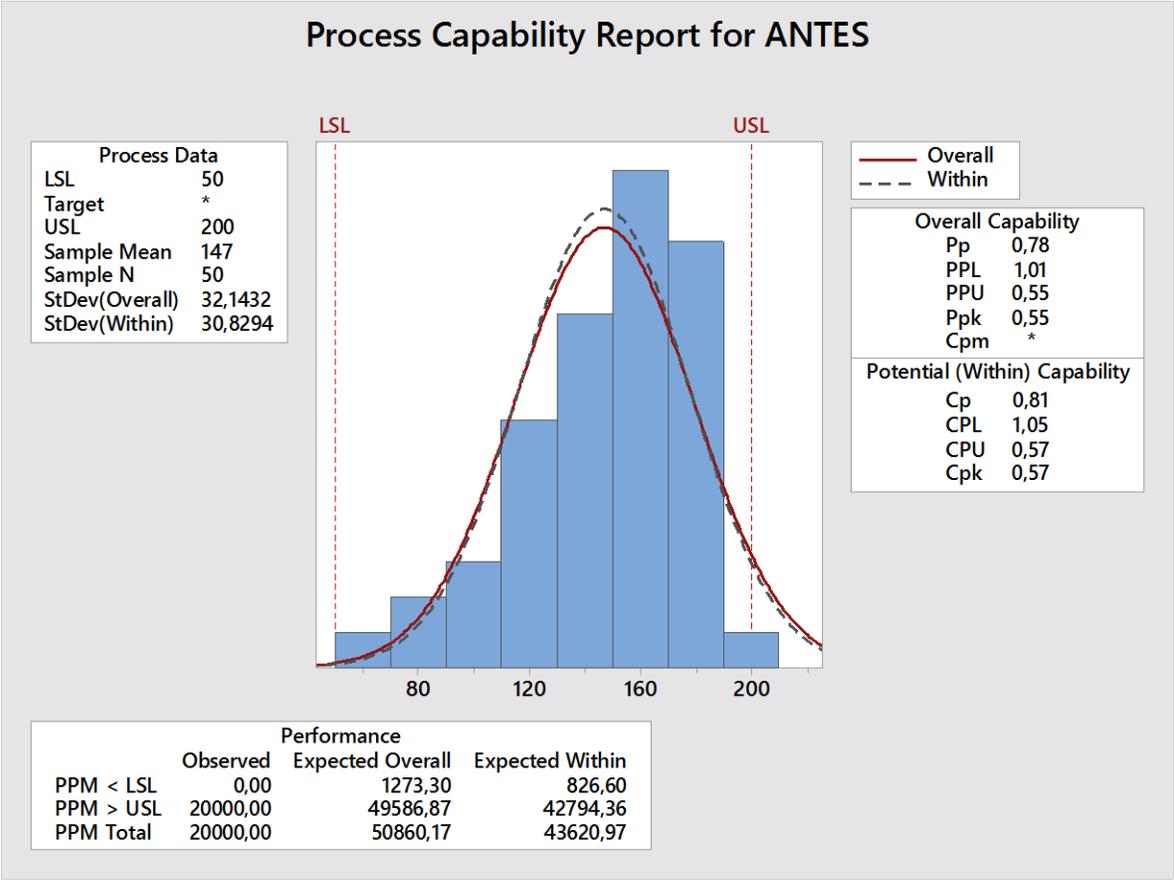


Grafico 10

10.4 CALCULO DEL SIGMA

En este método se calcula el área que se encuentra tanto por arriba como por abajo desde la media hasta los límites específicos que vienen establecidos para que el producto sea conforme, y a partir de ahí se obtiene el rendimiento y el nivel de calidad arrojando un sigma de 3,21 con un ppk 0,57 como lo muestra la siguiente gráfica.

Calculating Process Capability Antes

1. Enter average, standard deviation, and spec limits

Enter		
Xbar	147	
S	30,8294	Desviación
USL	200	Delete if no
LSL	50	Delete if no
	3,21 sigma	
	95,638 % yield	Rendimiento
	0,57 Ppk	Me dice que campana es descentrada

2. Label a Normal curve

- Average
- Standard deviation
- USL (and shade to LEFT for Area 1)
- LSL (and shade to LEFT for Area 2)

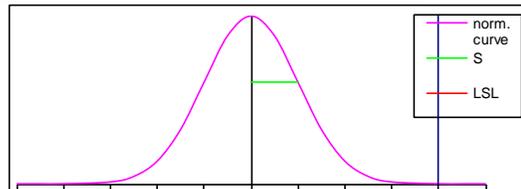


Grafico 11

10.5 DIAGRAMA DE PARETO

Diagrama de Pareto es una herramienta de análisis que ayuda a tomar decisiones en función de prioridades, el diagrama se basa en el principio enunciado por Vilfredo Pareto que dice:

"El 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan".

DATOS HISTORICOS DE PRODUCCION 2016 ENERO					
CAUSAS	IMPACTO hora/mes	improductividad ton/mes	costos toneladas (800 usd)	ponderacion	
reduccion velocidad	8	56	44800	41%	
reventones de papel	7	49	39200	36%	
zeslockout	2,5	17,5	14000	13%	
paradas emergencia	2	14	11200	10%	
total	19,5	136,5	109200	100%	

