

DISMINUCIÓN DE LA VARIACIÓN DEL PESO EN PAQUETES DEL HILO SSP 130X2 EN DOBLADO

Jenny Samanty Lezama Caballero

Nora Yannethe Sagastume Lara

Maestranter

Jared R. Ocampo

*Juan Jacobo Paredes Heller**

Profesores, Departamento Postgrado, UNITEC, San Pedro Sula, Honduras

(Agosto, 2012)

Resumen. COATS Honduras es una empresa dedicada a la producción de hilos de poliéster y algodón para la manufactura. Esta investigación se centró en el análisis de la disminución de la variación en el peso de los paquetes del hilo SSP 130X2 que se producen en el área de doblado, esto mediante la implementación de cada una de las fases de la metodología DMAMC de Seis Sigma. El valor óptimo de cada uno de los paquetes debe ser de 1.145 kilogramos los cuales han mostrado una variación arriba de 0.009 kilogramos dando como resultado un peso de 1.154 kilogramos. Esta desigualdad ocasiona que se incurra en costos de subutilización de energía y mano de obra requerida para reprocesar los paquetes defectuosos. La investigación se inició con la recolección de datos y análisis de los mismos, así como también, se llevaron a cabo medidas correctivas con el fin de disminuir esta variación. Mediante las modificaciones en la máquina, la estandarización de las actividades, y el compromiso del personal se obtuvo una mejora de 0.0009 kilogramos, lo que representa un 89% en el proceso del hilo. Lo que permite proponer implementar la metodología a los distintos tipos de hilo que se producen en el área, obteniendo ahorros significativos de \$ 12,970.40 para el primer año.

Abstract. COATS Honduras is a company that produces polyester and cotton thread for the manufacturing industry. This research analyses the reduction in weight variation of the thread SSP 130X2 packages produced in the spinning and twisting area by implementing each one of the Six Sigma DMAIC methodology phases. The optimal value per package should be 1.145 kilograms. There have been variations higher than 0.009 kilograms resulting in 1.154 kilograms weight per package. This inequality causes higher costs due to energy and labor underused required in reprocessing the defective packages. The research started by gathering and then analyzing the data. Corrective measures were taken to reduce the weight variation. By modifying the machine, the standard activities, and workers commitment it was possible to make a 0.0009 kilograms improvement which represents a total of 89% in the thread process. This results led to propose the implementation of this methodology to all the different types of thread that are being produced in the area in order to get significant savings of up to \$ 12,970.40 during the first year.

Palabras claves: *Disminución, Hilo SSP 130X2, metodología DMAMC, Seis Sigma y Variación en el peso.*

*jacobo.paredes.heller@unitec.edu

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los objetivos estratégicos de las empresas es reducir los costos que se generan en los diferentes departamentos que la conforman. Debido a las fluctuaciones que sufre el mercado nacional e internacional, las empresas se enfocan en concretar planes de reducción de gastos, costos de materia prima y restructuración de planilla, siendo esto una alternativa para sostenerse en el tiempo y ser competitivos en el mercado, siempre manteniendo sus estándares de calidad en cada uno de sus procesos, teniendo como objetivo mantener las expectativas, la fidelidad del cliente a través de la calidad, precio y servicio brindando en el producto requerido. Básicamente la única diferencia que perciben los clientes, en muchos productos y servicios, es la diferencia distintiva en la calidad de sus servicios (Tschohl, 2001).

Coats es una empresa dedicada al proceso de producción de hilos de costura y estambres más grandes, considerándose los más fuertes del mundo. Fue fundada en 1755 en el Reino Unido, la organización que actualmente es la sede y la cabeza de todas las regiones, e incrementa su presencia en Escocia y el Reino Unido e inaugura plantas en Estados Unidos, España, Londres y Polonia. En 2008 se instaló la planta textil en Honduras ubicada en el municipio de Choloma departamento de Cortés con lo que se crea Coats Spinning & Twisting S.A. de C.V. Planta Honduras, Zip Choloma II. Esta acción impulsó grandemente la producción local de hilo Dual Duty, Astra, Epic y Algodón de alta calidad, en una posición estratégica que permite producir hilo con un bajo costo de conversión y facilita su transportación a su filial en donde se continúa el proceso de hilos crudos, planta D&F en parque Inhdelva Choloma, Cortés.

Para mantener un nivel de calidad aceptable la planta tiene como objetivo del año 2012 certificarse en la Norma ISO9001¹, lo que les permitirá mejorar la gestión de sus procesos, siendo un requisito cumplir con los estándares y especificaciones de producción que actualmente no se cumplen por ciertas variaciones en cada una de las áreas: apertura, cardas, estiradores, veloces, trociles, coneras, doblados, torzales y empaque. Una de las áreas que está causando variación en su proceso es el área de doblado, donde los paquetes de hilo que se elaboran en esta área son de la fibra poliéster y salen con variación en su peso. Los defectos por la

¹ ISO9001 es un conjunto de normas sobre la calidad y las gestiones.

variación de peso antes mencionada han ocasionado atrasos en el siguiente proceso del área de torzales.

