

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



**ANÁLISIS Y MEJORA EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE ANDREATEX S.A.C.
UTILIZANDO LA HERRAMIENTA
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
DEL LEAN MANUFACTURING**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Isaac Edwin Lopez Olmos

Código 20130730

Renata Alessandra Rodriguez Huaman

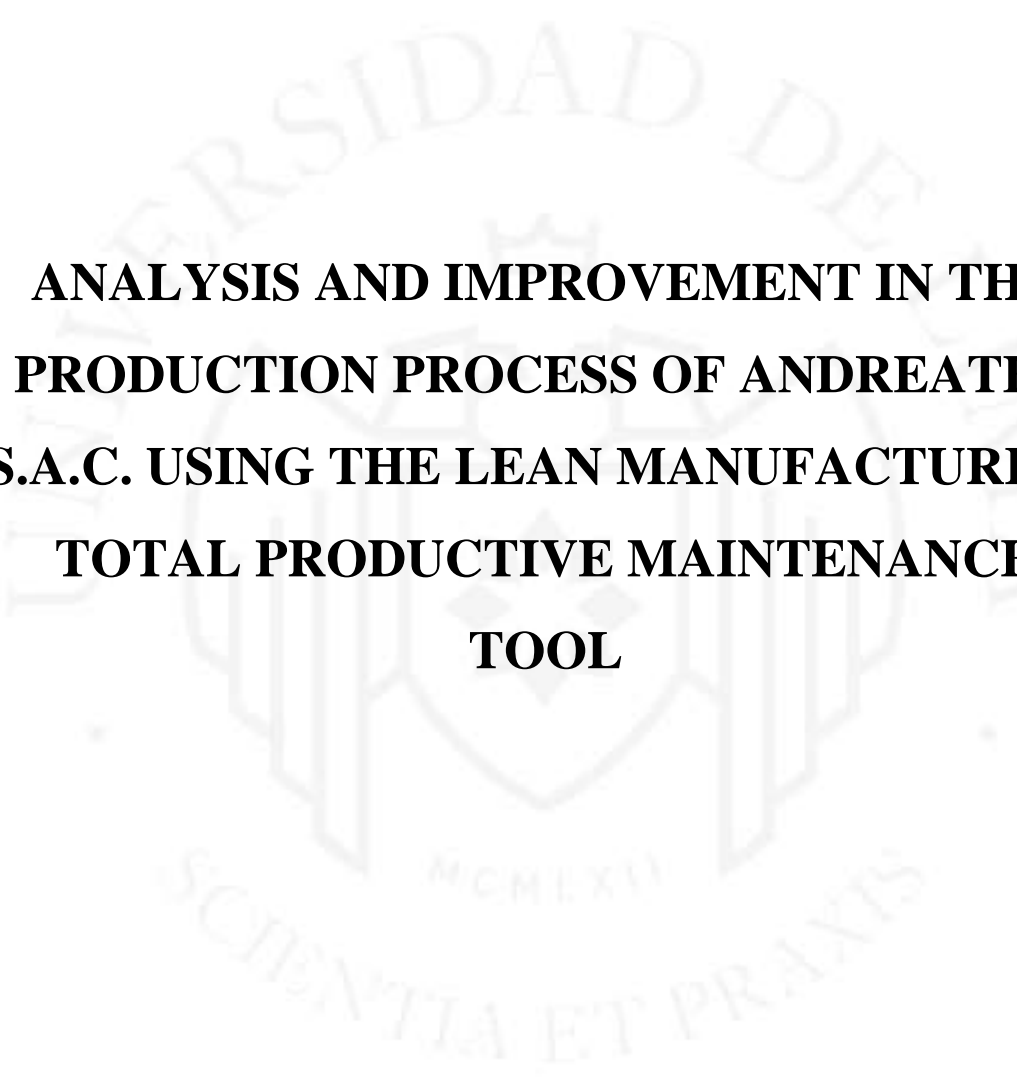
Código 20132204

Asesor

Luis Bedoya Jimenez

Lima – Perú

Setiembre de 2022



**ANALYSIS AND IMPROVEMENT IN THE
PRODUCTION PROCESS OF ANDREATEX
S.A.C. USING THE LEAN MANUFACTURING
TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE
TOOL**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Antecedentes de la empresa.....	1
1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica	1
1.1.2 Descripción de los productos ofrecidos	1
1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa	2
1.1.4 Estrategia general de la empresa.....	2
1.1.5 Descripción de la problemática actual	2
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.3 Alcance y limitaciones de la investigación.....	4
1.4 Justificación de la investigación.....	4
1.4.1 Técnica.....	4
1.4.2 Económica.....	5
1.4.3 Social	5
1.5 Hipótesis de la investigación	5
1.6 Marco referencial de la investigación	5
1.7 Marco conceptual de la investigación.....	6
1.7.1 Six Sigma	9
CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PROCESO A MEJORAR.....	15
2.1 Análisis externo de la empresa.....	15
2.1.1 Análisis del entorno global.....	15
2.1.2 Análisis del entorno competitivo	17
2.1.3 Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno.....	18
2.2 Análisis interno de la empresa.....	19
2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales	19
2.2.2 Análisis de la estructura organizacional	19
2.2.3 Identificación y descripción general de los procesos claves.....	20

2.2.4	Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves – línea base	23
2.2.5	Determinación de posibles oportunidades de mejora	24
2.2.6	Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa	24
2.2.7	Selección del proceso a mejorar	25
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL PROCESO OBJETO DE ESTUDIO		27
3.1	Análisis del sistema o proceso objeto de estudio	27
3.1.1	Descripción detallada del proceso objeto de estudio.....	27
3.1.2	Análisis de los indicadores específicos de desempeño del proceso	34
3.2	Determinación de las causas raíz de los problemas hallados	45
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....		49
4.1	Planeamiento de alternativas de solución	49
4.2	Selección de alternativas de solución.....	50
4.2.1	Determinación y ponderación de criterios de evaluación de las alternativas.....	50
4.2.2	Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución	51
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES		53
5.1	Ingeniería de la solución.....	53
5.1.1	Desarrollo de la propuesta de solución	53
5.2	Plan de implementación de la solución	67
5.2.1	Objetivos y metas.....	67
5.2.2	Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución	69
5.2.3	Actividades y cronograma de implementación de la solución.....	72
CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN.....		75
CONCLUSIONES.....		80
RECOMENDACIONES.....		81
REFERENCIAS		82
BIBLIOGRAFÍA.....		84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Selección del proceso a mejorar	26
Tabla 3.1 Diagrama SIPOC de la confección de un polo básico	33
Tabla 3.2 Leyendo de los plazos de producción	35
Tabla 3.3 Tiempo de producción de los pedidos en días	35
Tabla 3.4 Clasificación de los pedidos por tamaño de pedido.....	36
Tabla 3.5 Tiempo de producción de los pedidos medianos en días.....	38
Tabla 3.6 Tiempo de producción de los pedidos medianos por mes	41
Tabla 3.7 Cantidad de defectos por lote	42
Tabla 4.1 Tabla de enfrentamiento de factores	51
Tabla 4.2 Calificación de factores	51
Tabla 4.3 Ranking de factores	52
Tabla 5.1 Comparativo entre Pilares del TPM y Metodología de los 12 pasos.....	54
Tabla 5.2 Índice de Disponibilidad de la empresa.....	55
Tabla 5.3 Índice de Rendimiento	55
Tabla 5.4 Determinación del Índice de Calidad	56
Tabla 5.5 Programa de mantenimiento autónomo	64
Tabla 5.6 Objetivos y metas	68
Tabla 5.7 Costos de Capacitación.....	69
Tabla 5.8 Costos Materiales 5's.....	70
Tabla 5.9 Costos de capacitación.....	71
Tabla 5.10 Costos de Mantenimiento Preventivo	71
Tabla 5.11 Costos de Mantenimiento Correctivo	71
Tabla 5.12 Engrasado parte del mantenimiento autónomo.....	71
Tabla 5.13 Presupuesto general para la ejecución del proyecto	71
Tabla 5.14 Inversión Total.....	72
Tabla 5.15 Plan Maestro	72
Tabla 5.16 Índice de Disponibilidad de la empresa.....	73
Tabla 5.17 Índice de Rendimiento	74
Tabla 5.18 Índice de Calidad	74
Tabla 6.1 Costo de la energía eléctrica por consumo mensual de las máquinas	75

Tabla 6.2 Otros costos fijos constantes.....	75
Tabla 6.3 Cálculo del Costo de Oportunidad (COK).....	76
Tabla 6.4 Ventas e ingresos de los 8 primeros meses del año 2017.....	76
Tabla 6.5 Flujo Económico Mensual Real Año 2017.....	77
Tabla 6.6 Resultados de Flujo Económico Mensual Real Año 2017.....	77
Tabla 6.7 Flujo Económico Mensual Propuesto.....	78
Tabla 6.8 Resultado de Flujo Económico Mensual Propuesto.....	79



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ejemplo de diagrama SIPOC	11
Figura 2.1 Estructura organizacional informal	20
Figura 2.2 Matriz de Relación de Procesos vs Objetivos Estratégicos.....	22
Figura 2.3 Mapa de procesos Andreatex S.A.C.....	23
Figura 3.1 Diagrama de operaciones de proceso en la elaboración de un polo básico...28	
Figura 3.2 Equipo del proyecto.....	29
Figura 3.3 Árbol del Critical Quality Tree	32
Figura 3.4 Matriz esfuerzo, impacto y riesgo de la empresa Andreatex S.A.C.....	32
Figura 3.5 Impacto vs Esfuerzo de la matriz EIR.....	33
Figura 3.6 Cuadro del proyecto	34
Figura 3.7 Clasificación de los pedidos por Pareto	37
Figura 3.8 Cálculo de P valor	39
Figura 3.9 Cálculo de la capacidad del proceso.....	40
Figura 3.10 Gráfico XR de los pedidos medianos	41
Figura 3.11 Gráfica de control C por cantidad de defectos	43
Figura 3.12 Tabla de conversión de Rendimiento a Nivel Sigma	45
Figura 3.13 Diagrama de Ishikawa	48
Figura 5.1 Estructura propuesta para promoción del TPM.....	58
Figura 5.2 Ficha Kaizez	63
Figura 5.3 Ficha de Evaluación de Mantenimiento Autónomo	65
Figura 5.4 Modelo en Arena Software.....	73

RESUMEN

La presente investigación se efectúa en el proceso de producción de una empresa de confecciones dedicada a la fabricación y comercialización de artículos de merchandising, teniendo como objetivo disminuir la variabilidad en el proceso empleando la metodología DMAIC con las herramientas de Lean.

Realizando un análisis de la situación actual de la empresa, se selecciona el proceso de producción como el más crítico. En la etapa de definición, se identifica el principal problema que resulta ser el incumplimiento en el tiempo de entrega de los pedidos de polos. Por lo tanto, es necesario describir el proceso e identificar la voz del cliente para posteriormente desarrollar un proyecto de Lean Manufacturing.

En la etapa de medición, se identifica la variable a medir que es el tiempo de producción en días, siendo los pedidos de polos clasificados como medianos los de mayor impacto económico. Realizando el cálculo de la capacidad potencial y real del proceso y un estudio de las gráficas de control de XR y del tipo atributo.

En la etapa de análisis, se determinan y analizan las causas raíz del problema siendo estos los que afectan directamente a la satisfacción de los clientes mediante el diagrama de Ishikawa.

Para la selección de la propuesta de solución, se plantearon dos alternativas enfrentándolas a 4 criterios de evaluación, siendo la elegida la aplicación de un mantenimiento productivo total (TPM) según los lineamientos de Lean Manufacturing.

En la etapa de mejorar, se establece la implementación del TPM en el área de producción; en primera instancia, se realiza el cálculo de la efectividad global de los equipos (OEE) teniendo un valor del 64%, por lo tanto, se realiza la implementación de los 5's para la mejora de la efectividad de los equipos.

Finalmente, se obtendrá un VAN de S/ 12 658,69 y una TIR económica de 41,24% con una inversión de S/ 12 000, concluyendo que el proyecto es económicamente viable.

Palabras claves: Lean Manufacturing, TPM, defectos, propuesta de mejora, DMAIC, 5s.

ABSTRACT

This research is carried out in the production process of a clothing company dedicated to the manufacture and marketing of merchandising articles, with the objective of reducing the variability in the process using Lean tools.

By performing an analysis of the current situation of the company, the production process is selected as the most critical. In the definition stage, the main problem that turns out to be the breach in the delivery time of T-shirt orders is identified. Therefore, it is necessary to describe the process and identify the client's voice in order to develop a Lean project.

In the measurement stage, the variable to be measured is identified, which is the production time in days, with the orders for poles classified as medium being those with the greatest economic impact. Performing the calculation of the potential and real capacity of the process and a study of the XR control charts and the attribute type.

In the analysis stage, the root causes of the problem are determined and analyzed, these being the ones that directly affect customer satisfaction using the Ishikawa diagram

For the selection of the solution proposal, two alternatives were proposed, confronting them with 4 evaluation criteria, the one chosen being the application of a total productive maintenance (TPM) according to the Lean Manufacturing guidelines.

In the improvement stage, the implementation of the TPM in the production area is established; In the first instance, the calculation of the overall effectiveness of the equipment (OEE) is performed, having a value of 64%, therefore, the implementation of the 5's is carried out to improve the effectiveness of the equipment.

Finally, a NPV of S/ 12 658,69 and an economic IRR of 41,24% with an investment of S/ 12 000 concluding that the project is economically viable.

Keywords: Lean Manufacturing, TPM, defects, improvement proposal, DMAIC, 5s.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes de la empresa

1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica

Andreatex S.A.C. es una pequeña empresa que cuenta con más de 10 años en el mercado, bajo el Código CIU N.º 18100 “Fabricación de prendas de vestir” e identificada con el RUC 20602225993, se dedica principalmente a la fabricación de prendas para vestir y venta de artículos de merchandising, contando actualmente con más de 10 colaboradores.

Esta empresa empezó en el sector de confecciones en el año 2007 bajo el nombre de Confecciones D’Andrea, en donde además de ofrecer la fabricación de ropa, también se encargaba del diseño de los patrones; sin embargo, a partir del 26 de mayo del 2017 se constituyó oficialmente como Andreatex S.A.C.

Actualmente, los diferentes productos que ofrece están orientados a satisfacer las necesidades que provienen de las distintas instituciones públicas, colegios y empresas privadas que generan una venta alrededor de 380 000 soles anuales.

La aplicación de la metodología DMAIC en conjunto con las herramientas Lean traerán grandes beneficios a la empresa, en la optimización de su proceso productivo, además de los grandes ahorros que le traerá por la eliminación de los desperdicios y la reducción de la variabilidad del proceso.

1.1.2 Descripción de los productos ofrecidos

Entre los productos que ofrece Andreatex S.A.C se encuentran: a) artículos de confección como polos publicitarios, casacas, chalecos, mandiles, etc., b) agendas, c) mochilas, d) uniformes escolares, e) uniformes para empresas, f) artículos en biocuero como portafolios, porta lapiceros, etc., g) llaveros, etc.

Cada uno de estos artículos mencionados anteriormente, es diseñado o personalizado según los requerimientos adicionales del cliente.

La funcionalidad de estos artículos es la de proyectar la mejor imagen de las marcas y empresas con las que se trabaja, ayudando de esta manera a alcanzar sus metas comerciales.

1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa

Los principales clientes de la empresa de confecciones son las instituciones públicas y privadas, municipalidades y colegios a nivel nacional.

Estos se encuentran en la constante búsqueda de poder dar a conocer sus marcas mediante diferentes canales, uno de los cuales los constituyen los artículos merchandising, que les va a permitir aumentar la rentabilidad en sus puntos de ventas, pretendiendo reafirmar o cambiar la conducta de compra.

Uno de los objetivos de aplicar esta técnica es llamar la atención, dirigir al cliente hacia el producto, facilitar la acción de compra, entre otros.

1.1.4 Estrategia general de la empresa

La empresa Andreatex S.A.C aplica una estrategia de enfoque diferenciación, debido a que al ser una pequeña empresa dentro de los más de 5 632 establecimientos manufactureros ("Emporio de Gamarra alberga más de 24 mil establecimientos", 2012) de distintos tamaños ubicados en el emporio comercial de Gamarra, delimita y dirige sus productos a nichos de mercados bien definidos como son los colegios así como también las instituciones públicas y privadas, con el fin de atender los requerimientos de sus clientes en materia de calidad y precio para así poder seguir siendo una empresa competitiva.

1.1.5 Descripción de la problemática actual

Actualmente es sabido que las mypes juegan un papel preponderante en el desarrollo socioeconómico del país pues constituyen aproximadamente el 95% de todas las empresas formales existentes a nivel nacional en la economía peruana, crean empleo en alrededor del 47% de la PEA y alcanzaron ventas equivalentes a un 19% del PBI en el 2019 Sociedad de Comercio Exterior del Perú (Comex Perú, 2019). Del total nacional de estas, al año 2016 se contabilizaron 27 139 en el emporio Comercial de Gamarra, de las cuales 3 171 constituyen empresas de fabricación de prendas de vestir (Instituto Nacional

de Estadística e Informática [INEI], 2017). Respecto a las mypes que tienen a la producción como actividad empresarial, algunas de sus principales características, además de las genéricas compartidas ya mencionadas, son las siguientes: son dirigidas en un 44% por hombres que tienen, en promedio, 45 años; el 56% de ellos son jefe del hogar, lo cual indica que estos ingresos contribuyen a la sostenibilidad financiera de sus hogares; emplean a una menor proporción de familiares debido en parte a la especialización de la mano de obra; solo el 31% posee algún producto financiero formal; son las que menos llevan algún tipo de registro de cuentas; son las que tienen más tiempo operando con más de 11 años en promedio y aún presentan rezagos en la adopción e implementación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) (Comex Perú, 2019).

La mayoría de micro y pequeñas empresas (mypes) no está exenta a esta realidad, tal es el caso Andreatex S.A.C., pues en el levantamiento de información se pudo evidenciar lo que se tenía previsto, que era que, al ser una empresa pequeña, el gerente general ejercía una multiplicidad de funciones, no tenía sus procesos estandarizados, casi la totalidad de su maquinaria era del tipo tradicional y se disponía de unos pocos datos históricos e indicadores. Así pues, considerando esto, para la determinación de la problemática actual en la empresa, se realizó dos entrevistas, una al Gerente General y otra al Supervisor de Producción de la empresa. Ambos coincidieron en que el principal problema de la empresa en los últimos 5 años, dado su impacto sustancial en la menor generación de ingresos (cuantitativamente en casi 10% menos del valor meta del 40% en el margen bruto), era el incumplimiento en el tiempo de entrega de los pedidos, lo cual a su vez tenía un origen en las distintas deficiencias comunes presentadas durante el proceso productivo, las cuales fueron las siguientes: la falta de estandarización de procesos, la falta de un plan de producción, la presencia de métodos de trabajo inadecuados y la falta de definición de tiempos estándares, por lo que resulta fundamental resolver la pregunta de investigación: ¿Es posible lograr mejoras en los procesos productivos de Andreatex S.A.C. empleando las herramientas de Lean Manufacturing?

1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo General

Determinar la factibilidad para la mejora del proceso de producción de en la empresa de confecciones Andreatex S.A.C., mediante el uso de la metodología DMAIC y las herramientas del Lean Manufacturing.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa para identificar los principales problemas para determinar las oportunidades de mejora.
- Proponer nuevos métodos de trabajo empleando herramientas que brinda la filosofía Lean Manufacturing para lograr mejores desempeños.
- Priorizar las alternativas de solución en base a diferentes criterios.
- Realizar la evaluación costo- beneficio de las propuestas de mejora.