Grafico 12

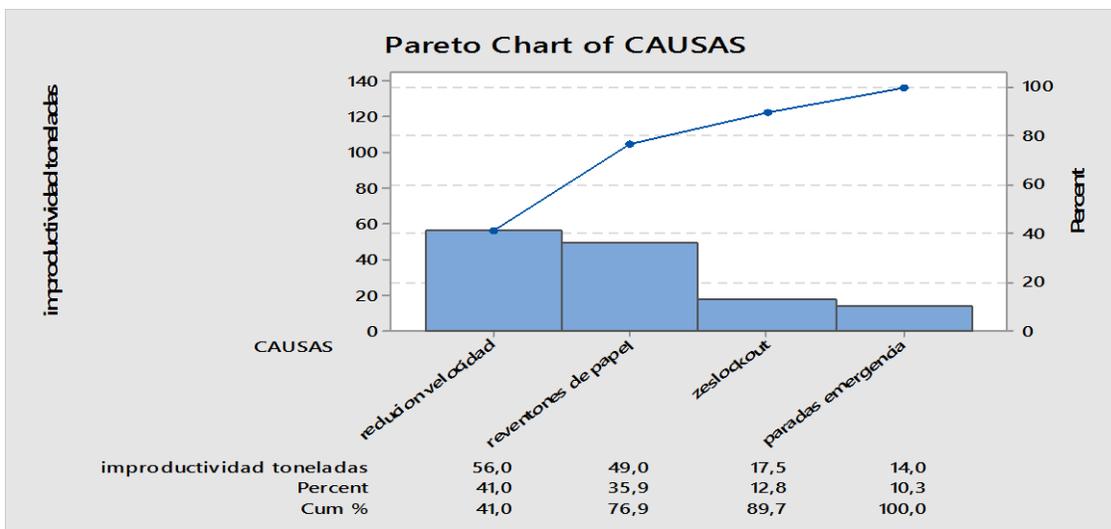


Grafico 13

10.6 CONCLUSIONES FASE MEDIR

- Se implementa una tabla de recolección de datos por maquina
- según la evaluación de la matriz de variables criticas hecha con los operarios.
- Variables claves a medir
- Calculo del desempeño de cada máquina por toneladas producidas.
- El cálculo de la capacidad del proceso nos toma una radiografía real del estado actual de nuestra productividad.

11. FASE ANALIZAR

La meta principal de esta fase es identificar las variables que afectan o intervienen en mi proceso y con las cuales voy a trabajar, es de vital importancia ser muy exacto en el control de las características de cada variable y atacar directamente la raíz de cada problema.

11.1 DIAGRAMA CAUSA EFECTO

El diagrama causa efecto o también llamado “Ishikawa” nos permite identificar las causas reales y potenciales que están afectando mi proceso productivo, para poder tomar una partida de corrección a mi problema raíz, logrando tomar un plan de acción eficaz.

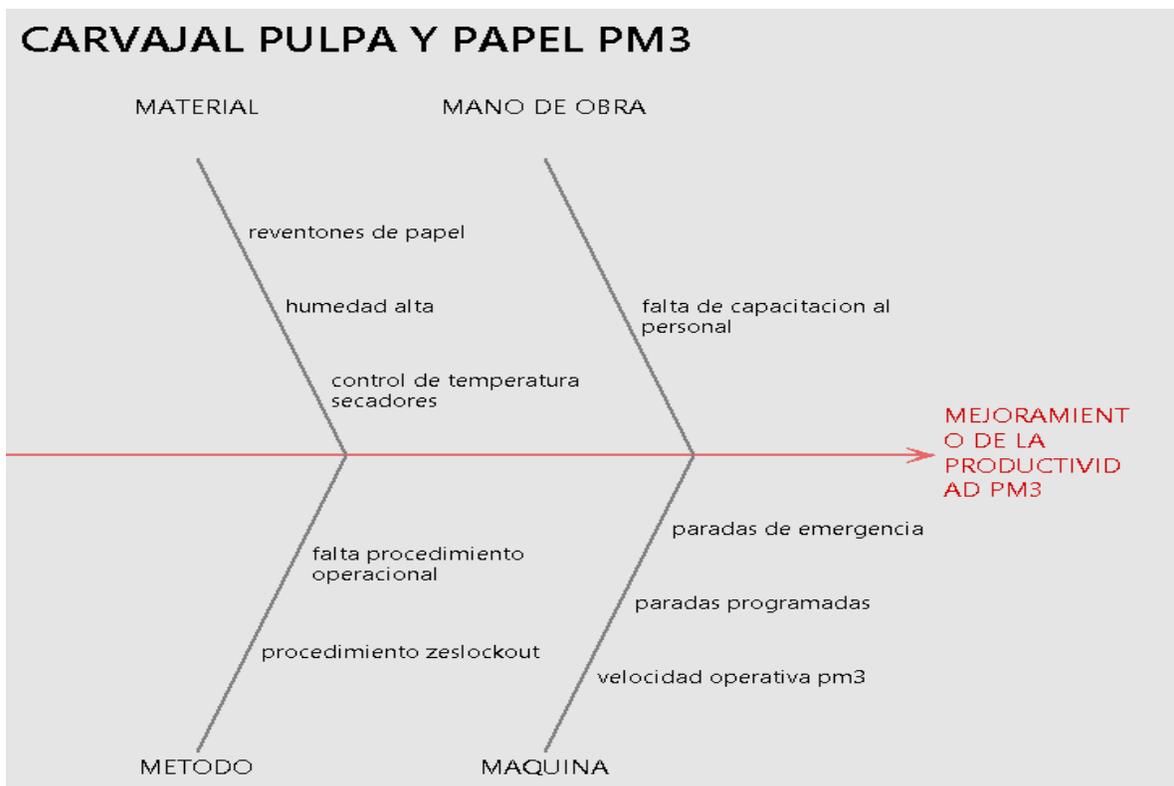


Grafico 14

11.2 AMEF

Es una herramienta que permite determinar acciones de prevención a partir de la identificación de riesgos del análisis de potenciales fallas en un producto/servicio, proceso o sistema, con el fin de establecer los controles adecuados que eviten la ocurrencia de las mismas. Los principales beneficios del AMEF: Mejora la calidad confiabilidad y seguridad de los procesos Mejora la imagen y competitividad de la compañía dando mejor satisfacción al cliente. Reduce el tiempo y costo en el desarrollo de un producto brindado mejor soporte integrado en el desarrollo del mismo.

AMEF									
AMFE DE:		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA							
<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; display: inline-block;"></div> Proceso		AMEF N°	1	Máquina	PM3				
		Proceso	PRODUCCIÓN	Modelo	2016				
Descripción del Equipo	FUNCION COMPONENTE	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Acciones Actuales	Situación Actual			
						SEVE	OCURR	DETE	NPR
PM3	AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD PM3	tiempo zeslockout	no realizar de manera adecuada zeslockout	falta de capacitación	no hay capacitación	10	7	9	630
			incumplimiento de metas	pre alistamiento incompleto	sin manual operativo	6	6	7	252
		velocidad operativa	falta de control en las secciones de la maquina	maquina desviaciones de control	falta de mantenimiento	7	8	9	504
			Incumplimiento de tiempos estimados de Producción	falta de sintonía y alistamiento	controles de producción	7	7	9	441
			alistamiento operativo	maquina parada	control de procesos	diferenciación	8	4	6

Tabla de análisis 1

11.3 DIAGRAMA DE LOS 5 ¿PORQUE?

Los 5 porque es una técnica de análisis utilizada para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta porque? Hasta obtener la causa raíz del problema, con el objeto de poder tomar acciones para solucionar el problema.

