

1-1-2018

Propuesta para la reducción de los tiempos de ciclo de proceso en la producción de Blue Jeans utilizando la metodología Lean Six Sigma en la empresa D-Cluthing Denim Ltda

Wilmer Alberto Velásquez Cordero
Universidad de La Salle, Bogotá

David Leonardo Calderón Ramírez
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial

Citación recomendada

Velásquez Cordero, W. A., & Calderón Ramírez, D. L. (2018). Propuesta para la reducción de los tiempos de ciclo de proceso en la producción de Blue Jeans utilizando la metodología Lean Six Sigma en la empresa D-Cluthing Denim Ltda. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/88

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Industrial by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CICLO DE PROCESO
EN LA PRODUCCIÓN DE BLUE JEANS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA LEAN
SIX SIGMA EN LA EMPRESA D-CLUTHING DENIM LTDA.**

Wilmer Alberto Velásquez Cordero

David Leonardo Calderón Ramírez

Universidad de la Salle

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2018

**PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CICLO DE PROCESO
EN LA PRODUCCIÓN DE BLUE JEANS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA LEAN
SIX SIGMA EN LA EMPRESA D-CLUTHING DENIM LTDA.**

Wilmer Alberto Velásquez Cordero

David Leonardo Calderón Ramírez

Director:

Ingeniero Luis Manuel Pulido Moreno

Universidad de la Salle

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2018

Nota de aceptación

DIRECTOR

Ingeniero Luis Manuel Pulido Moreno

Firma de jurado

Ing. Heriberto Alexander Felizzola Jiménez

Firma de jurado

Jesica Smith Rodríguez López

AGRADECIMIENTOS

“Da el primer paso con fe. No te preocupes si no puedes ver la escalera, sólo da el primer paso”

Martin Luther King Jr.

Gracias a Dios por darme la vida, gracias a la vida por darme a mi familia, gracias a mi familia por ayudarme a dar ese primer paso y apoyarme en cada decisión y proyecto. Mi más completo agradecimiento, cariño y admiración a mi madre y mi hermana las cuales son la base fundamental de mi vida.

Un agradecimiento al director de este proyecto el Ingeniero Luis Manuel Pulido por su apoyo, junto a todos los docentes que hicieron parte de este proceso.

Finalmente, a mi abuela Cata Q.E.P.D la cual me brindo todo su amor, cariño y fuerza para afrontar cada paso de mi vida. Sé que está en el cielo orgullosa de verme triunfar.

Wilmer Alberto Velásquez Cordero

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, le doy gracias a Dios por permitirme desarrollar este proyecto, agradezco a mi hija la cual es mi orgullo más grande, mi motivación para salir adelante, la cual me impulsa cada día superarme y ofrecer siempre lo mejor de mí, agradezco a cada una de las personas que nos ayudaron al desarrollo de este proyecto, al ingeniero Luis Manuel Pulido por guiarnos durante este proceso.

Finalmente agradezco mi mamá por su apoyo durante todo este proceso y a toda mi familia quienes me brindaron su incondicionalidad.

David Leonardo Calderón Ramírez

Contenido

| | |
|--|----|
| TABLA DE FIGURAS | 8 |
| LISTA DE TABLAS | 9 |
| RESUMEN | 10 |
| ABSTRACT | 11 |
| CAPÍTULO I. GENERALIDADES | 12 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 12 |
| 1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA..... | 13 |
| 1.2.1. Identificación de la empresa | 13 |
| 1.2.2. Reseña histórica..... | 14 |
| 1.2.3. Misión..... | 14 |
| 1.2.4. Visión | 15 |
| 1.2.5. Estructura organizacional | 15 |
| 1.2.6. Mapa de procesos de la empresa | 15 |
| 1.2.7. Flujograma de procesos | 16 |
| 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 17 |
| 1.3.1. Antecedentes | 17 |
| 1.3.2. Descripción del problema..... | 21 |
| 1.3.3. Formulación del problema..... | 25 |
| 1.3.4. Justificación..... | 25 |
| 1.4. OBJETIVOS | 26 |
| 1.4.1. Objetivo general | 26 |
| 1.4.2. Objetivos específicos..... | 26 |
| 1.5. PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA | 26 |
| CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL | 31 |
| 2.1. MARCO TEÓRICO | 31 |
| 2.1.1. Lean | 31 |
| 2.1.2. Lean Six Sigma | 33 |
| 2.2. MARCO CONCEPTUAL..... | 33 |
| 2.3. MARCO LEGAL | 35 |
| CAPÍTULO III: DESARROLLO FASE I Definición del estado actual del proceso | 37 |
| 3.1. Levantamiento y descripción de los procesos | 37 |
| 3.1.1. Talento humano | 37 |
| 3.1.2. Descripción de los procesos productivos..... | 37 |
| 3.1.3. Project Chárter..... | 42 |
| 3.2. Definición funcional..... | 44 |

| | | |
|---|--|----|
| 3.2.1. | Definición de los roles y funciones | 44 |
| 3.3. | Recolección de datos para cuantificar los problemas evidenciados: | 44 |
| 3.4. | Identificación de puntos críticos y cuellos de botella:..... | 45 |
| 3.4.1. | VSM actual:..... | 45 |
| 3.4.2. | VSM objetivo propuesto: | 47 |
| 3.4.3. | Factor de calificación (Rating Factory) de los operarios por estación de trabajo:..... | 47 |
| 3.4.4. | Cálculo de las tolerancias | 48 |
| CAPÍTULO IV: DESARROLLO FASE II Identificación de problemáticas actuales..... | | 52 |
| 4.1. | Análisis de la información sobre los resultados actuales e históricos | 52 |
| 4.1.1. | Estudio de tiempos, métodos y operaciones | 52 |
| CAPÍTULO V. DESARROLLO FASE III Determinación de herramientas de Lean Six Sigma para solución de las problemáticas..... | | 56 |
| 5.1 | Análisis de errores frecuentes del proceso utilizando estadística descriptiva..... | 56 |
| CAPÍTULO VI. DESARROLLO FASE IV Evaluación financiera de la propuesta de mejora..... | | 63 |
| 6.1. | Implementación de controles que aseguren la continuidad del proyecto | 63 |
| 6.1.1. | Metodología de las 5s: Clasificación (Seiri) | 63 |
| 6.1.1.1. | Cerradora y Dos Agujas | 63 |
| 6.1.1.2. | Fileteado, Corte y Postura de Marquillas | 64 |
| 6.1.1.3. | Postura de los relojeros | 64 |
| 6.1.1.4. | Pretina y puntas de pretina | 65 |
| 6.1.1.5. | Postura de bolsillos, forros y orillo de parches | 65 |
| 6.1.1.6. | Costura de Botas | 66 |
| 6.1.2 | Metodología de las 5S: Ordenar (Seiton) | 66 |
| 6.1.3 | Metodología de las 5S: Limpieza (Seiso)..... | 67 |
| 6.1.4 | Metodología de las 5S: Estandarización (Seiketsu)..... | 68 |
| 6.1.5 | Metodología de las 5S: Disciplina (Shitsuke) | 68 |
| 6.2 | Propuesta de implementación de diagramas bimanuales..... | 69 |
| 6.2.1 | Diagrama bimanual cerradora, dos agujas frontal y lateral | 69 |
| 6.2.2 | Diagrama bimanual cerradora, dos agujas frontal y lateral | 70 |
| 6.3. | Proyección..... | 72 |
| 6.4 | Evaluación de la viabilidad económica del proyecto | 73 |
| CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES..... | | 76 |
| CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES | | 77 |
| CAPÍTULO IX. REFERENCIAS | | 78 |

TABLA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Logo D-Cluthing Denim LTDA. | 14 |
| Figura 2: Estructura organizacional. | 15 |
| Figura 3. Diagrama de bloque de procesos de la empresa D-Cluthing Denim LTDA..... | 16 |
| Figura 4. Flujograma de procesos de la empresa D-Cluthing Denim LTDA. | 16 |
| Figura 5: Número de pedidos totales por parte de todos los clientes en un periodo de 18 meses | 22 |
| Figura 6. Número de pedidos entregados con tardanzas en la empresa. | 22 |
| Figura 7. Proceso genérico para la ejecución de un proyecto Lean Six Sigma..... | 27 |
| Figura 8. Diagrama de flujo de metodología | 27 |
| Figura 9. Sistema organizativo de producción con la herramienta Lean. | 32 |
| Figura 10. Alistamiento rollos para elaboración de blue jeans. | 38 |
| Figura 11. Corte por tallas | 38 |
| Figura 12. Cerradora, dos agujas lateral y frontal. | 39 |
| Figura 13. Pretina y puntas de pretina..... | 39 |
| Figura 14. Postura de relojeros | 40 |
| Figura 15. Postura de bolsillo, forros y orillas de parches. | 40 |
| Figura 16. Costura de las botas | 41 |
| Figura 17. Fileteado, corte y postura de marquilla..... | 41 |
| Figura 18. Postura de pasadores..... | 41 |
| Figura 19. Rematadora..... | 42 |
| Figura 20. VSM gráfica flujo de valor del proceso de diseño y confección de blue jeans | 46 |
| Figura 21. VSM gráfica de flujo de valor propuesta para el proceso de diseño y confección de blue jeans | 47 |
| Figura 22. Porcentaje de diario de tiempo improductivo en un periodo de toma de datos de 10 días consecutivos..... | 51 |
| Figura 23. Número promedio de unidades defectuosas diarias..... | 53 |
| Figura 24. Reutilización de la tela. | 54 |
| Figura 25. Grafica de Pareto | 55 |
| Figura 26 Errores en costura de botas Figura 27 Errores en postura de bolsillos | 56 |
| Figura 28 Errores en el proceso de cerrado y dos agujas Figura 29 Errores en postura de relojeros... .. | 56 |
| Figura 30 Errores en el área de postura de pretinas Figura 31 Errores en costura de marquillas | 57 |
| Figura 32 Grafica NP total..... | 57 |
| Figura 33 Graficas NP de cada uno de los 6 procesos representativos en el diagrama de Pareto..... | 58 |
| Figura 34 Grafica de control de errores de empretinado..... | 59 |
| Figura 35 Grafica de control del proceso de cerrado y dos agujas | 60 |
| Figura 36 Grafica de control de errores de postura de marquilla..... | 60 |
| Figura 37 Grafica de control de errores en el proceso de postura de relojero..... | 61 |
| Figura 38 Errores en el proceso de postura de bolsillo | 61 |
| Figura 39 Grafica de control de errores en el proceso de postura de botas..... | 62 |
| Figura 40. Proceso de cerrado de cara frontal y posterior de piernas | 64 |
| Figura 41. Proceso de bolsillos | 65 |
| Figura 42. Ganchos superiores moviles de transporte | 67 |
| Figura 43. Diagrama bimanual cerradora, dos agujas frontal y lateral. | 69 |

| | |
|---|----|
| Figura 44. Diagrama bimanual postura de marquillas. | 70 |
| Figura 45 Diagrama bimanual para el proceso de relojeros..... | 70 |
| Figura 46 Comparación de tiempo estándar y tiempo propuesto..... | 73 |
| Figura 47 Planos Primer piso D-Cluthing Denim LTDA. | 80 |
| Figura 48 Planos Segundo piso D-Cluthing Denim LTDA. | 81 |
| Figura 49 Planos tercer piso D-Cluthing Denim LTDA. | 82 |
| Figura 50 Planos Altillo del tercer piso en la empresaD-Cluthing Denim LTDA..... | 83 |
| Figura 51 Oficina del gerente principal | 84 |
| Figura 52 Resultados de la técnica nominal realizada a los operarios dela empresa | 88 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Número histórico de entregas | 22 |
| Tabla 2.Desarrollo de los objetivos específicos..... | 29 |
| Tabla 3. Marco Legal del proyecto | 36 |
| Tabla 4. Project Charter. | 42 |
| Tabla 5. Roles y funciones..... | 44 |
| Tabla 6. Datos históricos dados en número de unidades producidas dentro de cada periodo de tiempo en D-Cluthing Denim LTDA..... | 44 |
| Tabla 7. Factor de calificación por estación de trabajo..... | 48 |
| Tabla 8. Evaluación de luminosidad por estación de trabajo..... | 49 |
| Tabla 9. Evaluación de ruido por estación de trabajo | 49 |
| Tabla 10. Medición de la temperatura ambiente por cada piso de la empresa..... | 50 |
| Tabla 11. Promedios de horas de estudio y tiempos improductivos en cada estación de proceso..... | 50 |
| Tabla 12. Estudio de tiempos en la fabricación de Blue Jeans dado en minutos/und | 52 |
| Tabla 13 Unidades defectuosas en un periodo de 20 días consecutivos | 54 |
| Tabla 14 Numero de errores aceptados por gerencia y jefe de producción. | 62 |
| Tabla 14 Matriz PML ambiental..... | 71 |
| Tabla 12 Tiempos estimados de ciclo con la propuesta de mejora | 72 |
| Tabla 13 Comparación tiempo estándar actual y propuesto | 72 |
| Tabla 15 Costos de materia prima..... | 73 |
| Tabla 16 Costos por unidades defectuosas | 74 |
| Tabla 17 Costos por reproceso..... | 74 |
| Tabla 18 Costo promedio por unidades reprocesadas..... | 75 |
| Tabla 19 Costo estimado con disminución de reprocesos | 75 |
| Tabla 20 Entrevistas a los trabajadores de la planta de producción..... | 85 |
| Tabla 21 Formato de técnica nominal realizada a los operarios de la planta de producción..... | 87 |

RESUMEN

D-Cluthing Denim LTDA se dedica a la confección y producción de blue jeans tipo Denim para caballero y de dotación industrial; la empresa actualmente presenta una serie de fallas en su línea productiva, como lo son el aumento de los tiempos de ciclo, número de unidades defectuosas y reprocesadas, acumulación de productos en proceso y terminados, y tardanzas en los tiempos de entrega a los clientes. Estas problemáticas generan pérdidas económicas y pérdida de liderazgo en el sector económico. La propuesta de reducción de los tiempos de ciclo de proceso en la producción de blue jeans por medio de la metodología Lean Six Sigma en la empresa D-Cluthing Denim LTDA, está basada en el modelo de gestión Lean Six Sigma, además del método DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, metodología que permite, junto con el análisis de datos plantear una hipótesis clara sobre la causa raíz de los problemas actuales, estableciendo una serie de propuestas de mejoramiento que tienen como objetivo reducir los tiempos de ciclo de proceso en la empresa D-Cluthing Denim LTDA.

Las fases definidas para la propuesta se ven enmarcadas en cuatro etapas: la primera de ellas permite la definición del estado actual del proceso productivo mediante visitas a la empresa, contando con herramientas como entrevistas, estudio de tiempos, movimientos y procesos. La segunda fase utilizada es la identificación de las problemáticas actuales realizando un diagnóstico detallado con uso de herramientas gráficas como el árbol de causas y efectos, diagrama de Ishikawa y la técnica nominal para la toma de decisiones. Por su parte, la fase tres permite definir las herramientas Lean Six Sigma que se usan para la solución de la problemática encontrada, donde se priorizan una serie de factores críticos como son los tiempos muertos, incremento en los tiempos de ciclo de producción, aumento de unidades producidas defectuosas, reproceso y tardanzas en tiempos de entrega; también se presenta un método para el control de las estrategias propuestas. Finalmente, en la cuarta etapa se presenta una valoración económica de la propuesta para la implementación y evaluación financiera, calculando costos de ahorro por pérdidas de materia prima, mano de obra y energía media.

Palabras clave: Lean Six Sigma, desperdicios, recepción, despacho, industria textil, tiempo de ciclo.

ABSTRACT

D-Cluthing Denim LTDA is dedicated to the production and production of denim jeans for men and industrial endowments; The company currently presents a series of failures in its production line, such as the increase in cycle times, number of defective and reprocessed units, accumulation of products in process and finished, and delays in delivery times to customers. These problems generate economic losses and loss of leadership in the economic sector. The proposal to reduce the process cycle times in the production of blue jeans by means of the Lean Six Sigma methodology in the D-Cluthing Denim LTDA company, is based on the Lean Six Sigma management model, in addition to the DMAIC method: Define, Measure, Analyze, Improve and Control, methodology that allows, together with the data analysis, to propose a clear hypothesis about the root cause of current problems, establishing a series of improvement proposals that aim to reduce the cycle times of process in the company D-Cluthing Denim LTDA.

The phases defined for the proposal are framed in four stages: the first one allows the definition of the current state of the productive process through visits to the company, counting on tools such as interviews, study of times, movements and processes. The second phase used is the identification of current problems by making a detailed diagnosis using graphical tools such as the tree of causes and effects, Ishikawa diagram and the nominal technique for decision making. For its part, phase three allows defining the Lean Six Sigma tools that are used to solve the problems encountered, where a series of critical factors are prioritized, such as downtime, increase in production cycle times, increase in defective produced units, reprocess and delays in delivery times; A method for controlling the proposed strategies is also presented. Finally, in the fourth stage, an economic evaluation of the proposal for financial implementation and evaluation is presented, calculating savings costs for losses of raw material, labor and average energy.

Key words: Lean Six Sigma, waste, reception, dispatch, textile industry, cycle time.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

La empresa D-CLUTHING DENIM LTDA, que tiene como labor industrial la transformación, diseño y confección de telas rígidas y semirrígidas de algodón en blue jeans tipo denim e industriales de dotación bajo los estándares de las normas internacionales de seguridad industrial, actualmente busca la aplicación e implementación de herramientas que le permitan mejorar y solucionar problemáticas presentadas dentro de sus procesos productivos. (Velasquez, 2016) afirma:

La industria colombiana ha venido siendo enmarcada por un desempeño favorable en el sector textil debido a la generación de trabajo en gran proporción y los beneficios que le trae a la economía del país. Se debe tener en cuenta que, a nivel mundial, la industria textilera presenta en gran medida un alto consumo debido a la influencia que se tiene en el mercado, además de la necesidad que se viene incrementado históricamente por la sociedad para su obtención, lo cual la ha convertido en una fuente importante económica para cada país que cuenta con las industrias nombradas. Esta industria ha sido muy vulnerable por consecuencias de importaciones a muy bajos costos, contrabando, falta de medidas proteccionistas contundentes que apoyen las exportaciones y las favorezcan frente a las importaciones y que le han restado competitividad al sector en la industria del país.

La empresa en mención, a pesar del crecimiento, experiencia y larga trayectoria con la que cuenta (más de 16 años), siguen presentando problemas dentro de su operación: la más relevante es el aumento de los tiempos de ciclo de proceso. Se hace indispensable hacer uso de herramientas como la metodología Lean Six Sigma. Según un concepto emitido por (Jones, D. T., & Womack, J, 2012):

El término “lean” se considera como un nuevo modelo de negocio que ofrece ahora un rendimiento superior para los clientes, empleados, accionistas y sociedad en general. Inicialmente, este rendimiento superior entrega exactamente lo que quieren los clientes sin problemas, demoras, molestias, errores y sin necesitar de apagafuegos. Muy rápidamente también libera capacidad de entregar un tercio más de valor, con los recursos existentes con pocos costes adicionales.

(P. Reyes, 2007) afirma que: “Six Sigma es un proceso altamente disciplinado enfocado a desarrollar y entregar productos y servicios casi perfectos consistentemente. Es una estrategia de gestión que usa herramientas estadísticas y métodos de proyectos para lograr mejoras en calidad y utilidades significativas” (p.7). Por su parte, las autoras (Felizzola & Amaya, 2014) determinan que: “Six Sigma y Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) son enfoques de mejora de la calidad y productividad que han sido implementados con gran éxito en grandes empresas a nivel mundial, en el ámbito de la manufactura y los servicios”.

Teniendo en cuenta las definiciones de estos autores, además de la caracterización del proyecto, problemática y el método de implementación, se define la línea base con la cual se dará realización al proyecto trabajando en las áreas consideradas vulnerables o críticas.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se identifican las principales características de la empresa desde su fundación hasta la fecha.

1.2.1. Identificación de la empresa

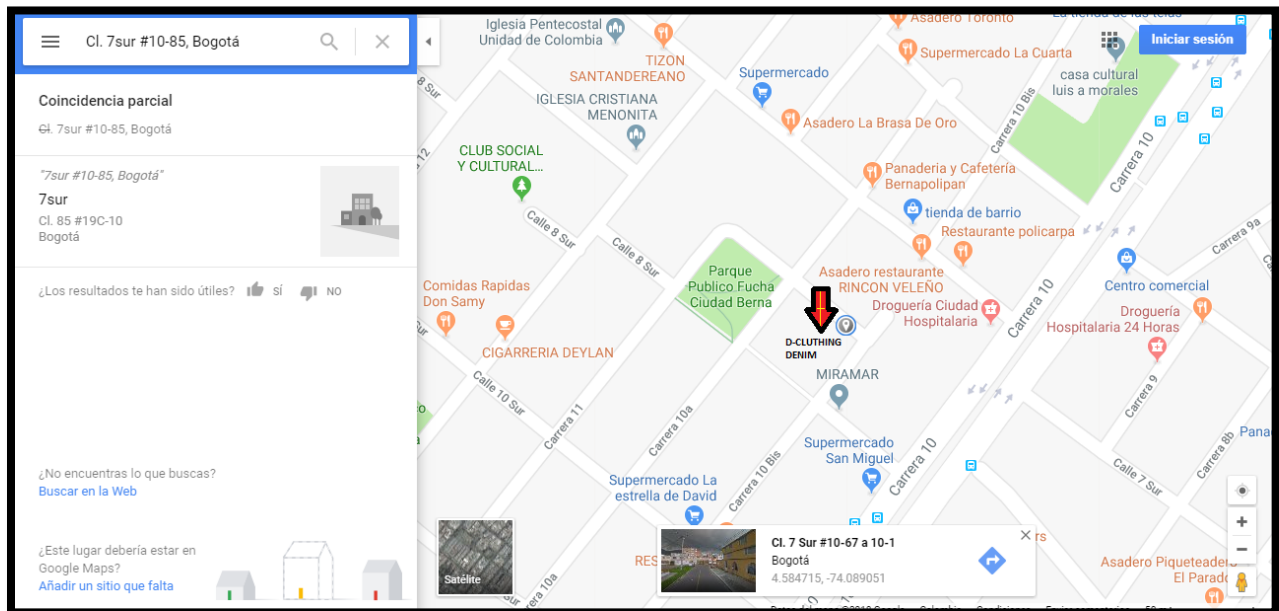
Nombre de la empresa: D-Cluthing Denim LTDA

Actividad económica: producción, diseño y confección de jeans, tipo denim e industriales.

Mercado objetivo: clientes mayoristas y empresas solicitantes de dotación.

D-Cluthing Denim LTDA es una empresa dedicada a la fabricación y confección de blue jeans de 2 tipos, tipo Denim o fashion y de dotación industrial; la fábrica se encuentra ubicada en la Calle 7sur #10-85 en el barrio Policarpa en la localidad Antonio Nariño en la ciudad de Bogotá D.C.

Google. (s.f.). [Ubicación de la empresa D-Cluthing Denim LTDA, Colombia en Google Maps]. Recuperado el 24 de junio, 2018, de: <https://www.google.com/maps/search/d-cluthing+denim+ltda+/@4.6005907,-74.0801775,15z/data=!3m1!4b1>



La planta cuenta con 398 metros cuadrados divididos en 3 pisos y un atillo de 48m², (Anexo 1) distribuidos de la siguiente manera:

Primer piso: en el primer piso se cuenta con un garaje, área de recepción de materia prima y una bodega, seguido por área de mesa de tendido y corte, sector en el cual se almacenan rollos de tela y finalmente se encuentra el área de bordado, la cual cuenta con 2 máquinas bordadoras.

Segundo piso: se encuentra la oficina del gerente, la bodega principal, comedor y área social, un baño, el área de rematadora y maquina prensadora de taches y botones.

Tercer piso: en esta área se encuentran todas las maquinas planas, cerradora, dos agujas y fileteadora; también se encuentra el atillo el cual es una base en metal y madera de 3.2x15m allí se encuentra la máquina de producción de pasadores y las pantallas de las cámaras de seguridad.

1.2.2. Reseña histórica

Hace 16 años, el señor Julio Cesar Silva Ortiz, comerciante en San Andresito de la 38, tuvo una idea de negocio a razón de una necesidad del mercado; en esa época no se contaba en el mercado con blue jeans de buena calidad a bajos costos, por lo cual se genera la necesidad de la creación de D-CLUTHING DENIM LTDA. Durante los primeros 4 años de producción, los productos eran enviados a confección a madres cabeza de familia en el barrio 20 de julio. Debido al surgimiento y crecimiento de clientes, se tomó en alquiler una bodega de 110 metros cuadrados ubicada en el barrio Marco Fidel Suarez por un periodo aproximado de seis años, donde se contaba con un personal constituido por 6 costureras, 1 cerrador, 1 pretinador y 1 persona encargada de terminados y accesorios. Posteriormente, se adquirió una casa ubicada en el barrio Policarpa, donde actualmente operan, la cual cuenta con 462m², de los cuales 398m² son usados para la operación.

Gracias al esfuerzo, trabajo y emprendimiento la empresa actualmente es líder en el sector textil de diseño y confección de blue jeans y generando más de 25 empleos directos y 10 indirectos.



Figura 1. Logo D-Cluthing Denim LTDA.
Fuente: D-Cluthing Denim LTDA

1.2.3. Misión

“Fabricación, diseño y confección de productos textiles de alta calidad, teniendo en cuenta, gustos, tendencias y necesidades del mercado, logrando satisfacción en nuestros clientes, para ello se cuenta con personal experto y capacitado en confección, nos asentamos en principios de ética, generando buenas relaciones con nuestros clientes, proveedores y empleados, apoyando el desarrollo rentable, sustentable y creciente de la empresa con contribución del bienestar social.”