El muestreo se realizó durante las últimas ocho semanas laboradas durante el año 2011 de la producción total de kilogramos de cada paquete de hilo y la variación del peso de cada paquete. Por lo tanto, se planteó el objetivo de disminuir la variación a un nivel inferior de 0.009 kilogramos en los paquetes del hilo SSP 130X2 en el área de doblado en el año 2012 en Coats Spinning & Twisting Honduras. Esta empresa brindó apertura en el desarrollo de un proyecto que le permita reducir el porcentaje de variación del peso en sus paquetes que salen de doblado.

REVISION DE LITERATURA

Coats Spinning & Twisting Honduras en el área de doblado cuenta con tres máquinas dobladoras, en una de ellas se produce el SSP 130X2 siendo ésta la seleccionada para la investigación. Actualmente, esta área no posee un manual de parámetros, lo cual es necesario ya que se presentan situaciones anormales en el proceso que está siendo manipulado por los oficiales. Teniendo como responsabilidad el área de capacitación ya que no se cuenta con procedimientos completos por escrito que indiquen a los oficiales del área de doblado la manera correcta para efectuar su operación en la máquina. De igual manera no se cuenta con un manual del proceso de doblado que indique los tipos de defectos que se pueden producir en el área, ni acciones o medidas correctivas que se deban seguir para evitar su incidencia.

Sin embargo, se tiene un plan de certificación de entrenamiento que ha sido revisado y validado por el departamento de ingeniería, pero en el cual no deben incluirse algunos aspectos que corresponden a otra área para evitar duplicidad de funciones que no beneficien el proceso. No se lleva un conteo de ninguno de los defectos que se originan en el área de doblado, únicamente se lleva un conteo de los defectos por variación en el peso de los paquetes, la variación en los paquetes es registrada cuando el departamento de calidad realiza estas pruebas (cada dos semanas). Cuando se realizan estas muestras, el huso que está generando el defecto de variación es reportado al técnico de mantenimiento del área, este revisa el huso y corrige las fallas que generaron que el paquete muestreado haya salido con una variación alta, nada garantiza que los paquetes que se realizaron en la semana anterior en este huso hayan salido o no con variación.

Con el tiempo las personas que trabajan en esta área han ido conociendo por su propia cuenta los defectos que se generan, pero muchas veces lo que sucede es

que los oficiales hacen caso omiso a los defectos y siguen trabajando, sin haber reportado a su jefe inmediato, técnicos de mantenimiento o al departamento de calidad para evitar que se generen defectos en esta área. En el área trabajan nueve oficiales en diferentes turnos de producción. El tipo de máquina que se utiliza posee varios años de antigüedad, por esta causa principal la dobladora no es tan exacta. Las máquinas de doblado se componen de 39 posiciones denominados husos, los cuales se pueden manejar de manera independiente a través del PLC (controlador lógico programable). Cada máquina tiene tres PLC.

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación fue mixto para probar la hipótesis nula “Aplicando la metodología DMAMC de Seis Sigma se obtendrá una variación mayor o igual de 0.009 kilogramos en los paquetes del hilo SSP 130X2”. El enfoque cuantitativo fue utilizado para la recolección y análisis de datos para contestar las preguntas de investigación y probar la hipótesis establecida. Aplicando medición numérica, el conteo y el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento del problema a investigar. Dentro del enfoque cuantitativo se enfatizó en el diseño experimental que es un estudio en el que al menos una variable es manipulada y las unidades son aleatoriamente asignadas a los distintos niveles o categorías de las variables manipuladas (Pedhazur & Pedhazur, 1991).

El enfoque cualitativo se basó en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y observaciones. La teoría fundamentada es uno de los enfoques de la metodología cualitativa que permite crear propuestas teóricas basadas en los datos (Paz, 2003). La población objetivo de la tesis fueron todos los paquetes de hilo poliéster que se elaboran en doblado de Coats Honduras. Una vez definida la población objetiva se calculó el tamaño de la muestra obteniendo como resultado 383 paquetes de hilo de SSP 130X2. Esta muestra se tomó en el lapso de tres días de producción previo a la aplicación de Seis Sigma y luego tomando un período similar para el análisis después de la mejora.

Los instrumentos utilizados tanto para el muestreo fueron los siguientes:

Tabla 1. Instrumentos y técnicas utilizados

Instrumento	Técnica	Indicador
Hojas de control de peso	Registros	Kg
Cuestionario de entrevista	Entrevista	Datos cualitativos
SIPOC	Lluvia de ideas	Entradas y salidas
CTQ	Lluvia de ideas	Factores críticos
Diagrama de causa y efecto de Ishikawa	Lluvia de ideas	6 m

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el área de doblado se detectó una variación de 0.009 kilogramos en el peso de los paquetes de hilos de poliéster. Este problema ha sido detectado al finalizar el proceso en el área, en las pruebas que realiza el departamento de calidad cada dos semanas para verificar si el producto está cumpliendo con las especificaciones o es detectado en el siguiente proceso del área de torzales. Lo que se pretende lograr con la implementación de la metodología DMAMC de Seis Sigma es disminuir los defectos que ocasionan variación en los paquetes de hilo y cumplir con los estándares de calidad del producto.

DEFINIR

En la etapa de definir se integró el equipo de trabajo que participó en la ejecución de cada una de las etapas de DMAMC. Este equipo de trabajo fue conformado por personal operativo, de mantenimiento, calidad y entrenamiento del área de doblado.