Esta técnica se utilizó por primera vez en Toyota durante la evolución de sus metodologías de fabricación, que luego culminarían en el Toyota Production System (TPS). Esta técnica se usa actualmente en muchos ámbitos, y también se utiliza dentro de Six Sigma.

DIAGRAMA DE LOS 5 PORQUE?					
CAUSA	PORQUE 1?	PORQUE 2?	PORQUE 3?	PORQUE 4?	PORQUE 5?
REDUCCION DE VELOCIDAD	SE ESTA OPERANDO DESPACIO EN LOS TURNOS	POR REVENTONES DE PAPEL EN LA SECCIONES	POR FALTA DE CONTROL DE VELOCIDAD EN CADA SECCION	SE TIENE UN SOLO GENERADOR DE TRANSMICION PARA TODAS LAS SECCIONES	
ZESLOCKOUT	POR PROGRAMACION DE PARADA DE MMTO	CANTIDAD DE EQUIPO INVOLUCRADOS EN EL PROCESO	TIEMPO DE IDENTIFICACION DE LOS EQUIPOS EN LAS SUB ESTACIONES	LA FALTA DE VISUALIZACION Y SEÑALIZACION DE LOS EQUIPOS	EXCESO DE TIEMPO
EHNEBRADO DE PAPEL	PAPEL HUMEDO	ENSAYOS CON NUEVOS ADITIVOS	CAMBIO DE PROVEEDOR	AHORRO DE COSTO	
TIEMPOS PERDIDOS EN ARRANQUE DE MAQUINA	MALA OPERACIÓN	PERSONAL NUEVO	FALTA DE CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA	FALTA CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO A OPERARIOS	

Tabla de análisis 2

11.4 CONCLUSIONES FASE ANALIZAR

- Con esta etapa analizar logramos determinar los factores de productividad de la maquina PM3.
- El diagrama causa efecto nos ayuda a identificar las posibles causas de nuestro problema.
- La implementación de un POE nos garantiza un arranque normal de máquina y menos tiempo perdido.
- Entrenamiento a los operarios nuevos evita daños inesperados y mayor productividad.

12. FASE MEJORAR

En esta fase ya identificadas las causas principales de nuestro problema se procede a implementar estrategias que mejoren nuestro proceso productivo, el objetivo último de esta etapa es demostrar, con datos, que las soluciones propuestas resuelven el problema, Es de vital importancia tomar medidas correctivas en nuestro proceso y así cumplir la meta propuesta en este proyecto.

12.1 PLAN DE RECOLECCION DE DATOS MEJORAR

Teniendo en cuenta las causas raíces que fueron descritas en la fase analizar se determina:

Nombre:	MANUEL PATERNINA - JHON VIANA	Fecha Inicial:	01-ene-16			
Proceso:	MAQUINA # 3 CARVAJAL PULPA Y PAPEL	Fecha (Rev. 1):	01-may-16			
		Fecha(Rev. 2):	04-jun-16			
PLAN DE RECOLECCION DE DATOS						
CAUSA RAIZ	ACCIONES	Definicion Operacional	Responsable de la Recoleccion	Metodo de Recoleccion	FECHA	SEGUIMIENTO
SE TIENE UN SOLO GENERADOR DE TRANSMISION PARA TODAS LAS SECCIONES	instalacion y control de variadores de velocidad	velocidad operativa en metros/minutos	JHON VIANA	Digital	01-may-16	
	montar drive (motores) independientes en cada seccion de la maquina	control de velocidad independiente metros/minuto	MANUEL PATERNINA	Digital	01-may-16	
EXCESO DE TIEMPO	actualizacion y creacion de procedimiento zeslockout	poe	JHON VIANA	Digital	01-may-16	
	control visual y señalizacion en sub estaciones electricas	tiempo	MANUEL PATERNINA	Manual	01-may-16	
FALTA CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO A OPERARIOS	plan de entrenamiento y capacitacion del proceso	horas	ING PROCESO JULIAN CANENCIO	Manual	04-jun-16	
	POE	procedimiento operacional	ING PROCESO JULIAN CANENCIO	manual	01-may-16	

Tabla de análisis 3

12.2 MEJORA 1

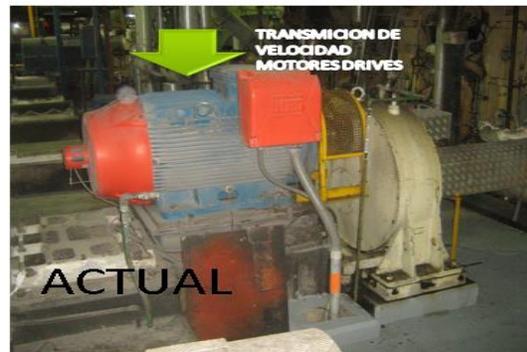
Teniendo en cuenta que la maquina papelera pm3 su sistema antiguo de trasmisión impulsado por una turbina de vapor con más de 40 años de uso generaba problemas de velocidad y continuidad en cada una de las secciones de la máquina.

Se procede a independizar la transmisión de cada sección haciendo un montaje de motores independientes de 300 hp, los cuales nos garantizan parámetros de velocidad y control.

Se logra hacer un estudio y se determina la instalación de variadores y controles de velocidad (drives).



MONTAJE DE MOTORES AUMENTO DE VELOCIDAD



ANTES



ACTUAL

12.3 MEJORA 2 CONTROL VISUAL

Las presentaciones visuales son un distintivo de manufactura esbelta. Las presentaciones visuales, ya sean marcadores, gráficas para control de producción, tableros de comunicación, u otros tipos, mantienen el flujo de la comunicación importante entre la gerencia de manufactura esbelta y los empleados, así como entre individuos, celdas y departamentos. Estas herramientas facilitan la comunicación en una empresa que se basa en la manufactura esbelta.

Teniendo en cuenta el análisis de zeslockout se logra hacer una mejora significativa logrando un mejor control visual en las subestaciones eléctricas dando agilidad y velocidad.