Fuente: D-Cluthing Denim LTDA., 2014

1.2.4. Visión

“Ser una empresa de sinónimo y referencia de textiles, moda y calidad, siendo líder del mercado con muchas más prendas de vestir a nivel de exportación, duplicando nuestra fuerza laboral, generando una adecuada rentabilidad económica para inversionistas y socios.” Fuente: D-Cluthing Denim LTDA., 2014

1.2.5. Estructura organizacional

A continuación, se presenta la estructura general de la empresa D-Cluthing Denim LTDA, representada en 26 funcionarios comprendidos de la siguiente forma:

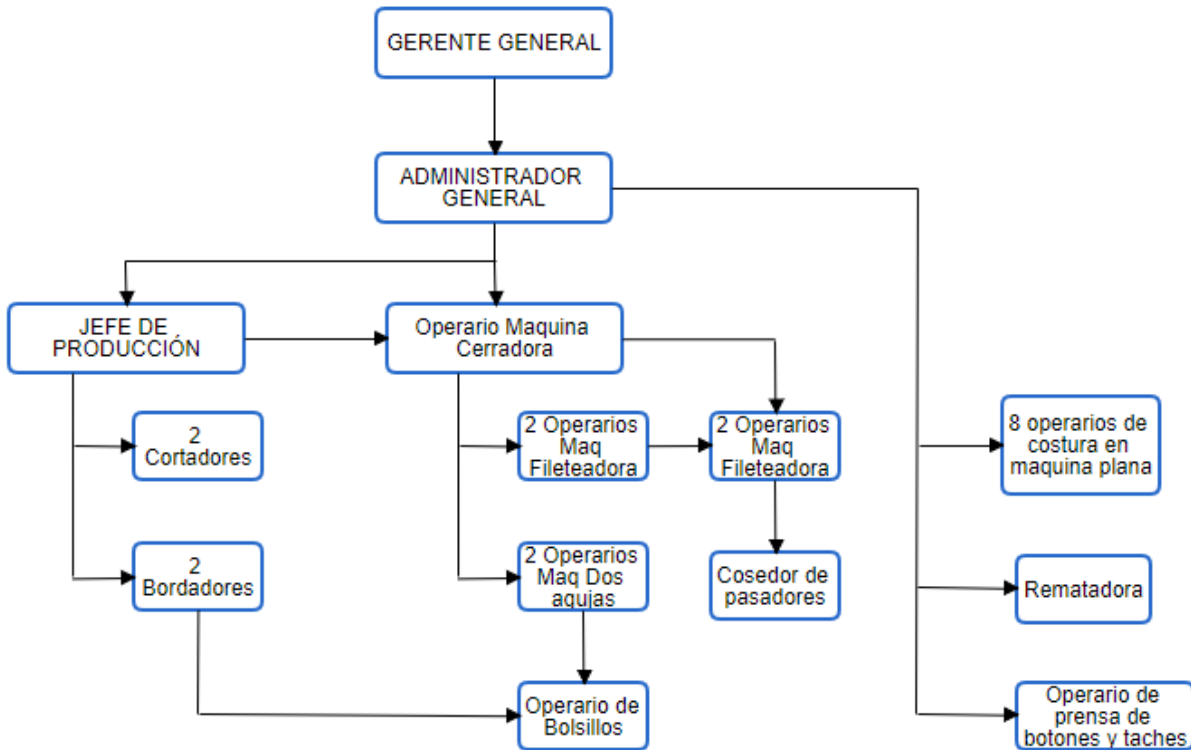


Figura 2: Estructura organizacional.
Fuente: Autores, 2018

1.2.6. Mapa de procesos de la empresa

En la figura 3, se presenta el diagrama de bloques que representa el proceso de producción de la empresa D-Cluthing Denim LTDA en la actualidad.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. Antecedentes

1.3.1.1. APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA

Ana Cecilia Villagómez Sandoval

México D.F., 2007

La investigación realizada por parte de la autora de la tesis tiene como propósito aplicar Six Sigma en una empresa litográfica para solucionar un problema relacionado con la calidad del proceso de impresión Offset y por consiguiente, disminuir el número de defectos en un producto que genera un alto porcentaje en las ventas para la empresa bajo estudio. Las etapas de la metodología realizadas en este proyecto constaron de la definición del problema en donde se tiene una visión y definición clara del problema que se pretende resolver mediante un proyecto Six Sigma. La segunda fase se realizó mediante la medición de la situación actual que presentaba el proyecto, en donde se verificó que las Variables Críticas de Calidad (VCC) pudieran medirse en forma consistente, a través de un estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) y estabilidad de las VCC. La tercera de estas consistió en el análisis de las causas de los problemas, en donde se identificó las causas raíces del problema y la confirmación de las causas con datos. Finalmente se desarrolló la mejora de las variables críticas de calidad; en esta se evaluaron e implementaron las soluciones que atienden las causas raíz, reduciendo los defectos (variabilidad). A lo largo de la investigación se hizo énfasis en la combinación del pensamiento estadístico con la experiencia de los responsables del proceso, ya que, sin lugar a duda, cualquier mejora o redefinición de los métodos de trabajo es imposible si no se consideran a las personas. (Villagómez Sandoval, 2007)

1.3.1.2. APLICACIÓN DE SIX SIGMA EN UNA MICROEMPRESA DEL RAMO AUTOMOTRIZ

Jacobo Tolamatl, David Gallardo, José Antonio Varela, María Elena Flórez

Universidad Politécnica de Tlaxcala, 2011

El proyecto se desarrolló a partir de los resultados que se obtuvieron al aplicar Six Sigma en el proceso de pintura de una microempresa del ramo automotriz. El objetivo de la investigación fue reducir el producto no conforme y los costos por defectos de calidad. Inicialmente se evaluaron diversos procesos donde existían oportunidades de mejora después de un análisis detallado, se determinó realizar el proyecto en el área de pintura, considerando que en esta área se tenía un porcentaje de producto no conforme muy por arriba de los parámetros establecidos para el proceso; además de disminuir la variabilidad del proceso para hacerlo más confiable y evitar que el producto no conforme llegara al cliente. Gracias al compromiso del gerente general, el equipo de colaboración y asesores externos, se logró culminar con éxito el proyecto y aumentar el nivel Sigma del proceso de 2.4 a 3.6. (Tolamatl Michcol, Gallardo García, Varela Loyola, & Flores Ávila, 2011)

1.3.1.3. APLICACIÓN DEL SIX SIGMA Y LOS MÉTODOS TAGUCHI PARA EL INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA PRUEBA DE JALÓN DE UN DIODO EMISOR DE LUZ

**Yolanda Báez, Jorge Limón, Diego Tlapa, Manuel Rodríguez
Baja California-México, 2010**

El presente trabajo trata sobre la aplicación de la metodología de Six Sigma (DMAMC), así como los métodos Taguchi para resolver el problema de la baja resistencia a la prueba de jalón de un diodo emisor de luz (LED) de una compañía electrónica de México. El objetivo fue la aplicación de la metodología Six Sigma que consistía en cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. La línea de producción donde se realizó el proyecto trabaja 18 horas al día, durante cinco días a la semana, dando como resultado una producción de 1'170.000 unidades mensuales, información con la cual se proyecta una producción aproximada de 14'040.000 unidades anuales. Al término de este proyecto se logró una mejora significativa al aumentar la capacidad del proceso de 0.56 a 1.45 y un impacto en la reducción de los costos, tan solo por la eliminación de desperdicios, del orden de 130 mil dólares estadounidenses anual. Para esto, no se requirió de inversión adicional, únicamente fue necesario controlar el ajuste de cada uno de los factores importantes del proceso. (Báez, Limón, Tlapa, & Rodríguez, 2010)

1.3.1.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC-SIX SIGMA EN EL ENVASADO DE LICORES EN FANAL

**Esteban Pérez López, Minor García Cerdas
México, 2014**

Este artículo trata sobre la propuesta de mejora de la eficiencia de la línea de envasados de pet en la fábrica nacional de licores (Fanal), empleando la metodología DMAIC-Six Sigma. El trabajo se realizó con el fin de solucionar el problema que presentaba la línea de envasado de licores en envase pet, la cual no estaba operando a su máxima capacidad por deficiencia en la línea. Durante el diagnóstico de la situación, se pudo determinar que en la línea de envasado de licores en pet se tenían tiempos efectivos de producción muy bajos, exceso de paros en la línea, las máquinas de cada subproceso no alcanzaban su capacidad máxima de producción, defectos recurrentes en calidad, procesos repetitivos y desgaste por parte del personal y no existía la capacidad para dar abasto con los picos en temporada de alta demanda, entre otros. Se propusieron algunas soluciones como: medir y monitorear la eficiencia de cada máquina, en la línea con un indicador efectivo como OEE (Eficiencia general de los equipos), controlar las paradas no obligatorias de manera que el proceso sea más fluido y expedito, automatizar algunos subprocesos en la línea de manera que los operadores no tengan que realizar trabajos que una máquina pueda hacer con facilidad y menor costo. El OEE se logró aumentar de 47% a 80% al implementar las mejoras. (Pérez López, García, & Minor, 2014)

1.3.1.5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA MEJORA DE RESULTADOS DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

**Víctor Yepes, Eugenio Pellicer
Valencia, 2005**

El artículo trata básicamente de la aplicación de la metodología Six Sigma en los siete procesos descritos a continuación que permiten una eficiencia en los proyectos de construcción: El primero de ellos es medir el problema en el cual se debe tener una clara noción de los defectos que se están produciendo tanto en cantidad como en coste; el segundo de ellos es el enfoque al cliente, en el cual se debe tener un conocimiento de las necesidades y requerimientos. Seguido a esto, se encuentra la fase de verificación de la causa raíz, donde se debe llegar hasta a causa fundamental de los problemas y no quedarse en los efectos; el cuarto proceso es romper los malos hábitos en donde se debe observar un cambio verdadero por medio de soluciones creativas. La quinta fase será entonces medir los resultados, en donde se debe desarrollar un seguimiento de cualquier solución para verificar su impacto real. Finalmente, la metodología tiene una fase de sostenimiento del cambio, en donde se debe perdurar en el cambio realizado. Con todo lo anterior, se determinó que la falta de calidad en construcciones tiene su origen predominante en la fase del proyecto, provocando costes económicos y sociales muy elevados; si bien se han implantado sistemas de control y aseguramiento de la calidad del proceso de diseño de proyectos de construcción, estos no han alcanzado a todas las empresas. (Echeverría Quispe, 2016)

1.3.1.6. REDUCCIÓN DE GASTO ENERGÉTICO ELÉCTRICO USANDO SIX SIGMA

**Juan Sebastian Morato Orozco
Organización Corona, 2009**

El artículo ilustra un ejemplo de aplicación de la metodología Six Sigma en los modelos de gestión energética para la RGEE (Reducción de gasto energético eléctrico) realizado en el parque industrial Sumicol-Corona en Antioquia. La problemática encontrada fue los altos costos energéticos que crearon la necesidad de implementar políticas, estándares de uso racional de energía y proyectos que conduzcan a la optimización y conservación de la misma. Esto se enfrentó optimizando la fuerza mótriz, el factor de potencia, iluminación, aplicaciones térmicas, sistemas de distribución y cultura de ahorro energético, los cuales se encontraron en deficiencia al momento de implementar la metodología Six Sigma. Todo lo anterior, se realizó por medio de las fases de medición, de mejoramiento y de control. Se pudo observar que la aplicación de las herramientas de la metodología Six Sigma con un ciclo DMAIC y el inicio de de obtención de cultura en cuanto a la preservación energética por parte de las personas, logró la optimización del gasto energético eléctrico por tonelada. (Morato Orozco, 2009)

1.3.1.7. DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESO FRESCO

**Annabel Moreano, Patricio Cáceres
Escuela Superior Politécnica de Litoral, 2010**

Este trabajo consistió en una guía para la implementación de la metodología Seis Sigma en un proceso de producción. Este caso se enfocó en una planta procesadora de queso fresco y se estableció como finalidad el mejoramiento de la calidad del producto, reducir los costos innecesarios provocados por fallas de proceso, incrementar los beneficios para la empresa y consolidar el trabajo en equipo de sus empleados. En este proyecto se presentó información de la metodología, orígenes, etapas, herramientas involucradas, información del producto y su procesamiento. Se complementó además con el desarrollo de un proyecto basado en información recopilada de la procesadora de queso empleando herramientas de Calidad y Estadística Descriptiva, las primeras para generar y organizar ideas y las otras para medir variables del proceso industrial. Durante el desarrollo del trabajo se determinó la variabilidad del proceso, se investigó las causas que la ocasionan y se gestionaron soluciones. La integración de un Programa de Mejoramiento de Calidad Seis Sigma en cualquier planta procesadora permitirá encontrar soluciones a los problemas tanto en procesos de producción como en el producto, de esta manera las empresas mejorarán su calidad y consecuentemente incrementarán sus ventas, ganancias y mercado. (Moreano & Cáceres, 2010)

1.3.1.8. APLICACIÓN DE TÉCNICAS LEAN-SIX SIGMA PARA MEJORAR LA LOGÍSTICA SANITARIA.

**Isabel Muñoz, Santiago Mazo, Carlos Solano
Saragoza, 2015**

Para la ejecución de este proyecto, se utilizó la metodología de DMAIC en donde se plantearon los problemas logísticos para lograr satisfacer a los clientes del hospital Calahorra (FCH). Para realizar el proyecto, realizaron entrevistas con coordinadores médicos y de enfermería detectándose como una de las principales áreas de mejora la gestión de las compras, establecidos en los requisitos de los clientes (QFD-Requisitos del cliente). Además, se tuvo en cuenta la evaluación de los indicadores que aproximaron al año en el que se realizó el proyecto, superar los objetivos marcados. Con la aplicación de dichas técnicas se ha logrado una mayor eficacia y eficiencia en el desarrollo del trabajo de la Unidad de Logística. Muestra de ello es la evolución de los indicadores obtenidos durante estos años, consiguiendo una reducción importante en los stocks de almacenes y sub-almacenes, reduciendo significativamente los consumos, las roturas de stock y mejorando la orientación al cliente. (Muñoz, Mazo, & Solano, 2007)

1.3.1.9. APLICACIÓN DE UN PROGRAMA SIX SIGMA PARA LA MEJORA DE CALIDAD EN UNA EMPRESA DE CONFECCIONES

Néstor Caicedo Solano
2011

Este artículo se enfoca en la aplicación de un programa Seis Sigma, cuya actividad principal es la confección y distribución de material de intendencia para las Fuerzas Armadas Colombianas. La aplicación del proyecto da como resultado una reducción significativa en los costos de no calidad y un aumento en la capacidad de los procesos. Las fases utilizadas en esta metodología consistieron en las siguientes etapas: la primera de ellas fue la definición en donde se definió el alcance y las metas del proyecto de mejora con el fin de llevar a cabo un adecuado control de la calidad; la segunda fase planteada fue la medición en donde se realizó la caracterización de cada uno de los procesos productivos y se registra información importante con el fin de determinar la capacidad de los procesos iniciales. La tercera fase realizada fue analizar; en esta fase se realizó la recolección de los datos con el fin de probar si las posibles causas realmente afectan estadísticamente los procesos. La cuarta fase establecida fue el progreso, en el cual se realizó el diseño de experimentos con los factores encontrados en la fase anterior. Finalmente, la quinta etapa llamada control, se evidenció la necesidad de mantener los beneficios alcanzados para después crear mecanismos que permitieran un adecuado control de la calidad con el fin de tomar acciones antes de que los procesos generen producto no conforme. (Caicedo Solanp, 2011)

1.3.2. Descripción del problema

Actualmente la empresa D-Cluthing Denim cuenta con una serie de problemas y fallas descritas como el incremento en los tiempos de ciclo de proceso, sobreproducción impidiendo el flujo continuo, (lo que genera desorden y represamiento de productos en proceso y productos terminados tanto en la línea de producción como en la zona de despacho e incluso en la oficina del gerente donde se acumulan los yutes (bultos) de blue jeans) (*Anexo 2*), incremento de defectos, unidades reprocesadas y desperdicios (dependiendo el proceso se tiene entre un 12% y 23% de unidades defectuosas de las cuales un 68% son reprocesadas y el 32% de las piezas defectuosas son desechadas o enviadas a venta por reciclaje como se muestra en la tabla 13.

Todo lo anteriormente descrito se ve reflejado en el incumplimiento y tardanza en la entrega de pedidos, tal como se muestra en los históricos de número de pedidos realizados de enero del 2017 a junio del 2018. (*Tabla 1*)

Como se puede observar en la tabla, se presenta un comportamiento de 147 entregas en un periodo de 18 meses. Se representa la participación de los tipos de clientes clasificados por cantidad de compras, en donde A son conocidos como clientes potenciales o mayoristas con compras frecuentes y en altos volúmenes, tales como El madrugón en el gran San, los clientes tipo B son clientes activos y constantes con compras promedio (locales comerciales en San Andresito y la Alquería), por último los clientes tipo C o de compra ocasional son lo de bajos volúmenes de pedido como lo son empresas solicitantes de dotaciones y vecinos del sector; la participación por cada uno de los clientes clasificados tipo A, B y C se presenta en la Figura 5.

2017-2018

Tabla 1 Número histórico de entregas

| | | Enero | Feb | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sep | Oct | Nov | Dic | Enero | Feb | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Total |
|-------------------------------|----------------|------------------|-----|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-------|------|-------|-------|
| Número de entregas realizadas | CLIENTE TIPO A | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 37 |
| | CLIENTE TIPO B | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 6 | 5 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 51 |
| | CLIENTE TIPO C | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 4 | 8 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 59 |
| | | Total 147 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Autores, 2018

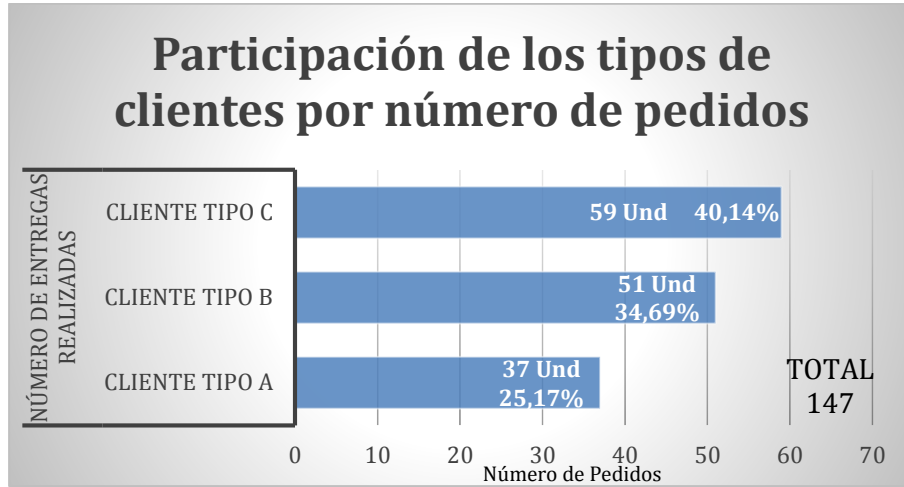


Figura 5: Número de pedidos totales por parte de todos los clientes en un periodo de 18 meses

Fuente: Autores, 2018

Por otra parte, en la figura 5, se muestra el número de pedidos entregados con tardanzas en la empresa. Se puede observar que el 23.82% de los pedidos emitidos en un periodo de 18 meses se presentan con tardanzas.



Figura 6. Número de pedidos entregados con tardanzas en la empresa.

Fuente: Autores, 2018

Con base en los datos históricos se obtuvo que 34 entregas de los 147 totales, es decir que un 23.82% de los pedidos, se entregan retrasados y el 77.2% del total de los pedidos que presentan retrasos son clientes tipo B y C, generando inconformidades por parte de los clientes y posible pérdida de los mismos.

Para tener una mayor claridad sobre la problemática actual que presenta la planta de producción se realiza una representación gráfica con un diagrama de árbol de causas y efectos (figura 6) y con un diagrama de espina de pescado o Ishikawa (figura 7), identificando los problemas más relevantes enumerando el conjunto de causas existentes que posiblemente afectan el sistema y en las cuales se debe trabajar y hallar soluciones óptimas.

Para la búsqueda de las posibles causas que se infieren en la productividad y eficiencia del sistema, se realizaron una serie de preguntas a cada uno de los participantes de la línea productiva, gerente general, administrador general, jefe de producción, costureros, cortadores y cerradores, posteriormente se redactaron dos tipos de encuestas una dirigida a los altos mandos y la otra encuesta hecha para los operarios (*Anexo 3*), estas con el fin de conocer los puntos de vista y opiniones de cada uno de ellos, encontrando relevancias en común tales como la sobreproducción, jornadas excesivas de trabajo y presión productiva debido a que la ganancia es por unidad producida.

A continuación, en la figura 6 se presenta un diagrama de árbol de causas y efectos, en donde se plasma la lluvia de ideas, opiniones y quejas encontradas:

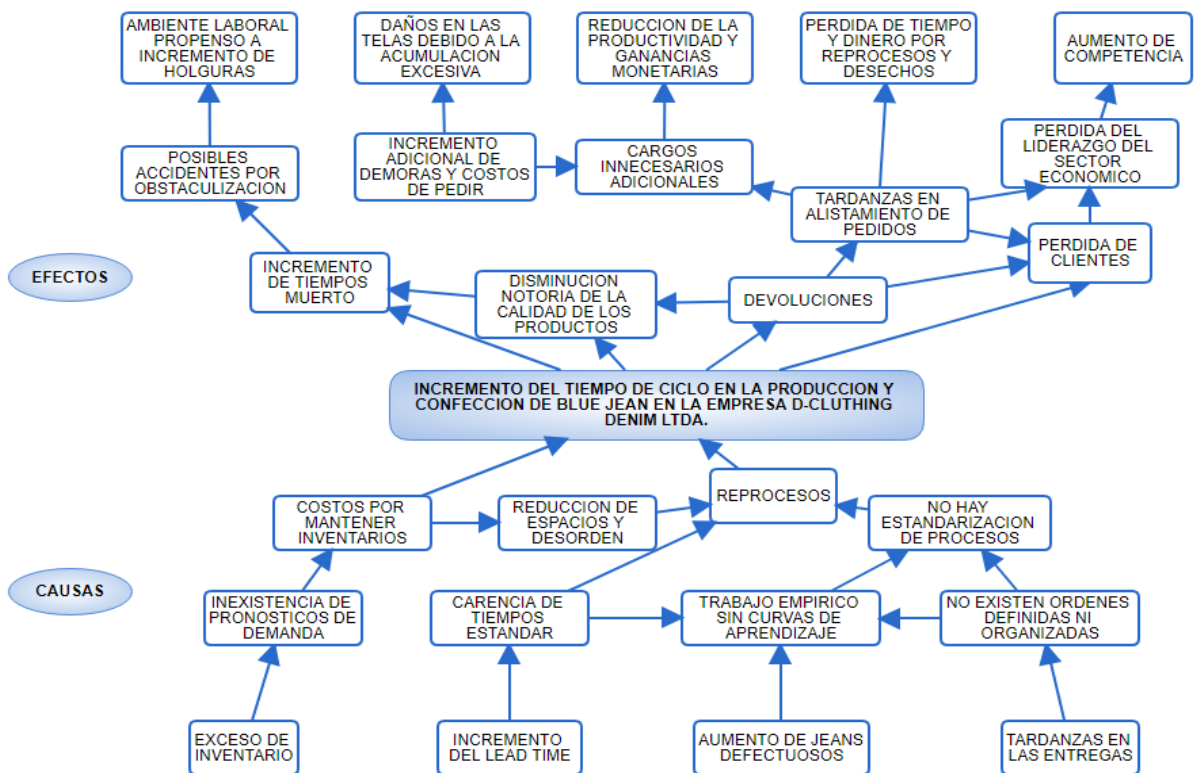


Figura 6. Árbol de causas y efectos.

Fuente: Autores, 2018

Gracias a los datos y opiniones dadas por cada uno de los trabajadores de la planta de producción, se dio orden al árbol de causas y efectos, ordenando las problemáticas actuales y las posibles consecuencias obtenidas por la repetición de fallas y errores; posterior a esa organización gráfica, se procede a realizar el diagrama Ishikawa.

El diagrama de Ishikawa se hizo con base en los resultados obtenidos mediante la aplicación de la conocida “Técnica nominal” (*Anexo 4*), técnica en la cual se ponen cada una de las causas y sub-causas de manera de encuesta aplicando calificaciones de 1 a 5, siendo 1 un factor con poca relevancia en la opinión de cada encuestado y 5 un factor crítico o generador de problemáticas que bajo su punto de vista perjudicaba la producción de los blue jeans.

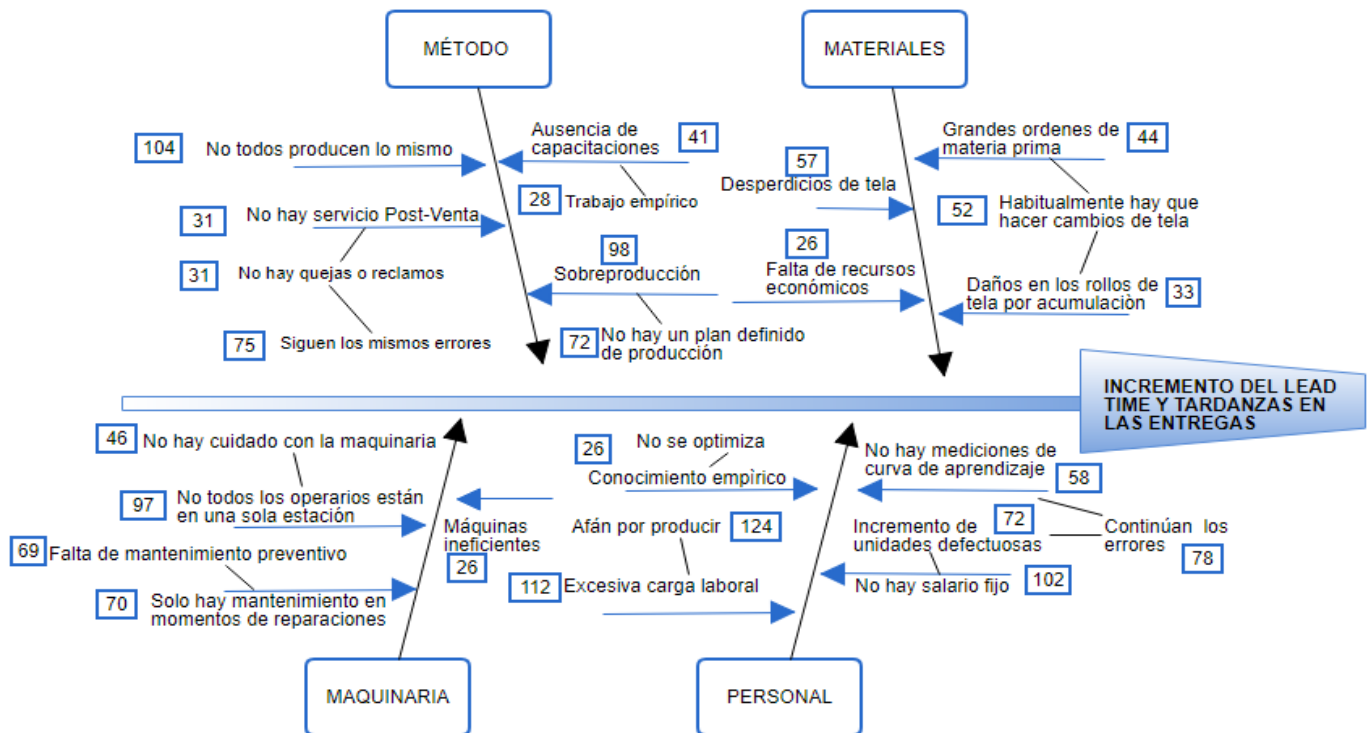


Figura 7. Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Autores, 2018

Después de realizar las entrevistas mediante la técnica nominal, se realizó la sumatoria de las calificaciones hechas por los operarios. Dicho resultado está diagramado junto a las causas y sub-causas que fueron representadas gráficamente en el Ishikawa, asignando el valor obtenido por la calificación nominal identificando las causas que requieren priorización y atención.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se hace fundamental contar con métodos estandarizados de producción en máquinas, herramientas e instrumentos de trabajos, además de recepción de materiales, con el fin de reducir la variabilidad y diversidad en el proceso, eliminando desperdicios y aumentando la eficiencia. Se busca la correcta implementación de la metodología

Lean Six Sigma en la empresa productora de blue jeans D-Cluthing Denim la cual cuenta con una trayectoria de más de 16 años y líder en el mercado.