MEDIR Y ANALIZAR

La medición consiste en asignar números y otros símbolos a propiedades empíricas (objetos, cuentas o variables) conforme a ciertas reglas (Naghi, 1990).

Mapeo del proceso

Después de conocer y entender el proceso, es necesario hacer un mapeo del área investigada que refleja la situación actual de la línea de la producción sobre la que se trabajó en esta investigación, tomando en cuenta para su elaboración las entradas, salidas, sub procesos y actividades.

Matriz de priorización

El objetivo principal de esta investigación fue disminuir la variación de peso, por lo tanto la matriz de priorización siguiente muestra los puntos más importantes por mejorar en cada variable. En esta fase se efectuó el análisis de los datos obtenidos en la etapa de medición, con el propósito de conocer la raíz del problema. La información analizada proporcionará evidencias de la variación, siendo esto de utilidad para la mejora del proceso.

Se realizó una lluvia de ideas con los miembros del equipo DMAMC. La herramienta que se utilizó para ordenar las ideas fue el diagrama de Ishikawa para el análisis de posibles causas ó raíz del problema, las ideas generadas se trasladaron al diagrama de causa y efecto para clasificarlas en las emes correspondientes del diagrama.

La tabla muestra la matriz de causa y efecto de las ideas aportadas por el equipo DMAMC, a las antes mencionadas fueron evaluadas según su relación con el tema de investigación y las CTQ's establecidas por el cliente. Se identificaron las cinco principales entradas que están afectando el proceso y por lo tanto contribuyen a la variación en el peso de los paquetes de hilo.

Tabla 2. Matriz de causa y efecto.

X-s	CTQ'S de la Variacion de pesos en paquete SSP 130X2					Total
	10	9	5	7	6	
	Mano de obra	Máquina	Método	Medición	Capacitación	Total
Compromiso del personal a laborar de forma correcta	10	7	10	9	10	336
Mejorar sensores de los husos, tarjeta madre y tijeras	8	10	5	10	8	313
Personal certificado en el área	10	5	7	9	10	303
Capacitación constante	10	3	10	8	10	293
Calidad debe revisar con mas frecuencia el peso de los paquetes	9	5	8	10	7	287
Entrenamiento a personal nuevo en el peso de los paquetes	8	3	10	7	10	266
Atención del departamento de mantenimiento	7	10	5	7	5	264
Calidad debe cumplir con los cambios de las especificaciones de hilo	7	5	9	9	5	253
Supervisor de producción este pendiente de cambios de tipo de hilo	5	3	7	7	8	209
Cumplimiento de la programación de husos por parte de calidad	5	2	7	10	1	179

Evaluación y análisis de la máquina

Se llevó a cabo una inspección de la máquina con el técnico encargado del área y se encontró que algunas partes no estaban funcionando correctamente por el mal estado de las mismas. A partir de la observación del funcionamiento de las partes de la máquina se analizó que es necesario que el área de mantenimiento realice cambios de las partes dañadas y relacionadas a la variación del peso de los paquetes, y que se vuelva a entrenar a los oficiales en las partes básicas y el funcionamiento de la misma para que ellos reporten al departamento de mantenimiento y evitar la variación en los paquetes. En los resultados de la auditoría de la máquina se obtuvo 20 tijeras dañadas de un total de 39 tijeras que tiene la máquina, que representa un 51.28% de no utilización de las mismas.

Evaluación y análisis de la capacitación

Se hizo una evaluación del método actual de capacitación y certificación de los oficiales del área de doblado, donde se encontró que no están siendo capacitados y no se les brinda el seguimiento a las variables identificadas por el equipo y que

los oficiales no están comunicando al técnico de mantenimiento cuando se presentan problemas en la máquina.

La auditoría realizada a la máquina dio la pauta necesaria para hacer una revisión de los expedientes de cuatro de los nueve oficiales del área, con el objetivo de validar el plan de capacitación actual. Se descubrió que dentro de la certificación no se tomaron en cuenta aquellas actividades relacionadas a la máquina que producen la variación. Adicionalmente, se encontró que los formatos utilizados para entrenamiento, reiteración del entrenamiento y certificación no contienen el mismo estándar de información para transmitir el conocimiento necesario en el desarrollo de las funciones de los oficiales.

Evaluación y análisis del método

El plan de certificación fue revisado según las sugerencias expresadas por el equipo concluyendo que si está alineado a las necesidades que requiere el proceso para disminuir la variación en los paquetes, pero el mismo necesita una actualización de operaciones que no debe realizar el oficial (programar *yardaje* en la máquina) como parte de sus funciones en el proceso.

Tabla 3. Formato de certificación.