Se logra diseñar y fabricar tableros de identificación para zeslockout.



Mediante tarjetas de identificación de equipos involucrados en el zeslockout de bloqueo se logra tener una mejora significativa.



12.4 MEJORA 3 POE

Se denomina Procedimiento Operativo Estandarizado (POE.) al documento que describe (mediante un conjunto de instrucciones o pasos) la sucesión cronológica y secuencial de las operaciones que se deben seguir para la realización de determinadas rutinas de trabajo. Entonces, con los POE. Logramos que dichas actividades se realicen dentro de un ámbito predeterminado de aplicación y en forma segura para los operadores.

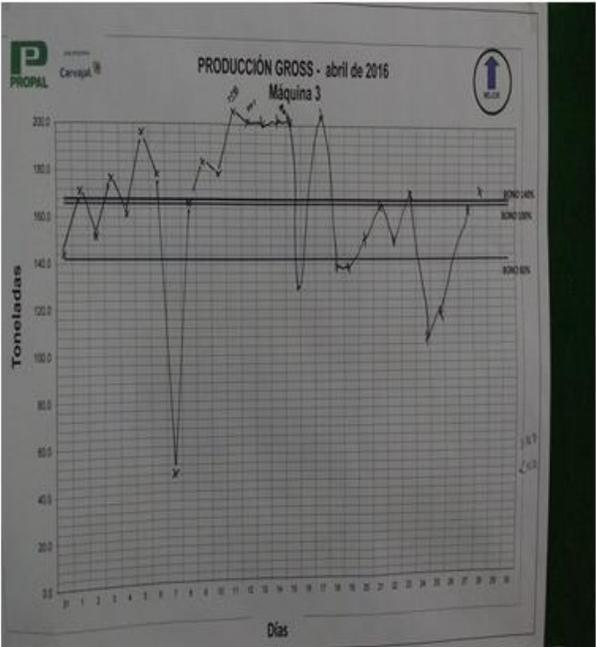
Con la asesoría de personal operativo y los ingenieros de proceso se logra priorizar las tareas principales de arranque de maquina ayudando a obtener un POE estructurado y con fundamentos técnicos.

Por solicitud de los operarios del área se deja actualizado y disponible el formato de arranque de máquina.



En el siguiente grafico se observa un formato de productividad de la maquina teniendo presente las metas que la compañía tiene dando un incentivo económico

al trabajador, de manera que todos estén enterados y logren mejorar el proceso día a día.



PRODUCTORA DE PAPELES PROPAL S.A.

NEGOCIO MAQUINAS PLANTA 1

LISTA DE CHEQUEO DE ARRANQUE DE MAQUINA

		CHECK	RESPONSABLE	FIRMA
1	Revisar Manilas			
2	Revisar Lonas y Guías Automáticas de éstas.			
3	Abrir drenajes de los Flash tank			
4	Chequear internamente las Lonas para detectar objetos extraños y límpielas con aire.			
5	Tensionar las Lonas.			
6	Abrir Válvulas manuales de entrada de Vapor a las Secciones de Secado.			
7	Abrir Vapor a calentadores del Pocket-ventilation.			
8	Calentar secadores de acuerdo a procedimiento adjunto.			
9	Arrancar las bombas de Condensado y pasar el control a automático.			
10	Colocar los puntos de control de las diferenciales en su punto.			
11	Arrancar extractores del Hood y Ventiladores.			
12	Verificar el sentido de giro de los ventiladores y extractores del Hood.			
13	Arrancar lentamente las Secciones de Secadores. Chequear que no se corran las Lonas.			
14	Verificar el correcto funcionamiento del enhebrador del calan y del corta colas.			
15	Colocar en funcionamiento Pope Reel, Calandria y Size Press.			
16	Cierre el Doctor del rodillo Rey, Calan y Pope Reel.			
17	Ajuste el vapor según el papel que se va a fabricar. Abrir válvula del flash tank 3 al wire pit al 100% PM1			
18	Después de estar enhebrada la Máquina, dispare a la atmósfera los Termocompresores por uno o dos minutos para sacar aire al Sistema de drenaje de los Secadores.			
19	Chequee en el Sótano que estén trabajando bien los Flash tank recolectores de condensado y cerrar drenajes.			

FECHA: _____

OPERADOR: _____

12.5 Mejora 4

Plan de entrenamiento y capacitación del proceso de fabricación papelerero al personal nuevo es una propuesta que está en manos de la gerencia general de la compañía Carvajal pulpa y papel, ya que esta metodología se perdió hace aproximadamente 3 años al momento que la compañía decidió hacer una reestructuración masiva de personal.

Propuesta de capacitación:

PLAN DE CAPACITACIÓN PERSONAL NUEVO CARVAJAL PULPA Y PAPEL												
ACTIVIDADES A DESARROLLAR	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL												
EQUIPOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO												
PROCESOS QUÍMICOS INDUSTRIALES												
VARIABLES DEL PROCESO												
METODOLOGÍA INVESTIGACIÓN												
PRODUCTIVIDAD												
INNOVACIÓN												
MTTO ELÉCTRICO, MECÁNICO, INSTRUMENTACIÓN												
LIDERAZGO												
PLAN DE EMERGENCIAS												
RESPONSABILIDAD PENAL												
GESTIÓN INTEGRAL												

Tabla de análisis 4

12.7 CONCLUSIONES FASE MEJORAR

En esta fase mejorar hemos logrado dar una metodología para solucionar nuestras causa raíz a los problemas de productividad que tiene la compañía Carvajal pulpa y papel.

Es importante siempre saber que piensan o que necesidades tienen los trabajadores de la compañía.

Cada día en nuestro trabajo nos encontramos problemas de diferentes magnitudes que si les hacemos un seguimiento y control nos pueden minimizar tiempos muertos de productividad.

Mediante la metodología seis sigma logramos dar solución a diferentes problemas en diferentes situaciones de nuestro proceso productivo.

13.FASE CONTROLAR



Una vez que las mejoras han sido controladas y alcanzadas en su totalidad se diseña un sistema o manual que las mantenga en control, El objetivo del control es que los procesos sean estables. Un proceso estable significa que el comportamiento de las variables definidas como claves se mantenga constante en el tiempo y por lo tanto dicho comportamiento sea fácilmente predecible.