1.3 Alcance y limitaciones de la investigación

La presente investigación constituye un estudio de mejora aplicado a la empresa de confecciones Andreatex S.A.C., considerando como unidad de análisis al área de producción. Se realizó durante el periodo de agosto del año 2017 hasta julio del año 2018. Los elementos que comprenden la población son las máquinas, insumos, materiales y el capital humano.

En cuanto a las limitaciones que se pueden presentar están el tiempo, debido a que el plazo para presentar está limitado por un número reducido de semanas y la complejidad que comprende cada capítulo.

Además, debido a que Andreatex S.A.C es una pequeña empresa, es dificultoso recolectar información numérica como indicadores o datos numéricos para llevar a cabo el análisis; sin embargo, para la investigación aplicada fue necesario implementar indicadores, guardar datos numéricos de tiempos de entrega, kg perdidos de tela, etc.

1.4 Justificación de la investigación

La justificación de la investigación aplicada se hará tomando tres aspectos: Técnica, económica y social.

1.4.1 Técnica

Para el trabajo de investigación, se empleará una metodología ya desarrollada antes en industrias similares especialmente en las manufactureras, en donde a partir de data se puede calcular la variabilidad en el proceso mediante herramientas estadísticas, siendo este el paso inicial para llevar a cabo la metodología en donde se propondrán propuestas

de mejora técnicamente viables a través de las herramientas de Lean Manufacturing para aumentar la calidad en los procesos.

1.4.2 Económica

En cuanto a los beneficios relacionados al aspecto económico que traerá la mejora, están la optimización de los procesos para mantener una estructura de bajos costos que permita un correcto uso de los materiales y mano de obra. Además, se generarán ahorros a través de la eliminación de todos los desperdicios que no generen valor en el proceso productivo, evidenciándose un beneficio económico para la empresa Andreatex S.A.C.

1.4.3 Social

La investigación trae consigo el empoderamiento del personal, ya que cada uno asume un rol definido desde el inicio del proyecto como parte del equipo, en el cual asume determinadas responsabilidades. Esto último beneficiará a todos los operarios pues obtendrán nociones básicas de control estadístico de la calidad, así como también, mejores condiciones de trabajo como consecuencia de estar en la constante búsqueda de la mejora continua, lo cual a su vez permitirá una mayor comunicación entre áreas.

1.5 Hipótesis de la investigación

La mejora del proceso productivo de la empresa de confecciones Andreatex S.A.C. aplicando las herramientas de Lean es factible técnica, económica y socialmente.

1.6 Marco referencial de la investigación

Como referencia para la investigación, previamente se tomaron en cuenta los siguientes trabajos:

Ordóñez y Torres (2014). “Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC”. Pontificia Universidad Católica del Perú.

La similitud con esta tesis es que se utilizará la misma metodología DMAIC aplicando las diferentes herramientas estadísticas para la correcta alternativa de mejora en el proceso de corte para la confección de polos. Sin embargo, la diferencia radica en que esta tesis solo está enfocada en el área de corte de todo el proceso productivo y su unidad métrica que utiliza para medir son las pulgadas de tela.

Barahona Castillo y Navarro Infante (2013). “Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six Sigma”. Pontificia Universidad Católica del Perú.

La similitud con esta tesis es que se hará una mejora tomando como información una base de datos de las métricas de los problemas identificados para aplicar las diferentes herramientas que sugiere cada fase de la metodología, para de esta manera tener proponer las alternativas de mejora. Por su parte, la diferencia es que es un rubro totalmente distinto, ya que la empresa se encarga de fabricar alambres de acero y sus datos a medir están en magnitudes físicas totalmente distintas.

Carbonel González y Prieto Solimano. (2015). “Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en el área de confecciones de una empresa textil”. Pontificia Universidad Católica del Perú.

La similitud con dicha tesis es que se hará el análisis en el área de producción para identificar cuáles son los principales problemas que afectan a la baja productividad diferenciándolos por familias de producto. Por otra parte, se tiene como diferencia que la investigación citada no utiliza datos estadísticos para el cálculo de la capacidad de su proceso para determinar las propuestas de mejora, sino que lo hace a partir de indicadores.

1.7 Marco conceptual de la investigación

Para el desarrollo de la investigación aplicada, es necesario conocer la definición teórica de los términos relacionados a las herramientas de Lean que se nombrarán en los siguientes capítulos.

Lean Manufacturing

Es una metodología que permite trabajar a través de la cadena de valor, busca conocer todo aquello que el cliente reconoce como valor añadido y por lo que está dispuesto a pagar, y eliminar los desperdicios que no agregan valor al proceso.

Desperdicio

El desperdicio es todo aquello que no agrega valor para el cliente, por lo tanto, está metodología busca minimizar el desperdicio. Toyota identificó 7 tipos de desperdicios. Estos son los siguientes: sobreproducción, espera, transporte, sobre procesamiento,

inventario, movimiento, movimiento y defectos (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010)

- **Sobreproducción:** es el resultado de fabricar más de cantidad de la requerida o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria.
- **Tiempo de espera:** es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente.
- **Transporte:** es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario, quizá por un *layout* mal diseñado.
- **Sobrepocesamiento:** es el resultado de someter al producto en procesos que generan más costo del esperado o el valorado por el cliente.
- **Exceso de inventario:** es un stock no necesario para satisfacer la demanda del cliente (interno o externo).
- **Movimiento:** exceso de movimiento que no son necesarios para completar adecuadamente una operación o actividad.
- **Defectos:** los defectos disminuyen la productividad ya que se destina un tiempo extra por no haberlo hecho bien a la primera.

Herramientas Lean

Algunas de las técnicas que se utilizan en Lean Manufacturing, según diversos autores, son las siguientes:

- **Estandarización:** Los estándares son especificaciones que determinan la manera en que se construye y funciona una tecnología en particular, con el objetivo de regular la realización de sus procesos (Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental, 2012)
- **Mantenimiento productivo total (TPM):** Es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados, siendo esta una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. La eficacia de los equipos se maximiza por el esfuerzo realizado en el conjunto de la empresa para eliminar las “seis grandes pérdidas” que son: averías, preparación y ajustes, tiempo en vacío y paradas cortas, velocidad reducida, rechazos y reproceso, y, por último, rendimiento reducido en la puesta en marcha (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013).

Los 8 pilares del TPM son la base fundamental para lograr el objetivo de eliminar o reducir las seis pérdidas.

- **Mejoras enfocadas:** es la oportunidad de mejorar en las áreas de las plantas industriales para maximizar el OEE.
- **Mantenimiento autónomo:** es un conjunto de actividades que se realiza diariamente por todos los trabajadores para mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.
- **Mantenimiento planificado:** el mantenimiento preventivo es uno de los pilares más importantes para disminuir los costos e incrementar la disponibilidad.
- **Mantenimiento de calidad:** es la tolerancia con la que se puede trabajar y la cantidad de defectos que salen de cada proceso. Los defectos pueden salir por un problema en el material, maquina, método o mano de obra.
- **Prevención del mantenimiento:** es planificar e investigar sobre las nuevas máquinas que puedan hacer utilizadas en la empresa, para ello es necesario rediseñar los procesos, evaluar nuevos proyectos y finalmente ejecutarlo.
- **TPM en área administrativas:** implica reforzar sus funciones mejorando su organización y cultura.
- **Educación y entrenamiento:** los equipos de trabajo deben estar bien adiestrados, para ello es necesario la formación de las personas para lograr oportunidades en base a su desempeño.
- **Gestión de seguridad y entorno:** los estudios de tiempos y movimientos deben tener los análisis de riesgos de seguridad.

Kaizen

Proviene de las palabras japonesas “Kai”, cambio y, “zen”, para mejorar. Así pues, significa “cambio para mejorar” e implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas. También es conocido como mejora continua. Se basa en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados incluyendo a los directivos. Comprende tres componentes esenciales: percepción, desarrollo de ideas y tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).

Mantenimiento autónomo

Constituye una de las partes preparativas de las condiciones para implantar TPM, está formada por una serie de actividades ejecutadas diaria y regularmente en base a estándares previamente definidos en colaboración con los trabajadores de funciones operativas. Dentro de este trabajo destacan actividades tales como inspección, lubricación, limpieza, etc. (Tavares, 1999).

OEE

Abreviatura de *Overall Equipment Efficiency* que traducido al español es “Índice de Operatividad Efectiva del Equipo”, es considerado el indicador numérico “natural” para el TPM que revela la eficiencia y efectividad del funcionamiento de una máquina y/o línea de producción (Tavares, 1999). Se calcula como el producto de los ratios de disponibilidad, eficiencia y calidad:

- Disponibilidad: tiempo real disponible para producir en una línea o máquina.
- Rendimiento: indica la relación entre las piezas producidas realmente (sin defectos) y las que deberían de haberse producido idealmente en el tiempo de operación.
- Calidad: las pérdidas por calidad representan el porcentaje de unidades que cumplen las especificaciones sobre el total de unidades producidas.

$$\text{Fórmula: } OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}$$

1.7.1 Six Sigma

Six sigma es una filosofía de trabajo enfocada hacia el cliente, manejo de datos y diseños robusto, que permite tener como ventajas la eliminación de la variabilidad de los procesos y la obtención de un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón.

Dicho término es una medida de variabilidad, en el cual muestra la cantidad de datos que cumplen los requisitos del cliente. Mientras mayor sea la sigma, mayor serán los resultados que cumplen con los requerimientos del cliente.

Por lo general, los procesos tienden a comportarse dentro del rango de las 3 sigmas, lo que equivale a 67 000 defectos por millón de oportunidades (DPMO), lo cual lo ideal, es tener un nivel de clase mundial de 3.4 DPMO. Ver Figura 1.2.

Esta metodología se basa en tres grandes aspectos:

- **Enfoque al cliente:** Busca asegurar que las salidas del proceso satisfagan los requerimientos del cliente.
- **Basada en datos:** Identifica las entradas al proceso y área de mejora.
- **Metodología robusta y sistemática:** Para definir, medir, analizar, mejorar y controlar los procesos y así maximizar la productividad.

Six Sigma tiene 2 dinamizadores. El primero es la reducción de los costes ocasionados por la deficiente calidad que son los defectos que representan trabajo sin valor añadido. El segundo es la ruptura de la complacencia, impulsando la necesidad de situarse en los niveles de estándar mundial, con el propósito de mejorar la rentabilidad y competitividad (Gómez Fraile et al., 2002).

a) DPU

Abreviatura de defectos por unidad (DPU) es una métrica de calidad que es igual al número de defectos encontrados entre el número de unidades inspeccionadas. No toma en cuenta las oportunidades de error (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2013)

b) DPO

Abreviatura de defectos por oportunidad (DPO), es una métrica de calidad que es igual al número de defectos encontrados entre el total de oportunidades de error al producir una cantidad específica de unidades.

c) DPMO

Abreviatura de defectos por millón de oportunidades (DPMO), es el número de defectos en una muestra dividido entre el número total de oportunidades de defectos multiplicados por un millón. Ayuda a estandarizar el número de defectos en el nivel de oportunidad.

d) Sistema de Gestión de Calidad

Parte de un conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr las metas de la

empresa relacionadas a la calidad, Organización Internacional de Normalización [ISO] (2015).

e) Metodología DMAIC

En el estudio se empleará la metodología DMAIC que consta de 5 etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

A continuación, se explicará a detalle en lo que consta cada etapa:

Definir

En esta etapa del proyecto, lo que se busca es definir los objetivos de la actividad de mejora con la finalidad de conocer la situación actual, mediante las diferentes herramientas como:

- **Diagrama SIPOC:** Es un diagrama de caracterización que sus siglas significa proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. Este mapa permite definir los límites, con respecto en donde empieza y acaba el proceso a analizar. Ver Figura 1.1.

Figura 1.1

Ejemplo de diagrama SIPOC

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Órdenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Nota. De Diagrama SIPOC, por Asociación Española para la Calidad, 2016 (<https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>)

- **Voz del cliente:** Considerando que un proyecto bajo metodología DMAIC tiene como prioridad la satisfacción del cliente, es necesario identificar los requisitos de estos a fin de asegurar la viabilidad del proyecto.

- **El árbol Critical To Quality (CTQ):** Son las principales características medibles de un proceso o producto, a través de los conductores, que son lo que el cliente considera como bueno, con el fin de satisfacerlo.

Medir

Se busca conocer la capacidad del proceso, el actual performance del sistema de medición y las gráficas de control del proceso. Mediante los CTQ's definidos en el paso anterior en la manera de proveer la información necesaria para las etapas subsiguientes.

La herramienta para utilizarse es la capacidad del proceso. Determina si el proceso cumple con las especificaciones del cliente a corto plazo. Para evaluar un proceso de deben cumplir dos condiciones: La distribución de los datos debe tener un comportamiento normal y el proceso debe estar bajo los límites de control estadístico.

A continuación, se detallarán algunos índices para medir la capacidad del proceso:

Índice de la capacidad potencial del proceso (Cp):

Este índice busca mostrar el potencial que tiene el proceso y se interpreta de la siguiente manera:

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

- Si $cp < 0.67$, indica que el proceso es pésimo.
- Si $0.67 < cp < 1$, el proceso no es adecuado.
- Si $cp \geq 1.33$, el proceso es adecuado.
- Si $cp = 2$, el proceso es muy bueno.

Índice de la capacidad real del proceso (cpk):

Este índice muestra que tanto el proceso cumple con las especificaciones del cliente y en donde \bar{x} es el centro del proceso. Mientras más grande sea el Cpk es mejor.

$$Cpk = \min\left(\frac{LSE - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LIE}{3\sigma}\right)$$

- **Analizar:** En esta etapa de la metodología se hará un análisis de las posibles causas que afectan la variabilidad del proceso. Se utiliza una herramienta como Diagrama de Ishikawa. Mediante este diagrama se busca conocer las causas primordiales potenciales al problema a través de las llamadas 4 M's (Mano de obra, máquinas, métodos y materiales).
- **Mejorar:** consiste en la manera de buscar la mejor solución al proceso para reducir su variabilidad. En esta etapa se efectuará el uso de una herramienta de mejora continua Lean para implementar una propuesta de solución.
- **Controlar:** en esta etapa se da seguimiento al proceso para un mejor desempeño. La solución incluye un cambio en el comportamiento de las personas, procesos y sistemas de medición. Las herramientas que se utilizan en esta etapa son:
 - **Gráficas de control:** son aquellas gráficas que tienen como objetivo el detectar y estudiar anticipadamente la presencia de causas especiales de la variabilidad del proceso a través del tiempo, con el fin de mejorar los procesos. Existen dos tipos: gráficas de variables (utiliza valores medidos) y gráfica de atributos (del tipo sí/no, bueno/malo, pasa/no pasa, etc.).
 - **Procedimientos:** son las formas especificadas de llevar a cabo una actividad o un proceso.

f) Roles principales según la Metodología DMAIC

- **Champion y/o patrocinadores:** Gerentes de planta y gerentes de área, son los dueños de los problemas; establecen problemas y prioridades. Son los responsables de garantizar el éxito de la implementación de 6σ en sus áreas de influencia. Requieren demostrar dedicación, entusiasmo, fe en sus proyectos, capacidad para administrar.
- **Black Belt:** Gente dedicada de tiempo completo a Seis Sigma, realizan y asesoran proyectos. Debe poseer Capacidad de comunicación y ser reconocido por el personal por su experiencia y conocimientos.

- **Green Belt:** Ingenieros, analistas financieros, expertos técnicos en el negocio atacan problemas de sus áreas y están dedicados de tiempo parcial a 6σ. Asimismo participan y lideran equipos Seis Sigma.



CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PROCESO A MEJORAR

2.1 Análisis externo de la empresa

2.1.1 Análisis del entorno global

Se analizaron los siguientes factores:

Entorno económico

Como ya se mencionó anteriormente, el sector textil y de confecciones está atravesando por una etapa de desaceleración; sin embargo, según la Asociación de Exportadores (ADEX) las exportaciones textiles cerraron el primer semestre del 2019 con un incremento del 9,6% y que Estados Unidos sigue siendo el primer socio comercial del textil peruano, con una participación cercana al 50% ("Perú tuvo un 9.6% de suba en las exportaciones textiles", 2019) . Otros de los índices que encontramos es el de competitividad, según datos de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) los pilares de competitividad del Perú se han reducido entre el 2011 y 2016, en comparación a los de Nicaragua y Guatemala, sobre todo en los de innovación, infraestructura y sofisticación de los negocios (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2018).

En cuanto a las exportaciones del sector de confecciones, se orientan principalmente a los Estados Unidos, país que representa el 63,4% del valor exportado, seguido por Brasil, con un 4,1%. Entre los principales productos exportados a Estados Unidos, se encuentran los polos de algodón con un 35,6%, seguido de las camisas (12,7%) y los polos de otros materiales con 7,9% (MEF, 2018).

Entorno sociocultural

Como parte de la estrategia comercial de las empresas, estas recurren a servicios que brinden productos personalizados como artículos de merchandising, para potenciar sus marcas.

Las fechas festivas como el día de la madre, día del padre, navidad, fiestas patrias, etc. Son los meses en donde las ventas se elevan por una mayor promoción de las empresas privadas.

Entorno tecnológico

En cuanto al entorno tecnológico, existen nuevas tecnologías para los procesos de diseño y corte, tales como el software de patronaje digital que te permite hacer moldes y diseño 3D de ropa por computadora, además, te permite escalar las tallas de forma más rápida. Otra opción, es la máquina de corte automático que te permite acelerar los ciclos de trabajo en la medida que se obtiene un mejor rendimiento de la tela. Un buen trazo y corte garantiza un producto de excelente calidad y generación de ganancias en insumos.

La máquina de corte que se utiliza en la empresa de confecciones es una de corte convencional y los moldes también se realizan de manera manual.

Entorno político

Indecopi decide mantener derechos antidumping a tejidos de Pakistán, que se utilizan para confeccionar sábanas, fundas de almohadas, edredones, cubrecamas y cojines (Informe N.º 071-2020/CDB-INDECOPI, 2020).

Posibles acuerdos con países de la India, traería un perjuicio para el sector manufacturero no primario.

Entorno global

La adopción de normas de calidad en las mypes, permitirá su colación en el mercado internacional.

Por otra parte, la implementación de procesos de carácter mundial trae beneficios económicos, mediante el uso óptimo de los recursos, para ofrecer productos de una calidad excepcional.

2.1.2 Análisis del entorno competitivo

Se aplicó el análisis de las cinco fuerzas del sector:

Poder de negociación de proveedores

El poder de negociación de los proveedores es medio debido a que existen muchos de estos en el sector y la empresa accede a ellos según los criterios de calidad de sus productos; sin embargo, debido a que no se producen grandes cantidades de los artículos que ofrece Andreatex, se encuentran en desventaja a obtener descuentos por volumen.

Poder de negociación de los compradores

Los compradores tienen un alto poder de negociación debido a que existen costos bajos para cambiar de proveedor. Además, existen muchos ofertantes que ofrecen una gran variedad de precios para los productos que ofrece Andreatex.

Amenaza de productos sustitutos

La amenaza de los sustitutos es alta, debido a que hay muchas empresas se encargan de la fabricación de prendas similares, tomando en consideración que el análisis se hará a la fabricación de un polo básico por lo tanto las gorras, agendas, etc., podrían sustituir a la prenda. Otro aspecto para considerar es el bajo costo de las prendas y artículos provenientes especialmente de la China que entran al mercado.