1.3.3. Formulación del problema

¿Cómo reducir los niveles de acumulación de materia prima y producto terminado por medio de la reducción del tiempo de ciclo de producción utilizando la metodología Lean Six Sigma?

1.3.4. Justificación

Con el proyecto en curso se trabajará con los recursos humanos en las áreas relacionadas con la confección y manufactura de los blue jeans, con el objetivo de identificar las variables que afectan el proceso productivo y aplicar las debidas acciones correctivas, optimizando el sistema y volviéndolo más eficiente, generando una preparación de ágil respuesta para dar un cumplimiento eficaz a las órdenes de pedidos de los clientes las cuales generalmente no son constantes, puesto que se presentan en cortos periodos de tiempo. Este tiempo de respuesta se presenta con el fin de reducir el 25% de tardanza que muestra la empresa actualmente en los tiempos de entrega de los pedidos, también al presentar un crecimiento porcentual de un 3% a un 7% en las unidades defectuosas y de reproceso, beneficiando tanto a la empresa al generar más ingresos como a los trabajadores los cuales reciben una comisión por unidad de prenda confeccionada, la propuesta con la metodología Lean Six Sigma no abordará áreas como diseño y distribución de planta e instalaciones, finanzas, entre otras. El proyecto se centra en esta área debido a que es una prioridad de la empresa y es la que más afecta su productividad en general, además es un sector de interés de los estudiantes y el director

La empresa D-Cluthing Denim LTDA ha tenido que innovar en cuanto a las tendencias que se han venido presentando en lo correspondiente a moda por parte del sector textil.

La revista portafolio emitida el 14 de agosto del 2017 junto con el estudio del DANE, evaluando la Encuesta Mensual Manufacturera de junio, determinan que la confección de prendas de vestir tuvo una caída del 13% con respecto a años anteriores, y la hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles también mostró un decrecimiento del 19,9%. (González M. C., 2017)

En el mismo artículo, Edwin Salazar, presidente de la Cámara Colombiana de Confecciones y Afines (CCCyA), expresa que las cifras del DANE no mienten y dicha industria estaría aportando en gran parte con el desempleo nacional. Incluso, la CCCyA estima que a la fecha se han perdido alrededor de 80.000 empleos y que, si la situación continúa igual, la cifra se multiplicaría. (González M. C., 2017)

Determinado lo anteriormente expresado, se decide trabajar con la metodología Lean Six Sigma para la búsqueda y cumplimiento de los objetivos y mejora de los procesos mediante una serie de herramientas estadísticas con el fin de lograr una estandarización de los procesos y de esta manera reducir los tiempos de ciclo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Generar una propuesta para la reducción de los tiempos del ciclo del proceso en la producción de blue jeans utilizando la metodología lean Six Sigma en la empresa D-CLUTHING DENIM LTDA.

1.4.2. Objetivos específicos

- 1.4.2.1. Caracterizar el estado actual del proceso de producción en la planta de la empresa D- CLUTHING DENIM LTDA, identificando las variables que afectan actualmente el proceso productivo en la planta de producción.
- 1.4.2.2. Elaborar el diagnóstico del sistema productivo de la empresa textil D-CLUTHING DENIM LTDA, mediante el uso de herramientas de Lean Six Sigma que permitan dar una línea base a los problemas encontrados.
- 1.4.2.3. Identificar y priorizar las causas principales que generan las problemáticas en los procesos en la empresa D-CLUTHING DENIM LTDA en el presente, permitiendo definir las acciones de mejora.
- 1.4.2.4. Evaluar financieramente el costo de la posible implementación de la propuesta de mejora para la empresa D-CLUTHING DENIM LTDA.

1.5. PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA

La metodología se desarrollará bajo un esquema dividido en 5 fases de investigación comúnmente conocido como el método DMAIC: Definir, Medir, Analizar, donde no se tendrán en cuenta las fases de Mejorar y Controlar, puesto que el presente proyecto no se ejecutará, solo se propondrá, por lo tanto, el desarrollo se dará de la siguiente manera:

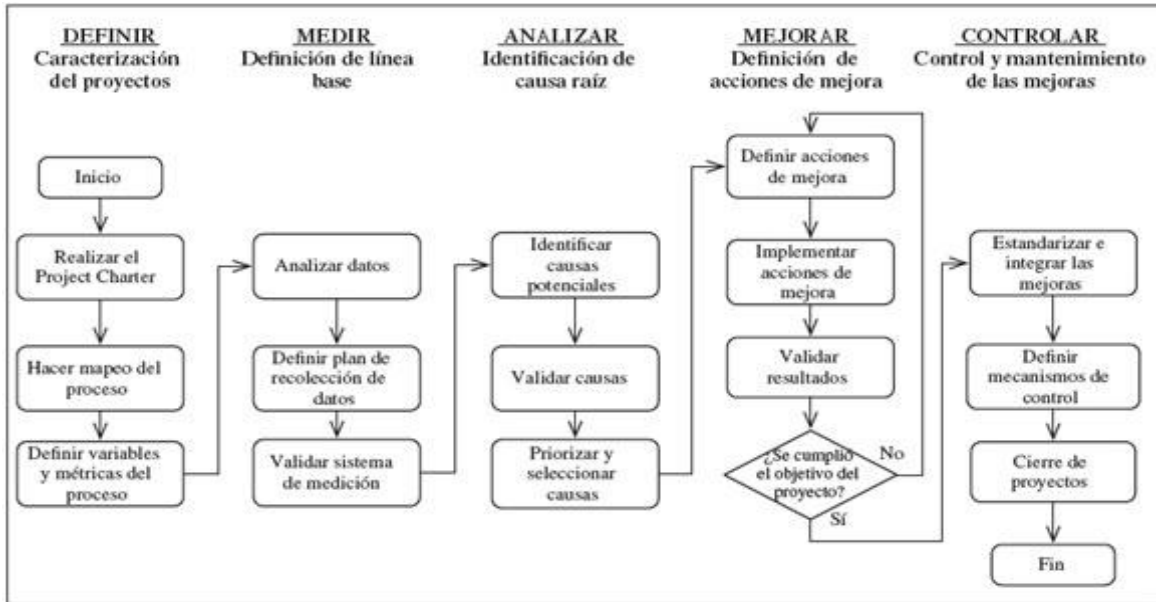


Figura 7. Proceso genérico para la ejecución de un proyecto Lean Six Sigma.
Fuente: (Felizzola & Amaya, 2014)

Su fase inicial comprenderá los diagnósticos y análisis, fase de formulación e implementación de la metodología Lean Six Sigma y finalmente la fase de control y comportamiento de los procesos implementados, todo esto con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de manera organizada y consolidada.



Figura 8. Diagrama de flujo de metodología
Fuente: Autores, 2018

Estas fases corresponden al planteamiento del problema junto con la situación actual de la empresa, teniendo en cuenta los objetivos y la justificación, identificadas en D-CLUTHING DENIM LTDA. Posteriormente se procesa a analizar los antecedentes relacionados con el tema de la investigación a partir de una ecuación de búsqueda que permita contar con fuentes de

información más precisas, confiables y a su vez acrecentar la rentabilidad y calidad de la fabricación de sus productos. Identificando las variables críticas que afectan actualmente el proceso productivo en la planta de producción de la empresa D-CLUTHING DENIM LTDA.

FASE I. Definición del estado actual del proceso.

En el desarrollo de esta etapa se llevará a cabo la caracterización del estado actual del proceso de producción en la planta de la empresa D-CLUTHING DENIM LTDA, identificando las variables que afectan actualmente el proceso productivo en la planta de producción, por medio del desarrollo de las siguientes actividades:

1. Levantamiento y descripción de los procesos: Para el levantamiento de información se realizó de manera presencial, haciendo acompañamiento a jordanas laborales habituales donde también se dio solución a la descripción de los procesos junto al jefe de producción.
2. Definición funcional: Para ver la función de cada operario se realizaron una serie de preguntas al jefe de producción y a los mismos operarios con una previa investigación de los procesos necesarios en el diseño y confección de blue jeans.
3. Recolección de datos para cuantificar los problemas evidenciados: Para encontrar los problemas del proceso productivo se solicitaron datos históricos, los cuales solo eran número de unidades quincenales, sin tiempos estándar de producción ni cantidades de desperdicios en un periodo de tiempo.
4. Identificación de puntos críticos y cuellos de botella: Para esta identificación se tomaron tiempos en el proceso general y por estación de trabajo, encontrando puntos críticos y cuellos de botella en el área de corte y confección, específicamente en la fileteadora y unión de tiros.

FASE II. Identificación de problemáticas actuales.

Para el desarrollo de esta etapa se elaborará el diagnóstico del sistema productivo de la empresa textil D-CLUTHING DENIM LTDA, mediante el uso de herramientas de Lean Six Sigma que permitan dar solución a los problemas encontrados sin afectar la calidad del producto, llevándose a cabo las siguientes actividades:

1. Análisis de la información sobre los resultados actuales e históricos: Al definir las fallas del sistema actual se pueden conocer las históricas, puesto que siempre han mantenido el mismo modo de operación y una metodología empírica.
2. Identificación de las causas reales por las cuales se evidencian los puntos críticos estableciendo una relación causa-efecto: Mediante la metodología Lean Six Sigma se pretende encontrar y dar una propuesta para la solución y optimización de el o los procesos que generan los puntos críticos y tardanzas.

FASE III. Determinación de herramientas de Lean Six Sigma para solución de problemáticas.

Posterior al diagnóstico de la empresa se procede a la siguiente etapa que consta de la identificación y priorización de las causas que generan las problemáticas en los procesos de la industria textil D-CLUTHING DENIM LTDA actualmente, permitiendo definir las acciones de mejora; esto a partir del análisis de las relaciones causa-efecto, realizando pronósticos y simulaciones con el fin de obtener soluciones para la mejora de los procesos: En esta etapa se dará un peso debido a la relevancia de la operación a trabajar, priorizando las variables críticas según el diagnóstico.

FASE IV. Evaluación financiera de la propuesta de mejora.

Por último, se evaluará financieramente el costo de la posible implementación de la propuesta de mejora para la empresa D-CLUTHING DENIM LTDA, esto se llevará a cabo por medio del desarrollo de las siguientes actividades:

1. Evaluación de la viabilidad económica del proyecto.
2. Implementación de controles que aseguren la continuidad del proyecto.

Tabla 2. Desarrollo de los objetivos específicos.

| OBJETIVOS ESPECIFICOS | ACTIVIDADES | ESPACIOS ACADEMICOS INVOLUCRADOS |
|---|--|--|
| Caracterizar el estado actual del proceso de producción en la planta de la empresa D-CLUTHING DENIM LTDA, identificando las variables que afectan actualmente el proceso productivo en la planta de producción. | <ol style="list-style-type: none">1. Levantamiento y descripción de los procesos2. Definición funcional3. Recolección de datos para cuantificar los problemas evidenciados4. Identificación de puntos críticos y cuellos de botella | <ul style="list-style-type: none">• Ingeniería de métodos• Ingeniería de procesos• Gestión de producción<ul style="list-style-type: none">• Diseño de experimentos• Logística• Gestión de la calidad |
| Elaborar el diagnóstico del sistema productivo de la empresa textil D-CLUTHING DENIM LTDA, mediante el uso de herramientas de Lean Six Sigma que permitan dar solución a los problemas encontrados sin afectar la calidad del producto. | <ol style="list-style-type: none">1. Análisis de la información sobre los resultados actuales e históricos2. Identificación de las causas reales por las cuales se evidencian los puntos críticos estableciendo una relación causa-efecto. | <ul style="list-style-type: none">• Ingeniería de métodos• Ingeniería de procesos<ul style="list-style-type: none">• Investigación de operaciones<ul style="list-style-type: none">• Diseño de experimentos• Logística |

| | | |
|--|---|--|
| <p>Identificar y priorizar las causas principales que generan las problemáticas en los procesos de la industria textil D-CLUTHING DENIM LTDA en el presente, permitiendo definir las acciones de mejora.</p> | <p>A partir del análisis de las relaciones causa-efecto realizar pronósticos y simulaciones con el fin de obtener soluciones para la mejora de los procesos</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de experimentos • Estadística I y II • Factibilidad de proyectos • Investigación de operaciones I y II |
| <p>Evaluar financieramente el costo de la posible implementación de la propuesta de mejora para la empresa D-CLUTHING DENIM LTDA.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación de la viabilidad económica del proyecto 2. Calculo de la TIR (en cuanto tiempo se solventará el costo del proyecto) 3. Implementación de controles que aseguren la continuidad del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> • Costos y presupuestos • Factibilidad de proyectos • Contabilidad general • Ingeniería económica • Indicadores de gestión |

Fuente: Autores, 2018

CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Lean

Según la literatura encontrada acerca del concepto emitido para lean, se puede afirmar que:

Es una palabra inglesa que se puede traducir como “sin grasa, escaso, esbelto”, pero aplicada a un sistema productivo significa “ágil, flexible”, es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente. Este término lo había utilizado por primera vez un miembro de MIT, John Krafcik, tratando de explicar que la “producción ajustada” es lean porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masas. Un sistema Lean trata de eliminar el desperdicio y lo que no añade valor y por ello el termino lean fue rápidamente aceptado. (Rajadell & Sánchez, 2010)

Actualmente existe un interés por el conocimiento de las herramientas lean por la importancia de los estudios relacionados con la dirección de operaciones porque:

- Constituyen en un área clave para cualquier organización, y se relaciona de forma combinada con el resto de las funciones empresariales.
- En el estudio de las organizaciones existe un interés en conocer cómo se producen los bienes y los servicios, así como las funciones que realizan los directores de operaciones.
- La producción es una de las actividades que genera más costo en cualquier empresa. Un porcentaje muy grande de los ingresos de la mayoría de las empresas se destina a la función de producción, que proporciona una buena oportunidad a las organizaciones para mejorar su rentabilidad y su servicio a la sociedad. (Rajadell & Sánchez, 2010)

Lean es un modelo de Gestión diseñado por la compañía TOYOTA para sus plantas de fabricación de automóviles, durante la década de los años 70. El objetivo de Lean era desarrollar una cultura hacia una organización más eficiente mediante unos cambios en los procesos del negocio con el fin de incrementar la velocidad de respuesta por medio de reducción de desperdicios, costes y tiempos. En la actualidad, las empresas más competitivas de todos los sectores de la industria emplean este sistema de gestión y sus herramientas asociadas para conseguir ser los mejores. (Cruz Ramírez, Gallego Quevedo, & Guerrero Alvarado, s.f.)

2.1.1.1. Principios Lean

- **Especificar el Valor para los clientes (eliminar desperdicios).** No debemos pensar por los clientes. El cliente paga por las cosas que cree que tienen valor y no por las cosas que pensamos que son valiosas. Las actividades de valor agregado son aquellas que el cliente está dispuesto a pagar por ellas. Todas las otras son desperdicios (MUDA). (ProAsed, 2015)

- **Identificar el mapa de la cadena de valor (VSM) para cada producto/servicio.** La secuencia de actividades que permite responder a una necesidad del cliente representa un flujo de valor. Creando un "mapa" de la corriente de valor, es posible identificar aquellas actividades que no agregan valor, desde el punto de vista del cliente, a fin de poder eliminarlas. (ProAsed, 2015)
- **Favorecer el flujo (sin interrupción).** Debemos lograr un movimiento continuo del producto/servicio a través de la corriente de valor. Por ello, tenemos que reducir los tiempos de demora en el flujo de valor quitando los obstáculos en el proceso. (ProAsed, 2015)
 - **Dejar que los clientes tiren la producción (sistema PULL).** La aplicación del flujo (artículos que se fabricarán o se comprarán en respuesta a la demanda) generan una respuesta más rápida y exacta con un menor esfuerzo y menores desperdicios. Permite producir sólo lo que el cliente pide y evita la generación de un stock innecesario. (ProAsed, 2015)
- **Perseguir la perfección (mejora continua).** Hay que seguir trabajando constantemente para conseguir unos ciclos de producción más cortos, obtener la producción ideal (calidad y cantidad), focalizar los esfuerzos en el valor para el cliente. "Ninguna máquina o proceso llegará a un punto a partir del cual no se puede seguir mejorando" (ProAsed, 2015)



Figura 9. Sistema organizativo de producción con la herramienta Lean.
Fuente: Franco J, 2014

2.1.1.2. Herramientas utilizadas

Las herramientas establecidas por (Cruz Ramírez, Gallego Quevedo, & Guerrero Alvarado, s.f.), se presenta a continuación:

- Análisis de Valor de los Procesos (Mapeo e identificación de desperdicios)
- Indicadores (OEE, Lead time, WIP, Takt Time...)
- Mapa de la cadena de valor (Value Stream Mapping)
- Búsqueda del flujo continuo (Gestión de las colas)

- Integración eficiente de las personas en la empresa
- Sistema "PULL" arrastre
- Desarrollos KANBAN y sistemas de "supermercado"

2.1.2. Lean Six Sigma

“Six Sigma” es un proceso altamente disciplinado enfocado a desarrollar y entregar productos y servicios casi perfectos consistentemente. Es una estrategia de gestión que usa herramientas estadísticas y métodos de proyectos para lograr mejoras en calidad y utilidades significativas. (World Class Competitiveness, 2008). Six Sigma y Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) son enfoques de mejora de la calidad y productividad que han sido implementados con gran éxito en grandes empresas a nivel mundial, en el ámbito de la manufactura y los servicios. (Felizzola & Amaya, 2014)

Como métrica, Six Sigma representa una manera de medir el desempeño de un proceso en base a su nivel de productos fuera de especificación. Como filosofía de trabajo, significa mejoramiento continuo de procesos y de productos apoyado en la metodología Six Sigma o DMAIC. Como meta, un proceso con nivel de calidad Six Sigma significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial de 3.4 DPMO. (Escalante, 2003)

Six sigma tiene dos dinamizadores. El primero es la reducción de los costes ocasionados por la deficiente calidad. El segundo es la ruptura de la complacencia, ya que Six sigma impulsa una sensación de necesidad de situarse en los niveles de estándar mundial con el propósito de aumentar la rentabilidad y la competitividad. (Gómez Fermín & Tejeiro, 2003)

2.2. MARCO CONCEPTUAL

- **CERRADO:** Proceso mediante el cual se realiza la unión de la cara frontal y trasera de un pantalón en forma de u desde el tiro hasta la bota.
- **CICLO DMAIC:** Nombre que proviene de las iniciales inglesas a las fases o etapas de que consta la metodología. D. Define (definir), M. Measure (medir), A. Analyze (analizar), I. Improve (mejorar) y C. Control (controlar). Es importante verlo como un ciclo que no finaliza hasta haber ejecutado todas las fases o etapas. (IKOR, 2014)
- **DEAD TIME:** un tiempo muerto suele ser una dificultad para cualquier operador de máquina y empresa, este evita que un operador cumpla con su carga de trabajo, a la vez que cada minuto desperdiciado innecesariamente le cuesta a la empresa. (Mauricio, 2015)
- **DESTAJO:** El destajo de producción o satélites, es una metodología de trabajo, la cual consiste en definir un pago por unidad producida o confeccionada, dependiendo de la importancia y dificultad

- **DIAGRAMA DE ISHIKAWA:** también llamado diagrama de causa y efecto, es una representación gráfica, que por su estructura, representa un problema a analizar, que se escribe en la cabeza del pescado. (SPC Consulting group, 2013)
- **FATIGA LABORAL:** la fatiga laboral es un fenómeno complejo y muy común en los ambientes de trabajo especialmente en aquellos que requieren de una alta carga física y en los que son utilizadas complicadas tecnologías que presentan al hombre máximas exigencias, obligándolo a trabajar más allá de sus posibilidades psicofisiológicas y en condiciones muchas veces nocivas. (Useche Mora, s.f.)
- **FILETEADO:** en la confección se aplica el término fileteado a la acción de pulir los cantos, es decir, dar acabado a los orillos de los márgenes de costura, con *puntadas zigzag* cuando trabajamos con máquinas caseras o *puntadas que recubren los bordes* cuando se trata de máquinas overlock. Remallar, surfilar, ranear, orleado, sobrehilado, repulgo, merar, son algunos de los nombres como se conoce esta técnica en otros países. (Guanaguanay García, 2015)
- **LEAD TIME:** lead time es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente. El Lead Time íntimamente relacionado con la obra en curso y con otros indicadores como plazo de entrega, stocks... por lo que la reducción del Lead Time es objetivo importante en la reducción de costos o la aplicación del lean manufacturing o lean production. El camino para reducirlo consiste en la reducción de los lead time de los subprocesos de fabricación. (MTM Ingenieros , s.f.)
- **LUXÓMETRO:** es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes. (ANPCEN, s.f.)
- **MARQUILLA:** se utiliza para mirar la talla, el precio o los cuidados de la prenda. Estos responden a las necesidades de los confeccionistas y tienen una función vital para las marcas: generar identidad. (Cardona, 2014)
- **MÉTODO NOMINAL:** fue introducida por Delbecq y Van de Ven (Delbecq y Van de Ven, 1971) y desarrollada posteriormente por los mismos autores. Es una técnica creativa empleada para facilitar la generación de ideas y el análisis de problemas. Este análisis se lleva a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas. (Alteco, s.f.)
- **PRETINA:** La pretina es la parte superior de un pantalón en la cual están cocidas las piernas y accesorios del pantalón.

- **RELOJEROS:** el relojero o monedero es un bolsillo superior exterior del blue jean implementado tanto estéticamente como para asegurar el pretín del pantalón con taches.
- **SONÓMETRO:** la medición de ruido mediante un sonómetro portátil permite realizar un control rápido de la situación, pero también mediciones de control por turnos. Algunos modelos de sonómetro disponen de memoria de datos (sonómetro con registrador de datos). Este sonómetro permite efectuar registros prolongados de fuentes de sonido y evaluar los resultados en un PC o portátil posteriormente. (PCE Instruments, s.f.)
- **TOLERANCIA DE TIEMPO:** la Tolerancia corresponde a un porcentaje de tiempo que se agrega al Tiempo Normal para que el operario medio se recupere de la fatiga ocasionada por el trabajo y para atender necesidades personales, y alcance el estándar cuando trabaja a ritmo Normal; así como también, permiten que también se incluya tiempo debido a otras interrupciones no imputables al operario. (González J. , 2010)
- **VSM (Diagrama de flujo de valor):** los mapas de flujo de valor son un método de diagrama de flujo para ilustrar, analizar y mejorar los pasos necesarios para entregar un producto o prestar un servicio. Como pieza clave de la metodología esbelta "lean", los VSM verifican el flujo de los pasos del proceso y la información desde su origen hasta la entrega al cliente. Al igual que otros tipos de diagramas de flujo, usan un sistema de símbolos para representar diversas actividades de trabajo y flujos de información. (Lucidchart , s.f.)
- **YUTE:** Así son conocidas comúnmente las lonas de colores con una longitud aproximada de 1 metro, en las cuales se empacan los pantalones generalmente en cantidades de 4 docenas.

2.3. MARCO LEGAL

En un artículo generado por (EnColombia, 2014), se afirma que:

Según Inexmoda en el territorio nacional, el eslabón de las confecciones se reparte principalmente entre las redes empresariales de Antioquia y Bogotá, pero a nivel general, las empresas de textiles se encuentran ubicadas en las siguientes ciudades principalmente: Medellín, Bogotá, y las otras ciudades como Cali, Pereira, Manizales, Barranquilla, Ibagué y Bucaramanga. En el departamento de Antioquia y localizadas en el Valle de Aburra se encuentran las tradicionales y antiguas empresas textiles del país, Coltejer y Fabricato - Tejjcondor, que trabajan a partir de algodón y sus mezclas, en las que se produce el 34% del tejido nacional. (p.1)

En Bogotá se encuentran las productoras de tejidos de punto, a partir de mezclas de algodón y fibras sintéticas. Ambas redes tienen especializaciones y diferencias de comportamiento así, las antioqueñas generan más valor agregado y dedican una proporción importante, más del 40%, a la exportación, la que esperan incrementar con las nuevas inversiones en Fabricato, mientras la industria bogotana destina el 90% al consumo interno, el que complementa con algunas importaciones. (Inexmoda, 2008)

Tabla 3. Marco Legal del proyecto

| NORMA | DESCRIPCIÓN | APLICABILIDAD AL PROYECTO |
|--|--|--|
| LEYES | | |
| Ley 9 de 1979 | Ley marco de la Salud Ocupacional en Colombia | La presente ley especifica las condiciones sanitarias y ambientales, por medio de las cuales se debe dar cumplimiento en un lugar de trabajo para obtener las condiciones óptimas, en lo que se relaciona con la salud humana. |
| DECRETOS | | |
| Decreto 1072 de 2015 | Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. | Se tendrá en cuenta el presente decreto para evaluar las condiciones laborales, jornadas y demás elementos necesarios para el cumplimiento de las condiciones para empleados y empleadores en las empresas. |
| RESOLUCIONES | | |
| Resolución 2400 de 1979 Expedida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social | Por lo cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo | Esta resolución debe ser tenida en cuenta por la preservación y mantenimiento de la salud física y mental de los empleados que laboren en la empresa, previniendo accidentes y enfermedades profesionales, permitiendo las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en sus diferentes actividades. |
| Resolución 1950 de 2009 Expedida por el Ministerio de comercio, industria y turismo | Por la cual se expide el reglamento técnico sobre etiquetado de confecciones | Se tiene la claridad de la forma en cómo se debe establecer medidas tendientes a reducir o eliminar la inducción a error a los clientes de la industria. |
| Resolución 1111 de 2017 Expedida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social | Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para empleadores y contratantes. | La presente resolución se debe tener presente puesto que en esta se muestra con claridad los estándares mínimos en cuanto a las condiciones laborales, teniendo en cuenta los riesgos laborales, dentro de ellos: luminosidad, temperatura ambiente, niveles de ruido, material particulado, sustancias peligrosas, entre otros. Que se deben tener presentes para el diagnóstico del presente proyecto. |

Fuente: Autores, 2018

CAPÍTULO III: DESARROLLO FASE I

Definición del estado actual del proceso

3.1. Levantamiento y descripción de los procesos

En esta primera fase se realiza una caracterización y descripción general del proceso productivo para el diseño y confección de blue jeans en la empresa D-Cluthing Denim LTDA. Además, se presentan las posibles causas de los problemas evidenciados y opiniones expuestas por el gerente general, jefe de producción y operarios.

