



Identificación y análisis de defectos en la producción de velas mediante cartas de control

Identifying and analyzing of defects of candles production through control charts

Bernardino Ávila-Martínez¹, Gaudencio Antonio-Benito¹, Cinthya
Mildred Medina-Lerma¹

¹ Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, San Luis Potosí, México.

Recibido: 12-11-2017
Aceptado: 06-12-2017

Autor corresponsal: Bernardino Ávila-Martínez berna_am0416@hotmail.com

Resumen

El presente artículo está enfocado al estudio del proceso de producción de velas de manera artesanal en una pequeña empresa utilizando cartas de control de calidad para la identificación de los defectos de las velas amarillas en rollos de 30 piezas, mediante el uso de herramientas básicas de la calidad se identificaron que los principales atributos que ocasiona la inconformidad del producto es el proceso de corte de las velas y las impurezas contenidas en las velas, este tipo de defectos ocasionan un factor de decisión de compra para consumidor final.

Palabras clave: calidad, inconformidad, producción, mejora

Abstract

This article is focused on the study of the process of candle production in a small factory, quality control charts were used to identify defects of the yellow candles in rolls of thirty pieces, through using of basic quality tools, it was identified that the main attributes that causes a nonconforming product are cutting the candles process and the impurities contained in the candles, this type of defects cause a purchase decision factor for the final consumer.

Keywords: quality, nonconformity, production, improvement

Introducción

La implementación de mejoras con técnicas de manufactura esbelta en empresas a nivel mundial ha tenido gran impacto en sus procesos, sin embargo, su aplicación en las pequeñas y medianas empresas han presentado dificultades en su aplicación (Jiménez & Amaya, 2014). Pérez, Marmolejo, Mejía, Caro, & José (2016) argumentan que las implementaciones de las herramientas de mejora dan solución a problemáticas en los procesos con la metodología adecuada para su aplicación, estas prácticas contenidas en la metodología Lean permiten evidenciar los principales problemas y sus causas para eliminar los desperdicios (Escaida, Jara, & Letzkus, 2016).

La identificación de los defectos (Quintana Alicia, Pisani María, & Casal Ricardo, 2015) en un proceso de manufactura dan pauta a una oportunidad de mejora y es recomendable el uso de cartas de control, dichos gráficos contribuyen al control y monitoreo de los procesos de manufactura (Marroquín, Zertuche, & Solís, 2011), así como el uso del histograma y el diagrama de Ishikawa como herramientas empleados para la identificación de defectos y mejora de los procesos (L'ubica & Pavol, 2015). Pero la aplicación de soluciones o análisis de mejoramiento para las pequeñas empresas es costoso y requiere de tiempo, recurso y de personal con conocimiento o de equipo especializado (Solano, Bravo, & Giraldo, 2012), sin embargo, las Pymes (Pérez, y otros, 2011) se ven obligados por la globalización de incrementar la calidad y productividad, al mismo tiempo de reducir sus costos y tiempos de entrega. Por tanto, los métodos de control estadístico pueden ser aplicados en productos simples en la cual se presentan una relación simple entre parámetros de entrada y salida, es decir, causas y consecuencias (Mrugalska & Tytyk, 2015).

El contenido del presente trabajo se realiza en una pequeña empresa dedicada a la producción de velas y veladoras en forma artesanal o manual, se enfoca el

análisis principalmente al producto de las velas; se realiza el reconocimiento del sistema productivo, la selección de un plan de muestreo, el uso de la carta de control, análisis de causa-raíz, ya que el diagrama causa efecto permite el análisis de ocurrencia de los defectos permitiendo el uso del diagrama de Pareto (Pulido & Bocanegra, 2015); y finalmente se realizó la aplicación de propuestas para la disminución de los defectos encontrados.

La vinculación del sector educativo con las pequeñas empresas es de gran relevancia para mejorar la sustentabilidad, la productividad y contribuir en la mejora de la calidad de vida de la sociedad (Cruz, Álvarez, Flores, & Hidalgo, 2017), razón por la cual la investigación colaboró en la identificación de oportunidades de mejora del proceso de producción de velas.