Certificación y capacitación de operaciones

Nombre:
Puesto:
Fecha:

	Responsabilidades Asignadas	Operación validada		Observaciones
		Si	No	
1	Conoce que núcleo se utiliza para que título	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Recolecta los núcleos vacíos en el área indicada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Alimenta la máquina de núcleos vacíos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Coloca las bobinas que vienen de conera en posición "9"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Hace el arranque y paro de la máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Enhebra máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Patrulla Máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Repara roturas del hilo con el empalmador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Ubica los paquetes terminados en los carritos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Limpia núcleo y los mantiene ordenados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Limpia la máquina con aspiradora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Limpia los tensores de hilo para evitar mal formación de	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Lleva conteo de la producción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Sabe programar la máquina para el vardaie de cada título	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El oficial no debe realizar esta
15	Utiliza el equipo de protección personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Mantiene el área limpia y ordenada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Utiliza el mandil para herramientas v desperdicios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Evita la mezcla de material con basura en los depósitos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	Entrega y recibe turno en el área de su compañero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Con la revisión del formato de certificación del oficial se comprueba que hay funciones descritas que el personal no debe realizar para evitar afectar los estándares establecidos de peso en los paquetes.

Evaluación y análisis del sistema de medición

Este tipo de pruebas permite a la empresa observar la calidad del proceso, es decir, si la empresa no cuenta con un sistema de medición confiable nunca podrá saber si se produce con calidad hasta que el cliente comience a quejarse y rechazar el producto. El cliente interno de doblado ya inició a rechazar los paquetes que van con variación en el peso de los mismos.

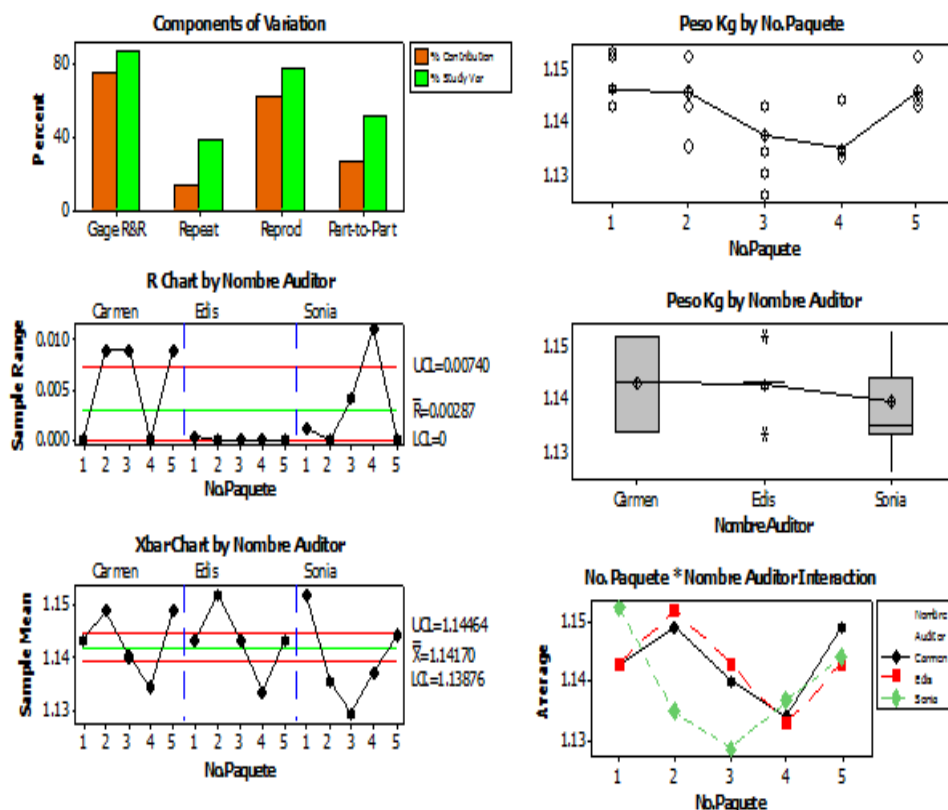


Figura 1. Repetitividad y reproducibilidad del sistema de medición.

Fuente: Coats Spinning & Twisting Honduras 2012

En muchas empresas se confunde el sistema de medición con los instrumentos, pero el sistema de medición es más que eso, está formado por instrumentos, operadores y método de medición (Escuela Internacional de Negocios, Análisis del

sistema de medición Gage R&R, 2011). Algunas de las razones que se analizaron una vez que se determinó que el sistema de medición no es aceptable fueron: verificar si la repetitividad o la balanza necesitaba mantenimiento o debe rediseñarse para ser más rígida, si la reproducibilidad o auditores necesitaban entrenamiento en el uso de la balanza, o si el sistema de transformación de las unidades de medición de peso (libras a kilogramos) no esta preciso.

A partir de los resultados de la evaluación del sistema de medición, se comprobó que no existe receptibilidad ni reproducibilidad entre el sistema, se analizó que la balanza no es la que incide en la variación en el peso de los paquetes, la misma ha sido calibrada para evitar este tipo de problemas. Se analizó seguidamente el método utilizado por los auditores de calidad y se descubrió que el principal factor que incide en la variación de los datos es provocado por la falta de un método estandarizado de medición de pesos.

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA MANO DE OBRA

Después de los resultados de la inspección en la máquina, se determinó hacer una evaluación del compromiso de los oficiales del área por medio de sus niveles de producción versus los paquetes rechazados. Los resultados de tres semanas de producción del SSP 130X2 resultaron en un promedio de 1.4% de variación y una gran cantidad de paquetes rechazados, lo cual representa para la empresa un costo por reproceso del material, esto debido a no tener los controles necesarios en la máquina y el producto por parte del oficial.