Riesgo de ingreso de competidores potenciales

En cuanto al ingreso de competidores potenciales para la industria de confecciones se clasificará en dos:

- Fabricantes extranjeros: El riesgo es considerablemente alto debido a que se tratan de productos relativamente a un costo más bajo como las prendas provenientes de la China.
- Fabricantes nacionales: El riesgo es bajo tomando en consideración lo que se mencionó anteriormente sobre la situación actual del sector de confecciones. Además, como barrera de ingreso está el requisito de capital, dado que se tiene que hacer una fuerte inversión en maquinaria.

Rivalidad entre firmas establecidas en el Mercado

La rivalidad entre los competidores del sector industrial es bastante alta, debido a que muchos de estos se dedican a la fabricación de prendas de vestir y venta de productos de merchandising a Instituciones públicas. Además, considerando que el sector textil y de confecciones se encuentran en descenso, los competidores sienten la presión de mejorar su posición frente a los demás.

Los dos factores para tomar en consideración para la rivalidad entre los competidores son:

- La falta de diferenciación que ofrecen en sus productos.
- La situación nacional actual por la que está atravesando el sector de confecciones y textil.

2.1.3 Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

Mediante el análisis externo realizado a dicha empresa, se identificaron algunas oportunidades y amenazas encontradas en el sector de confecciones que la afectan.

Oportunidades

- En lo que va del año, se ha visto un crecimiento del 5% en el rubro textil, respecto a la cifra lograda en el año 2016 (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [MINCETUR], 2017).
- Adopción de las normas de calidad en los procesos de las micro y pequeñas empresas (mype), permitiría su colocación en los mercados internacionales.
- Mediante el programa “Tu empresa” del Ministerio de Producción (PRODUCE), se busca aumentar la formalización, el acceso al crédito y desarrollo de las capacidades de los empresarios.
- Generación de empleo en el sector textil y de confecciones por medio de una estrategia sectorial.

Amenazas

- Ingresos de productos provenientes de la China.

- Según la información de la Sociedad Nacional de Industrias (2017), existe posible acuerdo comercial (TLC) con la India, lo que afectaría al sector textil por las condiciones actuales y la calidad de los textiles peruanos.
- Bajo costo de mano de obra en países asiáticos para la fabricación de prendas y poco interés de pertenecer a la PEA del sector textil.

2.2 Análisis interno de la empresa

2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales

La empresa de confecciones no cuenta con una visión, misión y objetivos organizacionales establecidos. Como propuesta para la empresa Andreatex S.A.C., se describirá el direccionamiento estratégico:

Visión

Ser reconocida como una empresa líder en confecciones y venta de productos de primera calidad en los nichos de mercado en los que estamos presentes.

Misión

Producir y comercializar artículos de merchandising de la más alta calidad, de acuerdo con las tendencias del mercado, logrando la plena satisfacción de los clientes.

Objetivos organizacionales

- Maximizar las ganancias mediante el uso adecuado de los recursos.
- Maximizar los ingresos por ventas.
- Implementar tecnología de punta.
- Capacitar y mejorar el personal de la empresa.

2.2.2 Análisis de la estructura organizacional

La empresa no tiene un organigrama formal; sin embargo, según el levantamiento de información, observamos que estas son las personas que laboran en la empresa siendo este el organigrama propuesto Ver Figura 2.1.

En cuanto a la identificación de los puestos de trabajo existentes en la empresa, se pudo apreciar la falta de una descripción de las funciones de cada perfil, esto debido a la falta de gestión de la empresa respecto a la administración de su personal, lo que genera que no haya una segregación formal de funciones y deriva posteriormente en posibles conflictos de roles al momento del desempeño de sus funciones, así como también en la aparición de problemas de comunicación horizontal y vertical.

En cuanto a la gerencia general, las funciones que realiza son de comercialización, relación con los clientes y financieras de la mano con el contador.

En las funciones operativas, se cuenta con un supervisor de producción encargado de la planificación de la producción y funcionamiento de los procesos, así como de un asistente administrativo que se encarga de gestionar todos los recursos necesarios para confección de los productos y coordinar la entrega de los pedidos.

Finalmente, se cuenta con costureros y habilitadores que realizan tareas operativas como la costura, limpieza y empaquetado de los productos terminados.

En total, se cuenta con 10 trabajadores, los cuales trabajan de lunes a viernes de 9:00 am a 6:00 pm.

Figura 2.1

Estructura organizacional informal



2.2.3 Identificación y descripción general de los procesos claves

Dentro de la empresa Andreatex S.A.C. se identificó las siguientes áreas, explicando los procesos que realiza cada una de ellas:

Procesos comerciales

- **Ventas:** es la sucesión de pasos que la empresa realiza desde el momento en que intenta captar la atención de un potencial cliente hasta que consigue una venta efectiva del producto o servicio solicitado.
- **Cotización:** La cotización es elaborada por el Gerente General, para lo cual procede a revisar cotizaciones anteriores como referencia, realiza una verificación general de la disponibilidad de los materiales, en caso no haya material disponible, coordina con los proveedores la estimación de tiempo para la llegada del producto, una vez entregada la estimación de plazos, el Gerente General elabora la cotización y se la comunica al cliente.

Procesos de administración

Los procesos administrativos se encargan de ver todo lo relaciona a la gestión con los colaboradores, proveedores y los clientes. En el cual se divide en:

- **Pago a colaboradores:** La gran mayoría de personas que trabajan para dicha empresa, especialmente los costureros y habilitadoras, el modo de pago es al destajo esto quiere decir que la remuneración es en base a la cantidad de unidades producidas.
- **Proveedores:** Programación de compras y pagos, contacto con ellos ante alguna situación de urgencia que se presente.
- **Facturación:** Emisión de facturas, guías de remisión y boletas.
- **Créditos y cobranza:** Llevar el control de los clientes con pagos pendientes para evitar un índice de morosidad alto.
- **Atención al cliente:** Atender las solicitudes y reclamos de los clientes.

Proceso de producción

El proceso de producción es el principal proceso de la empresa de confecciones, en el cual la principal función es la fabricación de los artículos de merchandising que el cliente requiera.

Según la información brindada por el área de administración, se procede a la producción de los artículos de vestir. El proceso de producción está dividido en estaciones.

- Estación de corte.
- Estación de costura.
- Estación de habilitado.
- Estación de empaquetado.

Proceso despacho

La principal actividad es la coordinación de las entregas de los pedidos con los clientes y la gestión de la distribución de estos mediante canales directos de distribución como agencias, ya que la mayoría de los pedidos son destinados a provincias.

Posteriormente, para la determinación de los procesos claves, se optó por realizar una matriz que confronte los procesos operativos con los objetivos estratégicos, con el fin de determinar aquellos que estén más alineados y por ende ejerzan mayor influencia en el logro de estos últimos (ver Figura 2.2)

Así pues, posterior a dicha confrontación, los procesos que resultaron críticos fueron todos los incluidos en la gestión comercial, así como también los de la gestión de producción. Estos procesos fueron graficados en un Mapa de Procesos propuesto, dado que la empresa no posee uno definido

Figura 2.2

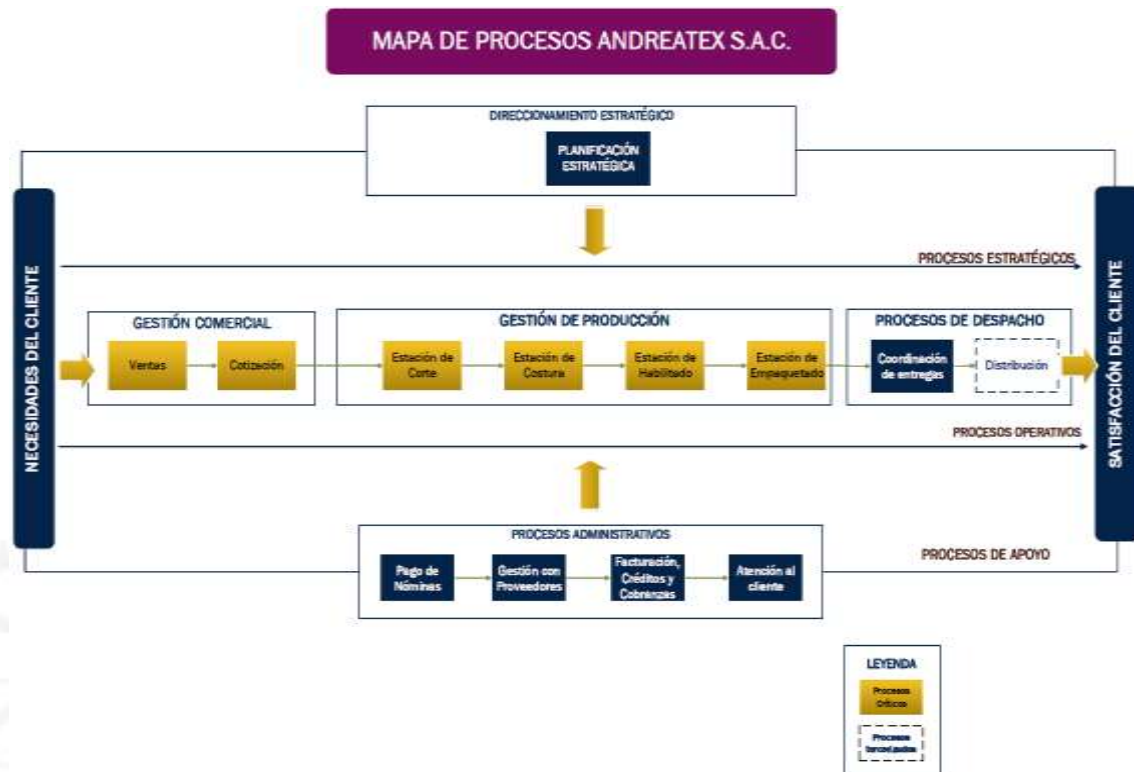
Matriz de Relación de Procesos vs Objetivos Estratégicos (ver Figura 2.3).

M A C R O P R O C E S O S	Objetivos Org.	Maximizar las ganancias mediante el uso adecuado de los recursos	Maximizar los ingresos por ventas	Implementar tecnología de punta	Capacitar y mejorar el personal de la empresa	T O T A L	C R I T I C I D A D
	Procesos						
Comercial	Ventas	3	3	2	3	11	Clave
	Cotización	3	3	2	2	10	Clave
Producción	Estación de Corte	3	2	3	3	11	Clave
	Estación de Costura	3	2	3	3	11	Clave
	Estación de Habilitado	3	2	3	3	11	Clave
	Estación de Empaquetado	3	2	3	3	11	Clave
Despacho	Coordinación de entregas	1	2	1	0	4	Leve
	Distribución	1	2	0	1	4	Leve

Leyenda	
Valor	Significado
0	Ninguna influencia
1	Poca influencia
2	Mediana influencia
3	Alta influencia

Figura 2.3

Mapa de procesos Andreatex S.A.C.



2.2.4 Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves – línea base

Debido a que la empresa Andreatex S.A.C es una pequeña empresa, la recaudación de los indicadores se vuelve complicada por la falta de información numérica cuantificada; sin embargo, se hallaron los siguientes ratios:

Indicador financiero

- Margen bruto: 30,7%, siendo el valor meta de 40%.

Indicador de los procesos internos del negocio

- % de reclamos de los productos terminados: 8%, siendo el valor meta de 5%.
- % de pedidos medianos entregados en el tiempo pactado: 66,67%., siendo el valor meta de 85%.

2.2.5 Determinación de posibles oportunidades de mejora

Se determinaron las siguientes oportunidades de mejora:

Retraso en el proceso de producción

Esto se debe principalmente a que una parte del pedido es producido por un servicio tercerizado, que muchas veces no cuenta con los materiales y recursos a disposición.

Además, las prendas que llevan algún tipo de diseño como bordado, parches o estampados se llevan a cabo en talleres de ese tipo de acabados, generando muchas veces que los pedidos no se entreguen en el tiempo pactado con el cliente, por demoras del proveedor.

Falta de cuantificación del costo por pedido

En la empresa Andreatex S.A.C., no se aplica ningún tipo de costeo ya sea por absorción o ABC, lo que no le permite tener cuantificado el margen de sus pedidos de manera exacta indicándose solo un costo aproximado.

Falta de un plan de producción eficiente

No hay control a la hora de cuantificar cuanto se produce de cada modelo por día, semana, etc. Esto se debe a que no se tiene cuantificado cuanto es el tiempo estándar en hacer una prenda, lo que genera una producción ineficiente por falta de recursos humanos o materiales.

2.2.6 Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa

En cuanto a la realización del análisis interno a la empresa de confecciones, se identificaron algunas fortalezas y debilidades que afectan a Andreatex S.A.C.

Fortalezas

- Alta experiencia de los costureros en la fabricación de prendas de vestir.
- Incentivos a los trabajadores para mejorar la productividad.
- Buen posicionamiento en clientes ubicados en la selva del Perú.

Debilidades

- Disminución de la facturación en un 9%.
- Reducción de la capacidad del taller de confecciones.
- Falta de una estrategia definida y alineada según los intereses de la empresa.

2.2.7 Selección del proceso a mejorar

Una vez conocida la problemática actual por la que está atravesando la empresa, se procederá con la selección del proceso a mejorar, por lo cual se utilizará la metodología de “Análisis de Factores”.

En conjunto con los responsables de la empresa se definieron los pesos de cada factor crítico según su juicio para que la elección del proceso a mejorar sea el de mayor impacto, otorgando asimismo una calificación del 1 al 4, siendo 1 el de menor puntaje y 4 el de mayor puntaje para comparar los resultados en esta tabla de enfrentamiento y elegir el que tenga mayor puntuación.

A continuación, se detallarán los factores críticos de selección:

- **Disponibilidad de la información:** Debido a que la empresa no lleva un control de indicadores, es complicada la obtención de data para analizar el proceso y con ello identificar las oportunidades de mejora. El peso de este factor es del 10%.
- **Oportunidad de desarrollo:** El grado de importancia que tiene cada proceso para aplicar las mejores prácticas y llevarlas a cabo. Este factor tiene un peso de 30%
- **Contribución a la rentabilidad:** Dado que uno de los objetivos es mejorar la rentabilidad con la implementación de la metodología, es necesario identificar al indicador de cada proceso que genere un mayor impacto. El peso otorgado a este factor es del 40%.
- **Generación de diferenciación:** Esto se refiere al potencial de los procesos para entregar valor a los clientes. Este factor tendrá un peso de 20%.

En el siguiente gráfico, se calculará el proceso a mejorar según los factores y procesos descritos anteriormente (ver Tabla 2.2).

Tabla 2.1*Selección del proceso a mejorar*

Factor crítico	Peso	Producción		Administrativos		Despacho	
		Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
Disponibilidad de la información	10%	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Oportunidad de desarrollo	30%	4	1,2	2	0,6	3	0,9
Contribución a la rentabilidad	40%	4	1,6	3	1,2	2	0,8
Generación de diferenciación	20%	4	0,8	2	0,4	3	0,6
Total	100%		3,9		2,5		2,6

Como se puede observar el proceso a mejorar es el de producción debido a que obtuvo el mayor puntaje (3.9).

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL PROCESO OBJETO DE ESTUDIO

3.1 Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1 Descripción detallada del proceso objeto de estudio

a) Descripción del proceso

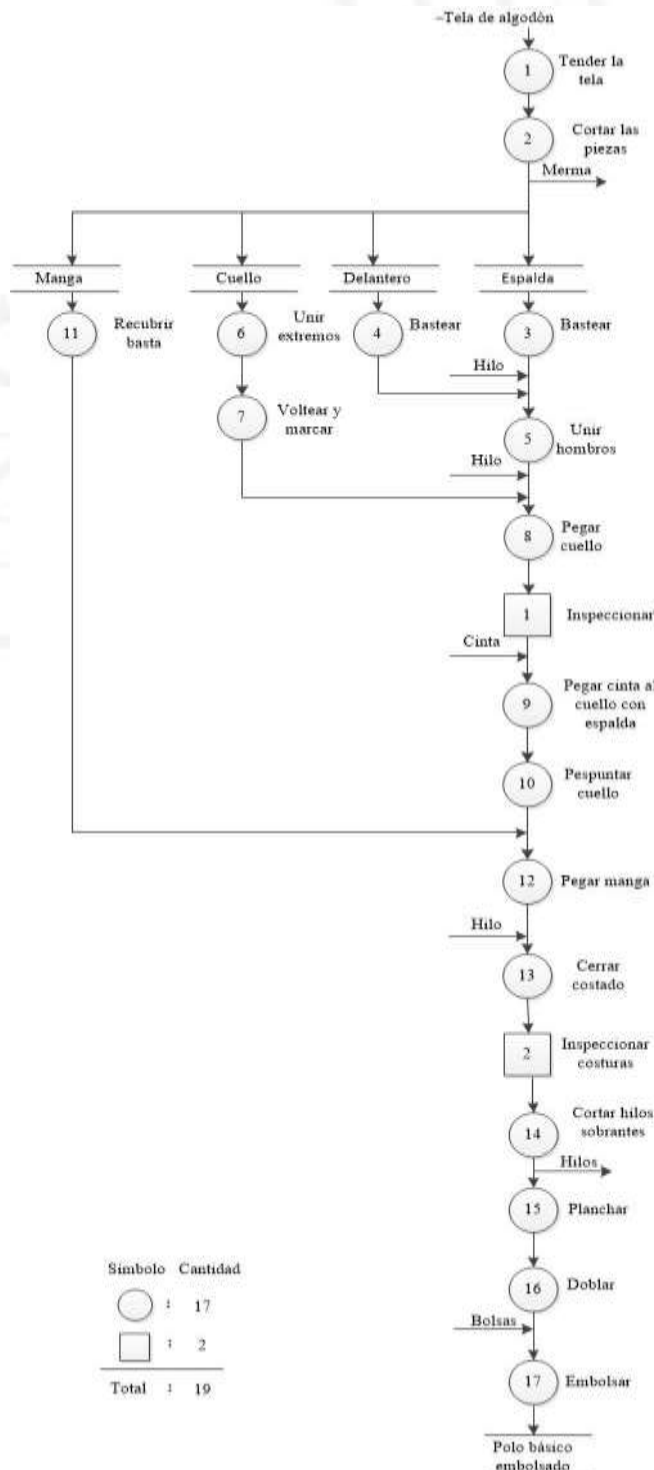
El proceso para la elaboración de un polo básico consta de las siguientes actividades.

- Una vez seleccionado el material de la tela, se tiende sobre una mesa destinada para esta actividad, se coloca los patrones (moldes) sobre la tela y se comienza a bordar sobre el molde para obtener la figura de esa pieza.
- Luego, con una máquina cortadora de tela y un operario, se comienza a cortar la tela para obtener las piezas por paquetes, obteniéndose aquí varios retrasos de tela sobrante.
- Con las piezas obtenidas en la etapa anterior, se procede a la etapa de costura para bastear la espalda y delantero del polo con la recubridora.
- Con las piezas basteadas, con la remalladora se van a unir los hombros.
- Con el RIB/cuello con la remalladora, se unirán los extremos para luego voltearlo y marcarlo.
- Posteriormente, se pegará el cuello al delantero y espalda que ya fueron unidos. Además, se inspeccionará si las costuras del cuello están correctas.
- Para tener un mejor acabado de la prenda, se le pegará la cinta al cuello con la espalda y se respuntará el cuello.
- La manga será recubierta por la recubridora para unirla a la a la espalda y delantero que ya han sido previamente unidos.
- Luego, se cerrarán los costados para obtener el polo cosido.
- Una vez que se tiene el polo, este entra a la estación de acabado, en donde se le quitarán los hilos sobrantes de la prenda.

- Con el polo totalmente limpio, se planchará, doblará y se embolsará, para la realización del despacho.
- Para la producción de un pedido de polos, se necesitan aproximadamente 4 personas (ver Figura 3.1).