Materiales y métodos

Diagnóstico de la situación actual en la empresa

La empresa productora de velas artesanales ubicada en el municipio de Tamazunchale, S.L.P., no cuenta actualmente con una base donde incluya un plan de calidad y un requerimiento de especificaciones para la elaboración de las velas amarillas de rollos de 30 piezas. Sin embargo, existe una exigencia en que todas las operaciones que se realicen sean de la mejor manera en el proceso de producción logrando cumplir el objetivo establecido por la empresa la cual es comunicada directamente por el dueño, que consiste en elaborar velas de la mejor manera, haciendo el uso adecuado de los materiales, cuidando las herramientas utilizadas para su fabricación, satisfaciendo las expectativas del cliente final. Los empleados muestran compromiso en las labores dentro de la empresa, haciendo las actividades de la mejor manera y con los requerimientos establecidos, por ejemplo, el adecuado envarado, remojado, secado corte y amarre de las velas.

La producción de velas amarillas dentro de la planta es una fabricación constante e incluso uniforme, es decir, todos los días se producen la misma cantidad de velas debido a que todos los días se ocupan 70 aros, donde cada aro contiene una cantidad de 48 velas; la cantidad de 35 aros se realizan en la primera ronda que es al equivalente de la mitad de la jornada y los otros 35 aros en las horas restantes. Para la elaboración de las velas se utilizan materiales y herramientas para su transformación los cuales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Material y herramientas de trabajo

Material, Herramienta o Equipo	Descripción	Material, Herramienta o Equipo	Descripción	Material, Herramienta o Equipo	Descripción
Parafina blanca	Material principal para la elaboración de las velas blancas.	Caso para el bañado	Herramienta principal en la cual surge la transformación de las velas amarillas.	Vara	Utilizada para realizar las medidas de los pabilos para su posterior corte dependiendo del tipo de

Pabilo para velas	Son la mecha de encendido de las velas, que son cortados a medida con la ayuda de la vara.	Cortadora de velas	Herramienta de corte para las velas sin importar el color o tamaño de la vela.	Separador de velas	vela a elaborar.
-------------------	--	--------------------	--	--------------------	------------------

...continuación de la Tabla 1

Material, Herramienta o Equipo	Descripción	Material, Herramienta o Equipo	Descripción	Material, Herramienta o Equipo	Descripción
Parafina chocolla	Materia prima con la cual es mezclada con el colorante para la transformación de las velas.	Aros	En ellos se colocan los pabilos cortados y encerados para su posterior procesamiento.	Peroles	Son usados para hervir los dos tipos de parafina para generar la mezcla donde se realiza el baño de las velas.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Constantemente los productos fabricados son con características mucho más específicas, esto con el objetivo de cumplir los requerimientos establecidos por el cliente. Sin embargo, en la producción se observó defectos durante el proceso y en el producto terminado tales como: falta de inspección en la materia prima, limpieza de los peroles para calentar parafina, mal uso de la cortadora y operaciones inadecuadas, tales como, no separar las velas durante el baño o golpear el rollo de velas antes de cortar.

Existen causas que generan un producto no conforme, en la tabla 2 se muestra a detalle las causas, que si no son atendidas al término de la fabricación suelen tener los siguientes defectos: mala textura, haciendo que la vela no tenga forma de cilindro, defectos de cortado, manchado en la mecha y en la vela, así como efectos en el color debido al exceso de colorante.

Tabla 2. Causas que generan un producto no conforme



Peroles con diferente material a la pasta mezclada con colorante, residuos de pabilo, tierra, basura, etc., mismos que dañan el formado adecuado de la vela.	Escasa limpieza del cazo, esto genera suciedad por el calentado del metal y ocasiona que cuando la vela adquiera residuos metálicos que hacen que muestre manchas negras.	Uso de la pasta sin inspección previo, esta se mezcla con tierra, agua u otro material que no es inherente a su contenido, provoca que la vela resulte con manchas negras o transparentes.
		

La cortadora a falta de mantenimiento como: ajustes de tornillo, lubricación de aceite en la cuchilla, afilado, etc., provoca que la vela al ser cortada no tenga cortes exactos o desproporcionadas.