Con base en los resultados obtenidos en la fase de medición, y luego de una lluvia de ideas se concluye que la variación encontrada puede ser generada por no tener tijeras, sensores de husos conectados y brazos de husos calibrados. Estas son actividades que debe revisar el oficial directamente y reportar al técnico de mantenimiento del área.

Medición y análisis de la capacidad del proceso

Se define la capacidad del proceso como la habilidad para trabajar en un nivel esperado. El proceso es capaz cuando trabaja dentro de las especificaciones, y esta capacidad se determina comparando la variación total del proceso contra la variación aceptada por el cliente. Para analizar la capacidad del proceso se revisa el valor de su Cpk, que es el valor que caracteriza la relación existente entre la media del proceso y su distancia al límite de especificación, Este es el índice utilizado para saber si el proceso se ajusta a las tolerancias, es decir, si la media

natural del proceso se encuentra centrada o no con relación al valor nominal del mismo. Este indicador es utilizado para comprobar la calidad de un proceso.

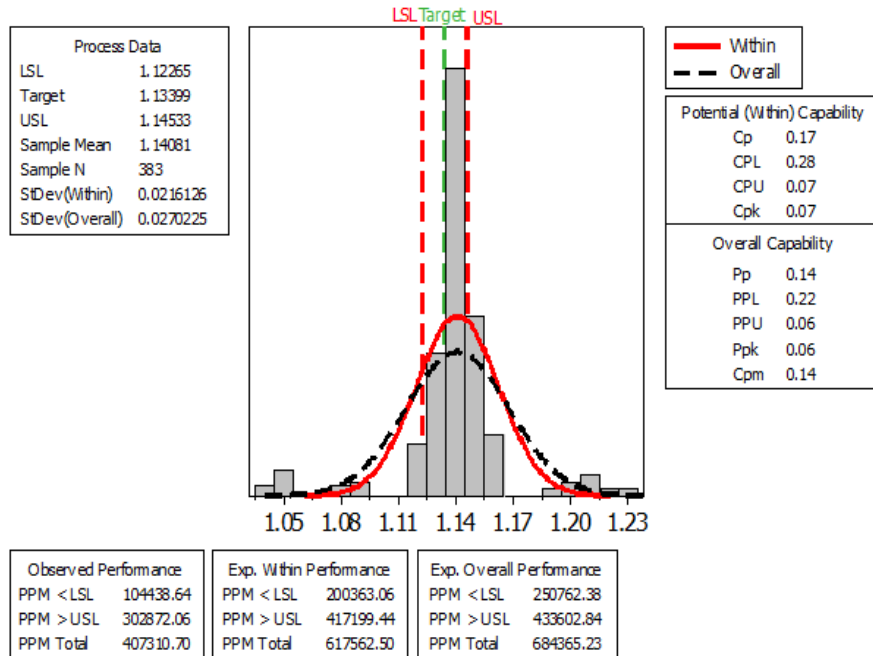


Figura 2. Capacidad del peso de los paquetes en doblado.

Fuentes: Coats Spinning & Twisting Honduras 2012.

El proceso del peso de los paquetes en el área de doblado no es capaz de cumplir con las especificaciones establecidas por el cliente. Se obtiene un Cpk de 0.07 lo que indica que el proceso se encuentra fuera de los límites. Para que este proceso sea capaz el Cpk se debe encontrar entre un rango de $1 \leq Cpk < 1.66$, esto equivale a un proyecto de tres a cuatro sigmas, si el valor de $Cpk < 1$ revela que el proceso no es capaz. (Escuela Internacional de Negocios, 2011). El nivel de sigma de este proceso es de 1.20.

Otra medida estadística que también puede ser tomada para determinar la capacidad de este proceso es la desviación estándar que indica cuanto se dispersan los datos en relación a la media. El valor de esta medida es de 0.02 kilogramos, la media de este proceso demuestra que los datos no son capaces de cumplir la media establecida para el proceso. La media es de 1.14 kilogramos y

según las especificaciones del producto, ésta deberá ser de 1.134 kilogramos, excediendo en 0.006 kilogramos.

Mejorar

Durante la fase de análisis el equipo seleccionó los factores que afectan el desempeño del proceso que consideran deben ser mejorados para alcanzar la meta ideal en la variación del peso de los paquetes de hilo. Una vez analizadas las variables que afectan el proceso de variación, se establecieron planes de mejora para solucionar los problemas, apoyados de datos cualitativos y cuantitativos.

Máquina

En el estudio sobre la máquina se identificaron las principales partes de la misma que provocan variación, las cuales ya habían sido identificadas por el departamento de mantenimiento como defectuoso, pero no como variables que generaban variación. Como resultado de esta investigación se tomó la decisión de hacer una prueba piloto en el cambio de diez husos de la máquina para demostrar si esto produce un efecto en el peso de los paquetes, llegando a la determinación que si la máquina opera con partes innovadas se puede lograr la disminución de la variación.

Capacitación

Fue necesaria la entrega de un plan de entrenamiento enfocado en el conocimiento de las variables que estén acorde al perfil del puesto del oficial de doblado. Se incluyó al inicio de la inducción una charla del área de mantenimiento para dar a conocer las partes básicas de la máquina que ellos pueden controlar y conocer el efecto negativo que la falta de conocimiento pueda provocar.