13.1 CAPACIDAD DE PROCESO MEJORADO

En este grafico de capacidad se observa cómo funciona el proceso después de implementadas las mejoras.

Logrando obtener beneficios de productividad para la máquina y el proceso.

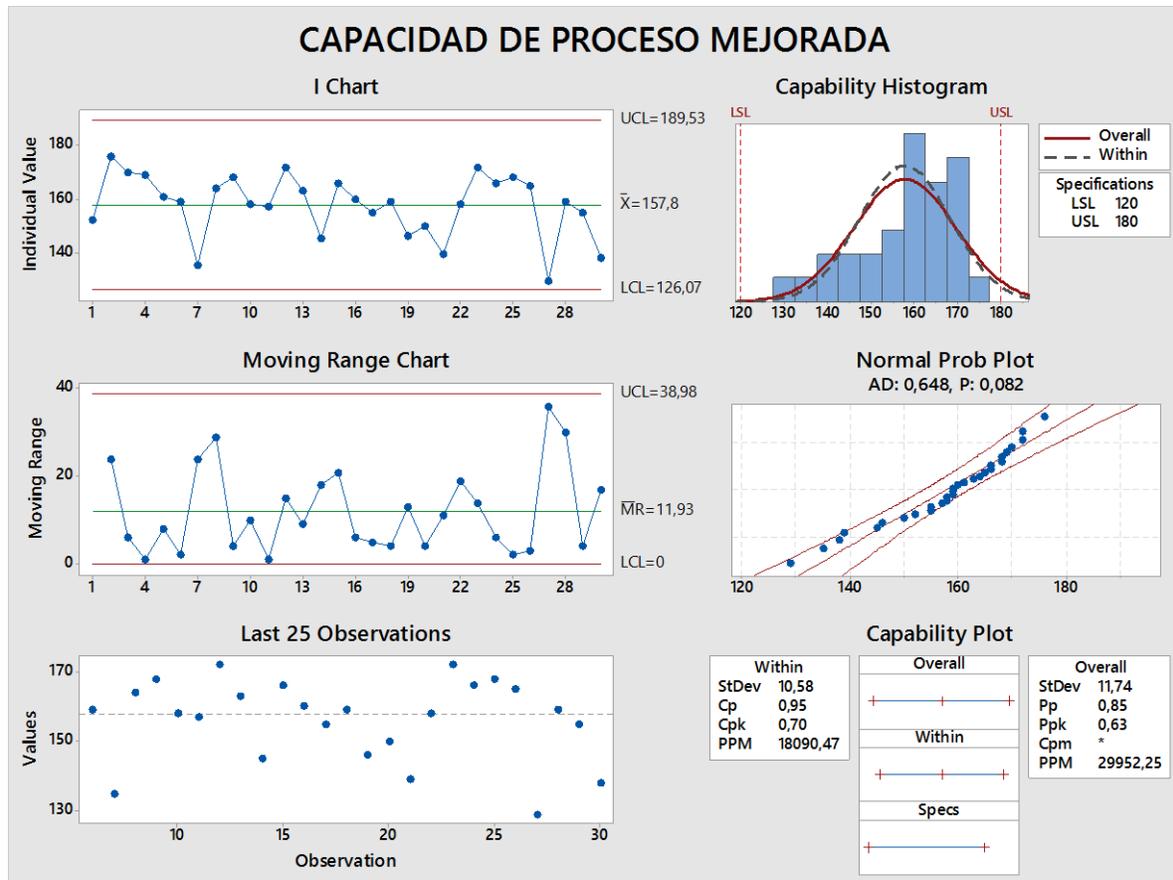


Grafico 15

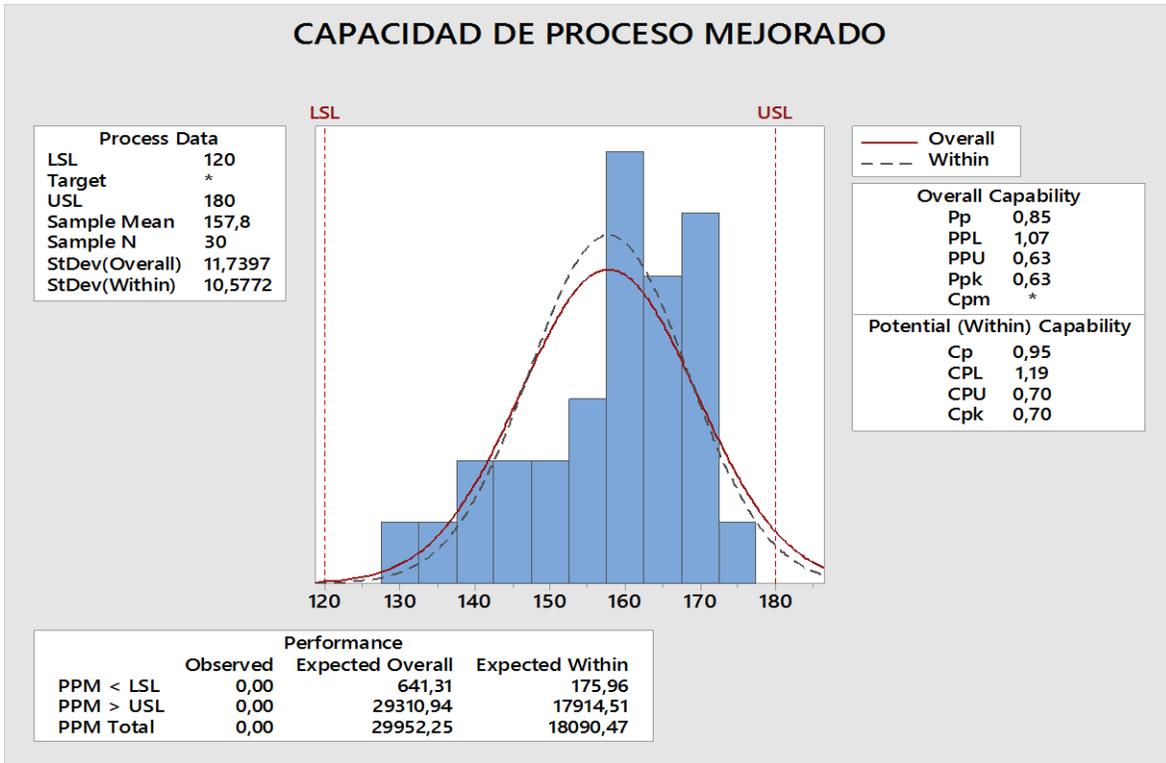


Gráfico 16

13.2 CALCULO DEL SIGMA MEJORADO

Con los datos obtenidos de los gráficos anteriores se procede a realizar el cálculo donde se alcanzar un nuevo sigma 3,59 y un rendimiento del 98,191%.