3.1.1. Talento humano

Actualmente la empresa cuenta con 26 trabajadores en la planta de producción Policarpa, 2 en el área de corte, 2 en el área de bordado, 2 costureros de pasadores, 2 rematadores, 1 operario encargado del prensado de taches y botones, 1 operario de maquina cerradora, 2 personas en cerradora y dos agujas, 2 personas en la maquina fileteadora, 8 costureros de maquina plana y 1 operario de máquina de pasadores, jefe de producción, administrador general y gerente general. También cuentan con 3 conductores de las van de carga y mensajeros.

Todos los empleados excepto el jefe de producción, administrador, conductores y jefe de producción ganan su salario por el denominado pago por destajo, el cual equivale a un pago por proceso y unidad producida con pagos que oscilan entre los \$75 (rematadora) y \$170 el operario de la cerradora dos agujas.

En el (Anexo 9) se presenta el desarrollo del diagrama SIPOC (*Supplier, Inputs, Process, Customer*), en donde se determina el número de procesos que comprende la elaboración de blue jeans en la planta de producción de la empresa en mención, además de la actividad que se realiza en cada uno, el proveedor de cada una de las actividades, la determinación de las entradas (mano de obra, materia prima, maquinaria y descripción) y finalmente, las salidas de cada uno de los procesos y los clientes respectivos.

3.1.2. Descripción de los procesos productivos

3.1.2.1. Alistamiento Rollos de Tela, Tendido de Capas, Tendido del Plotter para Marcaje y Verificación de Tallas.

En este proceso se toma el rollo de tela y se comienza a tender cada una de las capas, que por lo general son 117, las cuales representan 14 rollos equivalentes a 700 unidades para realizar el corte; los operarios que están en el área de corte verifican que cada una de las capas están en su debido lugar y alineado con el resto para poder tener un corte óptimo.

Luego se realiza el tendido del plotter para realizar el corte dependiendo las tallas que se requieren para esa producción, se alinea el plotter y se prensa a las capas con ganchos de cosedora,

también, se realiza la verificación de cada una de las tallas y se marcan con números grandes para así saber cada una de las piezas que se van a cortar.

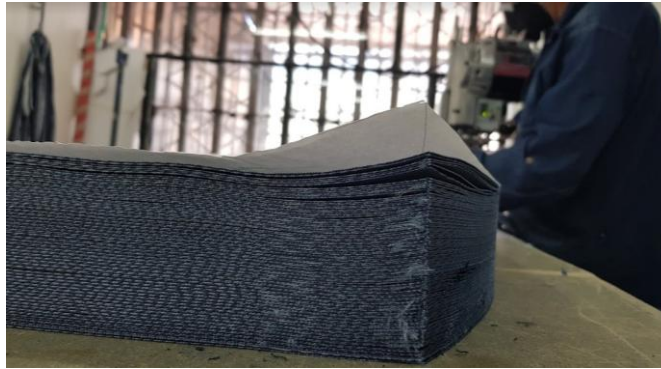


Figura 10. Alistamiento rollos para elaboración de blue jeans.
Fuente: Autores, 2018

3.1.2.2. Corte:

Esta operación la realiza un solo operario el otro recoge las piezas, las amarraras y marcar cada una con sus tallas y así se dispone de cada una de estas para subirlas para realizar cada una de las operaciones necesarias para obtener el producto terminado.



Figura 11. Corte por tallas
Fuente: Autores, 2018

3.1.2.3. Cerradora, dos agujas frontal y lateral:

En este proceso el operario realiza la unión de la parte frontal y parte trasera del jean desde la entrepierna hasta la bota para así unir las dos caras y dar forma al pantalón para quedar listo para el resto de su transformación para así formar el producto terminado.

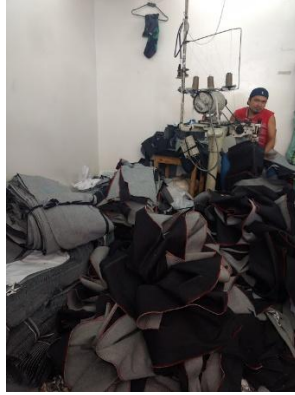


Figura 12. Cerradora, dos agujas lateral y frontal.

Fuente: Autores, 2018

3.1.2.4. Pretina y puntas de pretina

El operario en este proceso debe tomar las piezas que ya están armadas para así adaptar la pretina y las puntas de pretina del pantalón para así darle forma y empezar a cerrar el pantalón para ir formando el pantalón y dejando los espacios necesarios para cada uno de los acabados de este producto.



Figura 13. Pretina y puntas de pretina

Fuente: Autores, 2018

3.1.2.5. Postura de relojero

Para la postura del relojero en el pantalón el operario debe realizar cada uno de los relojeros para así ensamblarlos en la parte principal del pantalón dependiendo de cada una de las tallas y de cada una de las referencias de los pantalones que haya en producción.



Figura 14. Postura de relojeros
Fuente: Autores, 2018

3.1.2.6. Postura de bolsillos, forros y orillas de parches

En el proceso de las posturas del bolsillo, forros y orillo de parches el operario se dispone a poner los bolsillos e ir asegurando el parche con el orillo del bolsillo para así ir dejando armado el bolsillo; en este mismo proceso se le pone al pantalón los bolsillos de la parte de atrás dependiendo la referencia que se tenga en producción, muchos de estos bolsillos llevan bordado y se realiza antes de ensamblarlos en el pantalón.



Figura 15. Postura de bolsillo, forros y orillas de parches.
Fuente: Autores, 2018

3.1.2.7. Botas

Para realizar las botas el operario debe estar en una máquina fileteadora para poder hacer el terminado de cada una de las botas de los pantalones que por lo general son botas rectas y como solo se maneja la línea masculina no tiene ningún cambio en el terminado de las botas.



Figura 16. Costura de las botas
Fuente: Autores, 2018

3.1.2.8. Fileteado, corte y postura de marquilla

En este proceso el operario realiza las marquillas con una sola tira y otro operario las va cortando ya que estas salen unidas, luego de esto se realiza la postura de marquilla en el pantalón que por lo general van ubicadas en el monedero del pantalón en la parte derecha de jean también tiene más marquillas el pantalón como lo son las de talla y las de parte interna del pantalón con las características del producto y cuidado del mismo.



Figura 17. Fileteado, corte y postura de marquilla
Fuente: Autores, 2018

3.1.2.9. Postura de pasadores

En este proceso al igual que en el de las marquillas se realiza por tiras y otro operario los va separando y así van saliendo los pasadores para cada uno de los pantalones que estos dependen de la talla y del tipo de pantalón que se está produciendo.



Figura 18. Postura de pasadores
Fuente: Autores, 2018

3.1.2.10. Rematadora

En este proceso se verifica que el jean este en buenas condiciones para ser usado, allí el jean se somete para quitar las motas o aquello que no pertenece al producto como tal también se verifica que las marquillas puestas correspondan a la talla del pantalón y sea el correcto.

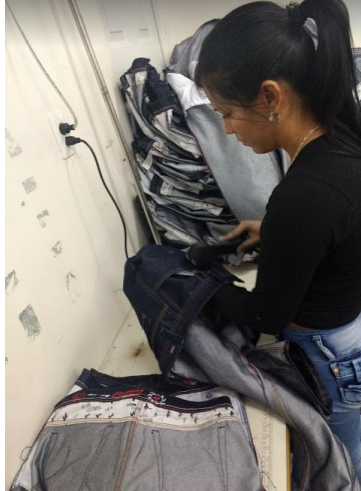


Figura 19. Rematadora
Fuente: Autores, 2018

3.1.3. Project Chárter

Tabla 4. Project Charter.

| ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO (PROJECT CHARTER) | |
|--|---|
| DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | <i>PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CICLO DE PROCESO EN LA PRODUCCIÓN DE BLUE JEANS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN LA EMPRESA D-CLUTHING DENIM LTDA.</i> |
| DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | El proceso productivo actual en la empresa D-Cluthing Denim evidencia una serie de fallas que inciden directamente en la duración actual del tiempo de ciclo de proceso. Entre estos, se pueden identificar sobreproducción, desorden y represamiento de productos en proceso y productos terminados tanto en la línea de producción, en la zona de despacho e incluso en la oficina del gerente. Esa serie de fallas de otra parte, generan altos porcentajes de unidades defectuosas (12%) y, por lo tanto, pérdidas de tiempo y dinero por reproceso (hasta \$4.000 por unidad defectuosa). Mediante el proyecto se espera reducir al menos en un 10% el tiempo total de ciclo de proceso actual, a través de la reducción de los defectos, porcentaje que ayudaría en gran escala a la compañía con la optimización de su producción con la generación de ahorro obtenido por la no presencia de este tipo de errores en el proceso productivo. |

| | |
|-----------------------------------|---|
| DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | El proyecto se dividirá en 4 fases de la siguiente manera: Fase I: Definición del estado actual del proceso. Fase II: Identificación de las problemáticas actuales. Fase III: Determinación de herramientas de Lean Six Sigma para la solución. Fase IV: Evaluación financiera de la propuesta de mejora |
| OBJETIVO | Generar una propuesta para la reducción de los tiempos del ciclo del proceso en la producción de blue jeans al menos en un 10% utilizando la metodología lean six sigma en la empresa D- Cluthing Denim LTDA. |
| ÁREAS CRÍTICAS | Para la aplicación de herramientas de la metodología lean six sigma se realizó un levantamiento de información con diagramas Ishikawa y de causa-efecto con base en la técnica nominal y entrevistas a todos los cargos laborales de la planta, un estudio de tiempos y movimientos para el análisis estadístico además, una determinación de las áreas críticas y errores con el objetivo de mejorar el desempeño de las operaciones, reducir la variabilidad, disminuir defectos, minimizar costos y mejorar la satisfacción de los clientes. |
| ALCANCE DEL PROYECTO | Mediante el actual proyecto se pretende generar una propuesta de mejora para la empresa D-Cluthing Denim LTDA. con la cual se logre reducir el tiempo de ciclo en el proceso de confección de blue jeans identificando las causas y variables mediante el uso estadístico de las herramientas de la metodología Lean Six Sigma |
| FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO | Para incrementar la probabilidad de éxito del proyecto propuesto y posible implementación del mismo, se debe garantizar una correcta integración y análisis de datos, acompañado del modelo estadístico y la metodología Lean Six Sigma, para ello se debe contar con la gestión y apoyo del personal involucrado en el proceso productivo. |
| RESTRICCIONES | La propuesta de mejora para la empresa D-Cluthing Denim LTDA. No incluirá áreas de la empresa como lo son el diseño y distribución de planta e instalaciones, compra de maquinaria, cambios en materia prima y contratación de personal adicional, solo se trabajará con los recursos humanos y tecnológicos actuales. |
| INCIDENCIA EN LOS CLIENTES | Mediante la reducción de los tiempos de ciclo de proceso se podrá dar solución a una de las principales problemáticas presentadas actualmente en empresa son la tardanzas e incumplimientos en la entrega de pedidos, donde según datos históricos son el 24% del total de solicitudes, generando inconformismos y pérdida de preferencia. |
| PARTE ECONÓMICA | Con la propuesta de implementación se reducirían \$24'895.720 tan solo por la disminución de unidades reprocesadas. |

Fuente: Autores, 2018

3.2. Definición funcional

Para definir las funciones de cada uno de los operarios, se realizaron unas series de preguntas al jefe de producción y los mismos operarios, teniendo en cuenta los procesos determinados en la fase anterior para una mayor comprensión de la confección de blue jeans

3.2.1. Definición de los roles y funciones

En la tabla 5, se definen los roles y funciones para la realización del trabajo bajo la estructura de Lean Six Sigma

Tabla 5. Roles y funciones

| ROLES Y FUNCIONES EN LA ESTRUCTURA LEAN SIX SIGMA | |
|--|---|
| CHAMPION 1 | Gerente General |
| CHAMPION 2 | Administrador General |
| CHAMPION 3 | Jefe de producción |
| MASTER BLACK BELT | Tutor |
| GREEN BELT | Estudiantes |
| PERSONAL DE APOYO | Operarios, costureros y cortadores de la planta de producción |

Fuente: Autores, 2018

3.3. Recolección de datos para cuantificar los problemas evidenciados:

Para encontrar los problemas del proceso productivo se solicitaron datos históricos, los cuales solo eran número de unidades quincenales, sin tiempos estándar de producción ni cantidades de desperdicios en un periodo de tiempo.

Tabla 6. Datos históricos dados en número de unidades producidas dentro de cada periodo de tiempo en D-Cluthing Denim LTDA

| | Día 15 | Día 30 | Total mensual/unidades jeans |
|---------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
| Ene-17 | 7500 | 8000 | 15500 |
| Feb-17 | 6500 | 6800 | 13300 |
| Mar-17 | 6600 | 7000 | 13600 |
| Abr-17 | 6500 | 6800 | 13300 |
| May-17 | 6800 | 7000 | 13800 |
| Jun-17 | 7000 | 7000 | 14000 |
| Jul-17 | 7200 | 7500 | 14700 |
| Ago-17 | 7000 | 6000 | 13000 |
| Sep-17 | 6800 | 7200 | 14000 |
| Oct-17 | 8000 | 6900 | 14900 |

| | | | |
|---------------|------|------|-------|
| Nov-17 | 7800 | 6200 | 14000 |
| Dic-17 | 9000 | 6100 | 15100 |
| Ene-18 | 7000 | 7800 | 14800 |
| Feb-18 | 6300 | 7700 | 14000 |
| Mar-18 | 6400 | 7500 | 13900 |
| Abr-18 | 6500 | 7700 | 14200 |
| May-18 | 7000 | 7400 | 14400 |
| Jun-18 | 7800 | 8000 | 15800 |

Fuente: D-Cluthing Denim LTDA, 2018

3.4. Identificación de puntos críticos y cuellos de botella:

Para esta identificación se tomaron tiempos en el proceso general y por estación de trabajo, encontrando puntos críticos y cuellos de botella en el área de corte y confección, específicamente en la fileteadora y unión de tiros.

3.4.1. VSM actual:

El mapa de flujo de valor (VSM) es un método gráfico con el cual se obtiene visualización completa y general del proceso productivo, desde el flujo de información, materiales hasta su transporte, permitiendo identificar los puntos críticos o aquellos que impidan el flujo continuo, cuellos de botella y eficiencia productiva.

A continuación, se presenta el mapa de flujo de valor actual.

TC: 417,41
min/und

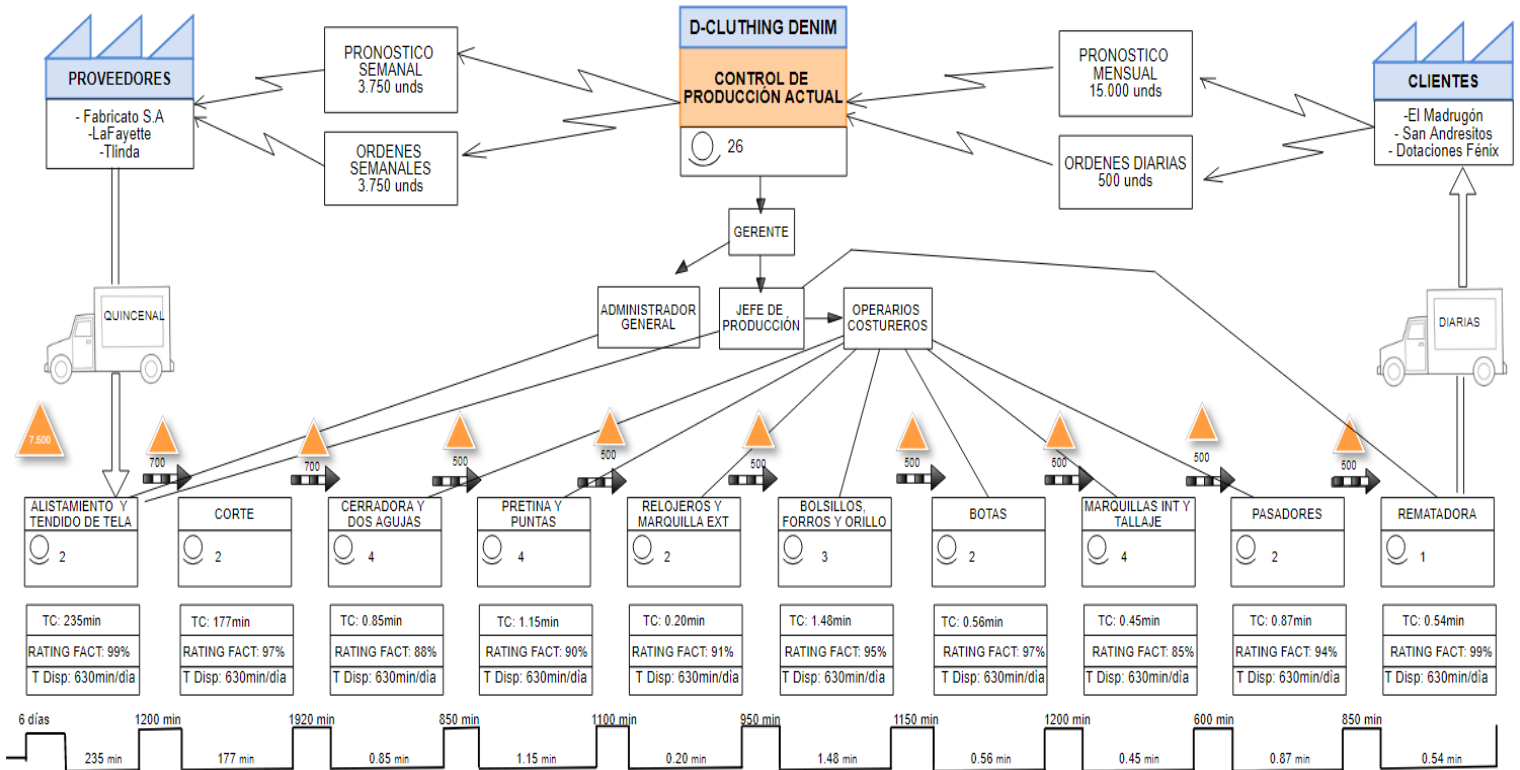


Figura 20. VSM gráfica flujo de valor del proceso de diseño y confección de blue jeans

Fuente: Autores, 2018

Según el mapa de flujo de valor, se puede evidenciar que en el proceso de diseño y confección de blue jeans, se cuenta como proveedores con Fabricato S.A., Lafayette y Tindla. La solicitud de material para la producción es quincenal, con un promedio de órdenes semanales de 3.750 unidades. Teniendo en cuenta los tiempos de ciclos hallados en cada uno de los procesos realizados, los procesos de relojeros, marquillas exteriores e interiores y rematadoras son las que representan el menor tiempo; a su vez, los procesos de alistamiento de tendido y corte, presentan los mayores tiempos dentro del proceso. Se evidencia a su vez, que el tiempo de ciclo por unidad de producción es de 417 minutos.

3.4.2. VSM objetivo propuesto:

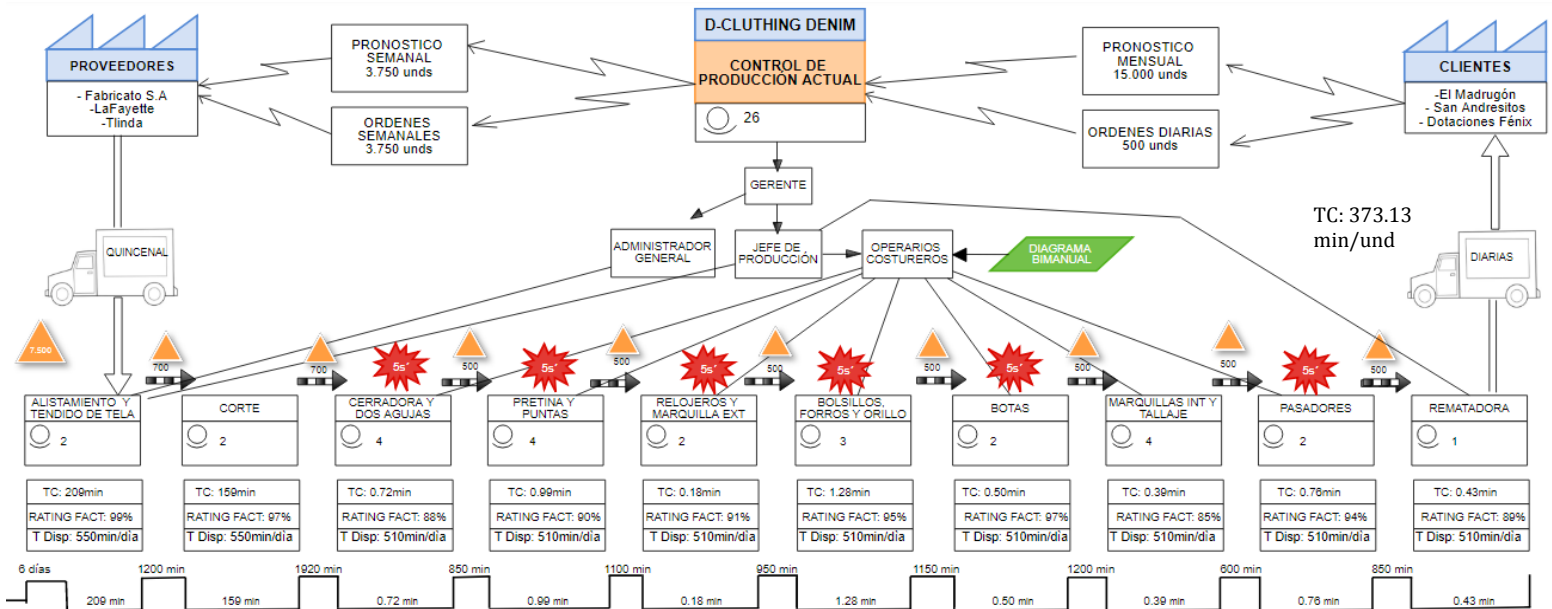


Figura 21. VSM gráfica de flujo de valor propuesta para el proceso de diseño y confección de blue jeans
Fuente: Autores, 2018

Teniendo en cuenta lo expuesto en la gráfica sobre el VSM actual, se propone en la figura 10, los tiempos de ciclo en cada uno de los procesos, reduciendo a 373.13 minutos la producción de una unidad, realizando el mismo número de pedidos a proveedores de forma quincenal y realizando la entrega al mismo número de clientes.

3.4.3. Factor de calificación (Rating Factory) de los operarios por estación de trabajo:

Para hallar el porcentaje de calificación (Rating Factory) se consideraron una serie de factores relevantes por operario y los procesos a realizar tales como actividades repetitivas, ritmo de trabajo, concentración y coordinación mental y motriz, esfuerzo visual, ruido, vibraciones y condiciones como temperatura, ventilación y luz.

Con el acompañamiento en cada una de las operaciones y con la ayuda del jefe de producción se asignaron los porcentajes de ocupación y rendimiento de cada trabajador presentado en la Tabla 7:

Tabla 7. Factor de calificación por estación de trabajo

| Actividad | Factor de actuación por operario en estación de trabajo (%) |
|--|---|
| Alistamiento de rollos de tela, tendido de capaz y tendido del plotter para marcaje y verificación | 99% |
| Corte (117 capaz de 8.5 x 1.5 m c/u) Para 700 unid | 97% |
| Cerradora y dos agujas frontal y lateral | 88% |
| Pretina y puntas de pretina | 90% |
| Relojero | 91% |
| Postura de bolsillos, forros y orillo de parches | 95% |
| Botas | 97% |
| Fileteo, corte y postura de marquillas | 85% |
| Pasadores | 94% |
| Rematadora | 99% |

Fuente: Autores, 2018

Mediante los resultados porcentuales obtenidos, se representan el promedio porcentual del ritmo de trabajo de los colaboradores de la empresa que fueron objeto de medición en cada una de las estaciones de trabajo presentadas. El operario de alistamiento de rollos de tela presenta el desempeño más alto en la realización de su trabajo, mientras que el operario de fileteo, corte y postura de marquillas el ritmo más bajo en condiciones normales de operación dentro de la muestra realizada.

3.4.4. Cálculo de las tolerancias

Una tolerancia en un estudio de tiempos es un porcentaje de tiempo adicional el cual es agregado al tiempo normal teniendo en cuenta los 4 factores descritos por el método Westing House que considera 3 factores relevantes los cuales son:

- **Habilidad:** Pericia en seguir un método dado y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesana I, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen 6 grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema. El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías, que va desde +15% hasta -22%. (Conocimientosweb.net, 2013)
- **Esfuerzo:** Demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser en alto grado por el operario. Pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente, aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al excesivo se le asigna valor de +13% hasta -17%. (Conocimientosweb.net, 2013)
- **Condiciones:** Son aquellas que afectan al operario y no a la operación las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando; las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. (Conocimientosweb.net, 2013)

Para la evaluación de luminosidad se realizó por estación de trabajo mediante el uso de un Luxómetro marca TASI' -8721 ubicando la celda fotovoltaica sensible sobre la mesa de trabajo por un tiempo de 4 horas obteniendo los resultados medidos en (Lux) presentados a continuación:

Tabla 8. Evaluación de luminosidad por estación de trabajo

| ACTIVIDAD | Grados LUX recomendados | Grados LUX obtenidos | Grado de Peligrosidad |
|--|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| ALISTAMIENTO DE TELA Y TENDIDO DE CAPAZ | 500-800 | 376 | Alto |
| Corte (117 capaz de 8.5 x 1.5 m c/u) Para 700 unid | 500-800 | 376 | Alto |
| CERRADORA, DOS AGUJAS FRONTAL Y LATERAL | 600-1000 | 429 | Alto |
| PRETINA Y PUNTAS DE PRETINA | 600-1000 | 484 | Alto |
| RELOJERO | 600-1000 | 632 | Muy Bajo |
| POSTURA DE BOLSILLOS, FORROS Y PARCHES | 600-1000 | 645 | Muy Bajo |
| BOTAS | 600-1000 | 588 | Bajo |
| FILETEO, CORTE Y POSTURA DE MARQUILLAS | 600-1000 | 705 | Muy Bajo |
| PASADORES | 600-1000 | 389 | Alto |
| REMATADORA | 500-800 | 321 | Medio |

Fuente: Autores, 2018

Para la medición del ruido se realizó por estación de trabajo mediante el uso de un Sonómetro marca LINI-T ubicando el micrófono sobre el área de trabajo por la completa duración de la jornada laboral (12 horas) obteniendo los resultados medidos en decibeles (dB) presentados a continuación:

Tabla 9. Evaluación de ruido por estación de trabajo

| ACTIVIDAD | Tiempo de medición (horas/día) | dB recomendados | dB obtenidos | Grado de Peligrosidad |
|--|---------------------------------------|------------------------|---------------------|------------------------------|
| ALISTAMIENTO DE TELA Y TENDIDO DE CAPAZ | 6,5 | 90 | 22,1 | Muy Bajo |
| Corte (117 capaz de 8.5 x 1.5 m c/u)700 unid | 6,5 | 90 | 107,8 | Muy Alto |
| CERRADORA, DOS AGUJAS FRONTAL Y LATERAL | 10,5 | 80 | 102,2 | Muy Alto |
| PRETINA Y PUNTAS DE PRETINA | 10,5 | 80 | 100,4 | Muy Alto |
| RELOJERO | 10,5 | 80 | 86 | Alto |
| POSTURA DE BOLSILLOS, FORROS Y PARCHES | 10,5 | 80 | 88,2 | Alto |
| BOTAS | 10,5 | 80 | 77,9 | Medio |
| FILETEO, CORTE Y POSTURA DE MARQUILLAS | 10,5 | 80 | 80,7 | Medio |
| PASADORES | 8 | 85 | 91,5 | Alto |
| REMATADORA | 8 | 85 | 89,1 | Alto |

Fuente: Autores, 2018

Finalmente, para la medición de la temperatura ambiente realizó por cada piso de la planta de producción mediante el uso de termómetro de bulbo seco marca ANENG™ adhiriéndolo a la pared en el área de trabajo por la completa duración de la jornada laboral y obteniendo el promedio medido en grados centígrados (°C) presentados a continuación:

Tabla 10. Medición de la temperatura ambiente por cada piso de la empresa

| ACTIVIDAD | Grados centígrados promedio (°C) | Nivel de temperatura |
|------------------|---|-----------------------------|
| PRIMER PISO | 23,41 °C | Alto |
| SEGUNDO PISO | 21,84 °C | Alto |
| TERCER PISO | 20,07 °C | Medio |

Fuente: Autores, 2018

También se consideran una serie de aspectos descritos por la oficina internacional del trabajo donde el porcentaje establecido por fatiga debe ser de un 4%, por retrasos personales inevitables 5%, limpieza y mantenimiento de maquinaria 8% y en el sector textil está definido un 17% de holgura por trabajos repetitivos, de concentración y consistencia.