Descuido en una operación o que se omitan algunas actividades hacen que las velas tengan defectos; el exceso de colorante genera que la vela este dura o tostada, y por ende frágil o quebradiza.

El no usar el separador para las velas durante su elaboración ya sea por descuido, falta de capacitación e inspección, provoca que las velas se peguen y que al momento de separarlas dañen su forma original.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Diagnóstico del control de calidad en las velas

En el diagnóstico realizado en la empresa los principales defectos identificados mediante observaciones en los atributos de las velas son: mal cortado, manchado de vela, mal formado y manchado de mecha. En la tabla 3 se muestran los defectos con las imágenes su mejor entendimiento.

Tabla 3. Diagnóstico de las causas

Defecto	Causa	Defecto	Causa
Manchado de vela 	Es provocada por la falta de inspección de la materia prima, así como en las herramientas, que estas contengan suciedad y otros elementos extraños que dañan el color ideal de la vela.	Mala textura 	Por omitir operaciones, por descuidos del personal a falta de concentración, capacitación o por bajo desempeño laboral.

<p>Manchado de mecha</p> 	<p>A causa de que las velas una vez estando amarradas se deben de emparejar y para esta operación son golpeadas sobre la mesa perdiendo estética, generando daños en la vela originado por los golpes, así como la mala operación en el proceso de remojado.</p>	<p>Mal cortado</p> 	<p>Generado por el mal uso de la cortadora a falta de mantenimiento o por acciones correctivas</p>
---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Una vez descrito cada uno de los principales defectos en el producto que se presentan en la producción de velas amarillas, se realizó un análisis 5W-2H como se muestra en la tabla 4, sirviendo para posteriormente identificar las principales causas que generan los problemas o inconformidades diseñando las propuestas que ayudarán a mejorar la calidad en la elaboración de las velas.

Tabla 4. Análisis 5W-2H

	5W-2H	Respuestas
¿Quién?	¿Quién se ve afectado por el problema?	La empresa y clientes.
	¿Quiénes detectaron los defectos?	Los operarios y dueño.
	¿A quién se le reportó el problema?	Al dueño de la empresa.
	¿Quiénes están involucrados en la obtención del producto no conforme?	Los operarios.
	¿Qué tipo de problema es?	Mala calidad, reflejado en defectos en la vela.
¿Qué?, ¿cómo?	¿Cómo se refleja el problema?	En la mala textura, mal corte, manchado de mecha y vela.
	¿Por qué se considera como una problemática?	Son motivo de decisión de compra del cliente
¿Dónde?	¿Dónde se sitúa el problema?	En el físico del producto.
	¿De dónde proviene el problema?	De la mala ejecución de las operaciones y omisión de instrucciones.
¿Cuándo?	¿Cuándo surgió por primera vez el problema?	Se desconoce.
¿Cuánto?	¿Cuánto es la cantidad de producto dañado?	Una cantidad sumamente alta.
	¿Cuánto es el costo de este problema?	Pérdida de clientes leales y potenciales
¿Con qué frecuencia?	¿Cuál es la tendencia del problema (continua, aleatoria, cíclica)?	Es de manera aleatoria

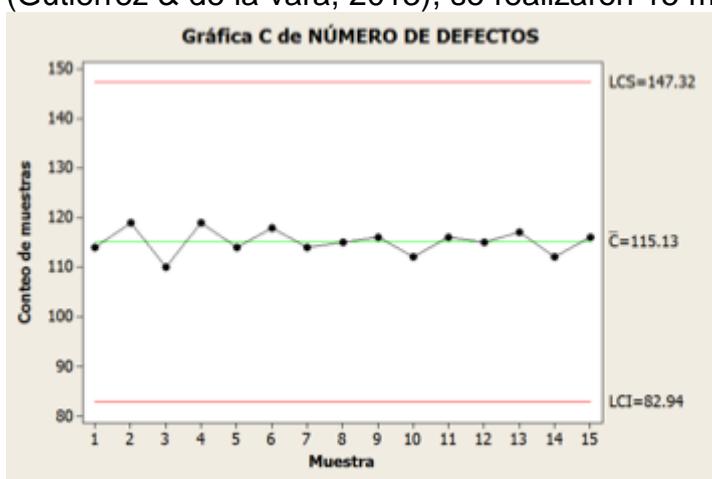
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Para el tamaño de la muestra para el análisis detallado de la calidad de las velas fue necesario inspeccionar partes de la materia prima para asegurar el cumplimiento de ciertos niveles de calidad, por consiguiente, se utilizó Military Standard 105E para el cálculo del tamaño de la muestra, técnica muy utilizado para la inspección por atributos (Caicedo & Mahecha, 2015), se toman de forma aleatoria cierto número de productos, utilizando la inspección normal, tipo Inspección II (Lote 1,500 velas) con código K, NCA/AQL 0.10 una muestra de 125 velas. Se elaboró la carta C donde el objetivo es analizar la variabilidad del número de defectos por subgrupo (Gutierrez & de la vara, 2013), se realizaron 15 muestreos en el periodo

