



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TESIS

**PLAN DE MEJORA BASADO EN LEAN SIX
SIGMA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD
EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA
EMPRESA EL ÁGUILA S.R.L-CHICLAYO-2017.**

**PARA OBTAR TITULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

Autor (es):

Fernández Bernal, Henry James.

Rimapa Requejo, Cristian Jhoel.

Asesor:

Mg. Arrascue Becerra Manuel Alberto

Línea de investigación:

Gestión Empresarial

**Pimentel – Perú
2018**

**PLAN DE MEJORA BASADO EN LEAN SIX SIGMA PARA
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA EL ÁGUILA S.R.L-CHICLAYO-
2017.**

APROBACIÓN DE LA TESIS

Mg. Carrascal Sánchez, Jenner
PRESIDENTE DEL JURADO

Mg. Simpalo Lopez, Walter Bernardo
SECRETARIO DEL JURADO

Mg. Larrea Colchado, Luis Roberto
VOCAL DEL JURADO

PIMENTEL – 2018

DEDICATORIA

A DIOS.

Por habernos permitido llegar a cumplir una de nuestras metas trazadas, y habernos dado salud para lograr cada uno de nuestros objetivos propuestos.

A NUESTROS PADRES:

Por brindarnos su apoyo económico, emocional y por la motivación constante que nos ha permitido ser personas de bien cultivando cada uno de sus valores y más que nada por el inmenso amor que sienten hacia nuestras personas, el cual han compartido con nosotros momentos valiosos que han reflejado en el día a día de nuestro crecimiento personal y profesional.

Los autores

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de manera muy especial a nuestro asesor Mg. Manuel Arrascue Becerra quien nos brindó el apoyo metodológico durante los últimos ciclos de estudio para poder concluir con dicho proyecto de investigación.

Un especial agradecimiento a la empresa EL AGUILA S.R.L por habernos aceptado que realicemos dicho estudio en su prestigiosa empresa, también agradecemos a todas las personas que contribuyeron con sus conocimientos, experticias, casos prácticos para así poder aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional.

PLAN DE MEJORA BASADO EN LEAN SIX SIGMA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ÁGUILA S.R.L-CHICLAYO-2017.
IMPROVEMENT PLAN BASED ON LEAN SIX SIGMA TO INCREASE PRODUCTIVITY IN THE PROCESS OF PRODUCTION OF ÁGUILA S.R.L-CHICLAYO-2017.

Fernández Bernal Henry James¹

Rimapa Requejo Cristian Jhoel²

Resumen

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de mejorar la productividad de la Empresa El Águila S.R.L., para disminuir costos innecesarios y poder aumentar la eficiencia, usando como marco de referencia la metodología de Lean Six Sigma, para el análisis y diagnóstico de los procesos de producción de la empresa, de manera que se pueda determinar cuáles serían las mejor metodología en prácticas para la empresa El Águila S.R.L, con la finalidad de ofrecer las propuestas de mejora y medir el impacto de la aplicación de esta metodología Lean Six Sigma en el control de las operaciones de la producción.

Los resultados que se lograron son:

- El nivel de productividad de la empresa fue en promedio en 1.378 y la tendencia en los últimos meses es a descender.*
- Durante este análisis se determinó que la causa de principal que estaría afectando a la baja productividad es la obtención de sacos de clase B, y la causa de la obtención de sacos de clase B es el mal control en el peso de los sacos.*
- El plan de mejora siguiendo de la metodología six sigma se centra en el análisis de la cadena de valor mediante el VSM, aplicación six sigma recolección de datos e identificación de principales variables de medición, cálculo del grado de correlación, capacidad del proceso y nivel sigma del proceso.*

Palabras claves: Plan de mejora, Productividad, Six Sigma.

¹Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: fbernalh@crece.uss.edu.pe, Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0606-4908>

²Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, rrequejoc@crece.uss.edu.pe, Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6234-8713>

ASBTRACT

The present research was developed with the objective of improving the productivity of Empress El Águila SRL, in order to reduce unnecessary costs and increase efficiency, using the Lean Six Sigma methodology as a reference framework for the analysis and diagnosis of production processes of the company, so that it can be determined which would be the best methodology in practices for the Águila SRL company, with the purpose of offering the improvement proposals and measuring the impact of the application of this Lean Six Sigma methodology in the control of the production operations.