Figura 3.1

Diagrama de operaciones de proceso en la elaboración de un polo básico



b) Descripción del equipo del proyecto

En el presente proyecto, el rol de Champion o Patrocinador será desempeñado por José Rodríguez quien es Gerente General de Andreatex S.A.C. ya que él es quien establece los problemas presentados, así como la prioridad de estos, posee la capacidad para administrar los recursos y posee un conocimiento estadístico básico.

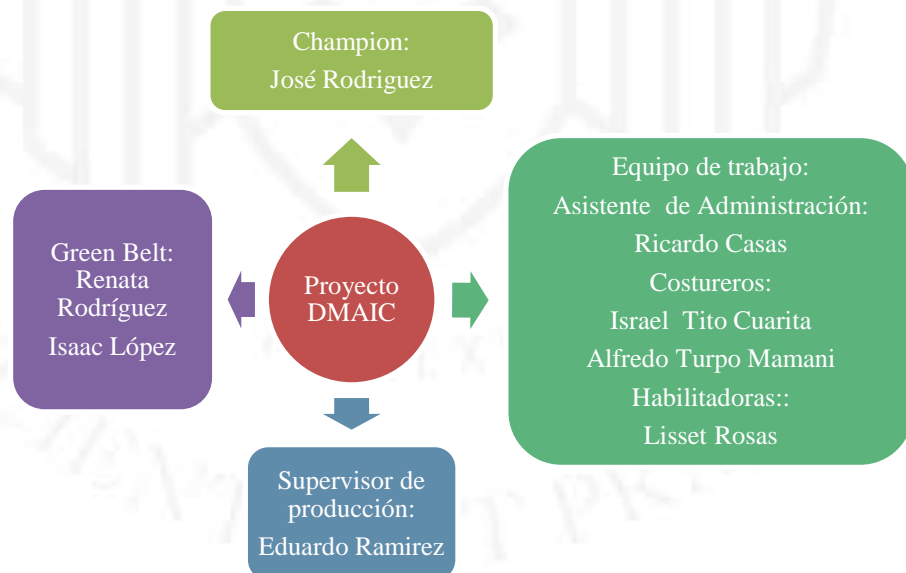
Por otra parte, el rol de Green Belt será el desempeñado de nuestra parte, dada nuestra participación y liderazgo del presente proyecto, dedicación a la resolución de problemas y participación en el control de los lineamientos 6σ .

Finalmente, se tiene a Eduardo Ramírez Supervisor de Producción quien liderará al equipo de trabajo compuesto tanto por el asistente de administración como por el personal operativo, evidenciando apoyo y compromiso para la asimilación e implementación de los cambios en materia de mejora de los métodos actuales de trabajo.

El siguiente esquema muestra las personas involucradas para la realización del proyecto (ver Figura 3.2).

Figura 3.2

Equipo del proyecto



c) Identificación de la voz del cliente

En primer lugar, se ha identificado quiénes son los clientes potenciales; para la elaboración del proyecto son las empresas tanto públicas y privadas que requieren de artículos de merchandising.

Según la previa selección del proceso a mejorar, se ha concluido que la fabricación de prendas de vestir genera un gran impacto económico en la empresa, especialmente la producción de polos que es la que más demanda de pedidos tiene.

Dado que la empresa Andreatex S.A.C. se encarga directamente de la fabricación de las prendas de vestir, es necesario conocer cuáles son las expectativas y experiencias del cliente en cuanto al producto brindado.

Por tal motivo, se ha tenido que recurrir a información confidencial de la empresa para conocer las necesidades y quejas de los clientes.

d) Determinación de los Critical Quality Tree

Para determinar los Critical Quality Tree (CTQ'S), se ha definido previamente la voz del cliente y los conductores.

Los conductores que el cliente considera como buenos son la calidad del producto, eficiencia y atención rápida.

A partir de la identificación de los conductores, se utiliza el esquema del árbol para alinear los esfuerzos de mejora con los requerimientos del cliente, mostrándose a continuación (ver Figura 3.3)

En cuanto a la calidad del producto, tener un mínimo de defectos en las prendas es lo idóneo. Por otro lado, la atención rápida de los pedidos se lograría a través de operarios comprometidos para de esta manera optimizar el tiempo la atención de los pedidos. Sin embargo, se observa que mediante la minimización de los defectos se puede maximizar del número de pedidos entregados a tiempo.

e) Establecimiento y selección del proyecto

En base a los CTQ'S elegidos, se ha establecido un listado de proyectos, en la medida que se pueda elegir el proyecto. Los proyectos propuestos tienen diferentes pesos y se clasificaron en el rango del 1 al 5, siendo el 1 el mínimo y el 5 el máximo. De esta manera, se podrá elegir el de mayor valor.

Para la elaboración de la matriz esfuerzo, impacto y riesgo (EIR), se determinaron cada uno de los factores que afectan directamente a estos. En cuanto al impacto, se consideró el aumento en los ingresos, reducción de los costos, reducción del presupuesto, tiempo de atención y mejora en la calidad, para el esfuerzo, son los recursos de mano de obra, dinero y tiempo, y, por último, al riesgo que se asume al implementar un proyecto y en la gestión de la organización asignando a cada uno de esos factores un peso para posteriormente ponderarlos (ver Figura 3.4)

La fórmula para utilizar es:

$$\frac{\text{Impacto}}{\text{Esfuerzo} * \text{Riesgo}}$$

Los proyectos propuestos son los siguientes:

- Optimización del tiempo de entrega de los pedidos.
- Minimización de los defectos en las prendas.
- Renovación de máquinas.
- Reducción de reclamos de los clientes.

De la matriz EIR, se podrá construir el impacto vs esfuerzo y el riesgo de la implementación asignado a cada proyecto, en donde observamos que el primer proyecto “Optimización del tiempo de entrega de los pedidos” representa un mayor impacto para la empresa con el menor uso de los recursos tanto económicos como humanos (ver Figura 3.5).

Figura 3.3

Árbol del Critical Quality Tree

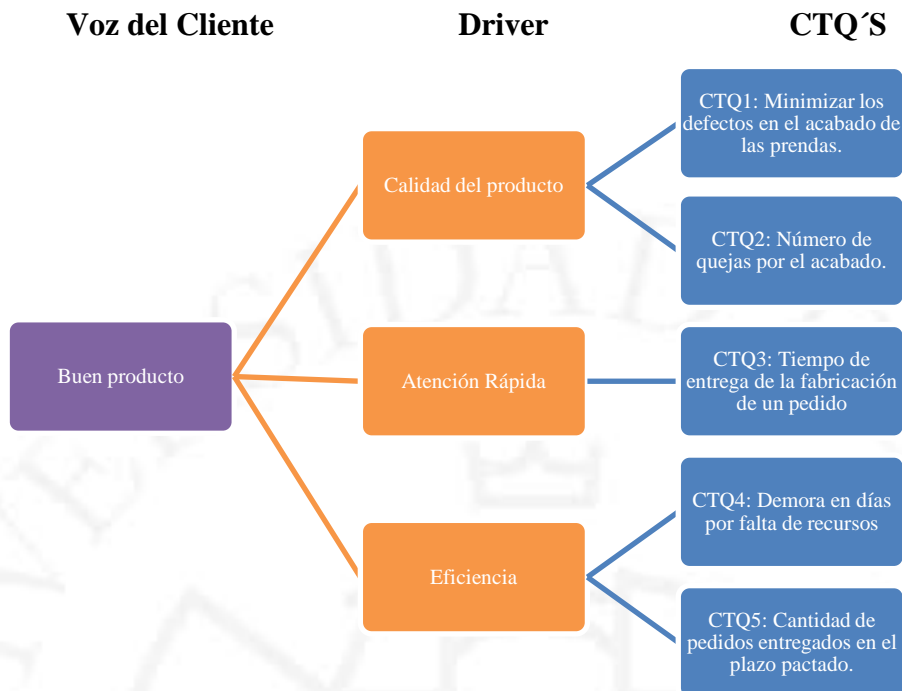


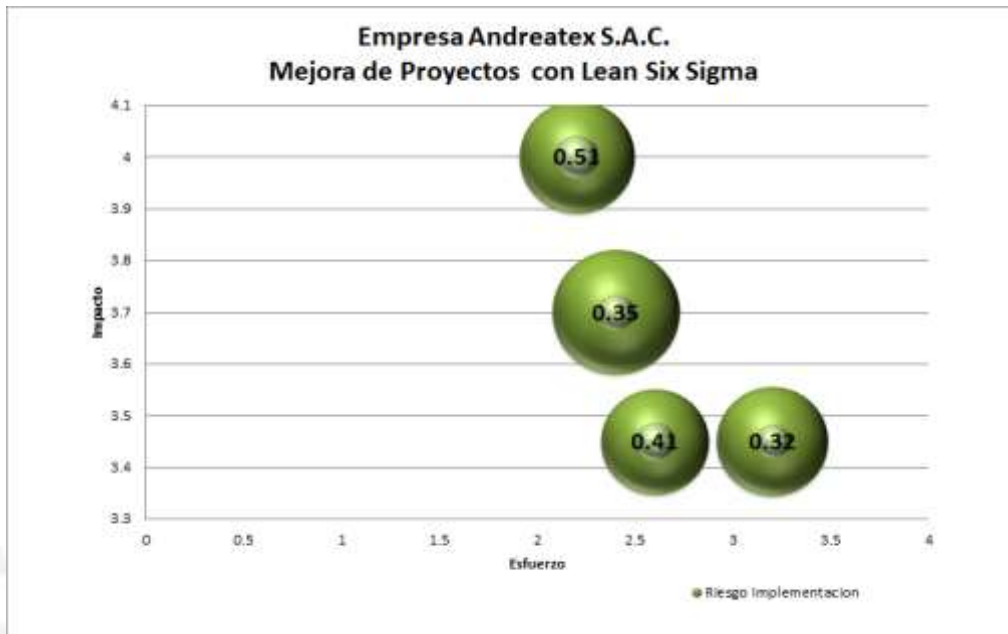
Figura 3.4

Matriz esfuerzo, impacto y riesgo de la empresa Andreatex S.A.C

Empresa de confecciones Andreatex S.A.C.																
Información del proyecto		Impacto					Esfuerzo				Riesgo			Puntaje (Impacto/Riesgo/Esfuerzo)	Ranking	
#	Descripción del Proyecto	Aumento de Ingresos	Reducción de costos	Reducción de presupuesto	Tiempo de atención	Mejora de Calidad	Total Impacto	Recursos de mano de obra	Recursos de presupuesto	Duración del Proyecto	Total Esfuerzo	Riesgo implantación	Riesgo de gestión			Total Riesgo
	Pesos	20%	25%	15%	20%	20%	100%	50%	20%	30%	100%	40%	60%	100%		
1	P1: Optimización del tiempo de producción de los pedidos	2	4	4	5	5	4	2	3	2	2.2	3	4	3.6	0.51	1
2	P2: Minimización de los defectos en las prendas	3	4	2	4	5	3.7	2	4	2	2.4	5	4	4.4	0.35	3
3	P3: Renovación de máquinas	2	3	2	5	5	3.45	2	2	4	2.6	5	2	3.2	0.41	2
4	P4: Reducción de reclamos de los clientes	4	2	1	5	5	3.45	4	3	2	3.2	1	5	3.4	0.32	4

Figura 3.5

Impacto vs Esfuerzo de la matriz EIR



Una vez analizado el impacto, riesgo y esfuerzo que genera cada proyecto, se seleccionó el de mayor puntaje, siendo el elegido la “Optimización del tiempo de entrega de los pedidos”. Este proyecto es totalmente viable, y podrá satisfacer la voz del cliente que es requerir un buen producto.

f) Diagrama SIPOC del proceso central del proyecto

Mediante el diagrama SIPOC, identificamos el límite inicial y final de la confección de un polo básico, los recursos necesarios para elaborarlo, la descripción simplificada de su proceso, los proveedores de los materiales y sus principales clientes (ver Tabla 3.1).

Tabla 3.1

Diagrama SIPOC de la confección de un polo básico

Confección de un polo básico				
Límite inicial: Corte de la tela		Límite final: Polo básico embolsado		
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Cientes
Proveedor de materiales e insumos	Hilos	Corte	Polo básico	Instituciones públicas y privadas
	Tela			
	Aguja	Costura		
	Máquinas	Habilitado		
	Botones	Empaquetado		
	Etiqueta	Despacho		
	Bolsas			

g) Descripción del cuadro del proyecto

Mediante el cuadro del proyecto, se definirá el problema que en este caso es la “Insatisfacción de los clientes debido al incumplimiento en el tiempo de entrega de los pedidos”, en el cual se determinará el objetivo a lograr que es “Reducir el porcentaje de clientes insatisfechos por incumplimiento de entrega del pedido hasta en un 15%” con el equipo de trabajo detallado en el cuadro del proyecto para lograr dicho objetivo (ver Figura 3.6)

Figura 3.6

Cuadro del proyecto

Título	Proyecto bajo metodología DMAIC para reducir el tiempo de entrega de la fabricación de polos por pedido.	
Problema	Insatisfacción de los clientes debido al incumplimiento en el tiempo de entrega de los pedidos.	
Defecto	Casos en los que existe una demora en la entrega de los pedidos. (33,33%)	
Objetivo / Alcance	Reducir el porcentaje de clientes insatisfechos por incumplimiento de entrega del pedido hasta en un 15%	
	El proyecto se desarrollará en 8 meses.	
Métrica	Impacto	
Pedidos de polos que no se entregan a tiempo.	Cliente	√
	Empleados	
Valor Inicial: 33,33%	Económico	√
	Imagen	√
Objetivo: 15%	Equipo	
	Champion	José Luis Rodríguez Alcalde
	Controller	Renata Rodríguez Huamán
Medición	Equipo Green Belt	
La utilidad generada por fabricación de pedidos.	Renata Rodríguez Huamán Isaac López Olmos	
	Equipo de trabajo	
	Asistente de Administración	Ricardo Casas
	Supervisor de Producción	Eduardo Ramírez
	Costurero	Alfredo Turpo Mamani, Israel Tito
	Habilitadora	Lisset Rosas

3.1.2 Análisis de los indicadores específicos de desempeño del proceso

a) Determinación de los datos a medir

Para el Proyecto Lean, se utilizará como indicador al porcentaje de pedidos de polos entregados a tiempo en la fase medir.

En primer lugar, la clasificación de la fabricación de los pedidos de polos se dividirá en tres tipos: pedidos grandes, pedidos medianos y pedidos pequeños. En cuanto a los pedidos grandes, se considera una producción en promedio de 1 500 unidades; los pedidos medianos, 500 unidades; y los pedidos pequeños, 100 unidades.

La información proporcionada sobre la cantidad de días que se demora cada pedido en producir fue proporcionada por el Gerente General de la empresa, dicha data es una demanda histórica de hace 17 meses que representa 72 pedidos de diferentes tipos.

Para hacer la correcta jerarquización de los tres tipos de pedidos, se debe tomar en cuenta los días promedio para producir cada uno de estos; para la fabricación de un pedido pequeño se demora aproximadamente 2 días +- 1; para un mediano 5 días+-1; y, por último, para un pedido grande se demora 15 días +-3.

A continuación, se visualiza la data en días de los tiempos de producción de los pedidos (ver Tabla 3.3 y Tabla 3.4).

Tabla 3.2

Leyendo de los plazos de producción

Color	Tipo de pedido	Valor (Días)
	Pedidos pequeños	2+- 1
	Pedidos medianos	5+-1
	Pedidos grandes	15+-3
	Pedidos entregados fuera del tiempo pactado con el cliente	

Tabla 3.3

Tiempo de producción de los pedidos en días

Tiempo de producción de los pedidos (días)		
2	3	6
3	5	5
4	7	4
2	5	6
2	6	6
3	6	6
3	7	5
2	4	7
7	5	6
8	8	7
8	6	5

(Continua)

(Continuación)

Tiempo de producción de los pedidos (días)		
4	6	18
2	8	15
3	8	15
3	8	16
5	6	20
7	10	17
5	4	21
5	5	19
4	4	19
6	9	16
6	3	17
7	5	15
7	9	15

Una vez obtenida la clasificación de la data, obtuvimos que 8 de los datos corresponden a pedidos pequeño; 51 a pedidos medianos; y 13 a pedidos grandes (ver Tabla 3.5).

Mediante el uso del diagrama de Pareto, se transformará la data cuantitativa en cualitativa, para calcular cuál de los tipos de pedidos genera más ventas (ver Figura 3.7).

Tabla 3.4

Clasificación de los pedidos por tamaño de pedido

Clasificación		
Pedido pequeño	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido pequeño	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido pequeño	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido pequeño	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido pequeño	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido pequeño	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido pequeño	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido pequeño	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido mediano
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande

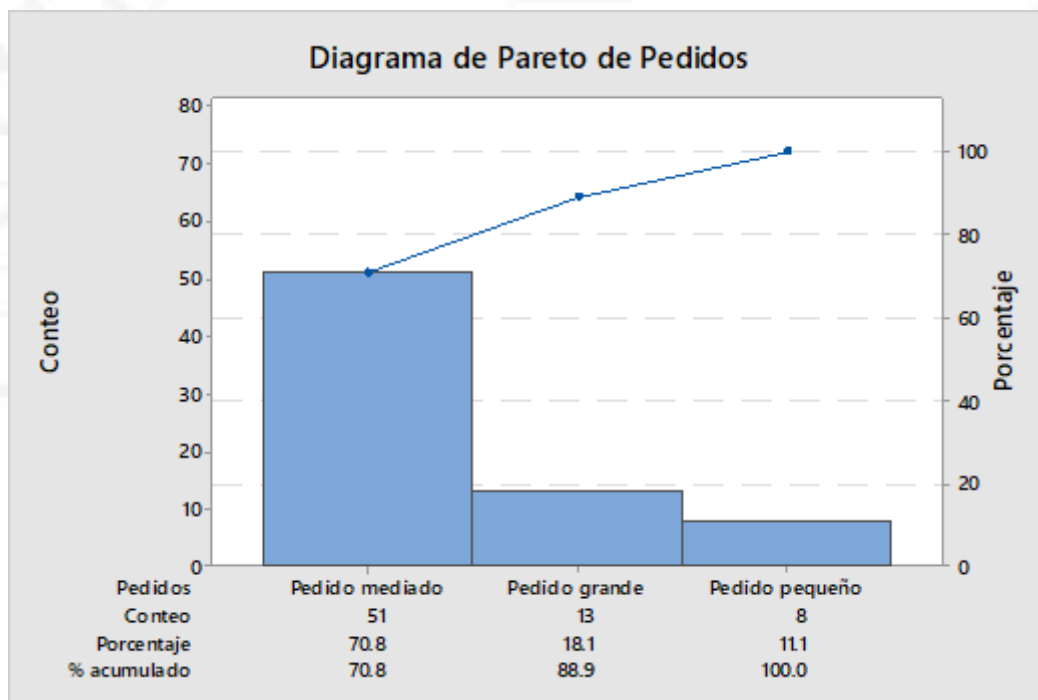
(Continua)

(Continuación)

Clasificación		
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande
Pedido mediano	Pedido mediano	Pedido grande

Figura 3.7

Clasificación de los pedidos por Pareto



Lo que se puede apreciar del gráfico, ver Figura 3.7, es que el 11,1% de los pedidos corresponden al tipo pequeño, el 18,1% corresponde a un pedido grande y, por último, el 70,8% corresponde a los pedidos clasificados como mediados.

En conclusión, la fabricación de los pedidos mediados de polos es de mayor importancia para la empresa. Por lo tanto, lo que mediremos a partir de ahora, será la data correspondiente a estos.

b) Cálculo del CP y CPK

En la fase de medir, se calculará la capacidad potencial del proceso (CP) y la capacidad real del proceso (CPK) mediante la variable: “Cantidad de días que se demora en entregar la producción un pedido mediano de polos”.