Calculating Process Capability final mejorado

1. Enter average, standard deviation, and spec limits

Enter	
Xbar	157,8000
S	10,57720000
USL	180,000
LSL	120,000
	3,59 sigma
	98,191 % yield
	0,7 Ppk

Desviación Std
Delete if no USL
Delete if no LSL
Rendimiento
Me dice que la campana esta descentrada.

2. Label a Normal curve

- Average
- Standard deviation
- USL (and shade to LEFT for Area 1)
- LSL (and shade to LEFT for Area 2)

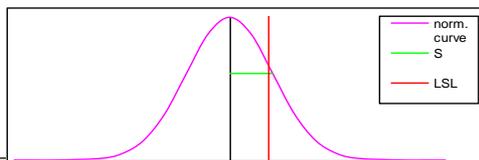


Gráfico 17

13.3 DATOS COMPARATIVOS

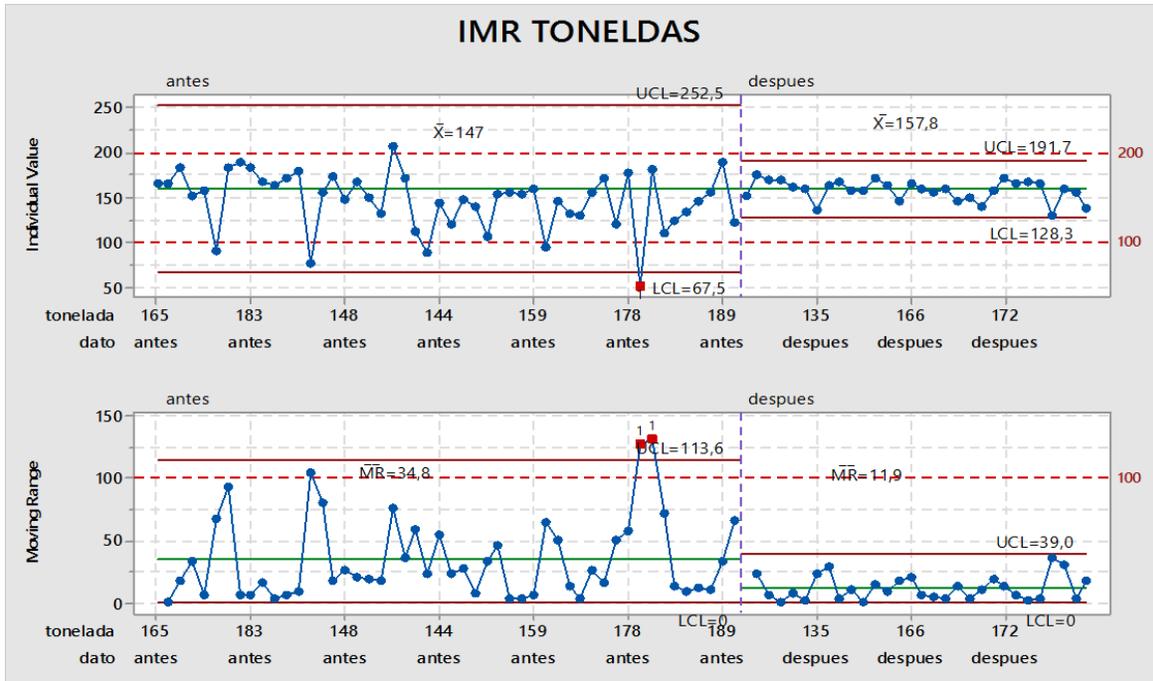
Comparando los datos obtenidos del antes y el después logramos identificar de manera específica como las mejoras generaron un impacto positivo en mi proceso teniendo una productividad 10.8 toneladas a favor.

INDICADORES	ANTES	DESPUES
DESVIACION ESTANDAR	30,8294	10,5772
CPK	0,57	0,7
CP	0,81	0,95
SIGMA	3,21	3,59
%YIELD	95,638	98,191
PPM	50860,7	29952
NORMALIDAD	0,061	0,082
AD	0,708	0,648
PPK	0,55	0,63
TONELADAS PROMEDIO	147	157,8
AHORRO TONELADAS MES	10,80	
PRECIO POR TONELADA DE PAPEL	2.100.000,00	
VALOR AHORRO	22.680.000,00	

Tabla de análisis 5

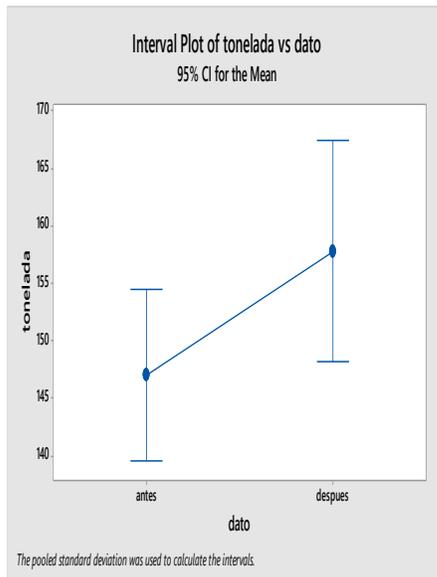
13.4 IMR ANTES Y DESPUES

En este grafico comparativo observamos el antes y después dando como resultado un mejoramiento del proceso relacionado con las variables medidas, teniendo más control de la productividad en las máquina papelera.



13.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Al realizar la prueba de hipótesis se observa p valor es 0,081 lo que es mayor a 0,05 indicando que se acepta la hipótesis y que estamos cumpliendo con el objetivo planteado, como se percibe en la gráfica de caja haciendo la comparación del antes y después del proceso.