Método

La mejora que se desarrolló fue la eliminación de la actividad de programación del *yardaje* en el PLC, la cual no debe ser parte de las asignaciones diarias del oficial sino del auditor de calidad, con esto logrando evitar confusiones en el peso de los paquetes del hilo SSP 130X2 de doblado.

MEDICIÓN DEL PROCESO MEJORADO

En la fase de medición se aplicó un estudio de *Gage R&R*, el cual reflejó que tanto el personal como el sistema de medición representan un área de oportunidad en repetitividad y reproducibilidad del proceso. En el período de las primeras lecturas se encontró una debilidad en el factor humano al momento de tomar los pesos, ya que uno de los auditores no se aseguró de utilizar el método correcto siendo esto una de las causas que influyen en la variación. Dicho factor se corrigió con la aclaración de la coordinadora del departamento de calidad explicándole a cada uno de los auditores el estándar de conversión de libras a kilogramos. Una vez realizada esta acción se procedió a tomar nuevas lecturas del peso de los paquetes seleccionados, siguiendo el procedimiento establecido en la fase de medición.

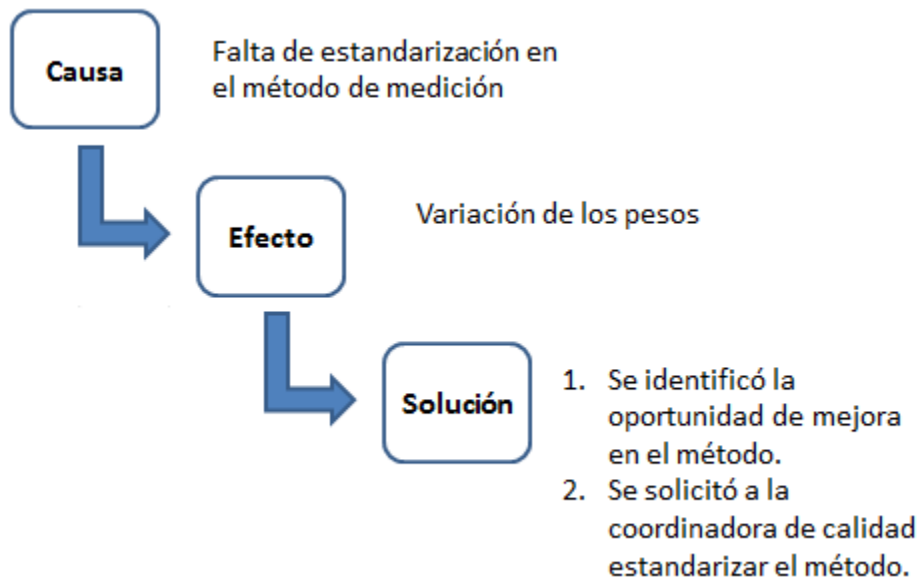


Figura 3. Proceso causa, efecto y solución.

La figura muestra los hallazgos encontrados en el método de medición y el efecto que produce el no contar con estándares en el Departamento de Calidad para el registro de pesos y las acciones tomadas para su corrección. Una vez corregido el método se procede a ejecutar un nuevo análisis del sistema de medición a través de la aplicación de *Gage R&R*. El proceso se mantiene en control indicando que las mediciones se realizaron en forma adecuada. La gráfica de paquetes de interacción indica que el promedio de las mediciones tomadas por cada auditor de

cada parte, las líneas siguen el mismo patrón, que muestra que el promedio de las partes de los auditores miden de una manera consistente cada una de las partes.

La interacción del operador muestra que se manejaron las partes de manera más fácil por cada uno de los oficiales de calidad, mientras la gráfica por auditor indica que los involucrados en la medición tuvieron casi las mismas lecturas y denota la habilidad que mostraron los oficiales para obtener las mismas lecturas para cada parte y también refleja la habilidad del sistema de medición. Una vez que se realizaron los cambios en el sistema de repetitividad y la reproducibilidad de los análisis, y dio como resultado que el método y el aparato de medición usados son confiables.