marzo -
tabla 5

límites
superior
velas

Tabla 5.
marzo –



correspondiente
abril 2017. En la
se muestran los
resultados que se
obtuvieron, los
inferior, central y
son 83, 115 y 147
respectivamente.

Número de defectos,
abril 2017.

Figura 1. Gráfico de control C de las velas amarillas.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

No	Fechas	No. Defectos
1	01/03/2017	114
2	01/03/2017	119
3	02/03/2017	110
4	03/03/2017	119
5	04/03/2017	114
6	05/03/2017	118
7	06/03/2017	114
8	07/03/2017	115
9	08/03/2017	116
10	09/03/2017	112

11	30/03/2017	116
12	31/03/2017	115
13	01/04/2017	118
14	02/04/2017	112
15	03/04/2017	116

Fuente: Elaboración propia, 2017

En la figura 1 se muestran los datos de la tabla 5 en una gráfica del tipo C, se observa la variabilidad de defecto, el cual refleja cómo se encuentra el proceso y establecer acciones correctivas.

Los atributos que no cumple una vela se analizan a detalle después de la carta C representándolos mediante una gráfica de barras para visualizar la cantidad de defectos que hubo por día, de esta forma se puede observar el comportamiento de cada uno de los defectos que se presentaron en el periodo del muestreo realizado en la producción de velas amarillas en los rollos de 30.

En la figura 2 se puede observar que el principal defecto que se presenta en las velas para que llegue a ser un producto no conforme es el mal corte.