The results that were achieved are:

- The level of productivity of the company was on average 1,378 and the trend in recent months is to decrease.*
- During this analysis it was determined that the main cause that would be affecting the low productivity is the obtaining of bags of class B, and the cause of obtaining bags of class B is the poor control in denier weight.*
- The improvement plan following the six sigma methodology focuses on the analysis of the value chain through the VSM, six sigma application, data collection and identification of main measurement variables, calculation of the degree of correlation, process capacity and level sigma of the process.*

Key Words: *Improvement plan, Productivity, Six Sigma.*

INDICE

Resumen.....	v
ASBTRACT.....	vi
I. INTRODUCCION	13
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Trabajos previos	15
1.3. Teorías relacionadas al tema	18
1.3.1. Productividad	18
1.3.2. Lean Six Sigma	32
1.4. Formulación del problema	49
1.5. Justificación e importancia del estudio	49
1.6. Hipótesis.....	50
1.7. Objetivos	50
1.7.1 Objetivo General:	50
1.7.2. Objetivos específicos:	50
II. MATERIAL Y METODOS	51
2.1. Tipo y diseño de la investigación.....	52
2.2. Población y Muestra.....	53
2.3. Variables y operacionalización	53
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	57
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	57
2.6. Aspectos éticos.....	57
2.7. Criterios de rigor científico	58
III. RESULTADOS	59
3.1. Diagnóstico de la empresa.....	60
3.1.1. Información general	60
3.1.2. Descripción del proceso Productivo.....	62
3.1.3. Análisis de la problemática	63
3.1.3.1. Resultados de la aplicación de los instrumentos	63
3.1.3.2. Herramientas de diagnostico	75

3.1.4.	Situación actual de la variable dependiente	87
3.2.	Propuesta de investigación	90
3.2.1.	Fundamentación	90
3.2.2.	Objetivos de la propuesta	90
3.2.3.	Desarrollo de la propuesta.....	90
3.2.3.1.	Aplicación del Value Stream Mapping	90
3.2.3.2.	Metodología Six Sigma.....	92
3.2.4.	Productividad de la propuesta	120
3.2.5.	Beneficio – Costo.....	126
3.3.	Discusión de Resultados.....	127
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	145
4.1	Conclusiones	146
4.2.	Recomendaciones.....	146
REFERENCIAS		147
ANEXOS		151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: En el sistema de registro asociado a la medición del trabajo	31
Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente.	54
Tabla 3: Operacionalización de la variable independiente	55
Tabla 4: Resultados actuales de los criterios de las 5s	63
Tabla 5: Producción de sacos por mes.....	76
Tabla 6: Porcentaje de sacos clase B y tasas de crecimiento por mes según reporte de producción.....	77
Tabla 7: Reporte de sacos de clase B por área o proceso responsable:	79
Tabla 8: Reporte de paradas por mes.....	80
Tabla 9: Tiempos de parada.....	81
Tabla 10: Causas de paradas de línea	82
Tabla 11: Cuadro resumen por incumplimiento en tolerancias:	84
Tabla 12: Estimación de pérdida	85
Tabla 13: Perdidas por las paradas de línea.....	86
Tabla 14: Ingresos y costos por la venta de sacos A y B.....	88
Tabla 15: Productividad.....	89
Tabla 16: Causas que afectan la productividad	92
Tabla 17: Matriz de selección según la metodología ISO 9001	93
Tabla 18: Registro de control de peso	96
Tabla 19: Dispersión y correlación.....	102
Tabla 20: Análisis de correlación entre el peso denier promedio y la cantidad de sacos de clase B	105
Tabla 21: Cantidad de sacos de tipo arrocero	106
Tabla 22: consolidado de datos en relación al promedio del peso denier y a la cantidad de sacos de tipo B.....	107
Tabla 23: Estadística de regresión	109
Tabla 24: Análisis de la varianza.....	109
Tabla 25: Estadística de regresión	110
Tabla 26: Análisis de la varianza.....	110
Tabla 27: Análisis de los límites de control	111
Tabla 28: Comparación de datos	116