Para un correcto análisis de la data obtenida, se hará una previa validación, para afirmar que el comportamiento de la data es una distribución normal (ver Figura 3.8 y Figura 3.9).

La data por analizar se encuentra en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5

Tiempo de producción de los pedidos medianos en días

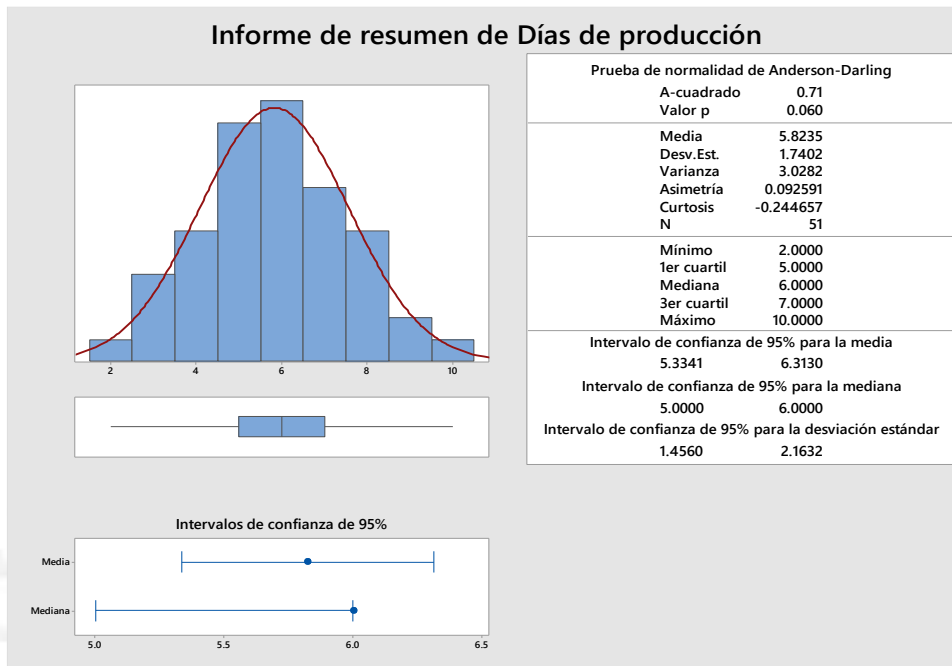
Tiempo de producción de los pedidos medianos (Días)		
7	5	5
8	7	4
8	5	9
4	6	3
2	6	5
3	7	9
3	4	6
5	5	5
7	8	4
5	6	6
5	6	6
4	8	6
6	8	5
6	8	7
7	6	6
7	10	7
3	4	5

Para probar que la data a medir tiene un comportamiento normal, se tiene que cumplir la siguiente validación de la hipótesis:

- H0: p-valor $\geq 0,05$ (Distribución normal)
- H1: p-valor $< 0,05$ (Distribución no normal)

Figura 3.8

Cálculo de P valor



Después de haber realizado la prueba de la normalidad, se concluye que se acepta la hipótesis nula H_0 : $p\text{-valor} \geq 0,05$, dado que el valor de $p=0,060$ supera la cantidad de $0,05$ y se afirma que la distribución es de tipo normal.

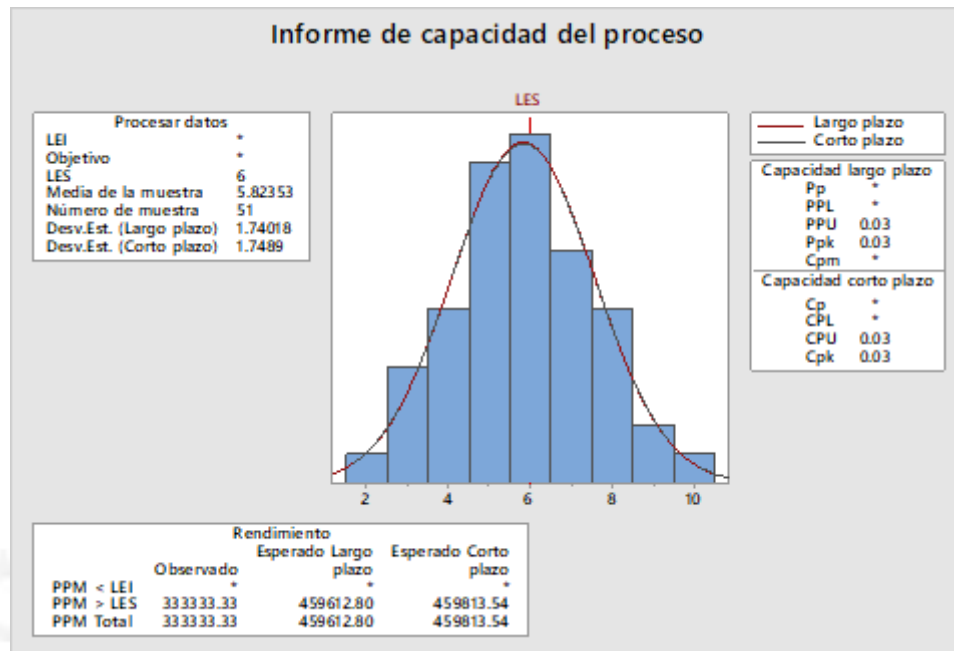
Para el cálculo del CP y CPK, se va a considerar el límite superior de especificación que es 6 días ($LSE=6$ días) y evaluar si la información está dentro de control (ver Figura 3.9).

Una vez calculado la capacidad del proceso (CP), se observa que no tiene y esto se debe, porque el proceso no tiene un Límite inferior de especificación, además tiene un $Cpk=0,03$.

Por lo tanto, se concluye lo siguiente: “El proceso se encuentra fuera de foco al tener un CP negativo, esto quiere decir que es necesario someterlo a mejoras”.

Figura 3.9

Cálculo de la capacidad del proceso



c) Estudio de las gráficas de control

Gráfica de control XR

Para realizar las gráficas de control, se utilizará la variable: “Cantidad de días que se demora en producir un pedido de tamaño mediano”. La data será dividida en meses que formarán 17 subgrupos. Según los datos proporcionados por la empresa, se concluye grosso modo que mensualmente se puede atender 4 pedidos de polos en promedio de tamaño mediano; sin embargo, al ponerlo en proporción con el porcentaje de ventas que representa (70,8%), se puede atender 3 pedidos medianos al mes.

La gráfica más adecuada a la data es la XR, debido a que el número de muestra que constituyen los pedidos es menor a 8 (ver Figura 3.10).

La data mostrada a continuación, está agrupada en 17 subgrupos y el tamaño de muestra de cada uno es de 3 pedidos medianos, para la recolecta de los datos tomó tres semanas (ver Tabla 3.8).

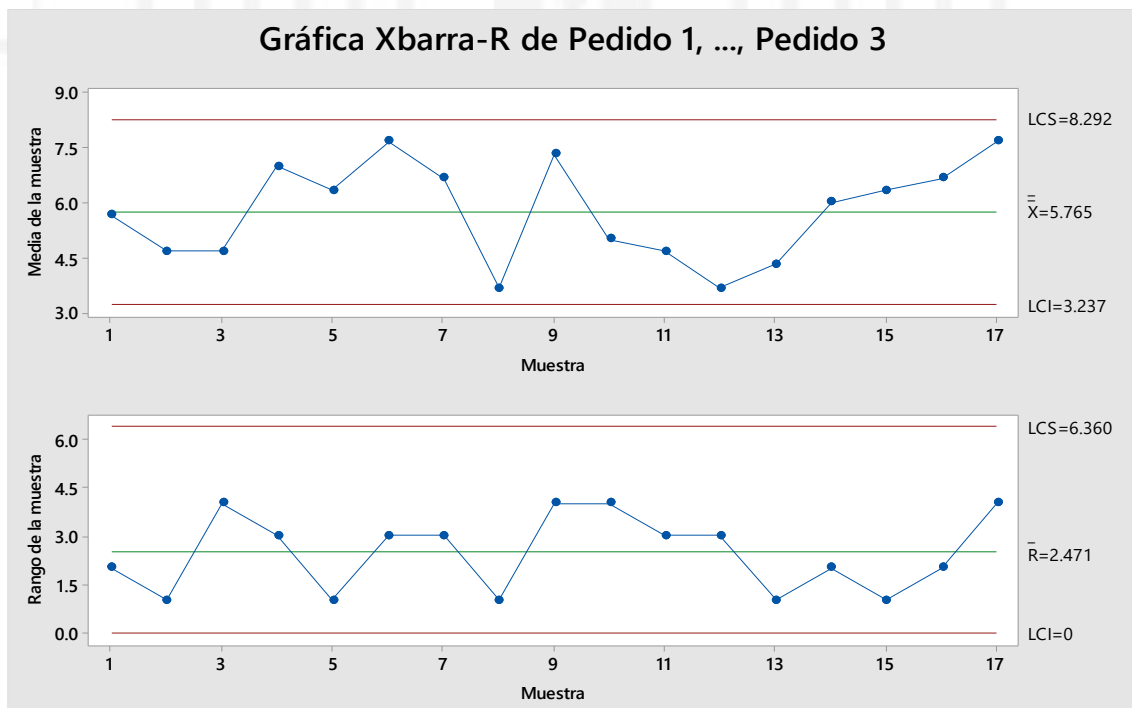
Tabla 3.6

Tiempo de producción de los pedidos medianos por mes

Tiempo de producción de los pedidos medianos (días)			
	Pedido 1	Pedido 2	Pedido 3
Mes 1	7	5	5
Mes 2	4	5	5
Mes 3	7	3	4
Mes 4	8	5	8
Mes 5	6	6	7
Mes 6	6	9	8
Mes 7	5	8	7
Mes 8	4	4	3
Mes 9	5	8	9
Mes 10	3	5	7
Mes 11	5	3	6
Mes 12	4	2	5
Mes 13	5	4	4
Mes 14	6	5	7
Mes 15	7	6	6
Mes 16	6	8	6
Mes 17	7	6	10

Figura 3.10

Gráfico XR de los pedidos medianos



En el gráfico de las medias, se observa que el promedio en días en producir un pedido mediano de polos es de 5,765 días y dichas medias oscilan entre 3,237 y 8,292

días; además, se observa que todos los datos de la muestra se encuentran bajo control estadístico.

En el gráfico de rangos, se tiene que el promedio de las muestras es de 2,475 días y oscilan entre 0 días y 6,360 días, teniéndose todos los datos de la muestra bajo control estadístico.

Gráfica de control de tipo atributo

Según lo señalado anteriormente en la fase definir, los defectos que se encuentran en las prendas fueron definidas como CTQ'S, por tal motivo, la gráfica más adecuada para medir el atributo es la gráfica C. Dado que dicha gráfica sigue el número total de defectos en lotes de igual tamaño.

Los principales defectos identificados por los clientes fueron los siguientes:

- Fruncido de tela como causa de la mala costura.
- Medidas inadecuadas en las prendas como causa de un mal corte de la tela.
- Prendas sucias por un mal manejo de la tela en el momento de la confección y por un ambiente desorganizado.

Dado que se está analizando un periodo de 17 meses con la data proporcionada, se considerará para cada lote lo que la empresa de confecciones produce en promedio mensualmente, lote de 3 pedidos. Por lo que en total se estará evaluando 51 pedidos (ver Tabla 3.8 y Figura 3.11).

Tabla 3.7

Cantidad de defectos por lote

Lote	Defectos	
	Cantidad de pedidos medianos	Cantidad de defectos por lote
Lote 1	3	5
Lote 2	3	4
Lote 3	3	3
Lote 4	3	7
Lote 5	3	3
Lote 6	3	7
Lote 7	3	5
Lote 8	3	8
Lote 9	3	6
Lote 10	3	4

(Continua)

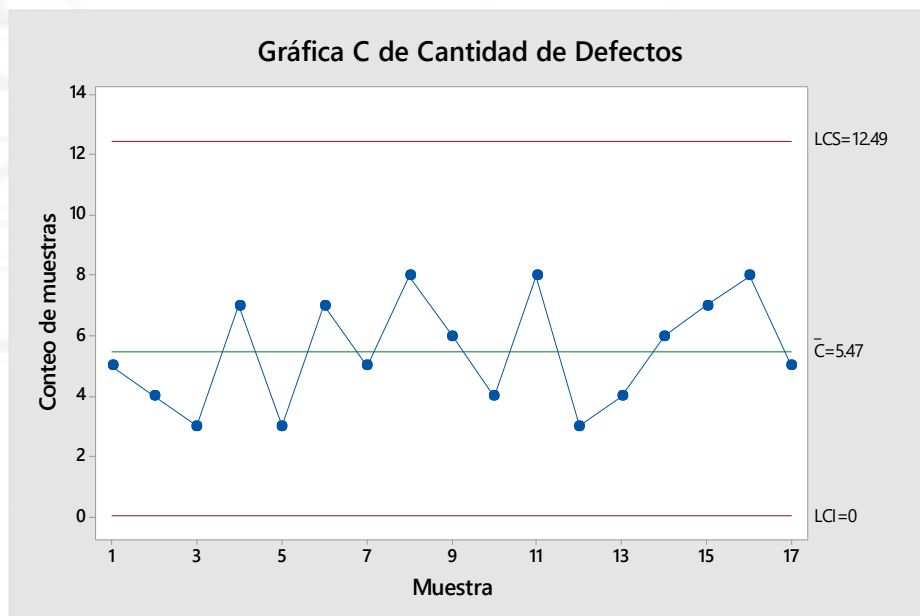
(Continuación)

Lote	Defectos	
	Cantidad de pedidos medianos	Cantidad de defectos por lote
Lote 11	3	8
Lote 12	3	3
Lote 13	3	4
Lote 14	3	6
Lote 15	3	7
Lote 16	3	8
Lote 17	3	5

Utilizando el software Minitab, se obtuvo la siguiente gráfica de control (ver Figura 3.11)

Figura 3.11

Gráfica de control C por cantidad de defectos



En conclusión, del gráfico se observa, en promedio se encuentran 5,47 defectos por cada lote de 3 muestras de pedidos medianos y estos oscilan entre 0 y 12,49 defectos; además, según el gráfico, se observa que está bajo control estadístico debido a que todos los puntos están dentro de los límites.

Cálculo del DPO y DPMO

Cada pedido mediano está compuesto por 500 unidades. Considerando el mismo periodo anteriormente mencionado de 17 meses con la data proporcionada, para el cálculo

de estas métricas de calidad se consideran 51 pedidos. Cada pedido puede tener tres defectos: fruncido de tela, medidas inadecuadas y suciedad.

Los 51 pedidos presentan defectos y se han presentado un total de 93 defectos en estos. Así pues, se presentan las siguientes métricas con sus cálculos:

- DPO: $93 \text{ defectos} / (51 \text{ pedidos medianos} * 500 \text{ unidades de polo por pedido} * 3 \text{ oportunidades de defectos}) = 0,00121569$.
- DPMO: $DPO * 1\,000\,000 = 0,00121569 * 1\,000\,000 = 1\,215,68627$

Cálculo del Rendimiento (Y) Yield

El rendimiento o yield en inglés, es la probabilidad de que el producto pueda salir en correctas condiciones.

$$Y: 1 - DPO$$

$$Y: 1 - 0,00121569 = 0,9988$$

Cálculo del Nivel Sigma

Luego de realizar los cálculos de los parámetros anteriores se observa que de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla el nivel sigma sería de 4,5385 (ver Figura 3.12).

Figura 3.12

Tabla de conversión de Rendimiento a Nivel Sigma

Yield %	Sigma	Defects Per Million Opportunities	Yield %	Sigma	Defects Per Million Opportunities
99.9997	6	3.4	93.32	3	66800
99.9995	5.92	5	91.92	2.9	80800
99.9992	5.81	8	90.32	2.8	96800
99.999	5.76	10	88.5	2.7	115000
99.998	5.61	20	86.5	2.6	135000
99.997	5.51	30	84.2	2.5	158000
99.996	5.44	40	81.6	2.4	184000
99.993	5.31	70	78.8	2.3	212000
99.99	5.22	100	75.8	2.2	242000
99.985	5.12	150	72.6	2.1	274000
99.977	5	230	69.2	2	308000
99.967	4.91	330	65.6	1.9	344000
99.952	4.8	480	61.8	1.8	382000
99.932	4.7	680	58	1.7	420000
99.904	4.6	960	54	1.6	460000
99.865	4.5	1350	50	1.5	500000
99.814	4.4	1860	46	1.4	540000
99.745	4.3	2550	43	1.32	570000
99.654	4.2	3460	39	1.22	610000
99.534	4.1	4660	35	1.11	650000
99.379	4	6210	31	1	690000
99.181	3.9	8190	28	0.92	720000
98.93	3.8	10700	25	0.83	750000
98.61	3.7	13900	22	0.73	780000
98.22	3.6	17800	19	0.62	810000
97.73	3.5	22700	16	0.51	840000
97.13	3.4	28700	14	0.42	860000
96.41	3.3	35900	12	0.33	880000
95.54	3.2	44600	10	0.22	900000
94.52	3.1	54800	8	0.09	920000

Nota. De *Statistical Six Sigma Definition*, por iSixSigma. 2007. (<https://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/statistical-six-sigma-definition/#:~:text=The%20objective%20of%20Six%20Sigma,per%20million%20opportunities%20%E2%80%93%20DPMO>)

Con lo anterior, queda evidenciado que si el proceso mantiene esa tasa de defectos durante el tiempo que se necesita para producir 1 000 000 de pedidos, generará 1 215 defectos, que si bien, constituye un nivel sigma de 4.53, aún es mejorable e indica que se deben de reducir los defectos presentados en estos lotes, y para ello se deben identificar las causas que ocasionan los defectos de calidad, de modo que se logró llegar a las causas raíz del problema.

3.2 Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

Para la fase analizar se identificarán las principales causas de los problemas mediante el diagrama de Ishikawa.

Las principales causas que afectan al proceso son los siguientes:

- **Plan de producción inadecuado:** no se tiene un método para el mix de producción.
- **Inconvenientes con la maquinaria:** dado que no se realiza mantenimientos preventivos, muchas de estas sufren paradas inesperadas; asimismo, algunas se encuentran obsoletas.
- **Demora en el flujo de producción.**
- **Falta de estandarización de procesos**
- **Paradas en la producción por la ausencia de materiales.**
- **Personal no calificado.**

Una vez identificadas las principales oportunidades de mejora, estas se agruparán por afinidad (materiales, métodos, maquinaria y mano de obra).

- **Método:** plan de producción inadecuado, falta de estandarización de los procesos y demora en el flujo de producción.
- **Maquinaria:** inconvenientes con la maquinaria.
- **Materiales:** paradas en la producción por la ausencia de materiales.
- **Mano de obra:** personal no calificado

Diagrama de Ishikawa

Una vez identificado el problema de mayor relevancia, el cual está asociado al método, se utilizará el Diagrama de Ishikawa para ilustrar las diferentes causas que afectan al problema principal que constituye el incumplimiento del tiempo de entrega en los pedidos medianos.

Los problemas descritos no permiten que se cumplan con las especificaciones en el tiempo de producción de un pedido mediano.

Se puede corroborar lo manifestado por el Gerente General en conjunto con el Supervisor de Producción que es el hecho de que el principal problema en el taller es el “Incumplimiento del tiempo de entrega en los pedidos medianos”, pues, además del análisis realizado previamente a través de las tablas de pedidos entregados fuera del tiempo pactado con el cliente, en el Diagrama de Ishikawa se puede observar lo siguiente:

En primer lugar, los procedimientos de trabajo no se encuentran definidos, lo cual explica la falta de información documentada en materia de estandarización de procesos

que permitiría elevar la eficiencia de estos a través de la eliminación de todas las actividades innecesarias que implican tiempos que no agregan valor al producto.