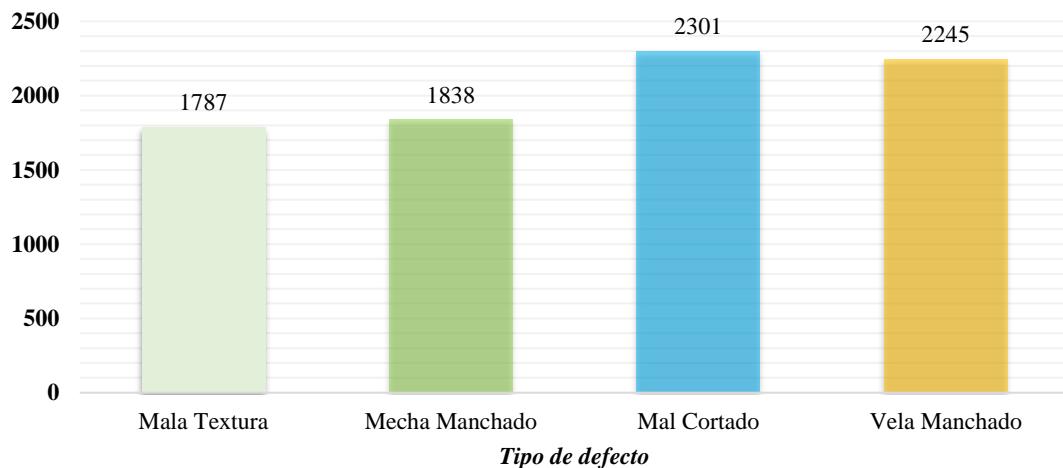


Figura 2. Gráfica de barras de productos no conformes

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Sabiendo que uso del diagrama de Ishikawa permite analizar factores objetivos y subjetivos inherentes al proceso (Luca, Pasare, & Stancioiu, 2017), se elaboró el diagrama para detectar las causas que generan los productos no conformes en el proceso de velas, se observó que existe mayor problemática en las herramientas de trabajo, mano de obra, materia prima y ambiente laboral. En las herramientas de trabajo se identificó la causa principal como es la obsolescencia en la cortadora que genera un mal cortado en la vela. En la mano de obra se encontraron las siguientes causas: falta de inspección, supervisión inadecuada, falta de capacitación, malas operaciones y por parte de los operarios falta de habilidad, actitud positiva, responsabilidad, compromiso. La materia prima es otro factor que afecta la producción las velas ya sea porque es inadecuada o de menor calidad, y el ambiente laboral afecta al operario tanto como a la transformación de velas debido al calor; lo anterior se puede apreciar en la figura 3.

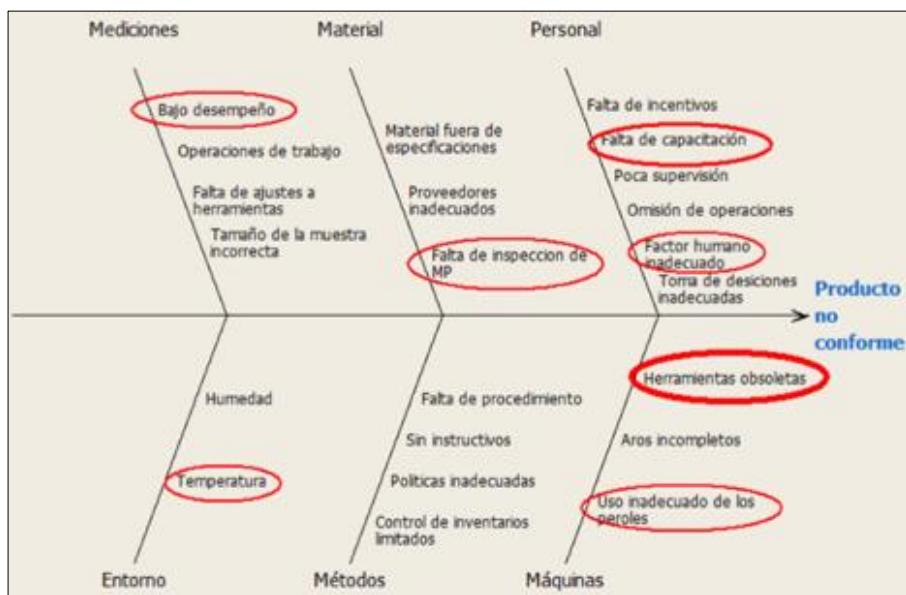


Figura 3. Diagrama de Ishikawa del producto no conforme de velas amarillas de 30 piezas.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Resultados y Discusión

La causa raíz de la problemática es la utilización de herramientas obsoletas tal como la cortadora de velas, los cuales por la falta de precisión de esta herramienta se llega a tener velas mal cortadas y dado a esta situación se llega perder la calidad de dicho producto convirtiéndolos en “no conformes”. También se hallaron las principales causas involucradas en cada factor en relación a la mala calidad del producto, se explica a continuación:

- Bajo desempeño: el operario muestra un bajo rendimiento al realizar las operaciones, el trabajo no se realiza de la manera correcta afectando parte del proceso.
- Falta de inspección de la materia prima.
- Factor humano inadecuado: este se presenta cuando un operario no es apto para realizar ciertas operaciones en un área determinada y por falta de mano de obra en algunas ocasiones el personal se ve a la necesidad de involucrarse en diferentes áreas no aptas.
- Temperatura: la pérdida de la resistencia debido al incremento de la temperatura y la disminución genera manchas en cada una de las velas.
- Uso inadecuado de los peroles: mal uso de los peroles que son utilizados en el preparado de la parafina, ya que no suelen darles limpieza y por consecuencia se llegan a presentar productos manchados.
- Herramientas obsoletas: Esta causa es la más importante de todas, porque de esto se deriva el defecto más común que se presenta en el proceso de producción de las velas amarillas, que se refiere al mal corte de vela, ya que se utiliza una

herramienta que se le ha dado el mayor de los usos y la función de corte que este da es de poca precisión.