- **Method**
 - Null hypothesis All means are equal
 - Alternative hypothesis At least one mean is different
 - Significance level $\alpha = 0,05$
- Equal variances were assumed for the analysis.
- **Factor Information**
 - Factor Levels Values
 - dato 2 antes. despues
- **Analysis of Variance**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
dato	1	2187	2187,0	3,12	0,081
Error	78	54623	700,3		
Total	79	56810			
- **Model Summary**

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
26,4630	3,85%	2,62%	0,00%

13.6 ESTRATEGIAS DE CONTROL DE MEJORAS

- evaluación de desempeño a los colaboradores y operarios del proceso.
- control visual y actualización de información relacionada con el negocio
- implementando nuevos procedimientos zeslockout
- actualizando información en los tableros de operación
- seguimiento diario a variables críticas
- campaña de innovación en la cual esté involucrado personal operativo y de mantenimiento exclusivamente.
- directamente desde gestión humana se formaliza la capacitación del proceso al personal nuevo que ingrese a la compañía.
- aplicar estándares al proceso papelerero pm3
- Incentivos económicos a los trabajadores si superan las metas esperadas por la compañía.

14. CONCLUSIONES

Teniendo como utilidad la metodología seis sigma hemos logrado de manera real y específica trabajar en el mejoramiento continuo de un proceso productivo, el cual nos deja una gran sabiduría en nuestro proceso formativo como ingenieros industriales.

La capacidad de análisis en diferentes problemas de un proceso productivo nos da un valor agregado como profesionales logrando afrontar problemas de gran importancia en nuestro día a día.

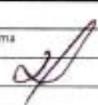
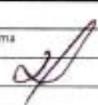
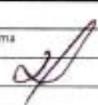
Las compañías a nivel mundial cada día requieren estrategias que mejoren sus procesos internos buscando ser más competitivas las herramientas que proporciona la metodología DMAIC seis sigma son muy útiles y de gran ayuda.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Alhama, R; Arrastia, F.; Cuevas, R. (2001). Perfeccionamiento empresarial. Realidades y retos. Editorial de ciencias sociales. Cuba. ISBN 959-06-0414-5. Pág. 104
- Apollin, F. & Eberhart, (1999). Análisis y diagnóstico del sistema de producción en el medio rural. Guía metodológica. CARE y CESA, CICDA, RURALTER
- BSA RethinkingArchitecture. (2014). Glosario: definiciones de términos empresariales. Recuperado de: <http://www.bsarethinkingarchitecture.com/2010/08/10/glosario-definiciones-de-terminos-empresariales/>
- Carvajal Pulpa y Papel. (2013). Control interno. Recuperado de: <http://www.carvajalpulpaypapel.com/sostenibilidad/responsabilidad-ambiental/>
- Fucci, T. (1999). Enfoque actual de la técnicas y sistemas de producción.
- Galuccio, M. (2014). Papel con fibra de caña de azúcar. Diario la Misionerita Online. Vol. 15. Recuperado de <http://lamisioneritaonline.com/index.php/15-economia/3227-papel-con-fibra-de-cana-de-azucar>
- GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto y DE LA VARA SALAZAR, Román. Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, 2004, México, D. F.
- Gómez, F. (2005). Automatización de Sistemas de Producción. Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla
- Hamad I. Odhabi, R. Macredie, R. (1998). Sistemas de manufactura Actividades y procesos relacionados. Winter SimulationConference (Washington D.C., Estados Unidos, 1998). Recuperado de:

<http://www.revistavirtualpro.com/revista/manufactura/6#sthash.3XiCWEhx.dpuf>

- Méndez, C. (2001). Metodología de la Investigación. México. Editorial Limusa.
- Pereyra, M. (2005). Sistema de producción. Productividad y estudio de trabajo. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina
- Quinondo, C. (2012). Sistemas de producción. Educación tecnológica.
- Velasco, M. (2010). Soportes o Sustratos: el Papel. Recuperado de <http://www.seminariosla.com/margarita/TG-USA/02-EI%20Papel.pdf>
- Vidal, R. (2014). Sistemas de producción. Unidad de Gestión de la Producción Animal, ICATC. Universidad Austral de Chile.
- RSC. Responsabilidad Social Empresarial Novartis (2009). Glosario de términos habituales en materia de RSC. Recuperado de: <http://rsc.dircom.org/Glosario-temas-RSC/glosario-de-terminos-habituales-en-materia-de-rsc.html>
- Sánchez, E; Montañez, M. Estudio de factibilidad para el montaje de una fábrica productora de cajas de cartón corrugado en el área metropolitana de Bucaramanga. 2007. Pág. 30
- Scalonne, M. (2014). El enfoque de sistemas de producción agropecuarios, sistemas agrarios regionales

UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA DE CALI. USB.																																																																																																																									
GUIA DE PROYECTO LEAN - SIGMA																																																																																																																									
Fecha: marzo 2016																																																																																																																									
1 Nombre del Proyecto:	DISEÑO DE UN METODO DE TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA MAQUINA PAPELERA																																																																																																																								
Nombre del Líder:	manuel paternina - John viana <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> e-Mail: paternina162@hotmail.com ; viana412@hotmail.com </div>																																																																																																																								
Empresa:	CARVAJAL PULPA Y PAPEL <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Celular: 3172258876 ; 3178607833 </div>																																																																																																																								
2 Descripción del Proyecto:	este proyecto consiste en aumentar la productividad de la maquina numero 3 en carvajal pulpa y papel, teniendo en cuenta todas las variables principales que afectan la productividad de una maquina papelera mediante la recoleccion de datos, analisis de causas, variabilidad operativa, zeslockout.																																																																																																																								
3 Alcance del Proyecto:	este proyecto aplica para la maquina numero 3 carvajal pulpa y papel yumbo valle																																																																																																																								
4 Metas del Proyecto:	mejoramiento de la productividad logrando un objetivo de 7 toneladas mensuales para un total de 84 toneladas anuales.																																																																																																																								
5 Variable de Medición:	toneladas de producción mensual de la maquina numero 3																																																																																																																								
Formula de Calculo:	cantidad producida mensual * valor de cada tonelada de papel																																																																																																																								
Base Line:	4329																																																																																																																								
Current:	4403																																																																																																																								
Meta:	4350																																																																																																																								
6 Fecha de Inicio del Proyecto:	febrero 2016																																																																																																																								
Fecha de Finalización del Proyecto:	junio 2016																																																																																																																								
7 Impacto sobre el Negocio:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Seguridad</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Calidad</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Servicio</td><td><input type="checkbox"/></td> <td>Productividad</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Desempeño</td><td><input type="checkbox"/></td> <td>Costo</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Servicio	<input type="checkbox"/>	Productividad	<input checked="" type="checkbox"/>	Desempeño	<input type="checkbox"/>	Costo	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																												
Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	Calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Servicio	<input type="checkbox"/>	Productividad	<input checked="" type="checkbox"/>	Desempeño	<input type="checkbox"/>	Costo	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																														
8 Ahorro Esperado en 1 año / \$ Costo Evitado:	\$ 31,000,000.00																																																																																																																								
9 Miembros del Equipo:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nombre</th><th>Área</th><th>Nombre</th><th>Área</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>henry galindo</td><td>operario area maquinas</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>mecior orejuela</td><td>mecanico industrial</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td> Hector ibáñez</td><td>eléctrico industrial</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Nombre	Área	Nombre	Área	henry galindo	operario area maquinas			mecior orejuela	mecanico industrial			Hector ibáñez	eléctrico industrial																																																																																																										
Nombre	Área	Nombre	Área																																																																																																																						
henry galindo	operario area maquinas																																																																																																																								
mecior orejuela	mecanico industrial																																																																																																																								
Hector ibáñez	eléctrico industrial																																																																																																																								
10 Soporte Requerido	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nombre</th><th>Área</th><th>Nombre</th><th>Área</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Miguel Rueda</td><td>coordinador maquinas</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Julian canencia</td><td>ingeniero de proceso</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Nombre	Área	Nombre	Área	Miguel Rueda	coordinador maquinas			Julian canencia	ingeniero de proceso																																																																																																														
Nombre	Área	Nombre	Área																																																																																																																						
Miguel Rueda	coordinador maquinas																																																																																																																								
Julian canencia	ingeniero de proceso																																																																																																																								
11 Aprobaciones:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nombre</th><th>Cargo</th><th>Fecha</th><th>Firma</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Harold Calvache</td><td>jefe mecanico ml</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Nombre	Cargo	Fecha	Firma	Harold Calvache	jefe mecanico ml																																																																																																																		
Nombre	Cargo	Fecha	Firma																																																																																																																						
Harold Calvache	jefe mecanico ml																																																																																																																								
12 Cronograma	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Fecha final de etapa</th><th>DEFINA</th><th>02/04/2016</th><th>MEJORA</th><th>22/04/2016</th><th>ANALISIS</th><th>06/05/2016</th><th>MEJORAS</th><th>21/05/2016</th><th>CONTROL</th><th>04/06/2016</th><th>*</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Actividad</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>aumento de la productividad a partir del zeslockout</td><td>Definir</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>28/03/2016</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>c</td></tr> <tr> <td>analisis de datos historicos</td><td>Medir</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10/04/2016</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>c</td></tr> <tr> <td>costo beneficio</td><td>analizar</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>01/05/2016</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>resultados relacionados con la productividad</td></tr> <tr> <td>variables criticas del proceso</td><td>analizar</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>02/05/2016</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>identificacion de problemas</td></tr> <tr> <td>presentar al comité evaluador analisis</td><td>mejorar</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>21/05/2016</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>ejecucion de mejoras</td></tr> <tr> <td>implementacion de mejoras</td><td>mejorar</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>22/05/2016</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>variabilidad del proceso</td></tr> <tr> <td>Hacer mediciones de las variables criticas y su comportamiento. Periodos: Semanal, Mensual</td><td>CONTROL</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>25/05/2016</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>OBSERVAR MEJORAS EN LA VARIABLE</td></tr> <tr> <td>Evaluar estadisticamente el cambio de las variables medidas</td><td>CONTROL</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>26/05/2016</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>VALIDAR IMPACTO DE LAS MEJORAS</td></tr> </tbody> </table>	Fecha final de etapa	DEFINA	02/04/2016	MEJORA	22/04/2016	ANALISIS	06/05/2016	MEJORAS	21/05/2016	CONTROL	04/06/2016	*	Actividad												aumento de la productividad a partir del zeslockout	Definir					28/03/2016					c	analisis de datos historicos	Medir					10/04/2016					c	costo beneficio	analizar					01/05/2016					resultados relacionados con la productividad	variables criticas del proceso	analizar					02/05/2016					identificacion de problemas	presentar al comité evaluador analisis	mejorar					21/05/2016					ejecucion de mejoras	implementacion de mejoras	mejorar					22/05/2016					variabilidad del proceso	Hacer mediciones de las variables criticas y su comportamiento. Periodos: Semanal, Mensual	CONTROL					25/05/2016					OBSERVAR MEJORAS EN LA VARIABLE	Evaluar estadisticamente el cambio de las variables medidas	CONTROL					26/05/2016					VALIDAR IMPACTO DE LAS MEJORAS
Fecha final de etapa	DEFINA	02/04/2016	MEJORA	22/04/2016	ANALISIS	06/05/2016	MEJORAS	21/05/2016	CONTROL	04/06/2016	*																																																																																																														
Actividad																																																																																																																									
aumento de la productividad a partir del zeslockout	Definir					28/03/2016					c																																																																																																														
analisis de datos historicos	Medir					10/04/2016					c																																																																																																														
costo beneficio	analizar					01/05/2016					resultados relacionados con la productividad																																																																																																														
variables criticas del proceso	analizar					02/05/2016					identificacion de problemas																																																																																																														
presentar al comité evaluador analisis	mejorar					21/05/2016					ejecucion de mejoras																																																																																																														
implementacion de mejoras	mejorar					22/05/2016					variabilidad del proceso																																																																																																														
Hacer mediciones de las variables criticas y su comportamiento. Periodos: Semanal, Mensual	CONTROL					25/05/2016					OBSERVAR MEJORAS EN LA VARIABLE																																																																																																														
Evaluar estadisticamente el cambio de las variables medidas	CONTROL					26/05/2016					VALIDAR IMPACTO DE LAS MEJORAS																																																																																																														
13 Conclusiones:	<p>Teniendo como utilidad la metodología seis sigma hemos logrado de manera real y específica trabajar en el mejoramiento continuo de un proceso productivo, el cual nos deja una gran sabiduría en nuestro proceso formativo como ingenieros industriales. La capacidad de análisis en diferentes problemas de un proceso productivo nos da un valor agregado como profesionales logrando afrontar problemas de gran importancia en nuestro día a día.</p>																																																																																																																								