Por otra parte existe una considerable cantidad de productos defectuosos debido a errores humanos en los distintos procesos de las estaciones y esto es debido a la falta de sensibilización hacia una cultura de calidad por parte del personal de la empresa, pues no existe un conjunto de hábitos y valores que apoyados con el uso de prácticas, herramientas y controles de calidad permitan enfocarse en la producción de un producto de alta calidad, que sea percibido así por el cliente y sea entregado en el tiempo pactado.

Asimismo, se evidencia una baja disponibilidad de las máquinas ocasionada por paradas de las máquinas debido a fallas en las mismas, que incluso llegan han llegado a 12 en un turno. Esto es debido a que existe una inadecuada gestión del mantenimiento, pues este tema es percibido como secundario al considerarse que no está relacionado con la generación de ingresos y solo se limita al mantenimiento correctivo en casos de paradas de máquina que no pueden ser solucionadas por los mismos operarios.

Finalmente, existe una gran cantidad de kg. de tela sobrante debido a los constantes reprocesos que se tienen que hacer por imperfecciones en los acabados. Sin embargo, a veces se presenta el extremo contrario en el que existe una ausencia de insumos lo cual es explicado por la ausencia de un plan de compras que determine los periodos en que se va a tener que lanzar un pedido al proveedor, así como también calcule los *lead times* de abastecimiento.

De lo mencionado, se procedió a mostrar el Diagrama de Ishikawa tanto al Gerente General como al Supervisor de Producción, quienes pudieron expresar sus opiniones y distinguir las causas raíz más probables en función de su criterio como expertos, y es así como sobre estas recaerá la determinación de la propuesta de mejora (ver Figura 3.13).

Figura 3.13

Diagrama de Ishikawa



CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1 Planeamiento de alternativas de solución

Para poder solucionar el problema del área de producción, se presentan alternativas de solución para cada causa de la siguiente forma el cual tomará en cuenta el análisis efectuado anteriormente con los lineamientos de la metodología DMAIC para poder continuar con la fase de Mejora en el que se hará uso de una herramienta lean de mejora continua:

Implementación de un Sistema de Gestión de Calidad documentado

La elaboración de procedimientos estandarizados en el área de producción, en los que se indiquen a detalle paso a paso lo que cada operario debe hacer en su estación de trabajo, beneficiará por una parte al operario, pues le servirá como guía para entender mejor los procesos y aplicarlos en armonía con los de las subsiguientes estaciones, y, por otra parte, beneficiará a la empresa, ya que a mediano plazo le puede servir para capacitar a un nuevo operario en menor tiempo al acortar su curva de aprendizaje, y, a largo plazo, si es que desea certificar un Sistema de Gestión de Calidad (SGC), este constituirá un requisito indispensable de documentación (ISO, 2015).

Dentro de esta propuesta, la elaboración de diagramas de flujo de todos los procesos principales propios de cada estación está incluida permitiendo dar una visión total de la ruta del proceso, y además favorecerá en la definición de tareas y condiciones de operación de cada estación.

Así pues, los procedimientos estandarizados de este nuevo SGC ayudarán a tener una visión macro a nivel de procesos, facilitando la planificación y programación de la producción de una manera más ordenada.

Aplicar un mantenimiento productivo total (TPM) según los lineamientos de Lean Manufacturing

La aplicación del mantenimiento productivo total (TPM), constituye un sistema de gestión que evitará la pérdida de la vida entera del sistema de producción, esto se dará

gracias al involucramiento de todo el personal de la empresa, para maximizar la efectividad total logrando de esta manera los cero paros y cero defectos.

Esta herramienta está soportada bajo 8 pilares que son los siguientes: entrenamiento, mantenimiento autónomo, mejora enfocada, mantenimiento planificado, prevención del mantenimiento, mantenimiento de calidad, TPM en áreas administrativas y Sistema de control de la seguridad, salud y el medio ambiente. Además, de los 12 pasos que hay que seguir para la implementación de la herramienta.

La efectividad global de los equipos es una medida que se va a calcular el valor agregado a la producción a través del equipo, considerando la disponibilidad, rendimiento y la calidad.

4.2 Selección de alternativas de solución

4.2.1 Determinación y ponderación de criterios de evaluación de las alternativas

Para la determinación y ponderación de las alternativas de solución propuestas, se considerarán distintos factores, los cuales serán enfrentados para analizar el nivel de importancia relativa de cada factor.

Mediante la tabla de enfrentamiento, se asignará el valor de (1) cuando un factor es más importante que el otro y en casos de importancia equivalente, y (0) al que es menos importante, para posteriormente sumarlos horizontalmente y ponderarlos.

Los factores más relevantes para evaluar las alternativas de solución son los siguientes:

- El tiempo de implementación: El tiempo de duración para realizar la solución.
- El costo de la implementación: Es un factor importante al momento de hacer la inversión para saber si es accesible o no para la empresa.
- El impacto: Mejorar los indicadores de la empresa para lograr la satisfacción interna (productiva y administrativa) y externa (cliente).
- La escala de complejidad: Evaluar el grado de dificultad en la viabilidad de la aplicación de las propuestas de mejora.

Para definir el nivel de importancia relativa de cada factor se realizará la tabla de enfrentamiento (ver Tabla 4.1)

Tabla 4.1*Tabla de enfrentamiento de factores*

Factor	Tiempo de Implementación	Costo de la Implementación	Impacto	Escala de Complejidad	Conteo	Ponderación
Tiempo de Implementación		0	0	1	1	14%
Costo de la Implementación	1		1	1	3	43%
Impacto	1	0		1	2	29%
Escala de Complejidad	1	0	0		1	14%
				Total	7	100%

4.2.2 Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución

Con el peso de los factores se busca cuantificar el peso de las alternativas de solución, mediante el ranking de factores.

Los criterios de calificación serán definidos en una escala del 2 al 6, siendo 2 o regular en cuanto a las deficiencias que se podrían presentar para la realización de la solución, 4 o bueno cuando las deficiencias y efectividad de las alternativas de solución son iguales, y 6 o muy bueno en caso la alternativa de solución se podrá realizar con éxito (ver tabla 4.2)

Tabla 4.2*Calificación de factores*

Escala	Definición
2	Regular
4	Bueno
6	Muy Bueno

A continuación, se detallará el ranking de factores para la elección de la solución (ver Tabla 4.3)

Tabla 4.3*Ranking de factores*

Factor	Ponderación	Aplicar un mantenimiento productivo total (TPM) y 5S según los lineamientos de Lean Manufacturing.		Elaboración de procedimientos en el área de producción.	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Tiempo de Implementación	14%	6	0.84	2	0.28
Costo de la Implementación (Se considera el menor)	43%	2	0.86	2	1.72
Impacto Escala de Complejidad (Se considera el menor)	29%	6	1.74	4	1.16
	14%	6	0.84	4	0.56
	100%		4.28		3.72

Concluyendo que la solución elegida al problema del área de producción por afinidad de método sería “Aplicar un mantenimiento productivo total (TPM) y 5s para maximizar la efectividad total.”, debido a que es la que tiene mayor puntuación (4.28).

CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

5.1 Ingeniería de la solución

La solución escogida es “Aplicar un mantenimiento productivo total (TPM) y 5s según los lineamientos de Lean Manufacturing”, el cual tiene como objetivo principal solucionar las causas raíz del problema principal.

La gerencia de la empresa Andreatex S.A.C. se encargará de realizar la planificación adecuada de la implementación del TPM y 5s con el fin de asegurar que las máquinas se encuentren en óptimas condiciones para que continuamente confeccionen productos de acuerdo con los estándares de calidad en un tiempo de ciclo adecuado para poder reducir la variabilidad de la capacidad del proceso productivo en general y así cumplir con los tiempos de entrega de los pedidos medianos. La asignación del personal será de modo parcial y compartido entre los diferentes pilares para un mejor aprovechamiento de integración con la metodología.

5.1.1 Desarrollo de la propuesta de solución

Para el desarrollo de la propuesta de solución se tendrá como lineamiento el uso de dos bases fundamentales del TPM; la primera constituye la base fundamental de la metodología del TPM conocida a nivel mundial por ser propiedad del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), denominada “Los 8 pilares del TPM” y la segunda es una metodología referenciada del libro Administración Moderna de Mantenimiento de Lourial Tavares denominada “Metodología de los 12 pasos para implementar el TPM”. Así pues, la primera contiene a los procesos fundamentales que servirán de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado; y ya con ese cimiento claro en todo el equipo, la segunda metodología buscará propiamente implementar el TPM.

El proceso de implementación se llevará a cabo en tres fases las cuales son: la de preparación, en la cual se establecerán las condiciones para iniciar con el TPM; la fase de implementación, en la cual se llevará a la práctica el trabajo de TPM y finalmente la fase de aseguramiento en donde se le dará continuidad a lo ya establecido. A

continuación, se muestra un cuadro donde se muestra cómo se relacionan los 8 pilares fundamentales con los 12 pasos para la implementación del TPM:

Tabla 5.1

Comparativo entre Pilares del TPM y Metodología de los 12 pasos

Pilares del TPM		Metodología de los 12 pasos para implementar el TPM	
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	TPM en Áreas Administrativas	Paso 1	Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM
	Educación y entrenamiento	Paso 2	Lanzamiento de una Campaña Educativa
	Mejoras enfocadas	Paso 3	Creación de organizaciones para promover el TPM
	TPM en Áreas Administrativas	Paso 4	Establecer políticas y metas para el TPM
	Mantenimiento Planificado	Paso 5	Desarrollar un plan maestro para la implementación del TPM
	Educación y entrenamiento	Paso 6	El disparo de salida del TPM
	Mejoras enfocadas	Paso 7	Mejorar la efectividad del equipo
	Mantenimiento Autónomo	Paso 8	Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para los trabajadores
	Prevención del mantenimiento	Paso 9	Establecer una programación de visitas de mantenimiento
	Educación y entrenamiento	Paso 10	Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento
	Mejoras enfocadas	Paso 11	Implementar el TPM a mayor escala y compromiso con el fin de apuntar por metas más altas
	Mantenimiento de Calidad	Paso 12	Realizar un Control y registro visual

Posteriormente, se explican los pasos de cada fase:

Paso previo: Hacer una evaluación preliminar de la instalación productiva

Como parte de identificar la situación actual del sistema productivo se calculará el índice de eficiencia global de los equipos, en donde se calcularán las ratios de disponibilidad, rendimiento y calidad del producto elaborado. Cabe resaltar que los siguientes datos fueron relevados en visitas semanales efectuadas en el periodo de un mes a las instalaciones de la empresa.

Así pues, en cuanto al indicador de disponibilidad, se está considerando que el área de producción labora un 1 turno cada día de 8 horas, 22 días al mes y 12 meses al año obteniéndose 2 112 horas al año como tiempo disponible.

Las horas planificadas están compuestas por las actividades de almuerzo que son 1 hora al día, el de limpieza que es de 30 minutos 4 veces al mes por cada máquina y el de engrasado que toma 1 hora a todas las máquinas y se realiza 6 veces al año, estas actividades se les realiza a la recubridora, remalladora y tapetera.

En cuanto a las paradas no planificadas, estas se dan principalmente por problemas de averías, con una frecuencia de tres veces al día con una duración de media hora. Es importante tomar en consideración que la calidad del hilo y el tipo de aguja que se utiliza pueden dañar el performance de la máquina.

A continuación, se puede ver el cálculo del índice de disponibilidad de la empresa, en donde se concluye que este porcentaje de 78% está por debajo de las condiciones óptimas que es un 90% (ver tabla 5.2).

Tabla 5.2

Índice de Disponibilidad de la empresa

Tiempo Disponible	2112
Tiempo Planificado (horas)	
Almuerzo	264
Limpieza	72
Engrasado	6
Tiempo de Carga (horas)	1770
Paradas no planificadas	396
Tiempo de Operación (horas)	1374
Índice de disponibilidad de la empresa	78%

Con respecto al indicador de rendimiento, del cálculo realizado en la fase de medir, el promedio de tiempo de entrega de los pedidos medianos en días es de seis siendo su capacidad real de 84 polos /día; sin embargo, su capacidad teórica es de 100 polos /días, esto se debe principalmente a la inactividad y reducción de la velocidad de la maquinaria. En la siguiente tabla, se observa el cálculo del índice del rendimiento en donde se obtuvo un 84% siendo este muy inferior al óptimo que es 95%. Ver tabla 5.3

Tabla 5.3

Índice de Rendimiento

Rendimiento	
Capacidad real (polos/día)	84
Capacidad teórica (polos/día)	100
Índice de rendimiento de la empresa	84%

Para el cálculo del índice de calidad, según la información proporcionada por el gerente general nos indicó que se obtiene en promedio un 2% de defectuosos anualmente en los pedidos de polos y estos se deben principalmente porque al momento de tender la tela, se encuentran piezas con huecos, también por un mal teñido de la tela en una parte, también al final del proceso de producción se obtienen defectuosos tanto por mano de

obra como maquinaria. Al realizar el cálculo se obtuvo un valor de 98% siendo el valor meta 99% (ver Tabla 5.4).

Tabla 5.4

Determinación del Índice de Calidad

Calidad	
Polos procesados	16 317
Polos rechazados	326
Índice de calidad de la empresa	98%

Una vez hallados estos 3 indicadores (disponibilidad, rendimiento y calidad), se procedió a realizar el cálculo de la OEE (Efectividad Global del Equipo) el cual se obtiene con la multiplicación de estos dando como resultado un valor de 64% el cual es inferior al mínimo óptimo del 85% (Nakajima, 1988).

Así pues, después de lo mencionado se aprecia que en resumen se identifican las siguientes grandes pérdidas:

- **Averías menores** ocurridas en el transcurso de cada operación. Se producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, etc.
- **Velocidad de operación reducida**, cuando las máquinas no funcionan a su capacidad máxima.
- **Defectos en el proceso** que producen pérdidas de producción al tener que reprocesar los polos.

Paso 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM

En este primer paso, el Gerente General comunica a todo el equipo Lean de la decisión de implantar el TPM en la empresa. Este anuncio debe realizarlo de un modo enfático con el fin de buscar generar confianza y entusiasmo en los empleados; y a la vez formal, para que exista un espacio destinado para la explicación a detalle de la justificación de las razones que fundamentan dicha decisión, así como de los conceptos involucrados, las metas y sobre todo los beneficios que traería este Sistema de Gestión.

Con base en el diagnóstico de la situación actual de la empresa, es importante crear un plan que señale metas específicas en el corto, mediano y largo plazo en cuanto al mantenimiento de las máquinas y el impacto directo en los beneficios de la empresa.

Es por esto, que el Gerente General debe llevar a cabo el seguimiento de los avances que se vayan dando desde el establecimiento de las metas iniciales hasta el cumplimiento de estas. Asimismo, como detalle a considerar, es importante que las reuniones de coordinación del TPM deban realizarse en la misma instalación productiva y no en oficinas fuera de ella, pues refleja el compromiso del área de producción con el área comercial representada por la figura del Gerente General.

Paso 2: Lanzamiento de una Campaña Educativa

Este segundo paso incluye tanto el entrenamiento como la promoción de este al personal empleado, los cuales deben de iniciarse a la brevedad posterior al anuncio del Gerente General. El uso de paneles para cada equipo de trabajo será muy importante para la explicación y difusión de este tipo de información. Asimismo, se propone la difusión de reconocimientos a los equipos y colaboradores de mejor desempeño, con el fin de resaltar la adecuada labor desempeñada y al mismo tiempo motivar al resto de colaboradores. También, se plantea como actividad el usar imágenes, escritos y fotografías que expresen los compromisos, actividades ejemplares y el compromiso llegue a conocerse en todas las personas quienes las visualicen. Cabe resaltar que el objetivo de este entrenamiento y promoción no es solamente de enseñar en qué consiste TPM, sino que también se busca combatir y eliminar la inherente resistencia al cambio propia de cada uno de los trabajadores, que, por lo observado en la visita a la instalación, se manifiesta principalmente a través del miedo al incremento de la carga de trabajo con la implementación de este sistema.

Paso 3: Creación de organizaciones para promover el TPM

En este paso se plantea establecer una estructura jerárquica de 3 niveles, conformado cada uno por comités especiales con el fin de reconocer el nivel de responsabilidad y las funciones que tiene cada miembro en dicha jerarquía. El Gerente General debe ser quien encabece esta propuesta con su rol de Champion y es el principal encargado de establecer los objetivos y metas para la implementación del TPM; por su parte, la Dirección Media será donde se encuentre el Supervisor de Producción, así como a los Green Belts, quienes en conjunto serán los encargados de dirigir los equipos creados, así como de informar acerca del cumplimiento de los KPIs en diferentes periodos de tiempo determinados.

Finalmente, la Dirección Operativa estará conformada por los operadores de producción y los técnicos de mantenimiento quienes serán la base de toda esta propuesta, y asimismo deberán responder por las averías, incumplimientos y también sean reconocidos por su eficacia con respecto al cumplimiento de los objetivos (ver Figura 5.1).

Figura 5.1

Estructura propuesta para promoción del TPM



Paso 4: Establecer políticas y metas para el TPM

Los comités especiales de los distintos niveles serán los encargados de establecer en conjunto las políticas y metas base para este proyecto, las cuales tendrán que ser además de específicas, medibles, alcanzables, y realistas para con la situación actual de la empresa, difundidas a todo nivel y sobre todo evidenciar un real compromiso para su cumplimiento por parte de los 3 niveles.

Paso 5: Desarrollar un plan maestro para la implementación del TPM

El comité de Alta Dirección en conjunto con el de Dirección Media deberá preparar el plan detallado para la implementación del TPM en todas las estaciones de producción de polos básicos. En este plan se tomó en cuenta los tiempos perdidos, los niveles de desperdicio y la productividad durante la operación. Este plan maestro deberá estar enfocado en 8 actividades básicas.

1. Lanzamiento de una campaña educacional.
2. Creación de organizaciones para promover el TPM.
3. Establecimiento de políticas y metas.
4. Mejorar la efectividad del equipo.
5. Implementación de 5S y Kaizen.
6. Desarrollo un programa de mantenimiento autónomo.
7. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento.
8. Control y registro visual.

Paso 6: El disparo de salida del TPM

Este es el primer paso dentro de la implementación del TPM. Es a partir de este punto en el que los trabajadores deben cambiar su típica rutina de trabajo por las nuevas prácticas que plantea el TPM. Por su parte, el Gerente General informa la estructura promocional del TPM, las políticas básicas y metas de este sistema, así como también el Plan Maestro de Implementación y posteriormente se determinan las metas periódicas en base a un periodo de tiempo apropiado.

Paso 7: Mejorar la efectividad del equipo

Se da inicio al análisis y mejora de la efectividad de cada uno de los equipos de instalación productiva para lo cual se utilizará la técnica de las 5's como herramienta para distinguir las posibles anomalías que se pudiesen presentar en la máquina. Asimismo, en este paso, se definen y establecen métodos para registrar y analizar datos básicos de disponibilidad, rendimiento y calidad. El Gerente General, en conjunto con el supervisor, el equipo Green Belt y el personal de producción se organizan en equipos de proyecto que harán mejoras enfocadas en la eliminación de las pérdidas, con el fin de producir resultados positivos dentro de la empresa.