A continuación, se presenta una tabla con el estudio de tiempos por estación de trabajo los porcentajes de tiempo improductivo:

Tabla 11. Promedios de horas de estudio y tiempos improductivos en cada estación de proceso

| DIA | HORAS DE ESTUDIO /DIA | TIEMPO IMPRODUCTIVO (horas) | % DE TIEMPO IMPRODUCTIVO |
|--------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 8 | 0,85 | 10,63% |
| 2 | 10 | 1 | 10,00% |
| 3 | 9 | 0,65 | 7,22% |
| 4 | 8 | 0,65 | 8,13% |
| 5 | 7,25 | 0,25 | 3,45% |
| 6 | 8 | 0,43 | 5,38% |
| 7 | 7,5 | 0,75 | 10,00% |
| 8 | 8 | 1,25 | 15,63% |
| 9 | 8,25 | 0,55 | 6,67% |
| 10 | 8 | 1,25 | 15,63% |
| Total | 80,3 | 7,63 | 9,27% |

Fuente: Autores, 2018

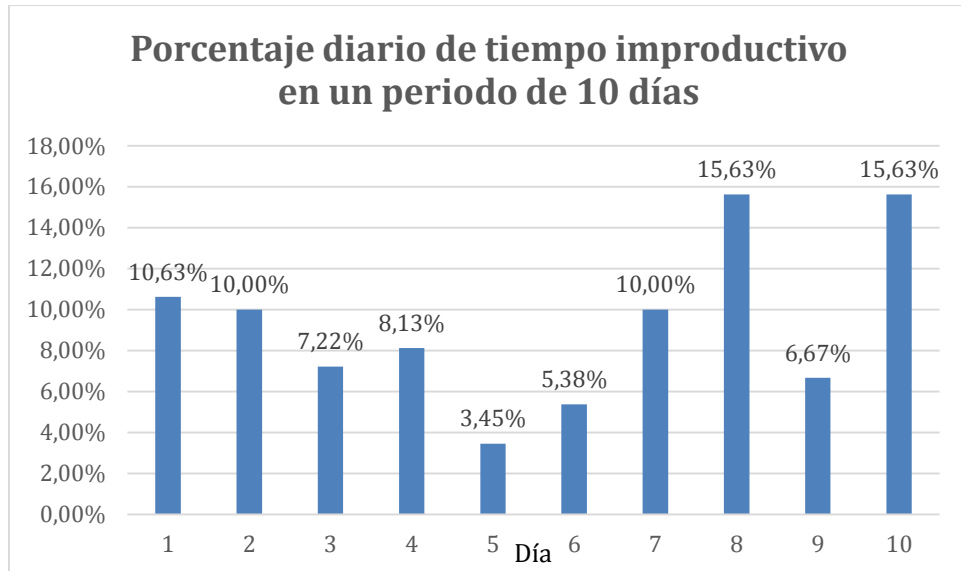


Figura 22. Porcentaje de diario de tiempo improductivo en un periodo de toma de datos de 10 días consecutivos.
Fuente: Autores, 2018

Obtenido el promedio de las horas de estudio y las horas improductivas por cada operario en su correspondiente área de trabajo, se procede al cálculo del porcentaje de la tolerancia (T) para los procesos productivos de la empresa de la siguiente manera:

$$T = \frac{\text{Tiempo improductivo}}{\text{Tiempo total observado}} \times 100$$

$$T = \frac{4,16}{80,3} \times 100$$

$$T = 5.18\%$$

Después de haber considerado los factores relevantes como lo son cansancio, fatiga, labores repetitivas, entre otras, se obtiene un valor de 5.18% de tolerancia o dicho de otra manera es el tiempo adicional según la norma internacional que debe ser agregado al tiempo normal con el objetivo de no retrasa el proceso total.

Teniendo en cuenta el porcentaje de tolerancia, se determinaron los puntos críticos que más afectan al proceso productivo, generando retrasos, cuellos de botella y los más altos costos por pérdida y reproceso, son las áreas de cerradora dos agujas frontal y trasera y el área de postura de marquillas.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO FASE II

Identificación de problemáticas actuales

4.1. Análisis de la información sobre los resultados actuales e históricos

Se debe tener presente para el desarrollo de esta etapa de investigación, que al momento de definir las fallas del sistema actual, se pueden conocer las históricas, puesto que siempre han mantenido el mismo modo de operación y una metodología empírica.

4.1.1. Estudio de tiempos, métodos y operaciones

4.1.1.1. Análisis sobre operaciones

Mediante un análisis de operaciones se busca encontrar todos los elementos que aportan un valor productivo e improductivo en el proceso a estudiar.

La empresa D-Cluthing Denim LTDA. Presenta una gran problemática debido al modo de operación con el que cuentan actualmente, puesto que es un trabajo netamente empírico, sin caracterización de tiempos estándar, planeación de producción ni optimización en cada área; para el análisis se realizó un estudio de tiempos, métodos y movimientos.

El estudio de tiempos se realizó con el objetivo de establecer un estándar de tiempos aceptables para cada una de las operaciones presentes en el proceso de diseño y confección de blue jeans, para dicho estudio se tuvo en cuenta el método de cuantificación continua, este método consiste en mantener el cronómetro activo durante toda la operación y leer el tiempo en que se finalice la unidad de producto confeccionada sin detener el cronómetro. Para este estudio se tomaron 30 tiempos por cada una de las 10 actividades realizadas en la planta, presentadas a continuación:

Tabla 12. Estudio de tiempos en la fabricación de Blue Jeans dado en minutos/und

| | ACTIVIDAD | TIEMPO | RATING | TIEMPO | HOLGURAS | TIEMPO | |
|----|--|----------|---------|--------|--------------|--|--------|
| | | PROMEDIO | FACTORY | NORMAL | Westinghouse | ESTANDAR | |
| 1 | ALISTAMIENTO ROLLOS DE TELA, TENDIDO DE CAPAS, TENDIDO DEL PLOTTER PARA MARCAJE Y VERIFICACION DE TALLAS | 234,78 | 99% | 232,44 | 1,01 | 234,76 | |
| 2 | Corte (117 capas de 8.5 x 1.5 m c/u) Para 700 unid | 176,77 | 97% | 171,46 | 1,03 | 176,61 | |
| 3 | CERRADORA, DOS AGUJAS FRONTAL Y LATERAL | 0,91 | 88% | 0,80 | 1,06 | 0,85 | |
| 4 | PRETINA Y PUNTAS DE PRETINA | 1,22 | 90% | 1,10 | 1,05 | 1,15 | |
| 5 | RELOJERO | 0,21 | 91% | 0,19 | 1,05 | 0,20 | |
| 6 | POSTURA DE BOLSILLOS, FORROS Y ORILLO DE PARCHES | 1,51 | 95% | 1,43 | 1,03 | 1,48 | |
| 7 | BOTAS | 0,567 | 97% | 0,550 | 1,020 | 0,561 | |
| 8 | FILETEO, CORTE Y POSTURA DE MARQUILLAS | 0,49 | 85% | 0,42 | 1,08 | 0,45 | |
| 9 | PASADORES | 0,888 | 94% | 0,835 | 1,040 | 0,868 | |
| 10 | REMATADORA | 0,53 | 99% | 0,53 | 1,015 | 0,54 | |
| | | | | | | Tiempo promedio por und producida (min/und) | 417,46 |
| | | | | | | Tiempo promedio por und producida (hora/und) | 6,96 |

Fuente: Autores, 2018

En la tabla número 12, se presentan los resultados del estudio de tiempos, donde se obtiene inicialmente un tiempo promedio de las 30 repeticiones, seguido por un rating Factory (factor de calificación) el cual es un porcentaje bajo criterio, el tiempo normal, las holguras calculadas bajo el método Westing House, donde previamente se tomaron en cuenta los factores como habilidad, esfuerzo, luz, ruido y temperatura para calcular el porcentaje de holgura, finalmente dicho porcentaje fue agregado junto con el tiempo normal para obtener el tiempo estándar.

En el actual sistema de operación, debido a su alta demanda, velocidad de producción y excesiva carga laboral se refleja en una gran cantidad de productos defectuosos en la línea de producción, en la figura número 23 se presenta el promedio de defectos diarios por estación de trabajo.

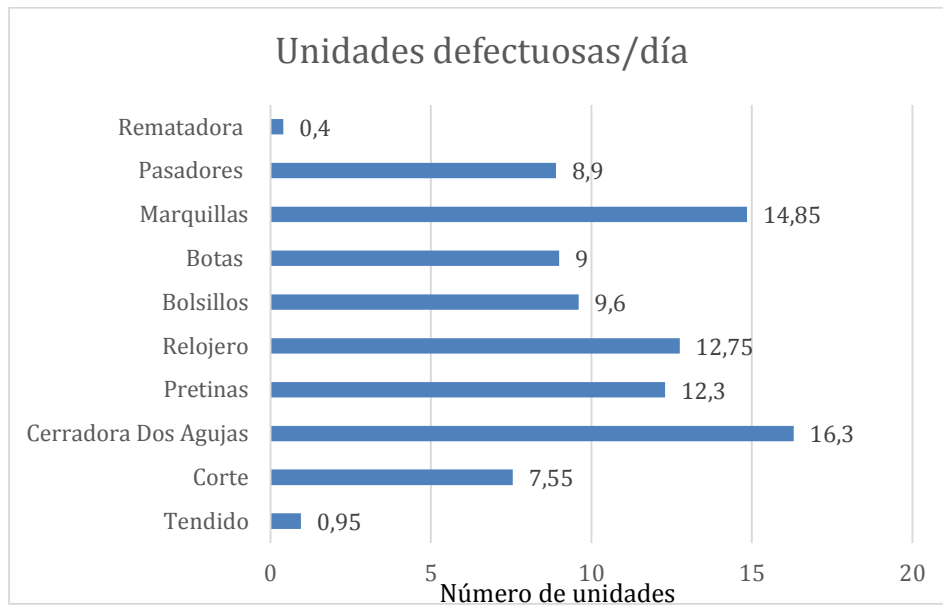


Figura 23. Número promedio de unidades defectuosas diarias
Fuente: Autores, 2018

Mediante el estudio de tiempos, métodos y operaciones tomando 5 muestras diarias en horas aleatorias durante un periodo de 20 días laborales consecutivos (tal como se muestra en la tabla 13), se obtuvo un total de 1852 unidades que presentaban algún tipo de defecto o inconsistencia, con una media muestral de 18.5%, es decir, que por una producción de 500 jeans/día se obtiene un total de 93 unidades defectuosas.

Para la medida de las unidades defectuosas, se tuvo en cuenta todos los productos que no están en óptimas condiciones de calidad y todos aquellos que requieren un proceso adicional para alcanzar el nivel de calidad, a continuación, se presentan el número de unidades defectuosas, reprocesadas y desechadas en un periodo de 20 días laborales consecutivos:

Tabla 13 Unidades defectuosas en un periodo de 20 días consecutivos

| | Total de Unidades Defectuosas | Total Unidades Reprocesadas | Total Unidades Desechadas | Porcentaje de Unidades reprocesadas a Diario |
|--------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|
| Dia 1 | 80 | 48 | 32 | 67% |
| Dia 2 | 98 | 64 | 34 | 53% |
| Dia 3 | 97 | 62 | 35 | 56% |
| Dia 4 | 96 | 54 | 42 | 78% |
| Dia 5 | 83 | 50 | 33 | 66% |
| Dia 6 | 103 | 61 | 42 | 69% |
| Dia 7 | 85 | 51 | 34 | 67% |
| Dia 8 | 103 | 64 | 39 | 61% |
| Dia 9 | 97 | 55 | 42 | 76% |
| Dia 10 | 91 | 52 | 39 | 75% |
| Dia 11 | 95 | 59 | 36 | 61% |
| Dia 12 | 95 | 56 | 39 | 70% |
| Dia 13 | 92 | 54 | 38 | 70% |
| Dia 14 | 98 | 64 | 41 | 64% |
| Dia 15 | 82 | 50 | 32 | 64% |
| Dia 16 | 92 | 51 | 41 | 80% |
| Dia 17 | 91 | 52 | 39 | 75% |
| Dia 18 | 95 | 58 | 37 | 64% |
| Dia 19 | 86 | 50 | 36 | 72% |
| Dia 20 | 93 | 54 | 39 | 72% |
| | | MEDIA MUESTRAL | | 68% |

Fuente: Autores, 2018

Luego de haber obtenido el número de unidades defectuosas se realizó un análisis detallado del manejo y clasificación de cada una dependiendo el tipo de operación y tamaño de la prenda mal confeccionada se obtiene un porcentaje de reproceso, corrección o reutilización el cual es el 68%, mientras que el 32% restante que no cumple con las especificaciones mínimas de reutilización, las cuales son tener una medida mínima de 4 decímetros cuadrados tal como se muestra en la figura 25 son desechados y vendidos por kilogramos a un precio de \$250/kg de retazos utilizados para la fabricación de colchones y almohadas.



Figura 24. Reutilización de la tela.

Fuente: Autores, 2018

En la figura 25, se observa la reutilización de la parte superior de las piernas de un pantalón defectuoso en el área de cerradora y dos agujas, reutilizado para hacer bolsillos traseros mediante un molde de pasta y una tiza para posterior corte con tijeras.

Para identificar inicialmente los procesos en los que se encuentran el mayor número de relevancia de errores se implementó el diagrama de Pareto el cual permitió identificar gráficamente los factores con mayor significancia en la generación de fallas o errores en el proceso productivo de blue jeans.

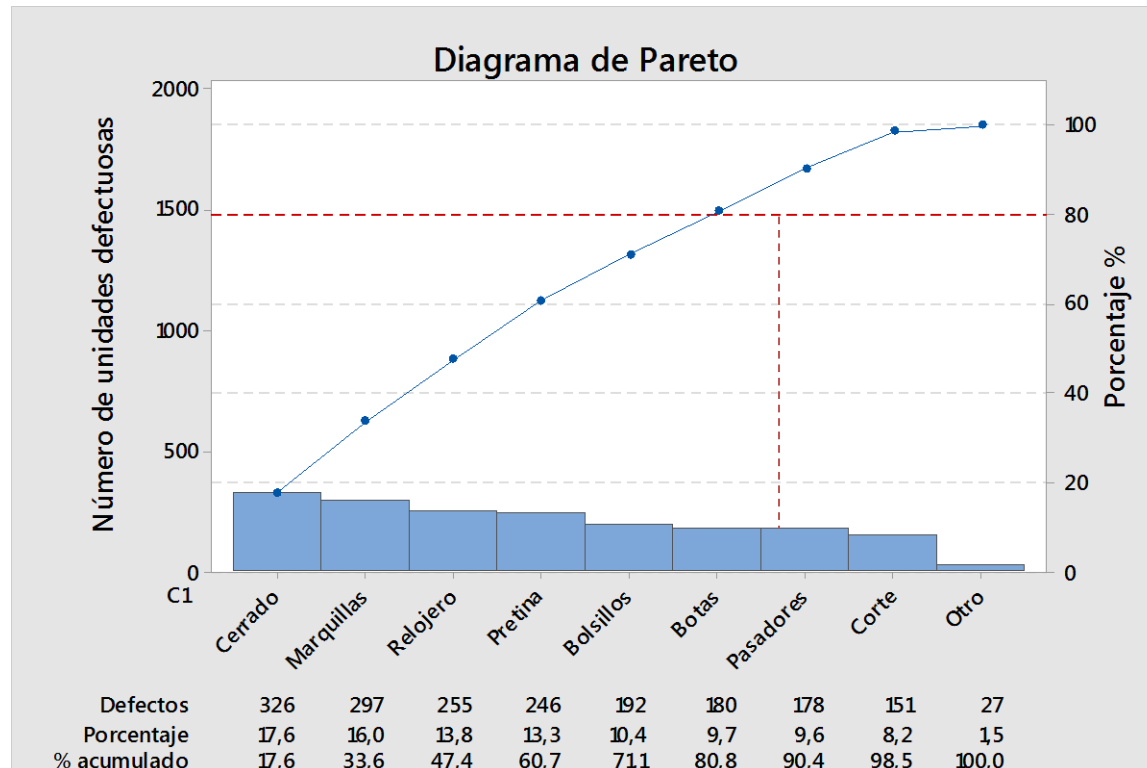


Figura 25. Grafica de Pareto
Fuente: Autores, 2018

Mediante el análisis de la gráfica de Pareto y el método 80-20 se clasificaron en orden descendente, de izquierda a derecha el orden de prioridades o factores significativos, obteniendo 6 operaciones, donde el proceso de cerrado con dos agujas y fileteo, corte y postura de marquillas son las más significativas, en las cuales se debe llevar a cabo un plan de acción correctiva para eliminar los errores producidos.

4.1.1.2. Identificación de las causas reales por las cuáles se evidencian los puntos críticos estableciendo una relación causa-efecto

Mediante la metodología Lean Six Sigma se pretende encontrar y dar una propuesta para la solución y optimización del o los procesos que generan los puntos críticos y tardanzas.

Este punto se analizó en el capítulo 1.3, específicamente en el planteamiento del problema, en donde se determina la descripción de la problemática (1.3.2.).

CAPÍTULO V. DESARROLLO FASE III

Determinación de herramientas de Lean Six Sigma para solución de las problemáticas

5.1 Análisis de errores frecuentes del proceso utilizando estadística descriptiva.

Se presenta a continuación los resultados del análisis estadístico descriptivo realizado a los seis tipos de error considerados como representativos en el proceso mediante el diagrama de Pareto, con la ayuda del software estadístico MINITAB.

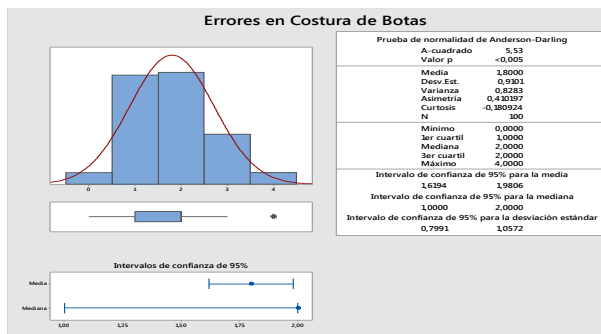


Figura 26 Errores en costura de botas
Fuente: Autores, 2018

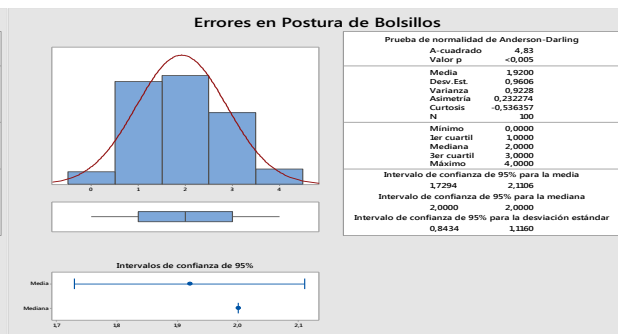


Figura 27 Errores en postura de bolsillos
Fuente: Autores, 2018

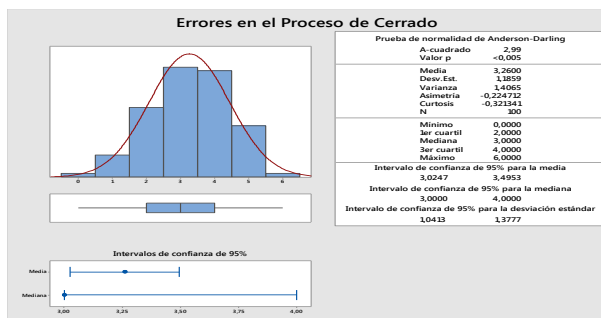


Figura 28 Errores en el proceso de cerrado y dos agujas
Fuente: Autores, 2018

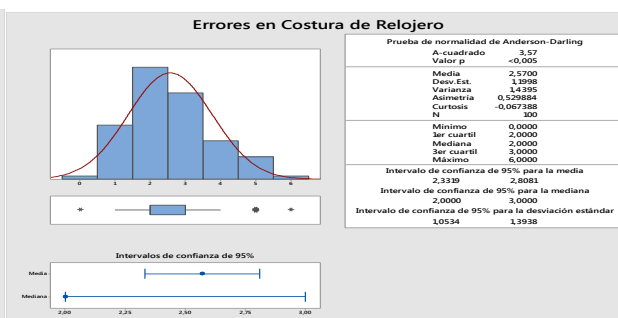


Figura 29 Errores en postura de relojeros
Fuente: Autores, 2018

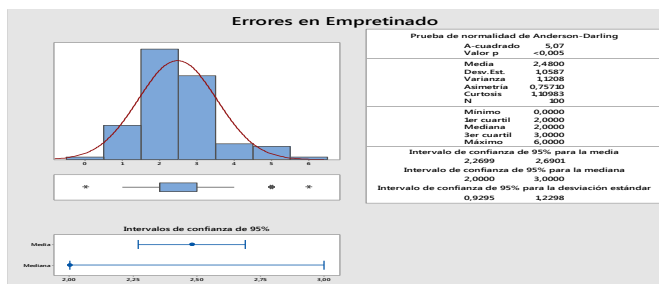


Figura 30 Errores en el área de postura de pretinas
Fuente: Autores, 2018

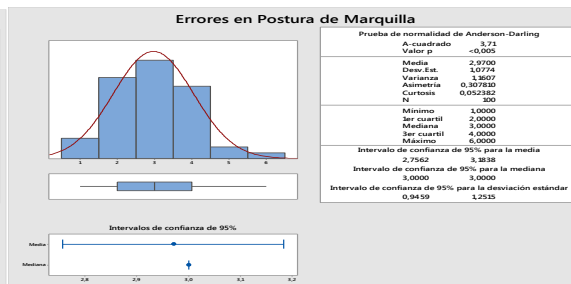


Figura 31 Errores en costura de marquillas
Fuente: Autores, 2018

La media de ocurrencia de los errores en los procesos más significativos hallados mediante la grafiva de pareto, las cuales son: area de Empretinado, Cerradora y dos agujas, Costura de botas, postura de marquillas, postura de bolsillos internos y externos y el area de postura de relojeros se definen en un rango de 1.8 a 5.4 veces por día de producción, con un valor máximo de 4 repeticiones en promedio por jornada de producción y una concentración de sus índices, en los valores más pequeños, con tendencia a concentrarse entre 1 y 2 repeticiones por día de trabajo. Su frecuencia de ocurrencia es diaria. En terminos generales se puede aceptar la normalidad de su comportamiento.

Mediante el uso de las graficas NP, se pudo dar un control detallado del número de pantalones defectuosos dentro del proceso de fabricación y confección utilizando muestras de tamaño constante siendo la sumatoria de cada uno de los errores a lo largo del proceso.