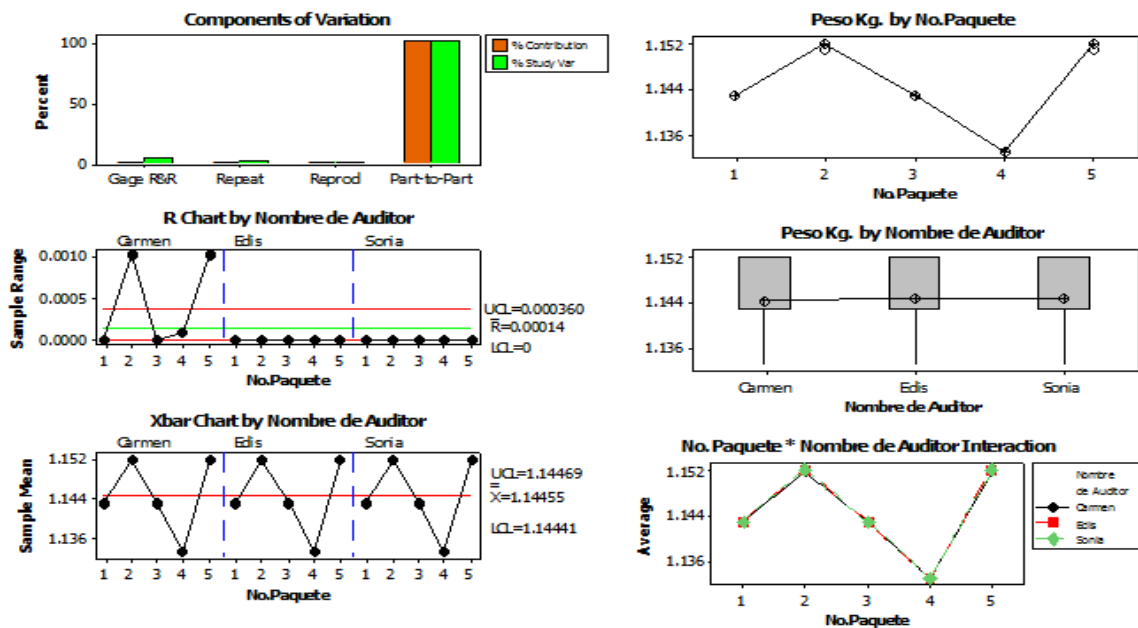


Figura 4. Gráfica Gage R&R después de la mejora.

Mano de obra

Como parte de la mejora se procedió a concientizar de modo individual y por escrito a cada uno de los oficiales del área, apoyados por los departamentos de calidad, entrenamiento y mantenimiento, buscando el compromiso y la valoración de las actividades que realizan y la importancia que tienen cada una de ellas para la empresa. La mejora de la capacidad del proceso se realizó con un nuevo muestreo para medir la capacidad del proceso una vez implementadas las

reformas. Para la mejora de las variables en los procesos de la máquina dobladora fue necesario remplazar las partes identificadas que influyen directamente en la variación de los paquetes.

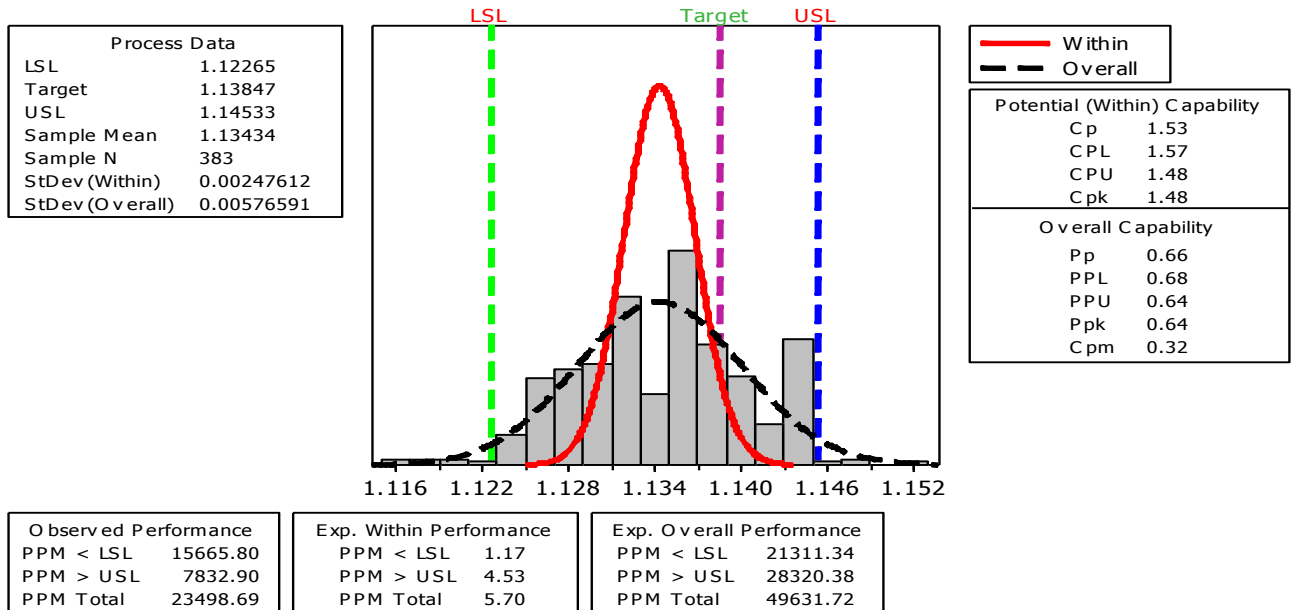


Figura 5. Gráfica Capacidad del proceso.

La gráfica demuestra un valor de Cpk de 1.48, lo que indica que el proceso es capaz de cumplir con los límites establecidos. Comprobando con esto el éxito de la implementación de los cambios realizados en el proceso. El nuevo nivel sigma del proceso fue de 5.8 sigmas.

La desviación estándar de este nuevo proceso es de 0.005 kilogramos, por lo tanto los valores se encuentran más cerca de la media ya que los rangos entre ellos son menores en relación a los datos muestreados en la etapa de medición. La media es de 1.134 kilogramos, esto comprueba que el proceso se encuentra más centrado, es decir que ya cumple con los límites de especificación del producto.