Implementación 5s

Con el objetivo de lograr un ambiente de trabajo ordenado y limpio, además de lograr la satisfacción de los clientes logrando productos de calidad y la motivación del personal al hacer su trabajo con el menor esfuerzo posible, ayudando de esta manera lograr un puesto de trabajo seguro, la empresa aplicará un programa de 5's en el área de producción. Los pasos para seguir son los siguientes:

Seiri (seleccionar)

El objetivo es retirar todos los objetos del área de trabajo que habitualmente no se utilizan, para que de esa manera facilitar el trabajo del día a día. Estos objetos encontrados en el puesto de trabajo se pueden catalogar en 4 tipos, de acuerdo con lo siguiente:

- Objetos necesarios: Organizarlos en el área de trabajo.
- Objetos dañados: Si es necesario repararlos, de lo contrario desecharlos.
- Objetos obsoletos: Desecharlos.
- Objetos sin uso: En caso de ser necesarios almacenarlo, en caso contrario se dona, transfiere a otra área o vender.

En el taller de confecciones, se encontró una gran cantidad de retazos de tela sobre el piso y las mesas de trabajo, incluso en la maquinaria. Estos excedentes de tela muchas veces son utilizados por la empresa para la venta, por lo que se debe colocar en un lugar a parte o incluso desecharlos. También se encuentra en el taller maquinaria obsoleta que no es utilizada porque el número de costureros es inferior.

Seiton (organizar)

Una vez eliminado todo lo innecesario, de deberá asignar los objetos que quedan en la ubicación más adecuada, en la medida que facilite su uso e identificación, en la medida que se logre eliminar los tiempos de búsqueda y prevenir el desabasto de suministros.

Se plantea la siguiente organización:

- El área de la maquinaria deberá estar delimitada con franjas amarillas a su alrededor.
- Los objetos que se utilicen como piqueteras, hilos, agujas, etc. Deberán estar correctamente identificados con un rotulo de color azul en los estantes.
- Las piezas cortadas se deben colocar en estantes con una etiqueta de color verde para conservar sus condiciones de tonalidad.
- Las piezas cortadas con algún defecto se deben colocar en una espacio delimitado con una etiqueta de color rojo para su posterior venta, ya que no se volverá a utilizar en el proceso productivo.

- Las máquinas de corte de tela deberán ser colocadas debajo de la mesa de corte con una etiqueta de color azul.

Seiso (limpiar)

Una vez que queden los objetos necesarios y están correctamente identificados y ubicados, se procederá a realizar la limpieza en el área de producción, por lo tanto, es necesario realizar las siguientes actividades:

- Se deberá realizar una limpieza de toda la pelusa generada al momento de realizar la costura en la remalladora, recubridora y tapetera.
- También limpiar las mesas de corte y habilitado y los estantes del área.
- Además, limpiar el polvo que se genera al momento del corte en el piso.
- Además, en esta etapa se busca reponer los elementos que faltan como herramientas, insumos, etc.

Seiketsu (estandarizar)

El proceso descrito anteriormente se realizará al fin de cada semana con el objetivo de que los equipos y muebles se encuentren en un estado óptimo consiguiendo un lugar de trabajo adecuado para los empleados y prolongación de la vida útil de las instalaciones, definiendo las instrucciones de cómo llevar a cabo las tareas con el correcto adiestramiento del personal.

Shitsuke (disciplina)

En esta etapa se busca dar seguimiento a los pasos realizados anteriormente. Se propondrá dar una charla diaria de 10 minutos antes de comenzar las actividades del día.

Implementación de Kaizen

En adición a las herramientas de aplicación 5s en los lugares de trabajo y los objetivos definidos, es necesario instaurar un mecanismo que facilite la disciplina en el trabajo, en la cual la producción se desarrolle bajo un proceso de mejora continua.

Así pues, se presenta al Kaizen como herramienta para la adopción de una forma de trabajo en la que tanto los operarios como los administrativos se encuentran

comprometidos con los lineamientos de productividad, el ambiente de trabajo y la forma de trabajo individual establecida.

El hecho de que sean pocos trabajadores dentro de la empresa se presenta como ventaja pues en este contexto es más fácil la asimilación a esta nueva cultura del Kaizen en el modo de trabajo en comparación de organizaciones con un gran número de colaboradores. Los procesos de mejora que involucran el Kaizen se basan tanto en el uso de las 5S como en las gestiones en el uso de equipos, recursos humanos y materiales que toman lugar en la producción.

Para poder implementar Kaizen, es necesario contar con un ambiente de gran compromiso, de buena comunicación y aportes de ideas por parte de los trabajadores y una actitud que evidencie baja resistencia al cambio. Cabe resaltar que la comprensión de los conceptos teóricos y prácticos tanto de esta herramienta como de las 5's será posible gracias a una capacitación brindada por asesores expertos en la gestión de estas herramientas.

Con lo mencionado, se buscará mejorar los procesos productivos y ser más rápidos en la toma de acciones de cara a la solución de problemas, sin perder tiempo en procedimientos burocráticos.

Kaizen busca la innovación de las personas para realizar pequeños aportes de mejora continua que estimulan el desarrollo de la empresa, sin necesidad de un gran costo de implementación. Es así que los trabajadores deben involucrarse en todas las propuestas de mejora de todos los procesos en los que participan.

Una herramienta básica para utilizarse será la del Ciclo de Deming con sus cuatro pasos: planear, hacer, verificar y actuar. A continuación, se presenta un resumen de cada una de estas:

- Planear: consiste en determinar las actividades que pueden ser mejoradas en base al mapeo de procesos y al establecimiento de objetivos.
- Hacer: se busca presentar las propuestas de mejora comenzando por las operaciones más críticas identificadas previamente.
- Verificar: Se realiza el monitoreo de los resultados obtenidos en base al objetivo planteado. Si no se obtienen resultados esperados, se retorna nuevamente al “Hacer” para definir nuevas propuestas de mejora.

- Actuar: Se efectúa la estandarización de las medidas implementadas siempre que se hayan conseguido los objetivos planteados. Además, estos últimos se pueden analizar nuevamente con posibilidad de definir mejores metas.

Asimismo, se presenta la ficha a ser completada por los operadores (ver Figura 5.2)

Figura 5.2

Ficha Kaizez

Operario:	Objetivo:				HACER (H)		VERIFICAR (V)	ACTUAR (A)
PLANIFICAR (P)								
	Actividad	Meta	Tareas	Recursos	Inicio	Fin	Seguimiento	Resultados
Pregunta base	¿Cómo lo haré?	¿Qué me propongo?	¿Cuáles son los pasos?	¿Qué necesito?	¿Cuándo?	¿Cuándo?	¿Cómo voy?	¿Qué logré?

Paso 8: Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para los trabajadores

Como se mencionó anteriormente, se evidencia una falta de interés en la empresa por el mantenimiento de las máquinas. Asimismo, los operarios se limitan solamente al cambio de aceite y aguja cada cierto tiempo sin entrar a mayor profundidad en lo que a mantenimiento se refiere. Por otra parte, cabe mencionar que desde el primer semestre del 2017 se comenzaron a presentar problemas con los equipos, destacando a la máquina remalladora y a la recubridora. Estos tiempos de retraso constituye tiempo relevante perdido pues merma la capacidad de producción, lo que ha llevado incluso a extensiones en el horario de trabajo para no comprometer la entrega oportuna de ciertos pedidos. Ante este escenario, se ve necesario considerar como paso previo la puesta en marcha de un programa de mantenimiento autónomo para así evitar paradas inesperadas en producciones futuras, y, por ende, costos que la empresa ha venido asumiendo debido a la falta de interés respecto al uso y cuidado de equipos.

Cabe resaltar que para poder utilizar este tipo de mantenimiento es necesario tener una base en cultura organizacional que permita desarrollarla adecuadamente y así conseguir los objetivos a través del involucramiento del operario en el mantenimiento de los equipos. Dado que la empresa no cuenta con un área de mantenimiento es aún más

importante el compromiso de los costureros para el programa, ya que estos tienen la ventaja de permanecer la mayor parte de su tiempo en su puesto de trabajo. Es por eso que llegan a identificar rápidamente los errores, sonidos raros o averías que se pueden presentar a los equipos durante su jornada laboral por lo tanto es importante aprovechar ese conocimiento para elaborar un plan estructurado con labores de mantenimiento.

Para la conservación del equipo, se sugiere la ejecución de 4 actividades indispensables que son la limpieza, engrasado, inspección y ajustes. Dado que el proceso de producción se realiza con telas de diferentes materiales, esto genera mucha pelusa permaneciendo las máquinas sucias la mayoría del tiempo. Del mismo modo la lubricación en el porta canillas y las adecuadas inspecciones de la maquinaria para su correcto funcionamiento. A continuación, se detallará el despliegue de las 4 etapas.

A continuación, se observa el programa de actividades de mantenimiento autónomo (ver Tabla 5.5)

Tabla 5.5

Programa de mantenimiento autónomo

Programa de mantenimiento autónomo					
Máquina	Responsable	Limpieza	Engrasado	Inspección	Ajustes
Remalladora	Costurero	Interdiario	Mensual	Semanal	Mensual
Recubridora	Costurero	Interdiario	Mensual	Semanal	Mensual
Tapetera	Costurero	Interdiario	Mensual	Semanal	Mensual

Asimismo, se presenta la ficha a ser completada por los operadores. Ver Figura 5.3:

Figura 5.3

Ficha de Evaluación de Mantenimiento Autónomo

FICHA DE EVALUACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
	Fecha: __/__/__
Operario:	_____
Equipo:	_____
Marcar con una X si se cumple la condición:	
El equipo no presenta anomalías	<input type="checkbox"/>
El equipo no presenta desperdicios al finalizar su jornada laboral	<input type="checkbox"/>
Tiempo promedio de limpieza e inspección	<input type="text"/>
Observaciones adicionales:	
<input type="text"/>	

En esta ficha se solicita que el operario indique el tiempo que le lleva hacer la limpieza y la inspección para poder tener la trazabilidad de esta información según la frecuencia indicada previamente en la Tabla 5.5. Asimismo, se busca que este tiempo se disminuya cada vez más, ya que el fin es hallar los focos de contaminación, desperdicio o fallas, y suprimirlos. Así pues, se tendría mayor tiempo para dedicarse a la producción de polos.

En resumen, con este tipo de mantenimiento se espera que se reduzcan los tiempos de paradas y retrasos.

Paso 9: Establecer una programación de visitas de mantenimiento

La programación de visitas realizadas por los técnicos a la instalación productiva debe coordinarse en fechas donde no se crucen con las actividades de mantenimiento autónomo de los operarios. Estos mantenimientos se deberán realizar durante los paros periódicos programados y se hace participar en él a todos los operarios de producción, se realizarán 4 veces al año, es decir, trimestralmente, con una duración de 2 horas cada una.

Paso 10: Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento

El aprendizaje que reciban los colaboradores de la empresa les brindará las herramientas educativas, teniendo un impacto positivo en su desempeño. Los temas para tratar en la campaña son los siguientes:

- **Buenas prácticas de manufactura:** Explicación de los estándares de producción de prendas de vestir para brindar un producto de calidad con la ayuda de una ficha técnica que cumplan con todos los requisitos para satisfacer al cliente. Además, de una introducción de la importancia de los estándares para ver cómo estos afectan directamente a los objetivos organizacionales de la empresa.
- **Desarrollo de las 5S:** Explicar la funcionalidad de cada “S” y su aplicación en el área de producción.
- **Kaizen:** comunicar a los trabajadores los cambios administrativos en cuanto a los objetivos planteados y qué deben hacer para contribuir a alcanzar dichas metas.
- **Seguridad y salud en el trabajo:** Tener una cultura de prevención sobre los posibles riesgos en cada etapa del proceso productivo y no productivo. Además, evitar todo tipo de contaminación o daño a la salud.
- **Mantenimiento autónomo:** Asumir la responsabilidad por el mantenimiento básico de todas las máquinas, desarrollando habilidades básicas sobre la conservación de los equipos.
- **Adaptación de metodologías:** Explicar a todos los colaboradores el flujo de producción en la medida que se expliquen las nuevas metodologías que se están adaptando en la empresa.

Paso 11: Implementar el TPM a mayor escala y compromiso con el fin de apuntar por metas más altas

Este paso busca perfeccionar la implementación del TPM y proponer nuevas metas más altas para el mediano y largo plazo. Durante este periodo de mantenimiento del TPM se prevé que el trabajo individual de cada operario se ha perfeccionado, asimismo se han desarrollado planes individuales para cada uno de ellos, y se han evitado muchos de los problemas que antes pudieran haber surgido en materia de paradas imprevistas.

Paso 12: Realizar un Control y registro visual

Se identificó que los operarios no tenían claro el proceso productivo de manera global y se limitaban a las funciones que tenían asignadas. Este problema puede traer como consecuencia un mal aseguramiento de la calidad del producto. Por lo tanto, para remediar esta problemática, se plantea la elaboración de cartillas ubicadas en cada puesto de trabajo que describan las operaciones ejecutadas por cada uno de los costureros, se deberá detallar el detalle de cada tarea, los materiales y equipos de protección con una imagen para una mejor claridad. De igual manera, para los procesos de mantenimiento.

Además, se debe contar con un panel en el área de producción, en donde se indiquen los miembros pertenecientes, indicadores, el plan de implementación y fotos de las situaciones mejoradas, también, es necesario tener en forma visual los niveles de producción a alcanzar expresadas en un periodo de tiempo, el evolutivo del número de fallas, poniéndole énfasis a la situación actual con respecto a la meta y las fechas programadas para cada capacitación. Es importante que la empresa conozca el plan, las estrategias y sobre todo que cada personal reconozca la importancia de su compromiso y colaboración dentro del proyecto.

5.2 Plan de implementación de la solución

5.2.1 Objetivos y metas

Con respecto a las metas y objetivos relacionados a la implementación de la mejora, se presenta en forma gráfica los objetivos, metas y KPI's asociados a cada actividad (ver Tabla 5.7)

Tabla 5.6

Objetivos y metas

FASE	ACTIVIDADES	OBJETIVOS	METAS	KPIs
Preparación	Lanzamiento de una campaña educacional	Involucrar a la Gerencia con los operarios en el programa Combatir la resistencia al cambio en los 3 comités de trabajo	Realizar reuniones semanales con el Gerente General, establecer compromisos y documentarlos	Cantidad de reuniones semanales: N° de reuniones / semana
	Creación de organizaciones para promover el TPM	Establecer una estructura jerárquica de 3 niveles	Delegar responsabilidades y funciones según el comité de trabajo	Cantidad de compromisos acordados: N° de compromisos establecidos
	Establecimiento de políticas y metas	Establecer políticas y metas periódicas por cada nivel	Cumplimiento del 100% de las metas	Cantidad de nuevas funciones por trabajador: N° de nuevas funciones asociadas a cada trabajador Porcentaje de cumplimiento de metas por cada trabajador: (N° de metas cumplidas / N° total de metas) * 100%
Implementación	Mejorar la efectividad del equipo	Definir y establecer métodos para registrar y analizar datos básicos de disponibilidad, rendimiento y calidad	Calcular la disponibilidad, rendimiento y calidad semestralmente	Disponibilidad: Tiempo de carga/Tiempo de Operación Rendimiento: Capacidad Real/Capacidad Teórica
	Implementación de 5S y Kaizen	Implementar los 5 pasos de la metodología 5's y Kaizen en cada una de las estaciones	Distinguir las posibles anomalías que se pudiesen presentar en la máquina	Calidad: (P.Proceso - P.Rechazada) / P.Proceso Cantidad de anomalías identificadas por máquina: N° de fallas identificadas N° de defectos identificados
	Desarrollo un programa de mantenimiento autónomo	Disminuir el número de paradas no planificadas	Disminuir el número de paradas en un 60%	Decremento de paradas: (N° paradas ante de programa - N° paradas post programa) / (N° paradas antes de programa)
Aseguramiento	Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento	Enseñar técnicas de mantenimiento autónomo	Capacitar al 100 % de operarios del área de producción	Porcentaje de operarios capacitados: (N° de operarios capacitados / N° total de operarios) * 100%
	Control y registro visual	Establecer controles y registros visuales	Elaboración de cartillas por cada puesto y de un panel de registro de avances	Cantidad de actualizaciones diarias: N° de avances / día

5.2.2 Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución

Los componentes analizados son:

Costo de 5's y Kaizen

Es necesario realizar capacitaciones al personal de forma que tomen conciencia de la importancia y beneficios de estas filosofías y las asimilen. Para ello se realizará primero una reunión entre todos los participantes del equipo desde el Gerente General hasta el último operario. Esta primera capacitación busca demostrar el objetivo, así como las características de la aplicación de 5's en conjunto con Kaizen. Posterior a esto, se realizarán dos reuniones más en las que el Supervisor de Producción explica más detalladamente y con ejemplos más relacionados con la instalación el uso y funcionabilidad de esta. Estas reuniones se realizarán entre el supervisor y los 4 operarios del área.

Luego de ello, se plantea 2 reuniones más en las que el supervisor en conjunto con los operarios, aplican las 5'S y Kaizen en una estación piloto. De esta forma, se busca mostrar a los operarios que la implementación no es complicada, sino que se puede conseguir en base al trabajo de todos en equipo, en estas reuniones también se aprovechará para explicar los indicadores de avance que se manejarán, así como la designación de operarios para la limpieza de equipos, los que serán publicados en el panel. A continuación, en la Tabla 5.7, se detallan los gastos incurridos en capacitaciones, así como en la Tabla 5.8 el detalle de los insumos para la propuesta. Ver Tabla 5.8 y Tabla 5.9.

Tabla 5.7

Costos de Capacitación

Capacitación	Nro, Capacit	Hr/ Cap,	Hr requerida s	S/ ,/Hr	Costo Total	Costo Acum,	Programación
Importancia de la Metodología 5'S y Kaizen – Teoría	1	2	2	S/ 0,51	S/ 1 014	S/ 1 920	Abril
Implementación de 5'S y Kaizen - Teoría	1	2	2	S/ 0,45	S/ 0,91		
Implementación de 5'S - Práctica: Ordenamiento área piloto	2	3	6	S/ 0,43	S/ 2 580	S/ 2 580	Mayo

Tabla 5.8*Costos Materiales 5's*

Material	Costo Total
Tarjetas Elementos Innecesarios	S/ 100,00
Controles Visuales (Etiquetas, Bandas, Stickers)	S/ 300,00
Panel Avances 5'S	S/ 70,00
Documentación (Funciones, Indicadores)	S/ 100,00
TOTAL	S/ 570,00

Costos de TPM

En cuanto al TPM, se realizarán capacitaciones al supervisor en conjunto con los operarios, sobre Implantación de la OEE y mantenimiento autónomo. Las cuales estarán a cargo de un consultor externo, que desarrollará un sistema teórico – práctico, de tal manera que los empleados se encuentren involucrados con la estación de trabajo e identifiquen los principales aspectos del mantenimiento. A continuación, se muestra en la Tabla 5.10 los costos asociados a su implementación.

Por otra parte, como se mencionó anteriormente, se realizarán visitas programas de manera trimestral, en las cuales personal externo de mantenimiento se enfocará en realizar las labores de mantenimiento correctivo, (destacando la reparación de motores de cada máquina y el cambio de piezas), así como también de mantenimiento preventivo (destacando el desmontaje de las partes protectoras de las máquinas para realizar inspecciones enfocadas en las zonas de rozamientos de metales, áreas de circulación del aceite y aquellas donde se acumula pelusa o residuos del hilo). Ver Tabla 5.11 y Tabla 5.12 para el detalle de los costos asociados a estos mantenimientos.

Finalmente, otro insumo básico para el mantenimiento autónomo, específicamente para la actividad de engrasado, lo constituye el aceite de la marca Singer, el cual tiene como características el ser incoloro, aislante a la electricidad y sobre todo que es de baja viscosidad, características que lo convierten en idóneo para las máquinas de coser. Actualmente se usa una caja de 6 unidades de 100 ml cada uno a un costo de S/ 70 por cada trimestre; sin embargo, con la implementación del TPM, su uso será de manera mensual, manteniéndose la misma cantidad a modo piloto, y distribuyéndose entre cada operario. Ver Tabla 5.13 para el detalle de los costos del proyecto.