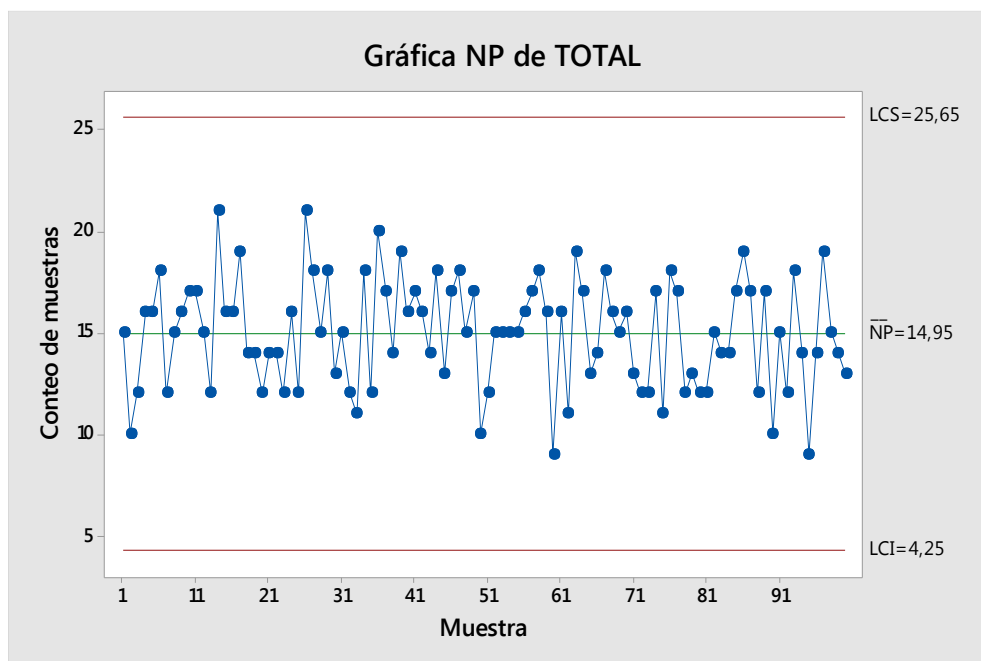


Figura 32 Grafica NP total
Fuente: Autores, 2018

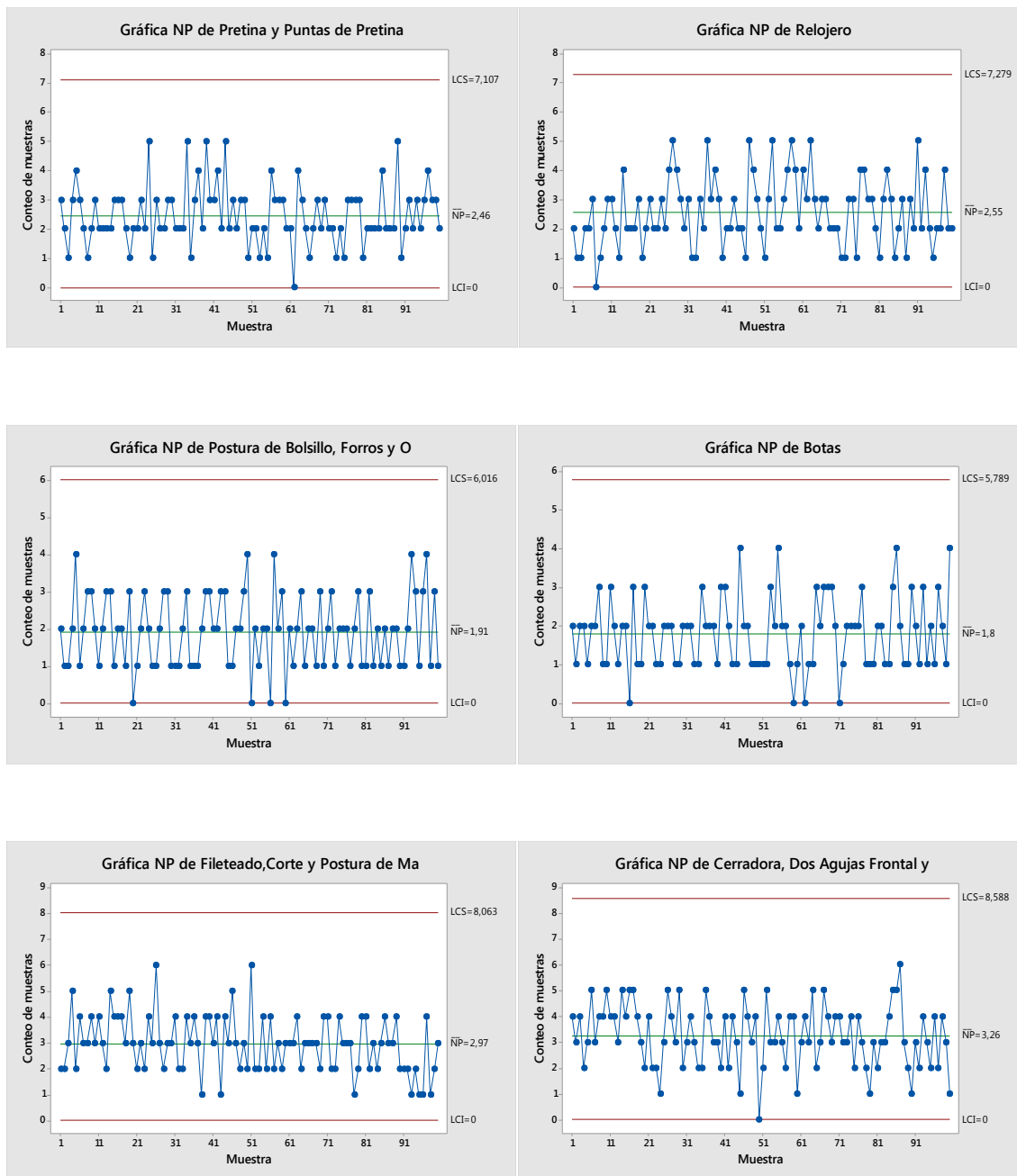


Figura 33 Graficas NP de cada uno de los 6 procesos representativos en el diagrama de Pareto
Fuente: Autores, 2018

En todos los casos la presencia del defecto es permanente, aceptada por el proceso de producción y el comportamiento de su variación se encuentra dentro de los límites aceptables de especificación, es aceptada y es controlada

A continuación, en la figura 34 se presentan las gráficas de control de estos errores del proceso de producción:

Grafica de control errores de empretinado:

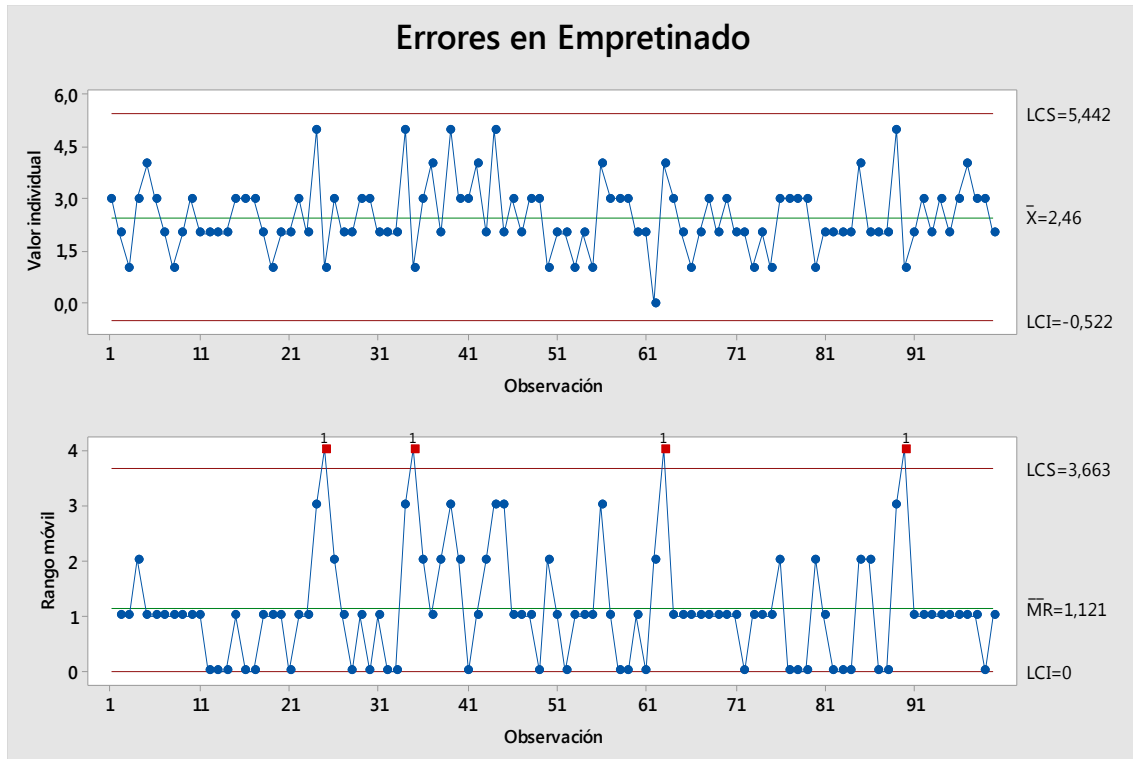


Figura 34 Grafica de control de errores de empretinado

Fuente: Autores, 2018

La variación de los errores en el proceso de empretinado se puede aceptar normalmente distribuida y controlados entre los límites de control establecidos con una medida de en el rango de 1.121 con tendencia a valores pequeños lo que en conjunto representa que el error es de repetición habitual y esta, se encuentra en limites estadísticos de aceptación.

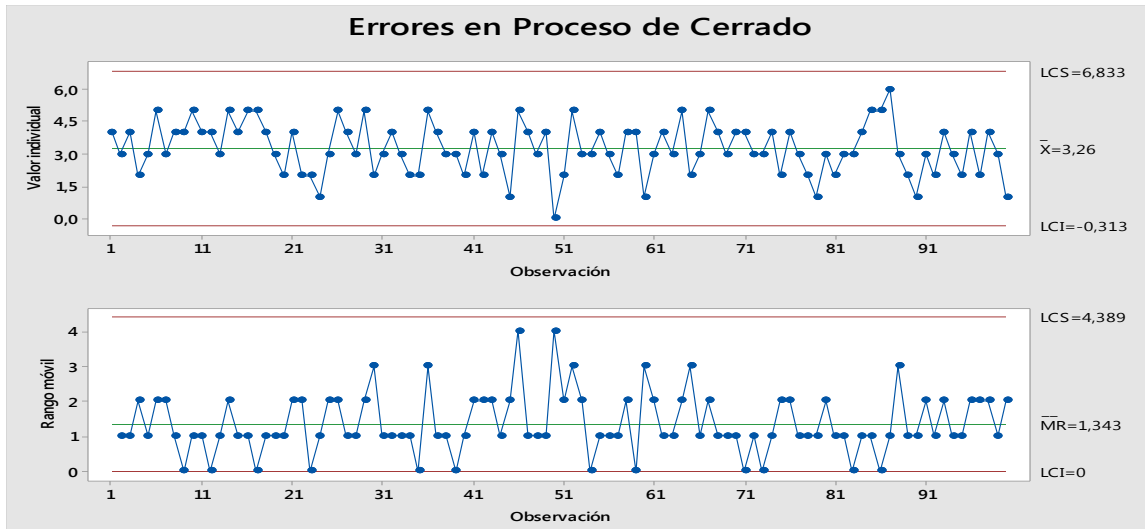


Figura 35 Grafica de control del proceso de cerrado y dos agujas
Fuente: Autores, 2018

La variación de los errores en el proceso de cerrado de las caras frontales y traseras del pantalón se puede aceptar normalmente distribuida y controlados entre los límites de control establecidos con una medida en el rango de 1.343 con tendencia a valores pequeños lo que en conjunto representa que el error es de repetición habitual y esta se encuentra entre los límites estadísticos de aceptación.

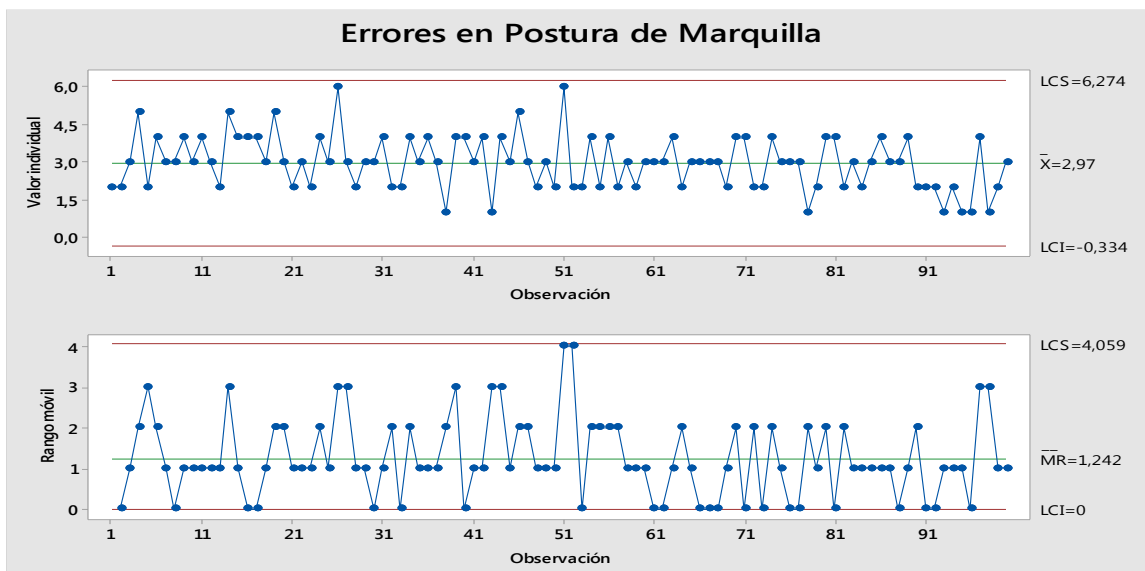


Figura 36 Grafica de control de errores de postura de marquilla
Fuente: Autores, 2018

La variación de los errores en la costura y postura de marquillas se puede aceptar normalmente distribuidas y controlados entre los límites de control establecidos con una medida

de en el rango de 1.242 con tendencia a valores pequeños lo que en conjunto representa que el error es de repetición habitual y esta, se encuentra en límites estadísticos de aceptación.

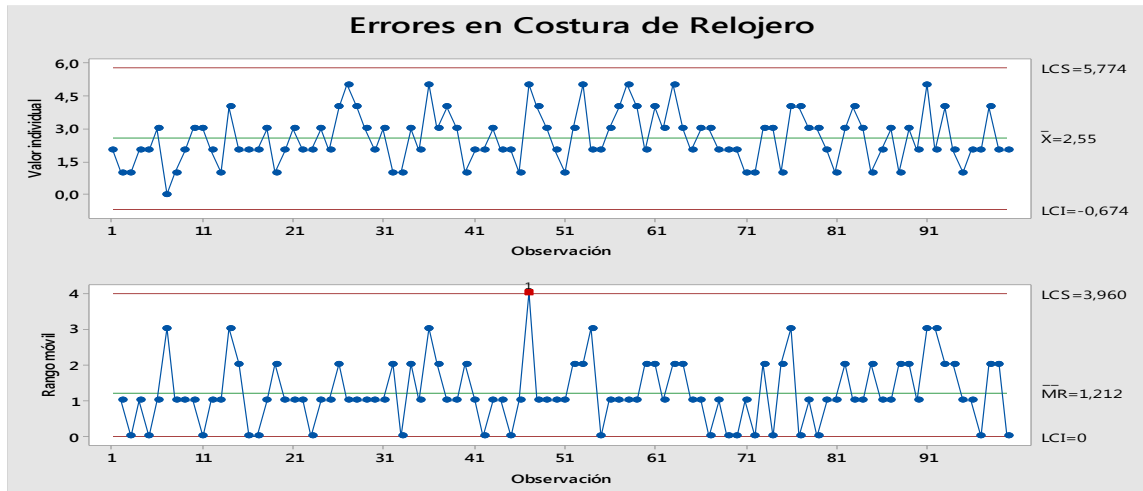


Figura 37 Grafica de control de errores en el proceso de postura de relojero
Fuente: Autores, 2018

La variación de los errores en el proceso de costura de relojeros se puede aceptar normalmente distribuida y controlados entre los límites de control establecidos con una medida de en el rango de 1.212 con tendencia a valores pequeños lo que en conjunto representa que el error es de repetición habitual y esta, se encuentra en límites estadísticos de aceptación. Grafica de control errores de postura de bolsillo:

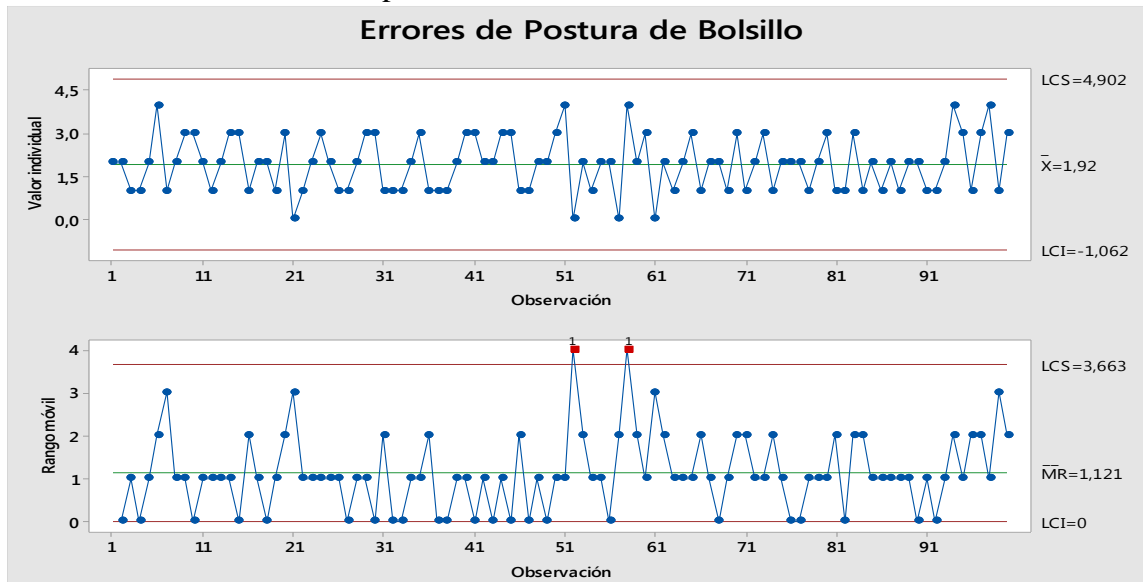


Figura 38 Errores en el proceso de postura de bolsillo
Fuente: Autores, 2018

La variación de los errores encontrados en el proceso de postura de bolsillos se puede aceptar normalmente distribuida y controlados entre los límites de control establecidos con una

medida de en el rango de 1.121 con tendencia a valores pequeños lo que en conjunto representa que el error es de repetición habitual y esta, se encuentra en límites estadísticos de aceptación.

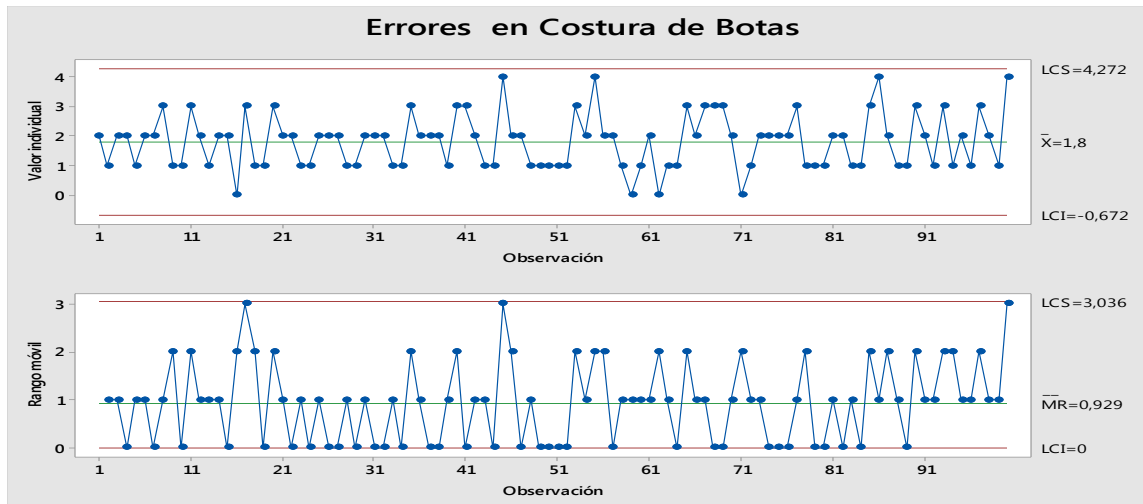


Figura 39 Grafica de control de errores en el proceso de postura de botas
Fuente: Autores, 2018

La variación de este tipo de error se puede aceptar normalmente distribuida y controlados entre los límites de control establecidos con una medida de en el rango de 0.929 con tendencia a valores pequeños lo que en conjunto representa que el error es de repetición habitual y esta se encuentra en límites estadísticos de aceptación.

Tabla 14 Numero de errores aceptados por gerencia y jefe de producción.

| Proceso | Numero de errores aceptados por gerencia y jefe de producción |
|--|---|
| Errores en Alistamiento y Tendido de Tela | 1 |
| Errores en Corte | 2 |
| Errores en Cerradora y Dos Agujas | 2 |
| Errores Pretina y Puntas de Pretina | 1 |
| Errores de Relojero | 1 |
| Errores en Postura de Bolsillo, Forros y Orillo de Parches | 1 |
| Errores en Costura de Botas | 1 |
| Errores Corte y Postura de Marquillas | 2 |
| Errores en Pasadores | 2 |
| Errores de Rematadora | 1 |

Fuente: Autores, 2018

En la tabla anterior se muestra el número máximo de los errores tolerados en cada jornada de trabajo, aceptados por la gerencia de la empresa.

CAPÍTULO VI. DESARROLLO FASE IV

Evaluación financiera de la propuesta de mejora

Por último, se evaluó financieramente el costo de la posible implementación de la propuesta de mejora para la empresa D-CLUTHING DENIM LTDA, por medio del desarrollo de las siguientes actividades:

6.1. Implementación de controles que aseguren la continuidad del proyecto

6.1.1. Metodología de las 5s: Clasificación (Seiri)

En la empresa D-Cluthing Denim LTDA se realizó un estudio la planta de producción y se observó que en cada uno de los puestos de trabajo se tienen algunos objetos innecesarios para desarrollar las funciones asignadas por cada proceso, por ende, se pretende implementar en aquellos con mayores puntos críticos una nueva organización en la cual se tenga en cuenta únicamente las herramientas necesarias.

A continuación, se presenta el modelo de organización que se pretende implementar por procesos de producción.

6.1.1.1. Cerradora y Dos Agujas

En este proceso se pudo observar algunos elementos innecesarios como:

- Un repuesto de una correa de la maquina utilizada en el proceso.
- Una bolsa con materia prima del producto que debería estar en su stand.
- Un gancho de ropa
- Elementos personales como prendas de vestir del operario encargado del proceso



Figura 40. Proceso de cerrado de cara frontal y posterior de piernas
Fuente: Autores, 2018

6.1.1.2. Fileteado, Corte y Postura de Marquillas

En este proceso se pudo identificar que el operario tiene diferentes elementos que no generan ningún tipo de valor al producto, por el contrario, pueden generar distracciones provocando pérdida de tiempo que debería ser dedicado a la optimización del proceso.

Algunos de estos elementos son:

- Dispositivo móvil personal
- Accesorios del dispositivo móvil personal (audífonos)
- Alimentos que pueden generar daños sobre el material en proceso
- Rematador industrial (elemento propio de otro proceso)

6.1.1.3. Postura de los relojeros

En este proceso se pudo identificar que el operario tiene diferentes elementos que no generan ningún tipo de valor al producto, por el contrario, pueden generar desperdicio de material lo que ocasiona costos agregados innecesarios.

Algunos de estos elementos son:

- Hilos de colores (Materia prima propia de otro proceso)
- Bolsa con desperdicios que generan reducción de espacio, y son innecesarios para el desarrollo de procesos.

6.1.1.4. Pretina y puntas de pretina

En este proceso se pudo identificar que el operario tiene diferentes elementos que no generan ningún tipo de valor al producto, por el contrario, están reduciendo espacio en el área asignada al desarrollo del mismo y generando distracciones que no deberían existir dentro de la jornada laboral.

Algunos de estos elementos son:

- Desperdicios (sobrantes) de material utilizado para la fabricación del producto
- Dispositivo móvil personal

6.1.1.5. Postura de bolsillos, forros y orillo de parches

En este proceso se pudo identificar que el operario tiene diferentes elementos que no generan ningún tipo de valor al producto por el contrario pueden generar costos adicionales a la producción e inconvenientes de espacio en el área utilizada para desarrollar el proceso.

Algunos de estos elementos son:

- Tener un alto volumen de materia prima, la cual no se requiere para la producción promedio generando pérdidas deliberadas de espacio e incluso del mismo material.
- El proceso no tiene ningún tipo de indicador, cartas de colores o cartas de control mediante los cual se pueda medir y controlar la eficiencia.
- Desperdicios (sobrantes) de material utilizado para la fabricación del producto



Figura 41. Proceso de bolsillos

Fuente: Autores, 2018

6.1.1.6. Costura de Botas

En este proceso se pudo identificar que el operario tiene diferentes elementos que no generan ningún tipo de valor al producto por el contrario pueden generar costos adicionales a la producción e inconvenientes de espacio en el área utilizada para desarrollar el proceso.

Algunos de estos elementos son:

- Dispositivo móvil personal
- Alimentos que pueden generar daños sobre el material en proceso
- Hilos de colores (Materia prima propia de otro proceso)

6.1.2 Metodología de las 5S: Ordenar (Seiton)

En esta parte de la implementación de la herramienta 5s se va a organizar cada tipo de material y objeto encontrados en cada uno de los procesos anteriormente descritos de forma que estén en un lugar útil o correcto según el proceso al que pertenezcan.

La organización se va a realizar dependiendo la utilidad de los objetos o materiales, implementando un check list de los elementos necesarios por proceso, de forma que cada uno de los operarios tenga conocimiento de lo que debe permanecer en el puesto de trabajo y lo que deben realizar con lo que no se necesite en el mismo; de esta forma se mantendrá un orden y se empezara a maximizar el tiempo que se dedica a cada proceso en la producción de la empresa.

Dentro de la organización propuesta estará de forma global las siguientes soluciones:

- Un área de Lockers que cubra la totalidad de los empleados y cuente con capacidad suficiente para los elementos personales que deben quedar allí como lo son: dispositivos móviles, alimentos, accesorios para el dispositivo móvil y prendas de vestir que son algunos de los elementos innecesarios que más se encontraron en los procesos y que se pretenden organizar.
- Organización de materia prima por stand de forma que exista una clasificación de productos y no se tenga una mezcla de las mismas, teniendo claro con qué recursos cuenta la compañía y se disponga de ellos en su totalidad.
- Diseño de un panel o gaveta de herramientas por proceso que busque facilitar la organización de las mismas y adicional pretenda generar responsabilidad por parte de cada operario sabiendo que se entrega una lista de herramientas y cada una de ellas debe permanecer en el puesto de trabajo asignado.

- Asignar un área para la ubicación de los desperdicios de material generados por proceso de forma que se genere una diferenciación y orden entre el producto final y el producto desecho.
- Diseñar un gancho móvil que le permita al operario del proceso de cerrado colgar los jeans en proceso con el fin de agilizar el tiempo de desplazamiento de estos entre cerradora y dos agujas de forma que se minimice el tiempo pausado por operarios y se genere un ambiente de orden en la forma como llega el producto al siguiente proceso de terminación.

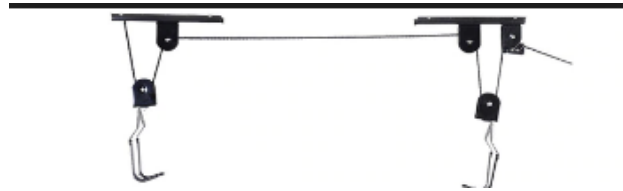


Figura 42. Ganchos superiores móviles de transporte
Fuente: (AliExpress, 2014)

Con esta organización se obtienen una serie de beneficios tales como:

- Generación de espacios adicionales y aprovechamiento de los mismos
- Eliminación de objetos innecesarios o de poca frecuencia de uso
- Incremento en la productividad evitando inventarios y despilfarros

6.1.3 Metodología de las 5S: Limpieza (Seiso)

Para poder tener el orden y la clasificación de los objetos de la forma que se ha mencionado en la etapa anterior se necesita que el ambiente tenga una condición de limpieza adecuada para cada proceso la cual debe estar bajo la responsabilidad del operario responsable del mismo y será una cuestión de compromiso con su labor asignada.

Cada operario debe, antes y después de su jornada laboral revisar que el ambiente de su puesto de trabajo este en las condiciones adecuadas para generar su labor, para ello se deberá tener en cuenta:

- El puesto de trabajo debe estar con las herramientas necesarias para ejecutar la labor y estas deben estar en su gaveta asignada, libres de polvo y completas al inicio y final de la jornada.
- El espacio debe estar despejado de residuos de materia prima que deben estar ubicados en el área asignada.
- Se debe tener organizado la materia prima que se va a procesar en el día y así mismo al final no debe quedar ningún jean que ya haya terminado su elaboración en dicho proceso.