CONTROLAR

En esta fase se calculó el ahorro y costos del proceso una vez implementada la mejora. Es decir, el costo de la energía y mano de obra en la que se incurre por

reproceso de paquetes con variación y la reducción de los defectos en un 89% de acuerdo al rendimiento obtenido por la capacidad del proceso después de la mejora.

Tabla 4. Cálculo de ahorro después de la mejora.

Mes	Tipo de Hilo	Paq. defectuosos	Costo por variación
ene-11	SSP 130X2	65	\$ 1.89
feb-11	SSP 130X2	38	\$ 1.09
mar-11	SSP 130X2	30	\$ 0.87
abr-11	SSP 130X2	32	\$ 0.93
may-11	SSP 130X2	44	\$ 1.29
jun-11	SSP 130X2	78	\$ 2.26
jul-11	SSP 130X2	103	\$ 2.97
ago-11	SSP 130X2	92	\$ 2.64
sep-11	SSP 130X2	34	\$ 0.98
oct-11	SSP 130X2	18	\$ 0.52
nov-11	SSP 130X2	41	\$ 1.18
dic-11	SSP 130X2	29	\$ 0.85
Totales		605	\$ 17.47
Producción en Buen Estado		605	\$ 5,987.19
		Costo total por mejora	\$ 6,004.66

La tabla 3, muestra el nuevo costo incurrido después de la mejora que se traslada de \$ 10,592.09 a \$ 6,004.66, obteniendo un ahorro anual de \$ 4,587.43.

COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Una vez finalizadas las fases del DMAMC, se procedió con la comprobación de la hipótesis planteada, para esto se utilizó el software PHStat2. Los datos son continuos ya que son numéricos, para comprobar las teorías es necesario conocer el valor p, ya que un valor menor a 0.05 indica que el investigador debe aceptar que sus resultados tienen un 95% de probabilidad de no ser producto del azar (Negocios, 2011).

El valor p fue aproximadamente cero, por lo tanto se acepta la hipótesis de investigación, es decir, sí se aplica la metodología DMAMC se logrará disminuir la variación de los paquetes.

CONCLUSIONES

Como respuesta a los objetivos planteados se presentan las siguientes conclusiones: Se acepta la hipótesis de investigación en base a la disminución en la variación del peso de los paquetes del hilo SSP 130X2 de un 0.009 kilogramos a 0.0009 kilogramos, una vez implementada la metodología DMAMC de Seis Sigma, en el área de doblado.

En la fase de medición de la metodología DMAMC se identificó a través de la matriz de causa y efecto sugerida por el equipo de investigación, algunos factores de la máquina que inciden en la variación del peso de los paquetes; entre ellos, el cambio en la tarjeta madre y sensores, tijeras, los cuales fueron comprobados a través de auditorías a la máquina que produce SSP 130X2. Se determinó a través de la revisión de cuatro expedientes y plan de entrenamiento que el personal no está siendo capacitado en el método completo de ejecución de la operación, ya que hay actividades desconocidas que influyen directamente en la variación de los paquetes de hilo. Esto se comprueba con el comparativo de las evaluaciones de los cuatro oficiales seleccionados, en los que el contenido es diferente en cada uno de ellos.

En base a las comentarios expresados del equipo DMAMC se procedió a revisar el formato de certificación del método de los oficiales en el que se detectó que no es tan preciso ya que existe una actividad que debe ser realizada por el auditor de calidad, que es relacionada a la programación del *yardaje* en el PLC y que es una variable que al no ser digitada correctamente ocasiona programaciones equivocadas que provocan que el peso de los paquetes sea alterado de su estándar. El análisis inicial del sistema de medición de calidad reveló que éste necesita mejora por no cumplir con los parámetros de exactitud y precisión en método e instrumento de medición, además se encontró que se estaba utilizando un método equivocado para el registro de los pesos por parte del departamento de calidad, concluyendo que los niveles de medición no eran tan exactos.

El personal influye directamente en la variación del peso de los paquetes por desconocimiento y falta de compromiso en las actividades que realiza, siendo las causas de este efecto la falta de seguimiento por los departamentos responsables de garantizar la calidad del producto, el buen funcionamiento de la máquina y el cumplimiento del plan y método de entrenamiento. Con la implementación de la metodología DMAMC de Seis Sigma para la disminución de la variación en el peso de los paquetes del hilo SSP 130X2 en el área de doblado se proyecta obtener una mejora anual de \$ 4,585.29, además de tener un ahorro duro se obtendrá mejoras en el proceso de tiempo, calidad y servicio al cliente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Escuela Internacional de Negocios. (2011). Análisis del sistema de medición Gage R&R.

Naghi, M. (1990). Metodología de la investigación. México D.F.: Limusa.

Negocios, E. I. (2011). Prueba de hipótesis .

Paz, E. (2003). Investigación cualitativa en investigación: Fundamentos y tradiciones. España: McGraw Hill.

Pedhazur, E., & Pedhazur, L. (1991). Measurement, desing, and analysis: an integrated approach. Routlegde.

Tschohl, J. (2001). Servicio al cliente. México, D.F: Pax México. México.