Se desarrollaron y se presentaron las propuestas elaboradas al dueño de la empresa y junto con él se revisaron y evaluaron las mejoras para realizar las acciones necesarias de acuerdo con lo requerido por la empresa de las cuales se seleccionaron las más adecuadas, contemplando tiempo, costo y alcance (Ver tabla 6).

Tabla 6. Propuestas de mejora y actividades realizadas en la empresa.

o.	Propuesta	Descripción
Acciones que si se implementaron para contribuir al mejoramiento de la calidad:		
1	Reglamento interno de la empresa	Contiene puntos para que todos los operarios lo respeten, de ser lo contrario se les aplicará una sanción y esto puede ayudar a un mejor comportamiento, reducir los tiempos muertos y lograr que trabajen con responsabilidad y compromiso debido a que se evitan de distracciones.
2	Pláticas de motivación	Brindar pláticas de motivación a los trabajadores en lugar de tomar medidas drásticas hacia ellos, debido a que esto lejos de ayudarlos los desanima y no sienten ese deseo o estimulación para hacer bien su trabajo.
3	Rolar de funciones	Que se rolen los puestos con los operarios para que tengan la habilidad de desarrollar las operaciones que se llevan a cabo en el departamento para cuando algún trabajador falte.
4	Diseño de una nueva herramienta de corte para las velas	Otorgar una nueva cortadora para las velas amarillas con el objetivo de reducir defectos en las velas como son el mal cortado, además de que este dispositivo tendrá la capacidad de cortar más velas en una sola operación.
Acciones que se dejaron como propuestas para seguir mejorando la calidad del producto		
5	Adquirir materia prima adecuada	Exigir a los proveedores de la parafina, pasta, colorante y pabilo, que la materia prima que la empresa solicite cumpla con los requerimientos una vez inspeccionada la materia prima y de no cumplir con los requisitos no aceptarla para evitar problemas que pueden ocasionar una mala calidad en las velas durante su elaboración.
7	Capacitación a los operarios	Brindar inducción y capacitación a los operarios para tener claro cuál es su función además de elaborar velas, sino de cuidar las herramientas de trabajo, mantener en buenas condiciones la materia prima, tener un control de limpieza en la empresa, entre otras actividades. Se les debe hacer saber a qué realicen su trabajo con responsabilidad y compromiso. También se les debe de enseñar cómo resolver problemas en cuanto a los defectos que presentan las velas a causa de operaciones inadecuadas, mal uso de la materia prima y de herramientas, etc.
3	Limpieza continua en los peroles y cazo para el calentado y bañado de velas	Que los operarios realicen actividades de limpieza en el cazo principal en el cual se realiza el bañado de las velas para evitar el defecto de manchado de velas, esto es ocasionado por no limpiar el cazo. Además, se sugiere que se compre otro cazo y hacer rotación reduciendo el residuo de sarro por el perol a causa del calentado, así como aumentar la durabilidad de estos.

9	Instructivo para la fabricación de velas (diagrama de operaciones). Plan de calidad Especificaciones del producto terminado	Que la empresa cuente con un instructivo o diagrama de operaciones para saber de cómo elaborar velas evitando a que el operario haga operaciones inadecuadas y de esta manera se agilicen las actividades de operación en la elaboración de velas. También se proponen un plan de calidad y una tabla de especificaciones de producto terminado para poder mantener la calidad en las velas amarillas en los rollos de 30 y por ende conformidad en los productos terminados.
---	---	--

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Para la ejecución de cada una de las acciones correctivas, se formó un equipo de trabajo los cuales cada uno de los integrantes son conocedores de todo el proceso productivo de fabricación de velas amarillas en los rollos de 30, así como la capacitación de los empleados; puesto que, para el logro de una mejora en los procesos es necesaria la participación y colaboración de los empleados como elemento clave para lograr desarrollar las estrategias propuestas (Jurburg, Tanco, Viles, & Mateo, 2015).