- El piso debe estar limpio y libre de cualquier objeto que obstaculice el libre desplazamiento de los operarios.
- Los stands deben permanecer ordenados y únicamente deben tener la materia prima que se organiza en el mismo

6.1.4 Metodología de las 5S: Estandarización (Seiketsu)

Para conseguir que lo sugerido en las fases anteriores se implemente de forma adecuada y tenga éxito en cada uno de los procesos se propone que se implemente las siguientes estandarizaciones:

- Asignación de placas con el nombre de cada proceso
- Manual de procedimiento por proceso
- Señalización de advertencias de peligro, rutas de evacuación, entre otras
- Recordatorios de limpieza por proceso
- Check list de herramientas que deben permanecer única y exclusivamente en cada puesto de trabajo (implementar actas de entrega por herramientas a cada operario para generar responsabilidad y cuidado de las mismas)
- Asignación de placas con el nombre de la materia prima que debe mantener organizada en cada stand
- Reglamento interno de trabajo y manual de funciones
- Código de ética y conducta

6.1.5 Metodología de las 5S: Disciplina (Shitsuke)

En esta fase de implementación se busca crear la conciencia de cambio en cada uno de los operarios de la compañía, significa que no habrá personas vigilando preparadas para generar un castigo o un regaño por no hacer correctamente lo implementado, sino que se generará por parte de cada operario un trabajo de buenos hábitos.

Para ello se va a diseñar una capacitación que muestre el momento actual de cómo se están realizando los procesos y la mejora que se quiere realizar con los beneficios que eso trae para cada operario de forma que se incentive a una mejora continua por calidad y ambiente de trabajo. De esta forma se podrá implementar lo descrito en las anteriores 4s haciendo que esto se convierte en una rutina más de la labor asignada de cada uno de los operarios vinculados a la compañía.

6.2 Propuesta de implementación de diagramas bimanuales

Para la implementación de los diagramas bimanuales inicialmente se tuvo en cuenta el diagrama Ishikawa o espina de pescado junto a la técnica nominal y un análisis de métodos y procesos, con el fin de determinar cada uno de los factores que no agregan valor al proceso y por contrario promueven desorden, demoras en el tiempo de ciclo e incluso el incremento de unidades defectuosas.

El diagrama bimanual se desarrolló para los 3 procesos más significativos hallados mediante el diagrama de Pareto, los cuales son la cerradora, marquillas y relojeros presentados a continuación:

6.2.1 Diagrama bimanual cerradora, dos agujas frontal y lateral

| DIAGRAMA BIMANUAL EN LA CONFECCIÓN DE BLUE JEANS | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|----------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| | | Actual | | | | | | | | | | |
| | | izq | der | No. 1 | | | | | | | | |
| ● | RESUMEN | | | | | | | | | | | |
| | Operaciones | 3 | 3 | | | | | | | | | |
| → | Transporte | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| D | Demoras | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| ■ | Inspeccion | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| ▼ | Almacenamiento | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| | TOTAL | 5 | 5 | | | | | | | | | |
| Mano izquierda | | | | Mano Derecha | | | | | | | | |
| Cerradora, Dos Agujas Frontal y Lateral | | | | Cerradora, Dos Agujas Frontal y Lateral | | | | | | | | |
| | | Op. | Trp. | Esp. | Ctr. | Alm. | Alm. | Ctr. | Esp. | Trp. | Op. | |
| 1 | Toma de la cara posterior del pantalón | ● | → | D | ■ | ▼ | ▼ | ■ | D | → | ● | Toma de la cara frontal del pantalón |
| 2 | Doble costura transversal de inicio de la unión | ● | → | D | ■ | ▼ | ▼ | ■ | D | → | ● | Doble costura transversal de inicio de la unión |
| 3 | Sostener pantalon para quitar hilos sobrantes | ● | → | D | ■ | ▼ | ▼ | ■ | D | → | ● | Corte del hilo sobrante en la costura |
| 4 | Se apilan las caras unidas con la doble costura | ● | → | D | ■ | ▼ | ▼ | ■ | D | → | ● | Se apilan las caras unidas con la doble costura |
| 5 | Transporte a la sección de pretina y puntas de pretín | ● | → | D | ■ | ▼ | ▼ | ■ | D | → | ● | Transporte a la sección de pretina y puntas de pretín |
| | Total | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | Total |

Figura 43. Diagrama bimanual cerradora, dos agujas frontal y lateral.

Fuente: Autores, 2018

La implementación del diagrama bimanual en el área de la cerradora y dos agujas fue uno de los más complicados, debido a que este proceso es uno de los más empíricos y de mayor requerimiento de experiencia, para dicha propuesta de reducción de tiempos de alistamiento y cambio de modo de desarrollo, se eliminaron los dos tipos de demora presentados en el diagrama de procesos, es decir, se reduce el tiempo de 85 a 70.6 minutos logrando una reducción del 17% del tiempo de ciclo actual, se propone también la implementación de una mesa junto al operario para colocar las caras del pantalón evitando los movimientos bruscos y prolongados hacia el piso y un alambre en el cual se vayan acomodando las uniones realizadas.

6.2.2 Diagrama bimanual cerradora, dos agujas frontal y lateral

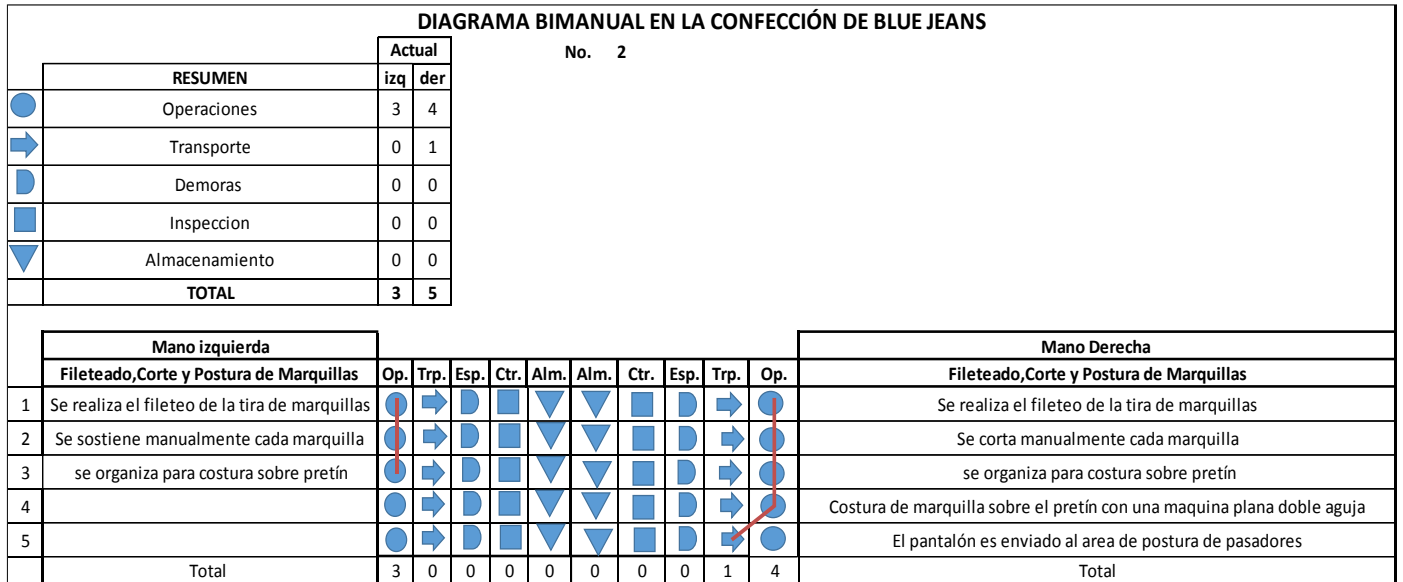


Figura 44. Diagrama bimanual postura de marquillas.

Fuente: Autores, 2018

El proceso de postura de marquillas es uno de los más detallados, tanto en el control de calidad como por los clientes, debido a que en esta área se encuentra la marquilla externa y los taches, gracias al diagrama bimanual se logró eliminar la demora por recibimiento y alistamiento desde fileteo y se redujo la organización de costura sobre pretín disminuyendo el tiempo de 45.2 a 39.8 minutos, es decir, una reducción del 12% de tiempo de ciclo en este proceso.

6.2.3 Diagrama bimanual postura de relojeros

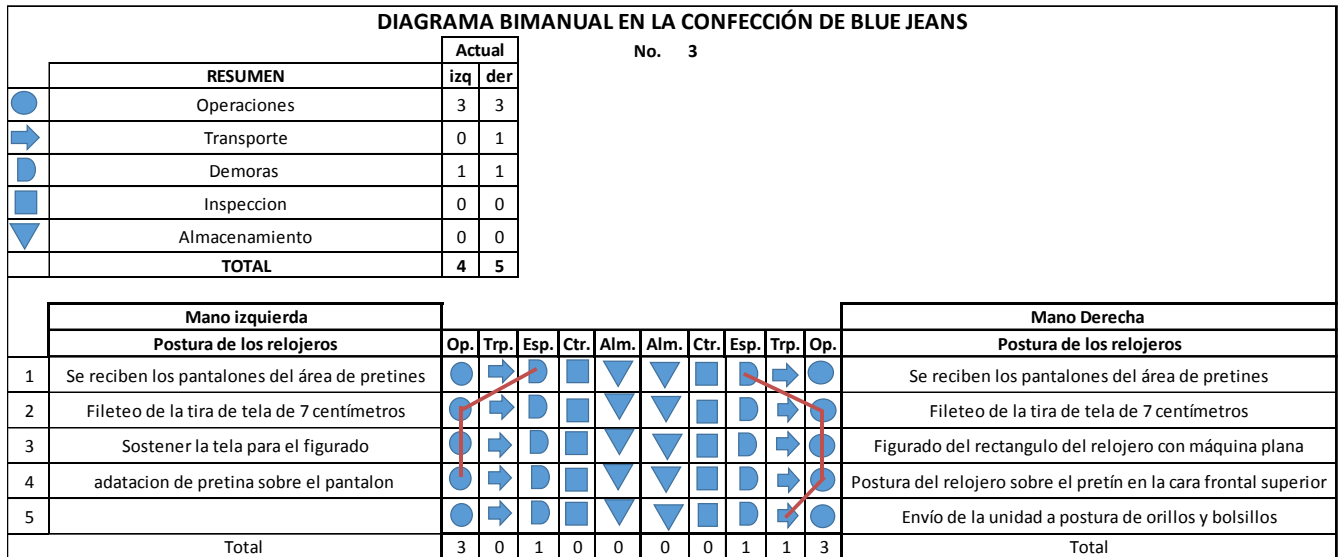


Figura 45 Diagrama bimanual para el proceso de relojeros

Fuente: Autores, 2018.

Con la aplicación del diagrama bimanual en el área de postura de relojeros junto a una sencilla propuesta de implementación de cajas organizadoras sobre la mesa de trabajo, en las cuales se organizan fácilmente las piezas del relojero, eliminando el proceso agrupación de montos de 50 unidades, permitiendo la disminución en un 9.2% en el tiempo de ciclo.

Tabla 15 Matriz PML ambiental

| Oportunidad de Producción Más Limpia | Plan de acción y Requerimientos | Ambiental | Económico | Técnica | Organizacional | Priorización |
|--|---|--|--|---|---|--------------|
| Reducción de los tiempos de ciclo del proceso productivo | Mediante la reducción de los tiempos de ciclo de proceso se disminuirá relativamente el tiempo de uso de las maquinas, lo cual es directamente proporcional al consumo energético | Con la disminución de tiempo de uso de maquinaria se hace uso eficiente del recurso energetico | Se disminuye considerablemente el consumo de energía medida en Watts y además el tiempo de respuesta para los clientes | Se deben realizar capacitaciones e implementaciones de cartas de control y practicas bimanuales | Mejora las ganancias tanto para la empresa como para los operarios debido que se gana por unidad producida. | 3 |
| Mal uso del recurso energético | Se debe mejorar las entradas de luz a la empresa, con el fin de aprovechar la luz natural, así como también la utilización de bombillos ahorradores y el reemplazo de máquinas que consuman menos energía | Permite el uso eficiente del recurso | Disminuir los costos del consumo de energía | Se deben hacer mejoras tecnológicas y aplicar las buenas practicas de manufactura | Condiciones laborales estables | 2 |
| Se evidencia pérdidas de material a lo largo de la producción | Optimizar los procedimientos mediante la estandarización de los mismos, para minimizar las pérdidas de material y garantizar el máximo aprovechamiento. | Disminuir el porcentaje de unidades reprocesadas o defectuosas | Reducción de costos por la disminución de desperdicios | Aplicar buenas practicas de manufactura para la optimización de los procesos | Genera bienestar entre los trabajadores ya que hay disminución de la contaminación visual | 3 |
| Acumulación en la línea de producción de productos en proceso | Aplicación de la metodología 5s` con el objetivo de mejorar las condiciones laborales junto al orden y limpieza en el área de trabajo. | Disminuir el porcentaje de unidades reprocesadas o defectuosas | Incremento en la productividad por flujo de línea | Organización y clasificación de los productos en la línea de producción | Genera bienestar entre los trabajadores ya que hay disminución de la contaminación visual | 3 |
| Alto volumen de residuos Textiles | Clasificar y recolectar los retazos de la producción, asignar un espacio en cada puesto de trabajo en el cual el operario pueda disponer estos residuos mientras que realiza sus actividades, posteriormente se debe establecer un espacio único en el cual se disponga la totalidad de estos residuos. | Disminuir la contaminación visual y el desorden dentro de la organización | Generación de nuevos ingresos por la venta de retazos o por creación de productos con estos | Se debe aplicar las buenas prácticas de manufactura, así como también una priorización en las áreas críticas. | Comodidad y bienestar debido a que cada quien dispone de un área de trabajo adecuado | 1 |

Fuente: Autores, 2018

Mediante la matriz de producción más limpia ambiental, se pretende mostrar las ventajas y beneficios del tipo de producción óptima, obteniendo principalmente beneficios económicos y de organización empresarial.

6.3. Proyección

Con la propuesta para la reducción del tiempo de ciclo en el proceso productivo de diseño y confección de blue jeans, mediante la implementación de las herramientas de la metodología Lean Six Sigma como Diagramas Ishikawa, SIPOC, VSM, diagramas bimanuales, implementación de la metodología de las 5s y un análisis completo de procesos y operaciones se tiene un estimado de tiempos presentado a continuación:

Tabla 16 Tiempos estimados de ciclo con la propuesta de mejora

| TIEMPO PROMEDIO | RATING FACTORY | TIEMPO NORMAL | HOLGURAS Westinghouse | TIEMPO ESTANDAR |
|------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|------------------------|
| 208,957 | 99% | 206,87 | 1,01 | 208,94 |
| 159,089 | 97% | 154,32 | 1,03 | 158,95 |
| 0,767 | 88% | 0,68 | 1,06 | 0,72 |
| 1,049 | 90% | 0,94 | 1,05 | 0,99 |
| 0,186 | 91% | 0,17 | 1,05 | 0,18 |
| 1,312 | 95% | 1,25 | 1,03 | 1,28 |
| 0,504 | 97% | 0,489 | 1,020 | 0,499 |
| 0,421 | 85% | 0,36 | 1,08 | 0,39 |
| 0,781 | 94% | 0,734 | 1,040 | 0,764 |
| 0,480 | 89% | 0,43 | 1,015 | 0,43 |
| Tiempo Total Min/und | | | | 373,13 |

Fuente: Autores, 2018

Mediante la implementación de la propuesta de mejora se obtiene una reducción estimada del 12.31% con respecto a los tiempos de ciclo actuales

Para la obtención de los tiempos estimados de ciclo mediante la propuesta de mejora,

Tabla 17 Comparación tiempo estándar actual y propuesto

| ESTACIÓN DE PROCESO | TIEMPO ESTANDAR ACTUAL(min) | TIEMPO ESTANDAR PROPUESTO (min) |
|----------------------------|------------------------------------|--|
| TENDIDO | 234,76 | 208,94 |
| CORTE | 176,61 | 158,95 |
| CERRADORA | 0,85 | 0,72 |
| ENPRETINADO | 1,15 | 0,99 |
| RELOJEROS | 0,20 | 0,18 |
| BOLSILLOS | 1,48 | 1,28 |
| BOTAS | 0,56 | 0,50 |
| MARQUILLAS | 0,45 | 0,39 |
| PASADORES | 0,87 | 0,76 |
| REMATADORA | 0,48 | 0,43 |
| TOTAL min/und | 417,41 | 373,13 |

Fuente: Autores, 2018

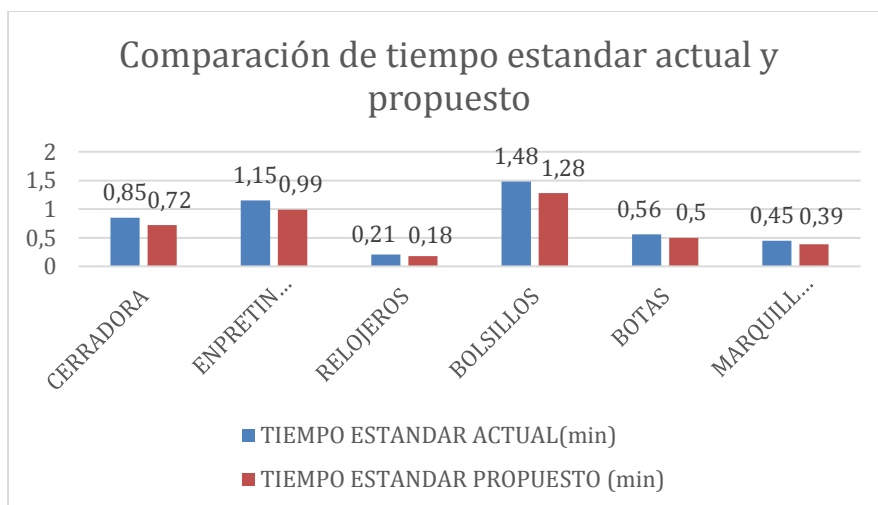


Figura 46 Comparación de tiempo estándar y tiempo propuesto

Fuente: Autores, 2018

En la figura 46 se realizó la comparación de los tiempos estándar actuales y los tiempos estimados, encontrando una reducción considerable de 44.28 minutos en el tiempo de ciclo del proceso productivo de blue jeans.

6.4 Evaluación de la viabilidad económica del proyecto

Para la realización de la evaluación económica del proyecto se obtuvieron los costos de materias primas, mano de obra, maquinaria, costos directos e indirectos y los costos por reproceso y desperdicios de productos, en la tabla número 15 se puede observar la cantidad usada por medida y valores unitarios, dichos datos son proporcionados por Julio Cesar Silva, gerente general.

Tabla 18 Costos de materia prima

| MATERIA PRIMA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD POR MEDIDA | COSTO TOTAL | COSTO POR UNIDAD | MP USADA POR UNIDAD | COSTO TOTAL |
|---------------------|------------------|---------------------|-------------|------------------|---------------------|------------------|
| TELA | Metro Cuadrado | 100 | \$1.430.000 | \$14.300 | 1,2 | \$ 17.160 |
| HILO | Metro | 2800 | \$ 17.500 | \$6 | 78 | \$ 488 |
| TACHES Y BOTONES | Paquete | 1 | \$1.300 | \$1.300 | 1 | \$ 1.300 |
| CREMALLERA | Metro | 1 | \$650 | \$650 | 0,3 | \$ 195 |
| MARQUILLAS INTERNAS | Unidad | 1 | \$380 | \$380 | 1 | \$ 380 |
| MARQUILLAS EXTERNAS | Metro | 1 | \$3.200 | \$3.200 | 0,1 | \$ 320 |
| | | | | | TOTAL MP | \$ 19.843 |

Fuente: Autores, 2018

En la tabla número 16 se presentan los costos de por materia prima para la elaboración de 1 pantalón talla promedio tipo denim, obteniendo un costo de \$19.843 contando con una óptima fabricación, es decir, sin ningún tipo de defecto o reproceso.

Tabla 19 Costos por unidades defectuosas

| AREA | % TERMINADO POR PIEZA | COSTO POR PIEZA | COSTO DIARIO | UNIDADES DEFECTUOSAS DIARIAS | COSTO DIARIO POR DEFECTOS | COSTO MENSUAL DEFECTOS |
|-----------------|-----------------------|-----------------|--------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|
| TENDIDO Y CORTE | 27% | \$ 5.357 | \$ 3.750.233 | 4 | \$ 21.430 | \$ 514.318 |
| CERRADORA | 20% | \$ 3.969 | \$ 1.984.250 | 19 | \$ 75.402 | \$ 1.809.636 |
| DOS AGUJAS | 15% | \$ 2.976 | \$ 1.488.188 | 14 | \$ 41.669 | \$ 1.000.062 |
| PRETINAS | 12% | \$ 2.381 | \$ 1.190.550 | 12 | \$ 28.573 | \$ 685.757 |
| RELOJERO | 9% | \$ 1.786 | \$ 892.913 | 14 | \$ 25.002 | \$ 600.037 |
| BOLSILLOS | 7% | \$ 1.389 | \$ 694.488 | 8 | \$ 11.112 | \$ 266.683 |
| BOTAS | 5% | \$ 992 | \$ 496.063 | 11 | \$ 10.913 | \$ 261.921 |
| PASADORES | 3% | \$ 595 | \$ 297.638 | 9 | \$ 5.357 | \$ 128.579 |
| REMATADORES | 2% | \$ 397 | \$ 198.425 | 1 | \$ 397 | \$ 9.524 |
| | 100% | \$ 19.843 | \$10'992.745 | 92 | \$ 219.855 | \$ 5.276.518 |

Fuente: Autores, 2018

En la anterior tabla se presenta un porcentaje acumulativo del nivel de confección del pantalón junto con el costo hasta dicho proceso para posteriormente multiplicar por el número de unidades producidas diariamente (500 unidades) y el promedio de productos defectuosos obtenidos previamente con el análisis de operaciones, tiempos y procesos con el fin de calcular los costos diarios y mensuales por errores.

Tabla 20 Costos por reproceso

| AREA | % TERMINADO | COSTO POR PIEZA | % DE COSTO ADICIONAL POR REPROCESO | COSTO DE REPROCESO POR UNIDAD |
|-------------------|-------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|
| TENDIDO Y CORTE | 27% | \$ 5.357 | 11% | \$ 5.947 |
| MAQUINA CERRADORA | 20% | \$ 3.969 | 6% | \$ 4.202 |
| DOS AGUJAS | 15% | \$ 2.976 | 8% | \$ 3.205 |
| BORDADO | 12% | \$ 2.381 | 8% | \$ 2.564 |
| FILETEADO | 9% | \$ 1.786 | 10% | \$ 1.964 |
| MAQUINA PLANA | 7% | \$ 1.389 | 11% | \$ 1.543 |
| PASADORES | 5% | \$ 992 | 7% | \$ 1.058 |
| BOTONES Y TACHES | 3% | \$ 595 | 11% | \$ 661 |
| REMATADORES | 2% | \$ 397 | 2% | \$ 405 |
| | 100% | \$ 19.843 | | \$ 21.551 |

Fuente: Autores, 2018

Para hallar los costos por reproceso, se toman los valores acumulativos por proceso y se les añade un porcentaje directamente proporcional al tiempo y trabajo que se requiere para realizar el reproceso o corrección del defecto; dicho porcentaje es agregado al costo por pieza para obtener el costo de reproceso por unidad.

Tabla 21 Costo promedio por unidades reprocesadas

| Costo por unidad óptima | Costo por unidad reprocesada |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| \$ 19.843 | \$ 21.551 |
| Diferencia: \$1.708/und | |
| Promedio und defectuosas/día | 93 |
| Costo diario por defectos | \$ 158.845 |
| Costo mensual por defectos | \$ 3.812.279 |
| Costo anual por defectos | \$ 45.747.347 |

Fuente: Autores, 2018

Después de obtener un incremento de \$1.708 por unidad de producto que requiera un reproceso o nueva transformación se realizó un cálculo mensual y anual del incremento de los costos, obteniendo un costo de \$45'747.347 anual.

Tabla 22 Costo estimado con disminución de reprocesos

| Costo por unidad óptima | Costo por unidad reprocesada |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| \$ 19.843 | \$ 21.551 |
| Diferencia: \$1.708/und | |
| Promedio und defectuosa/día | 47 |
| Costo diario por defectos | \$ 80.276 |
| Costo mensual por defectos | \$ 1.926.636 |
| Costo anual por defectos | \$ 23.119.627 |

Fuente: Autores, 2018

Mediante la estimación se proyecta un 50% en las disminuciones del total de las unidades defectuosas y reprocesadas, reduciendo de 93 a 47 y en términos económicos obteniendo un ahorro mensual de \$1'885.643 y anual de \$22'627.720.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

- Se evidenció que el proceso de fabricación de blue jeans es altamente variable, presentando fenómenos repetitivos de errores y que amerita una pronta intervención utilizando la metodología lean six sigma
- Utilizando las herramientas de diagnóstico de la metodología six sigma se logró caracterizar e identificar las variables críticas del proceso, encontrando el área de cerrado dos agujas y postura de marquillas las de mayor significancia, generando retrasos del flujo continuo y además se obtuvo el más alto índice de unidades defectuosas y reprocesadas con un promedio del 17.2% generando costos adicionales por pérdida de materia prima y reprocesos.
- Con la implementación de un mapa de flujo de valor (VSM) se pudieron definir de manera más clara, específica y consistente los factores que afectan el desempeño y flujo laboral en los procesos realizados por la empresa D-Cluthing Denim LTDA.
- Mediante el uso de la metodología lean six sigma se pudo ofrecer a la empresa una propuesta de solución integral conjunta que permite a nivel de proyección lograr una reducción del ciclo del proceso actual en un 12.3%, disminuyendo de 417,41 minutos a 373.13 minutos de ciclo total de proceso por unidad.
- Con la posible implementación de las propuestas sugeridas, se podría lograr establecer mejores condiciones en las áreas críticas del proceso productivo, logrando una reducción del 50% de unidades defectuosas equivalentes a un valor de \$22'627.720 anual.
- Con la reducción aproximada 1 hora en el tiempo de ciclo total, se generará un ahorro por uso eficiente energético de \$2'268.000 anual.
- Se estima poder reducir el porcentaje de incumplimiento y entrega de pedidos con tardanzas de un 24% a un 10% con la correcta implementación de las herramientas lean six sigma, incrementando la credibilidad y preferencia por parte de los clientes

CAPÍTULO VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda principalmente a la empresa mirar a fondo la metodología propuesta para la implementación, investigar los resultados vistos a corto plazo y seguir acogiendo las buenas prácticas de producción
- Se recomienda que en las áreas más vulnerables de la empresa como lo son la cerradora y las posturas de marquillas se estandarice el nuevo proceso productivo mediante el cual se pueda reducir los tiempos de ciclo de proceso y se evidencia una clara disminución de productos con nullos estándares de calidad
- Por otra parte, se le sugiere a la empresa realizar constantes capacitaciones y mediciones de curvas de aprendizaje a cada uno de los operarios para que tengan un mejor desempeño en sus labores y mejor orden en sus puestos de trabajo.
- Se le recomienda a la empresa implementar un sistema de transporte interno mediante ganchos móviles puestos en el techo apoyados con poleas uniendo el área de cerradora con el área de pretinas para evitar inicialmente el tiempo de transporte y en segundo lugar ayudando con la organización del producto terminado reduciendo o evitando el tiempo de alistamiento o setup en el siguiente proceso.
- Implementar indicadores o cartas de control que garanticen una mejora continua en la empresa D-Cluthing-Denim

CAPÍTULO IX. REFERENCIAS

- Alteco. (s.f.). *Técnica de grupo nominal*.
- ANPCEN. (s.f.). *Luxómetro*.
- Asociación española para la calidad . (s.f.). *Lean Seis Sigma* .
- Báez, Y., Limón, J., Tlapa, D., & Rodríguez, M. (2010). Aplicación de seis sigma y los métodos Taguchi para el incremento de la resistencia a la prueba de jalón de un diodo emisor de luz. En *Información tecnológica* (págs. 63-76). Baja California.
- Caicedo Solanp, N. (2011). *Aplicación de un programa six sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones*.
- Cardona, D. (2014). *Marquilla y etiqueta* .
- Conocimientosweb.net. (2013). *Método de calificación sistema Westinghouse*.
- Cruz Ramírez, N. L., Gallego Quevedo, J. A., & Guerrero Alvarado, P. K. (s.f.). *Lean Manufacturing*.
- Definicion.de. (s.f.). *Confección*.
- Echeverría Quispe, R. E. (2016). Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora en la uniformidad del producto final en una fábrica de neumáticos. En D. Mavila Hinajosa. Lima.
- EnColombia. (2014). *Industria en Colombia*. Obtenido de <https://encolombia.com/economia/info-economica/algodon/industriatextil/>
- Escalante, E. (2003). *Seis-Sigma: metodología y técnicas* . México D.F. : Limusa.
- Felizzola, H., & Amaya, C. (2014). *Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico*. Barranquilla: Revista chilena de ingeniería, vol. 22 N° 2, 2014, pp. 263-277.
- Gerencie. (2017). *Contrato de trabajo por destajo*.
- Gómez Fermín, J., & Tejeiro, M. (2003). *Seis Sigma. Segunda edición* . Madrid: Fundación Confemetal.
- González, J. (2010). *Tiempo estándar y tolerancia* . Universidad de Carabobo.
- González, M. C. (2017). Sector textil y de confecciones, en cuidados intensivos . *Portafolio*, 2-4.
- Guanaguanay García, E. M. (2015). *Fileteado en la industria textil y confección*.
- IKOR. (2014). *El ciclo DMAIC como método para la mejora de los procesos de producción*.
- Jones, D. T., & Womack, J. (2012). *LEAN Thinking*. Barcelona: Gestión 2000 PP17-130.