Tabla 5.9*Costos de capacitación*

Capacitación	Nro Capacit.	Hr/Cap	Horas Totales	S//Hr	Costo Total	Programación
Tema: Implementación de OEE	2	3	6	S/ 370	S/ 2 220	Marzo
Tema: Mantenimiento Autónomo	3	2	6	S/ 450	S/ 2 700	Junio y Julio
TOTAL					S/ 4 920	

Tabla 5.10*Costos de Mantenimiento Preventivo*

Frecuencia	S// Vez	Costo Total (8 meses)
Trimestral	250	S/ 750

Tabla 5.11*Costos de Mantenimiento Correctivo*

Frecuencia	S// Vez	Costo Total (8 meses)
Trimestral	150	S/ 450

Tabla 5.12*Engrasado parte del mantenimiento autónomo*

Frecuencia	S// Vez	Costo Total (8 meses)
Mensual	70	S/ 560

Finalmente, en la tabla 5.14 se presenta el resumen del presupuesto general de ejecución del proyecto, siendo el costo total del mismo de S/ 12 000 el cual incluye una reserva de contingencia de S/ 250.

Tabla 5.13*Presupuesto general para la ejecución del proyecto*

Actividad	Inversión
Capacitación 5's y Kaizen	S/ 4 500
Adquisición de Materiales 5's	S/ 570
Capacitación TPM	S/ 4 920
Mantenimiento Preventivo	S/ 750
Mantenimiento Correctivo	S/ 450
Engrasado de mantenimiento autónomo	S/ 560
Total	S/ 11 750

Tabla 5.14*Inversión Total*

Presupuesto General	Reserva de contingencia	Inversión Total
S/ 11 750	S/ 250	S/ 12 000

5.2.3 Actividades y cronograma de implementación de la solución

Se presenta a continuación el plan detallado con las actividades a realizar para la implantación del TPM. Se mostrará los tiempos aproximados que involucrarán el desarrollo de cada actividad (ver Tabla 5.15)

Tabla 5.15*Plan Maestro*

Fase	Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
Preparación	Lanzamiento de una campaña educacional	■							
	Creación de organizaciones para promover el TPM	■							
	Establecimiento de políticas y metas		■						
Implementación	Mejorar la efectividad del equipo			■	■	■			
	Implementación de 5S y Kaizen				■	■	■		
Aseguramiento	Desarrollo un programa de mantenimiento autónomo						■	■	
	Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento								■
	Control y registro visual								■

Simulación en Arena Software

Para tener una idea referencial de las mejoras obtenidas con la implementación del TPM, se procedió a elaborar un modelo en Arena Software en el cual se consideraron las 3 máquinas principales con sus respectivos tiempos con una llegada de órdenes de pedidos medianos de entre 6 a 8 días. Se tomó como valor principal la velocidad de producción de polos básicos por máquina y asimismo se incluyó la cantidad de fallas presentadas en cada máquina por día (ver Figura 5.4).

Figura 5.4

Modelo en Arena Software



Finalmente, se pudo observar que considerando una reducción de fallas a un 33,33% producto del aumento de la disponibilidad de los sistemas productivos que ofrece el mantenimiento preventivo, así como el autónomo, se puede obtener un tiempo de ciclo del sistema más reducido que permita cumplir con la entrega de productos en el tiempo pactado con el cliente y posteriormente esto repercute de forma directamente proporcional al incremento de las ventas.

Recalculo del OEE una vez implementado la mejora

Una vez detallado la propuesta de mejora, se hará el recalculo del OEE de la empresa Andreatex S.A.C. El primer indicador por calcular es el de la disponibilidad del sistema sobre el cual se estima un incremento de un 14%, dado los mantenimientos planificados que se le dará y un mejor manejo de la preparación de la máquina lo que logrará la reducción de las fallas evidenciadas en paradas no planificadas a un tercio en comparación con la situación anterior (ver Tabla 5.16).

Tabla 5.16

Índice de Disponibilidad de la empresa

Tiempo Disponible	2112
Tiempo Planificado (horas)	
Almuerzo	264
Limpieza	216
Engrasado	6
Tiempo de Carga (horas)	1626
Paradas no planificadas	132
Tiempo de Operación (horas)	1494
Índice de disponibilidad de la empresa	92%

Para el cálculo del indicador del rendimiento, se estima un incremento del 11% dado que los esfuerzos descritos con anterioridad a nivel de TPM se enfocarán en llegar a este valor óptimo. Ver Tabla 5.17.

Tabla 5.17

Índice de Rendimiento

Rendimiento	
Capacidad real (polos/día)	95
Capacidad teórica (polos/día)	100
Índice de rendimiento de la empresa	95%

Para el cálculo del índice de calidad, ha aumentado en un por ciento, dado se trabajará con una ficha técnica para cada producto y más control en el corte, costura y cuidado de la prenda. Ver Tabla 5.18.

Tabla 5.18

Índice de Calidad

Calidad	
Polos procesados	15687
Polos rechazados	157
Índice de calidad de la empresa	99%

Por lo tanto, al realizar el cálculo del OEE, se obtiene un aumento del 22% con un valor del 86% siendo superior al mínimo óptimo de 85%.

CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN

En esta sección se desarrollará la evaluación económica para la propuesta que tiene como finalidad mejorar la gestión de mantenimiento a través de la implementación del TPM, trabajando en conjunto con el área de producción para poder lograr los resultados esperados.

A continuación, se describirá un cuadro para algunos costos no contemplados anteriormente en el Capítulo V (ver Tabla 6.1 y Tabla 6.2).

Tabla 6.1

Costo de la energía eléctrica por consumo mensual de las máquinas

Máquina	Potencia (W)	Tiempo Promedio de uso mensual (horas)	KWh	Costo (S/)
Recubridora Siruba f007j	600	176	105,6	63,36
Remalladora Kingtex SH 7000	550	154	84,7	50,82
Tapetera Kansai Special wx-8803d	450	132	59,4	35,64
				S/150

Tabla 6.2

Otros costos fijos constantes

Concepto	Costo Mensual (S/)	Frecuencia
Renta	S/ 2 000	Mensual
Kit de Limpieza	S/ 52	Mensual

Flujo de caja actual

Para el análisis económico y financiero del proyecto, se consideró que, basado en la situación evaluada en el desarrollo de la solución, y considerando que el monto total de inversión no es tan elevado, se procederá a realizar solamente la evaluación del flujo de caja económico del proyecto, descartando el análisis financiero, pues Andreatex S.A.C., es económicamente autosuficiente para lidiar con inversiones de dicho monto.

Inicialmente se realizará la comparación entre los flujos económicos pasados con los futuros.

A continuación, se muestra un cuadro que contiene los flujos económicos de los 8 primeros meses del año 2017 basados en la utilidad bruta generada por la venta de polos de pedidos del tipo mediano realizada en dicho periodo (ver Tabla 6.4).

Por otra parte, cabe resaltar que para el cálculo del COK (costo de capital) se hará uso del método CAPM con los valores recolectados del Laboratorio de Mercado de Capitales de la Universidad de Lima, utilizando la siguiente fórmula (ver Tabla 6.3):

$$COK = rf + \beta_{proy} \times [rm - rf] + riesgo\ país$$

$$\beta_{proy} = \left[1 + \frac{D}{C} (1 - IR) \right] \times \beta$$

Tabla 6.3

Cálculo del Costo de Oportunidad (COK)

Indicador	Valor	Fuente
<i>D/C</i>	14,12%	Dato de la empresa
<i>rf</i>	5,55%	Tasa de interés de los bonos de USA
Riesgo país	1,41%	Banco de inversión JP Morgan
$[rm - rf]$	3,81%	Laboratorio de Mercado de Capitales Universidad de Lima
Impuesto a la Renta	29,5%	Datos de SUNAT
β	0,84	β de empresas del rubro textil de Estados Unidos
β_{proy}	0,9236	
COK	10,48%	

Tabla 6.4

Ventas e ingresos de los 8 primeros meses del año 2017

Año 2017	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Cantidad vendida de Polos de Pedido Mediano Vendidos	1 500	1 375	1 625	1 125	1 250	1 125	1 500	1 000
Ingreso por venta (S/)	24 000	22 000	26 000	18 000	20 000	18 000	24 000	16 000
Margen Bruto del 40% (S/)	9 600	8 800	10 400	7200	8 000	7 200	9 600	6 400

En dicha tabla se evidencia que los meses en que se realiza una mayor cantidad de ventas está constituido por los meses de enero, marzo y julio, lo cual se explica debido a que en dichos meses se dan inicio al nuevo año, periodo escolar y Fiestas Patrias, respectivamente, lo que genera un mayor volumen de compras por parte de las empresas que buscan polos con motivos asociados con dichos acontecimientos. Asimismo, es importante destacar que el precio de venta de un polo básico con diseño es de S/ 16, de los cuales se percibe un margen de ganancia unitario del 40%, es decir de S/ 6,4 por polo, y es dicho valor, el que será considerado para el cálculo del Flujo Neto de Fondo.

A continuación, se muestra el Flujo de Caja Económico Mensual pasado, el cual además incluye una columna que contiene la frecuencia de realización de cada actividad, y dentro de esta, resaltado en amarillo, aquellas cuya frecuencia se verá modificada con motivo de la propuesta de mejora que implica (ver Tabla 6.5).

Tabla 6.5

Flujo Económico Mensual Real Año 2017

Conceptos	Inv. Inicial	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Frecuencia
Margen bruto por la venta de polos medianos		S/ 9 600	S/ 8 800	S/ 10 400	S/ 7 200	S/ 8 000	S/ 7 200	S/ 9 600	S/ 6 400	Mensual
Renta		S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	Mensual
Energía Eléctrica		S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	Mensual
Engrasado		S/ 70			S/ 70			S/ 70		Trimestral
Kit Limpieza		S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	Mensual
Reparación del motor		S/ 150						S/ 150		Semestral
Flujo Neto de Fondos Económicos	0	S/ 7 178	S/ 6 598	S/ 8 198	S/ 4 928	S/ 5 798	S/ 4 998	S/ 7 178	S/ 4 198	

Tabla 6.6

Resultados de Flujo Económico Mensual Real Año 2017

COK	10,48%
VAN	S/ 33 025,13

Flujo de caja de la propuesta de mejora

Como ya se explicó anteriormente, la inversión inicial corresponde a los primeros 08 meses en donde se tiene planificado capacitar, introducir la propuesta en las instalaciones e implementar el TPM. Luego de estos y posterior a la implementación, se procederá a mantener esta nueva forma de trabajo en base a indicadores, lo cual derivará finalmente con la estandarización de los procesos. La inversión inicial suma un total de S/ 12 000 para este periodo.

Similar a lo señalado anteriormente en el flujo de caja actual, a continuación, se muestra un cuadro que contiene el mismo horizonte de tiempo; sin embargo, en este caso con nuevos costos asociados a las medidas de la implementación de la mejora. Se muestra el actual Flujo de Caja Económico Mensual Propuesto, resaltando igualmente de amarillo, aquellas con las nuevas frecuencias, las cuales fueron modificadas con motivo de la ejecución de la propuesta de mejora (ver Tabla 6.7).

Tabla 6.7

Flujo Económico Mensual Propuesto

Conceptos	Inv. Inicial	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Frecuencia
Margen bruto por la venta de polos medianos		S/ 9 600	S/ 8 800	S/ 10 400	S/ 7 200	S/ 8 000	S/ 7 200	S/ 9 600	S/ 6 400	Mensual
Renta		S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	S/ 2 000	Mensual
Insumos		S/ 171	S/ 100		S/ 570				S/ 150	Programada
Capacitación		S/ 422		S/ 2 220	S/ 1 920	S/ 2 580	S/ 1 350	S/ 1 350	S/ 1 200	Programada
Mano de Obra Mantenimiento Preventivo		S/ 250			S/ 250			S/ 250		Trimestral
Energía Eléctrica		S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	S/ 150	Mensual
Engrasado		S/ 70	S/ 70	S/ 70	S/ 70	S/ 70	S/ 70	S/ 70	S/ 70	Mensual
Kit Limpieza		S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	S/ 52	Mensual
Reparación del motor		S/ 150			S/ 150			S/ 150		Trimestral
Flujo Neto de Fondos Económicos	-S/ 12 000	S/ 6 335	S/ 6 428	S/ 5 908	S/ 2 040	S/ 3 148	S/ 3 578	S/ 5 578	S/ 2 778	

Tabla 6.8*Resultado de Flujo Económico Mensual Propuesto*

COK	10,48%
VAN ECONÓMICO	S/ 12 658,69
TIR ECONÓMICA	41,24%
RELACIÓN B/C	2,05
PER. RECUPERO	2,23

Se obtiene el VAN y TIR esperado de S/ 12 658,69 y 41,24%. Así pues, se observa que las actividades de engrasado y reparación del motor se realizarán con una mayor frecuencia; por otra parte, se concluye que existe una disminución de más del 50%, en el VAN respecto al calculado en el Flujo de Caja Real del año 2017, lo cual se explica en gran medida por la presencia de nuevos conceptos de gastos, resaltados de color verde claro, propios de la implementación del TPM, los cuales originan una reducción de dicho indicador; sin embargo, el proyecto sigue siendo viable pues el VAN esperado es mayor a 0 y la TIR mayor al COK hallado de 107,48%. Finalmente, el análisis realizado permite determinar que de acuerdo con la realidad de Andreatex S.A.C., por cada S/ 1,00 invertido en mantener el Sistema de Gestión del TPM, el beneficio esperado sería de S/ 2,05.

CONCLUSIONES

- El uso de las herramientas de Lean permitió determinar la situación actual de la empresa de confecciones Andreatex S.A.C, analizar las principales causas raíz y determinar la propuesta de mejora adecuada para la organización.
- Del proceso de producción seleccionado se obtuvo la variable de medición “Cantidad de días que se demora en entregar la producción de un pedido mediano de polos”, siendo la capacidad del proceso negativa y la capacidad potencial de 0,03 siendo estos inferiores al valor óptimo de 1. Identificando como principal problema la entrega a destiempo de los pedidos, por lo tanto, es necesario someterlo a mejoras para reducir la variabilidad del proceso.
- Se plantearon dos alternativas de solución, la primera “Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad documentado” y la segunda, “Aplicar un mantenimiento productivo total (TPM) según los lineamientos de Lean Manufacturing”. Al momento de hacer el ranking de factores, la que obtuvo la mayor puntuación fue la primera alternativa, siendo esta la que solucionaría las causas raíz identificadas.
- Finalmente, el proyecto Lean con una duración de ocho meses tiene una inversión de S/ 12 000, con un valor actual neto de S/ 12 658,69 y una TIR económica de 41,24%, siendo su impacto muy beneficioso para la empresa.
- Se concluye que la aplicación de las herramientas de Lean logrará reducir la variabilidad del proceso para que de esta manera se logre disminuir los tiempos de entrega de los pedidos medianos, ya que está comprobado que es económicamente viable.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda potenciar el uso de los histogramas y gráficas de control para lograr reducir la variabilidad del proceso, ya que esto va a permitir tener un sistema bajo control estadístico.
- Al ser una metodología que se basa en el análisis de datos, es necesario contar con un histórico de indicadores de producción para de esta manera realizar una adecuada toma de decisiones.
- La implementación de TPM en la organización requiere de un alto compromiso de la alta dirección de la empresa para el involucramiento y fomento en los proyectos de mejora continua, ya que requiere de la concientización de todos los empleados por lo tanto es necesario realizar revisiones periódicas de 5's para verificar el cumplimiento de la mejora.
- El valor de los ahorros proyectados se podría ver afectados, por tal motivo se ejecutará su aplicación inmediata en los tiempos previstos, de esta manera habiendo cambios mínimos en los flujos económicos.
- Se recomienda la utilización de esta herramienta Lean como base para las propuestas futuras en los procesos productivos de la empresa.

REFERENCIAS

- Asociación Española para la Calidad. (2016). *Diagrama SIPOC*.
<https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>
- Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental. (2012, julio). *Procesos para la Elaboración de Estándares y Procedimientos*.
https://aig.gob.pa/descargas/2019/06/Estandares_y_Procedimientos.pdf?csrt=2609585498224861
- Barahona, L., & Navarro, J. (2013). *Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six sigma*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4925>
- Carbonel González, P. A., & Prieto Solimano, M. S. (2015). *Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en el área de confecciones de una empresa textil*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6210>
- Emporio de Gamarra alberga más de 24 mil establecimientos. (2012, 10 de mayo). *RPP Noticias*. <https://rpp.pe/economia/economia/emporio-de-gamarra-alberga-mas-de-24-mil-establecimientos-noticia-480508>
- Gómez Fraile, F., Vilar Barrio, J. F., & Tejero Monzón, M. (2002). *Seis Sigma, 2da edición*. Fundacion Confemetal.
- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2da. edición*. McGraw-Hill.
<https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing. Concepto, técnicas e implantación*. Fundación EOI.
<http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-conceptotecnica-e-implantacion>
- Informe N.º 071-2020/CDB-INDECOPI, Informe final sobre el procedimiento de examen por expiración de medidas (“sunset review”) a los derechos antidumping vigentes sobre las importaciones de tejidos mezcla de poliéster con algodón, originarios de la República Islámica de Pakistán (2020, 17 de noviembre). <https://www.indecopi.gob.pe/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2017, setiembre). *Características de las Empresas del Emporio Comercial de Gamarra, 2016*.

- https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1463/libro.pdf
- ISixSigma. (2007). *Statistical Six Sigma Definition*. <https://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/statistical-six-sigma-definition/>
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2015). *ISO 9001:2015*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [MINCETUR]. (2017, 5 de noviembre). *MINCETUR: Exportaciones no tradicionales crecieron 9,7% en primeros nueve meses del 2017%*. <https://www.mincetur.gob.pe/mincetur-exportaciones-no-tradicionales-crecieron-97-en-primeros-nueve-meses-del-2017/>
- Ministerio de Economía y Finanzas [MEF]. (2018, julio). *Principales ejes para impulsar la Competitividad y Productividad*. https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/competitividad_productividad.pdf
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Ordóñez, W., & Torres, J. (2014). *Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5287>
- Perú tuvo un 9.6% de suba en las exportaciones textiles. (2019, setiembre). *Comunidad Textil*. <http://comunidadtextil.com/wpnews/2019/09/Perú-tuvo-un-9-6-de-suba-en-las-exportaciones-textiles/>
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos. <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479789671.pdf>
- Sociedad de Comercio Exterior del Perú [Comex Perú]. (2019). *Las micro y pequeñas empresas en el Perú Resultados en 2019*. <https://www.comexPerú.org.pe/upload/articles/reportes/reporte-mype-001.pdf>
- Sociedad Nacional de Industrias. (2017, 29 de setiembre). *Sectores textiles y de prendas serían los más afectados con TLC Perú – India*. <https://apttPerú.com/sectores-textiles-prendas-medicamentos-seran-los-mas-afectados-tlc-Perú-india/>
- Tavares, L. (1999). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Novo Polo Publicações. <https://soportec.files.wordpress.com/2010/06/administracion-moderna-de-mantenimiento.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

Flores Konja, A. A. (2004). *Metodología de gestión para las micro, pequeñas y medianas empresas en Lima Metropolitana*. [Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Contables y Empresariales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos] . Repositorio institucional de Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/380>

Shigeru, M. (1988). *Management for Quality Improvement*. Productivity Press.



Tesis 2da entrega

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	18%	1%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
8	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%