Tabla 29: Causas de diferencia de pesos	119
Tabla 30: Propuestas de mejora.....	120
Tabla 31: Materia prima utilizada polipropileno	144
Tabla 32: Materia prima utilizada masterbach	144
Tabla 33: Materia prima utilizada carbonato.....	122
Tabla 34: Tabla comparativa de insumos.....	125
Tabla 35: Relacion de costos por insumos	125
Tabla 36: Relación de costos utilizados COMAI 707	126
Tabla 37: Parámetros en el área de extrusión	130
Tabla 38: Reporte de los parámetros	132
Tabla 39: Motivo de la paradas	136
Tabla 40: Plan de mantenimiento	137
Tabla 41: Plan de capacitaciones	140
Tabla 42: Recursos de materiales	143
Tabla 43: Recursos de equipos y herramientas	144
Tabla 44: Recursos humanos	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: 5 s	36
Figura 2: Símbolos de flujo de materiales	43
Figura 3: Simbología del flujo de información.....	44
Figura 4: Pasos para implementación del VSM.....	45
Figura 5: Flujo de Información de un VSM.....	45
Figura 6: Pasos para implementación del VSM.....	46
Figura 7: Ejemplo de VSM actual en una empresa “X”	47
Figura 8: Metodología Six Sigma (DMAIC)	49
Figura 9: Distribución de planta de la empresa El Águila SRL.....	61
Figura 10: Etapas del proceso de elaboración de sacos	62
Figura 11: Radar de la situación actual de las 5s	63
Figura 12: Problemas frecuentes en su puesto de trabajo	65
Figura 13: Causas de los problemas.....	66
Figura 14: Responsable de los problemas.....	67
Figura 15: Principales desperdicios	68
Figura 16: Causas de los desperdicios	69
Figura 17: Causas que estarían afectando a la productividad	70
Figura 18: Causas de los sacos defectuosos.....	71
Figura 19: Datos frecuentes en los sacos	72
Figura 20: Etapa del proceso que genera más defectos	73
Figura 21: Causas de las paradas de línea.....	74
Figura 22: Análisis de las causas que estarían afectando a la productividad del proceso de conserva de.....	75
Figura 23: Producción de sacos	77
Figura 24: Producción de sacos B.....	78
Figura 25: Porcentaje de sacos clase B por tipo de proceso	79
Figura 26: Paradas en minutos.....	81
Figura 27: Tiempo de paradas en línea	83
Figura 28: Productividad 2017.....	89
Figura 29: VSM de la empresa	91
Figura 30: Rompimiento de manga en telares	94

Figura 31: Proceso de telares	95
Figura 32: Histograma del peso denier promedio	102
Figura 33: Normalidad del promedio de denier	103
Figura 34: Normalidad del promedio del rango	104
Figura 35: Diagrama de dispersión denier vs sacos clase B	108
Figura 36: Relación denier > 630 vs cantidad de sacos clase B	109
Figura 37: Análisis de la varianza de la relación denier > 630 vs cantidad de sacos clase B	110
Figura 38: Grafico de control de la media	113
Figura 39: Grafico de control del rango	114
Figura 40: Informe de capacidad del proceso de Denier	117
Figura 41: Nivel de Six Sigma del proceso	117
Figura 42: Análisis de las causas de la diferencia en el peso denier de la cinta.	118
Figura 43: Hoja de reporte de producción.	123
Figuras 44: Reporte de producción - agosto	124
Figura 45: Formato de control actual	128
Figura 46: Formato propuesto para control de parámetros	129
Figura 47: Relación entre la tenacidad y cantidad sacos clases B	133
Figura 48: Informe de la capacidad del proceso de tenacidad	133
Figura 49: Nivel sigma de la tenacidad	134
Figura 50: Paradas	134

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad problemática

Voighes, A. (2015), en su tesis para obtener el grado de Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística, en la Universidad Politécnica de Valencia, España, desarrolló un modelo de Six Sigma para mejorar la Calidad y la Productividad en la Pymes industriales de Valencia. En su investigación revisó cada uno de los puntos del modelo que le permitió proponer una aplicación práctica adaptable a las Pymes. Voighes concluyó en una propuesta de adaptación del six sigma para las Pymes destacando que “resulta prácticamente imposible intentar implantar este sistema debido al amplio desconocimiento de las técnicas y herramientas que se utilizan para su implementación”.