- Lucidchart . (s.f.). *¿Qué son los mapas de flujo de valor?* .
- Mauricio, M. (2015). *Tiempos muertos*.
- Morato Orozco, J. S. (2009). Reducción de gasto energético eléctrico usando seis sigma. En C. U. Lasallista, *Gestión y administración*.
- Moreano, A., & Cáceres, P. (2010). Diseño para la Implementación de la Metodología Seis Sigma en una Línea de producción de queso fresco . En F. d. producción. Guayaquil.
- MTM Ingenieros . (s.f.). *¿Qué es el Lead Time?*
- Muñoz, I., Mazo, S., & Solano, C. (2007). Aplicación de las técnicas Lean-Six para mejorar la logística sanitaria. En *Primer congreso de logística y gestión de la cadena de suministro Zaragoza* (págs. 1-2). Zaragoza.
- P. Reyes. (2007). *Programa de certificación de Black Belts ASQ*. Cali.
- PCE Instruments. (s.f.). *Sonómetro*.
- Pérez López, E., García, C., & Minor. (2014). Implementación de la metodología DMAIC- Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. En *Tecnología en marcha* (págs. 88-106). Costa Rica.
- Pérez Velásquez, R. (2011). *Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN*. Barcelona.
- ProAsed. (2015). *Metodología Lean, 5S y Kanban*.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing* . Diaz de Santos .
- Ribes&Casals. (s.f.). *Diccionario textil de Ribes&Casals*. Barcelona.
- SPC Consulting group. (2013). *Diagrama de Ishikawa*. Mexico D.F.
- Tolamatl Michcol, J., Gallardo García, D., Varela Loyola, J. A., & Flores Ávila, E. (2011). Aplicación de seis sigma en una microempresa del ramo automotriz. En C. tecnológica, *Tecnológica* (págs. 11-18). Aguascalientes: Instituto Tecnológico de Aguascalientes.
- Useche Mora, L. G. (s.f.). *Fatiga Laboral*.
- Velasquez, J. P. (2016). *SECTOR TEXTIL EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS DE LAS IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES ENTRE LOS AÑOS 2008 a 2014*. Bogotá D.C. : Universidad Militar Nueva Granada.
- Villagómez Sandoval, A. C. (2007). *Aplicación de seis sigma en una empresa litográfica*. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- World Class Competitiveness. (2008). *Seis Sigma Básico DMAIC*.

ANEXO 1.

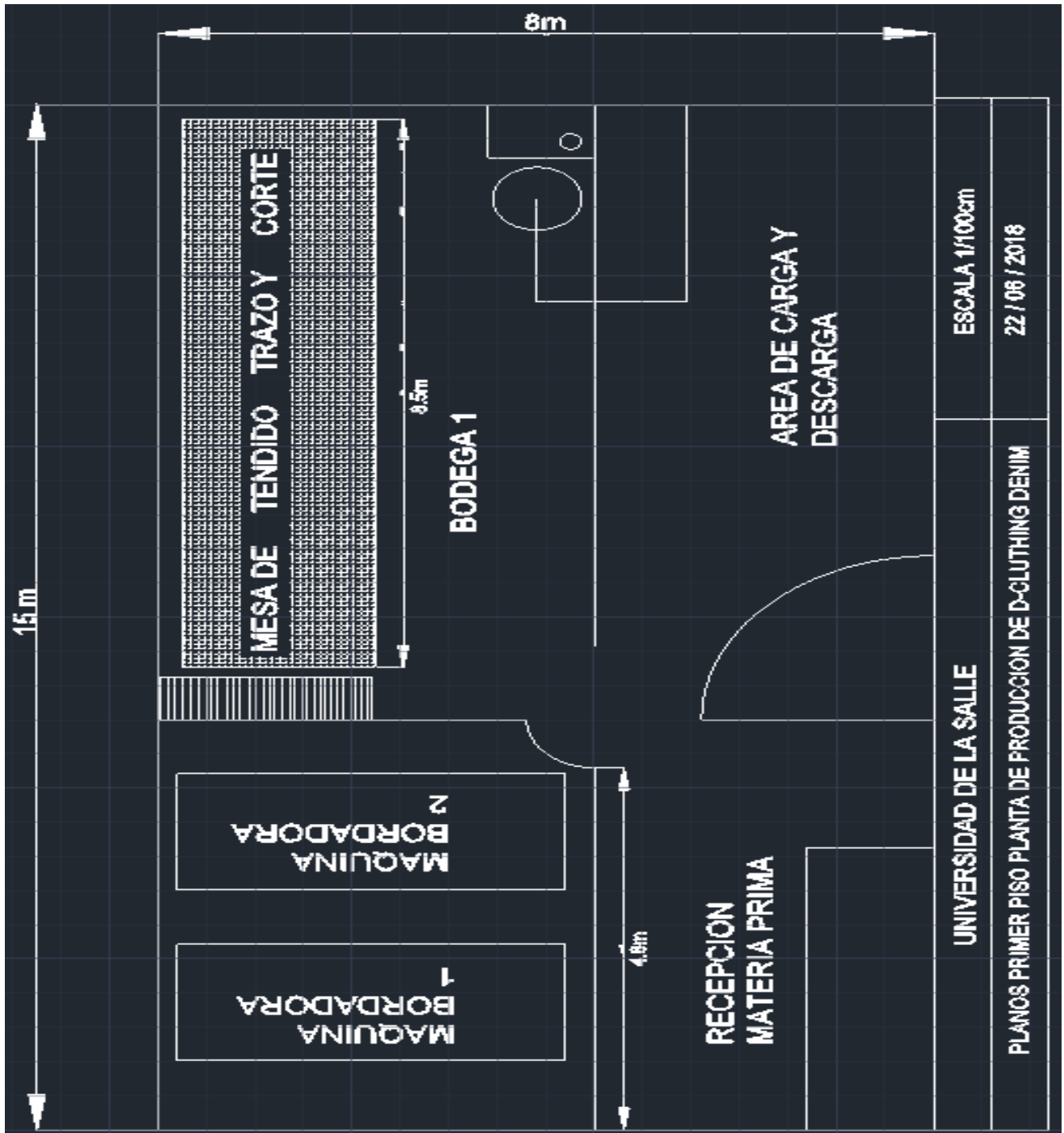


Figura 47 Planos Primer piso D-Cluthing Denim LTDA.
Fuente: Autores, 2018.

ANEXO 2.

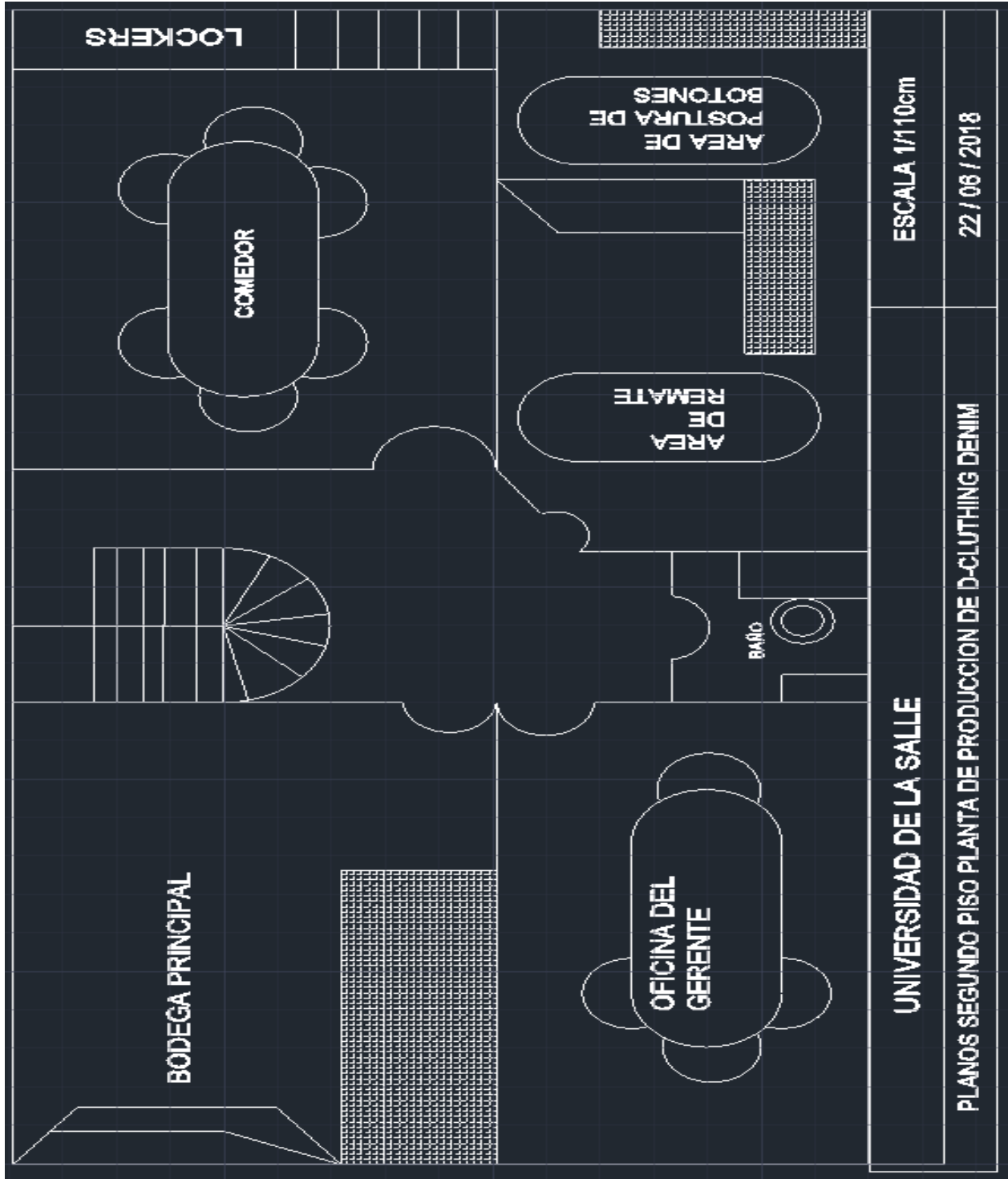


Figura 48 Planos Segundo piso D-Cluthing Denim LTDA.
Fuente: Autores, 2018.

ANEXO 3.

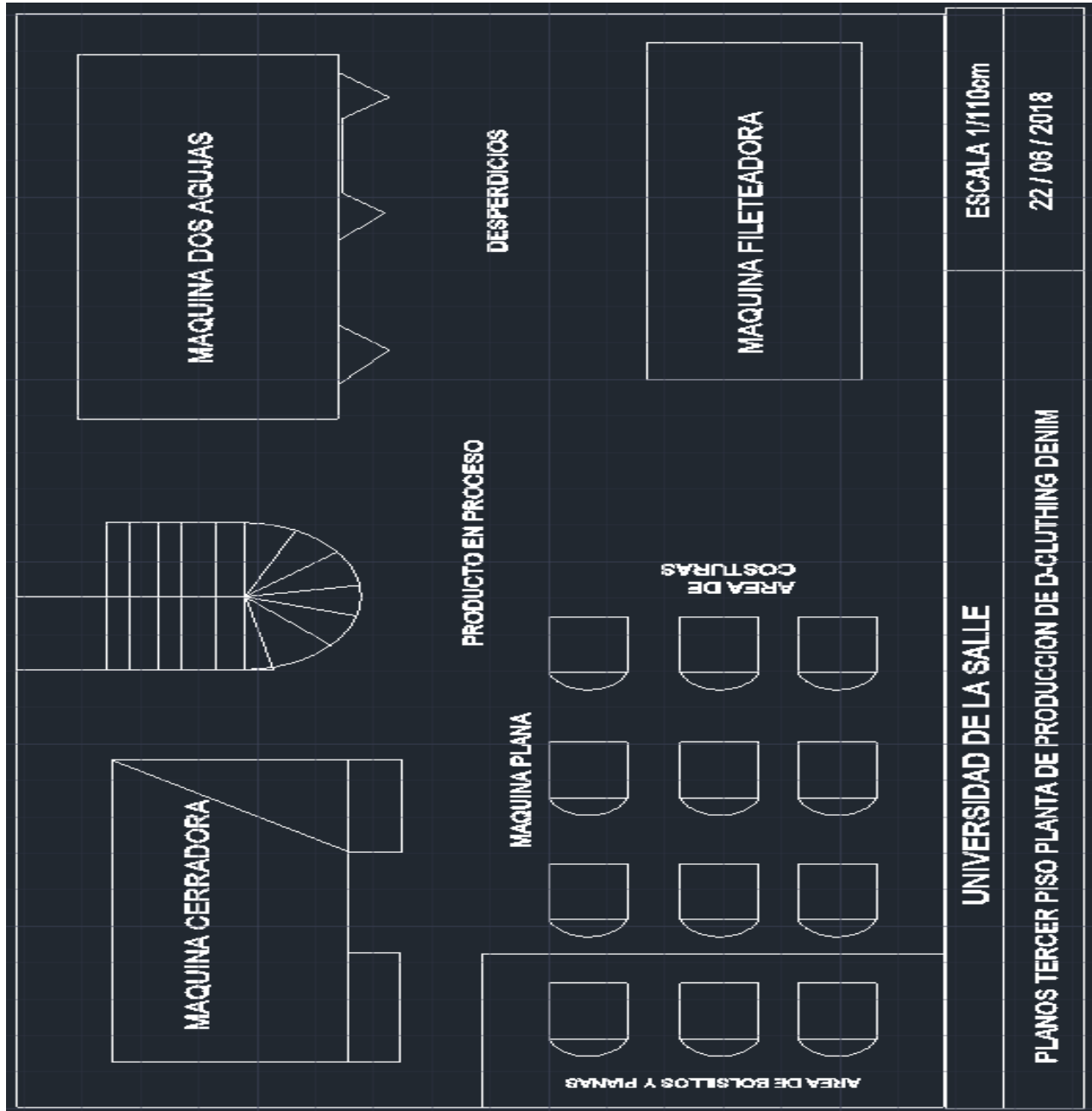


Figura 49 Planos tercer piso D-Cluthing Denim LTDA.
Fuente: Autores, 2018.

ANEXO 4.

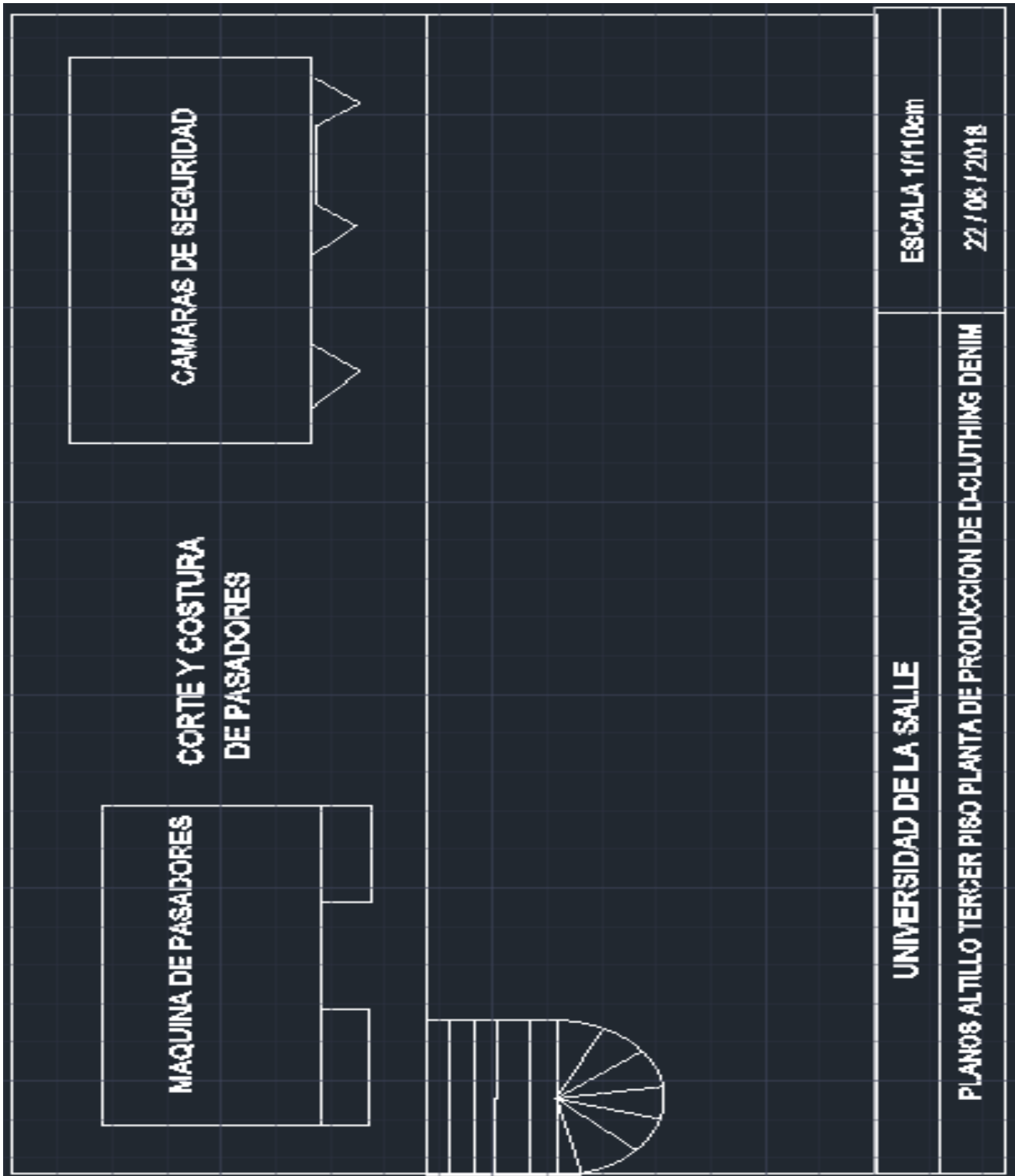


Figura 50 Planos Altillo del tercer piso en la empresa D-Cluthing Denim LTDA.
Fuente: Autores, 2018.

ANEXO 5.



Figura 51 Oficina del gerente principal
Fuente: Autores, 2018.

ANEXO 6.

Tabla 20 Entrevistas a los trabajadores de la planta de producción.

| | |
|---|--|
| ENTREVISTAS A LOS TRABAJADORES DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA D-CLUTHING DENIM LTDA. | |
| Fecha de realización: Día ___ Mes ___ Año <u>2018</u> | |
| • ENCUESTADORES: David Calderón Ramírez Wilmer Velásquez Cordero | |
| Encuesta dirigida al gerente general Julio Cesar Silva y jefe de producción Claudia Ortiz | |
| • PREGUNTAS: | |
| 1 | ¿Nunca han pensado en la implementación de un sistema de mejora mediante el cual puedan reducir los errores significativamente, mejorando la productividad, reduciendo gastos operacionales y por ende aumentando las ganancias? Rta _____ _____ _____ |
| 2 | ¿Consideran que mediante una serie de capacitaciones a los empleados (no interesa la experiencia que ellos tengan en la labor) puedan ellos ser más eficientes en sus labores productivas? Rta _____ _____ _____ |
| 3 | ¿Cree usted que sería mejor tanto para la empresa como para los empleados asignar un salario fijo mensual y no por destajo de productos? Rta _____ _____ _____ |
| 4 | ¿Sabe usted como es el ambiente laboral en su empresa? Rta _____ _____ _____ |
| 5 | ¿Estarían dispuestos a invertir en una consultoría para la implementación de un proyecto similar a esta tesis que le garantice ganancias en un periodo determinado? Rta _____ _____ _____ _____ |

ENTREVISTAS A LOS TRABAJADORES DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA D-CLUTHING DENIM LTDA.

Fecha de realización: Día ___ Mes ___ Año 2018

• **ENCUESTADORES:** David Calderón Ramírez Wilmer Velásquez Cordero

Encuesta dirigida a los operarios, cerradores, cortadores y bordadores

• **PREGUNTAS:**

1 ¿Qué piensa de que mediante el uso de herramientas estadísticas se logre que tanto la empresa como usted de operario obtenga mayores ganancias?

Rta

2 ¿No estaría de acuerdo en tener un salario fijo mensual en vez de seguir trabajando por destajo de unidades confeccionadas?

Rta

3 ¿Considera que mediante una serie de capacitaciones y enseñanza del correcto uso de maquinaria podría producir más unidades en menor tiempo y con menos errores?

Rta

4 ¿Cómo es el ambiente laboral en un día habitual de trabajo?

Rta

5 ¿Cree que debido a la presión adquirida por la carga laboral y pensando en su ganancia por unidad producida genera un afán de producir lo cual conlleva a incrementar los defectos en las prendas confeccionadas?

Rta

6 ¿Qué factores considera usted que influyen en que la empresa tenga tantos incumplimientos en la entrega de pedidos?

Rta

Fuente: Autores, 2018.

ANEXO 7.

Tabla 21 Formato de tecnica nominal realizada a los operarios de la planta de producción

| TECNICA NOMINAL | | | | | |
|---|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| En la siguiente encuesta según su opinión, marque con una X el factor que considere crítico en la producción de Blue Jeans, siendo 1 un factor sin relevancia y 5 un factor muy crítico | | | | | |
| MÉTODO | | | | | |
| CAUSAS | CALIFICACIÓN | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ausencia de capacitaciones | | | | | |
| Sobreproducción | | | | | |
| No hay servicio post-venta | | | | | |
| No todos producen lo mismo | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| CAUSAS | CALIFICACIÓN | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Desperdicio de tela | | | | | |
| Falta de recursos económicos | | | | | |
| Excesivas órdenes de compra de tela | | | | | |
| Daños en rollos de tela por acumulación | | | | | |
| Cambios de la tela a los proveedores | | | | | |
| MAQUINARIA | | | | | |
| CAUSAS | CALIFICACIÓN | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| No hay mantenimiento preventivo | | | | | |
| Maquinas ineficientes | | | | | |
| Solo hay mantenimiento por reparaciones | | | | | |
| Los operarios rotan de puesto de trabajo | | | | | |
| No hay cuidado con la maquinaria | | | | | |
| PERSONAL | | | | | |
| CAUSAS | CALIFICACIÓN | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| No hay salario fijo | | | | | |
| Excesiva carga laboral | | | | | |
| Conocimiento empírico | | | | | |
| No hay control de producción por operario | | | | | |

Fuente: Autores, 2018.

ANEXO 8.

En la siguiente encuesta según su opinión, marque con una X el factor que considere crítico en la producción de Blue Jeans, siendo 1 un factor sin relevancia y 5 un factor muy crítico

Nombre: Pedro Ramírez Castro
 Cargo: Operario costurero
 Fecha: 12 de Julio, 2018 Firma: [Firma]

| MÉTODO | | | | | |
|----------------------------|--------------|---|---|---|---|
| CAUSAS | CALIFICACIÓN | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ausencia de capacitaciones | | X | | | |
| Trabajo empírico | X | | | | |
| Sobreproducción | | | | X | |
| No hay servicio post-venta | | X | | | |
| No todos producen lo mismo | | | X | | |

| MATERIALES | | | | | |
|---|--------------|---|---|---|---|
| CAUSAS | CALIFICACIÓN | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Desperdicio de tela | | | X | | |
| Falta de recursos económicos | X | | | | |
| Excesivas órdenes de compra de tela | | X | | | |
| Daños en rollos de tela por acumulación | | X | | | |
| Cambios de la tela a los proveedores | | X | | | |

| MAQUINARIA | | | | | |
|--|--------------|---|---|---|---|
| CAUSAS | CALIFICACIÓN | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| No hay mantenimiento preventivo | | | X | | |
| Maquinas ineficientes | X | | | | |
| Solo hay mantenimiento por reparaciones | | X | | | |
| Los operarios rotan de puesto de trabajo | | | | X | |
| No hay cuidado con la maquinaria | | | | X | |

| PERSONAL | | | | | |
|--|--------------|---|---|---|---|
| CAUSAS | CALIFICACIÓN | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| No hay salario fijo | | | | | X |
| Conocimiento empírico | X | | | | |
| Afán por producir | | | | | X |
| Excesiva carga laboral | | | | | X |
| Conocimiento empírico | X | | | | |
| No hay control de producción por operarios | | | | X | |

Figura 52 Resultados de la técnica nominal realizada a los operarios de la empresa

Fuente: Autores, 2018.

ANEXO 9.