Conclusiones

La calidad de las velas en su proceso de producción no depende únicamente de las actividades ejecutadas de los operarios, sino también de las herramientas, equipo, y maquinaria empleados en el proceso; y gracias al uso de las cartas de control y las herramientas de estadística básica permitieron la identificación de las causas principales de los defectos del producto; motivo por el cual, fue posible que en la empresa se pudieran establecer mejoras al proceso mediante la implementación de una herramienta de trabajo, ya que con ello se permitió disminuir tiempos en la operación, así como también, el esfuerzo del hombre.

En el área de corte se implementó el uso de una nueva cortadora con el objetivo de minimizar el tiempo de la operación y mejorar el proceso de corte, en el área de producto terminado se implementó un equipo de transporte que permite evitar las operaciones muy repetitivas como el de transportar cajas al almacén y por ende se minimiza el tiempo de la operación.

Agradecimientos

Se agradece de manera muy especial a la gran colaboración del grupo de estudiantes de la carrera de ingeniería industrial para el desarrollo práctico del proyecto, por su tiempo empleado, empeño, dedicación y compromiso en el desarrollo de las actividades; así también, se le da el agradecimiento a la empresa por las todas las facilidades otorgadas para la recolección de datos y aplicación de las mejoras detectadas, a la contribución de los empleados por la información brindado y si apoyo en la ejecución de las actividades.

Referencias bibliográficas

- Caicedo, N. E., & Mahecha, L. J. (2015). Método de evaluación de las reglas de cambio entre planes de inspección normal y reducida con base en tablas Military Standard 105e. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 98-106.
- Cruz, E., Álvarez, E., Flores, L., & Hidalgo, B. V. (2017). BENEFICIOS DE LAS PRÁCTICAS DE SUSTENTABILIDAD APLICADAS EN LAS PYMES DE TUXPAN, VER. Revista de la Alta Tecnología y la Sociedad, 23-30.
- Escaida, I., Jara, P., & Letzkus, M. (2016). Mejora de procesos productivos mediante Lean Manufacturing. Trilogía. Facultad de Administración y Economía, 26-55.
- Gutierrez, H., & de la vara, R. (2013). Control estadístico de la calidad y seis sigma. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Jiménez, H. F., & Amaya, C. L. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico . Ingeniare: Revista chilena de ingeniería, 263-277.
- Jurburg, D., Tanco, M., Viles, E., & Mateo, R. (2015). La participación de los trabajadores: clave para el éxito de los sistemas de mejora continua. Investigaciones en Ingeniería, 2301-1106.
- L'ubica, S., & Pavol, G. (2015). The Use of Statistical Quality Control Tools to Quality Improving in the Furniture Business. Procedia Economics and Finance, 276-283.
- Luca, L., Pasare, M., & Stancioiu, A. (2017). Study to determine a new model of the Ishikawa diagram for quality improvement. Fiabilitate si Durabilitate - Fiability & Durability, 249-254.
- Marroquín, E., Zertuche, F., & Solís, G. (2011). Un esquema para monitorear y controlar la capacidad estadística y técnica de un proceso. Ingeniería Industrial.
- Mrugalska, B., & Tytyk, E. (2015). Quality control methods for product reliability and safety. Procedia Manufacturing, 2730-2737.
- Pérez, I. G., Marmolejo, N., Mejía, A. M., Caro, M., & José. (2016). Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una empresa de confecciones. Ingeniería Industrial, 24-25.
- Pérez, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., . . . Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve Pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 396-408 .
- Pulido, A., & Bocanegra, C. (2015). Mitigación de defectos en productos manufacturados. Ingeniería y Competitividad, 161-172.
- Quintana Alicia, E., Pisani María, V., & Casal Ricardo, N. (2015). Desempeño de cartas de control estadístico con límites bilaterales de probabilidad para monitorear procesos Weibull en mantenimiento. Ingeniería Investigación y Tecnología, 143-156.
- Solano, M., Bravo, J., & Giraldo, J. (2012). Metodología de mejoramiento en el desempeño de sistemas de producción. Aplicaciones en Pymes de la confección. Ingeniería y Competitividad, 37-52.
- Verdoy, P. J. (2006). Manual de control estadístico de calidad: Teoría y aplicaciones. México: Universitat Jaume.