En los países bajos, Werner,T., Kees, A., & Jiju, A., (2013) realizaron un estudio relacionado a los métodos six sigma aplicado en una empresa de plásticos de moldeo por inyección con el objetivo de proporcionar una demostración de la aplicación de técnicas de optimización robusta para la mejora de los procesos de moldeo por inyección en una pequeña y mediana empresa (PYME) de moldeo por inyección. En este estudio los resultados iniciales muestran que es imposible encontrar parámetros óptimos de proceso comúnmente válidos para ambas cavidades. Después de una modificación del molde, los experimentos se reanudaron y se pudieron encontrar ajustes óptimos.

Este estudio de caso demuestra un método para aplicar DoE con cinco parámetros de proceso que pueden servir como un método estándar para preparar la producción cuando se utiliza un nuevo molde por primera vez.

Ploytip J., Garza-Reyes, J. & Soriano - Meier (2013), en el Instituto Politécnico Nacional de Mexico, estudiaron casos sobre la reducción de defectos en el proceso de manufactura de guantes de goma aplicando six sigma y principios DMAIC, y encontraron que la temperatura del horno y la velocidad del transportador tuvieron un impacto estadísticamente significativo en la producción de guantes con fugas. En este estudio, los autores afirman que “el proyecto de mejora presentado no ha podido llevar a la organización estudiada a lograr un nivel de Seis Sigma”. El estudio permite deducir que mientras la organización siga aplicando Six Sigma dentro de su cultura de mejora continua y aplique sus conceptos y principios para resolver sistemáticamente problemas de calidad, tal como afirman

los autores “se cree que los beneficios como el ahorro de costos, el aumento de la calidad de los productos y las satisfacciones de los clientes serán mejorados”.

En Lima, Perú, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Delgado, G., (2015), en su Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Industrial, desarrolló la propuesta de un plan para reducir la merma en una planta de productos plásticos, utilizando la metodología Six Sigma. Este estudio concluyó en la necesidad del compromiso de la alta dirección de la empresa, entrenamiento del personal en los principios de la metodología del Six Sigma, el uso de herramientas y Técnicas de Ingeniería y en la ventaja del ahorro significativo por reducción del scrap y la obtención de ahorros para la empresa.

En la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, UPC, Lima – Perú, Mora, C. (2015), desarrolló una propuesta de mejora de procesos de control de calidad para la fabricación de tubos de acero en una empresa metal mecánica utilizando el Lean Six Sigma como herramienta de aplicación. En la propuesta hace uso de herramientas como las 5Ss, Diagrama Causa Efecto, 5Ms, logrando una propuesta efectiva que aplicará la mejora continua.

No se ha encontrado antecedentes a nivel local que estén referidos a la mejora de la productividad utilizando el Lean Six Sigma.

1.2. Trabajos previos

Narongsawas, Ch. (2013), estudio the Implementing continuous process improvement methods in a mid-size plastic company, referida a la mejora de métodos de proceso continuo en una planta de producción de plásticos y determinaron que “los costos ocasionados por el suministro de productos o servicios de alta calidad son menores a los costos afectados por los productos o servicios de baja calidad porque el costo de la mala calidad - chatarra, reelaboración, reteste, etc. - es más que el costo de hacerlo bien la primera vez”.

Narongsawas, Ch. (2013) afirma que “las subcategorías de los costes de fallas externas son el ajuste de reclamaciones, el producto y material devueltos, los gastos de garantía, los costes de responsabilidad y los costes indirectos”.

El autor encontró que “en octubre de ese año hubo 50% de defectos en el total de los procesos. Tenía alrededor de 36% de defectos y diciembre tenía alrededor de 31% de defectos”. Las causas principales de todos los defectos fueron clasificadas en cuatro categorías: máquinas, materiales, moldes y seres humanos.

Garza, Soriano y Roche (2015) aplicaron la metodología de resolución de problemas de Six Sigma DMAIC la cual fue una de varias técnicas utilizadas para mejorar la calidad. Su estudio demuestra la aplicación empírica de Six Sigma y DMAIC para reducir los defectos del producto dentro de una organización de fabricación de guantes de goma. El documento sigue la metodología DMAIC para investigar defectos, causas de raíz y proporcionar una solución para reducir / eliminar estos defectos. El análisis de emplear Six Sigma y DMAIC indicó que “la temperatura del horno y la velocidad del transportador influyeron en la cantidad de guantes defectuosos producidos”. En particular, se combinaron las técnicas de diseño de experimentos (DOE) y análisis de varianza de dos vías (ANOVA) para determinar estadísticamente la correlación de la temperatura del horno y la velocidad del transportador con defectos, así como definir sus valores óptimos necesarios para reducir / eliminar los defectos. Como resultado, se logró una reducción de aproximadamente el 50% en el defecto de los guantes "fugas", lo que ayudó a la organización a reducir sus defectos por millón de oportunidades (DPMO) de 195,095 a 83,750.

Mora, C. (2015), en su tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, realizó una propuesta para mejorar la calidad de los procesos en una planta de tubos de metal, concluyendo que “para el éxito de la propuesta es necesario tener en consideración algunas conclusiones que ayudarán a entender mejor cada aspecto relevante de la propuesta de mejora”. Mora resalta, además, que “dentro de las empresas la identificación y la estructura de resolución de problemas debe realizarse y revisarse constantemente. Para ello, existen técnicas y herramientas que son útiles para el análisis, diagnóstico, implantación y seguimiento que sirven de ayuda a la empresa para mejorar la competitividad frente a otras empresas. Mora concluye también, que “entre las herramientas que se piensan implementar como las 5's tienen que tener todo el respaldo de parte de los altos mandos de lo contrario todo queda en papeles y éstas no resultan efectivas debido al poco o nulo compromiso, generando así frustración de parte del personal operativo”.

Mora, C. (2015) afirma que es necesario hacer un análisis tanto cualitativo de las causas-raíz con herramientas como el Diagrama Causa-Efecto, pero también hay que tener en cuenta las herramientas cuantitativas como el Diagrama de Pareto que nos ayudan a tener una mejor visión del problema y poder orientarnos hacia alcanzar.

Delgado, E. (2015) en la Pontificia Universidad Católica del Perú desarrolló una propuesta para reducir el scrap en una planta de producción de frascos para el sector cosmético, farmacéutico y alimenticio; aplicando SixSigma. Afirma que “según data obtenida, en el año 2014 el scrap producido fue del 21%, existiendo una gran brecha con el objetivo del 5%, por lo que se recomienda el uso de la metodología Six Sigma. Debido a que en la empresa nunca se ha desarrollado la metodología Six Sigma, se realizaron con el apoyo de la gerencia de producción, reuniones con algunos supervisores y operarios de las líneas de polietileno para darles un alcance de los beneficios de la metodología. Gracias a su apoyo se obtuvo información valiosa para el desarrollo del presente trabajo, así como también para el cumplimiento de las mejoras propuestas como parte de un plan piloto en el desarrollo del DMAIC en la línea 1 con ayuda de herramientas como el Mapa de procesos, FMEA, Pareto 80-20, diagrama causa-efecto, así como también de herramientas estadísticas.

Luego de desarrollar las mejoras, se tomaron de datos para un nuevo proceso de análisis, se desarrollaron pruebas de hipótesis; encontrándose que en dos meses se obtuvo una mejora importante del 5%, comprobándose lo efectivo de la metodología para la reducción del scrap. El VAN y el TIR en la evaluación económica realizada nos arrojan resultados positivos de ganancia y rentabilidad que sustentan la ejecución del proyecto.

Este trabajo presenta los pasos a seguir para que la empresa pueda implantar la metodología Six Sigma en sus líneas de producción de polietileno.

No se han encontrado antecedentes locales similares al presente estudio.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Productividad

Definición

La productividad es una herramienta de ingeniería que se usa para promover un producto o servicio, como si fuera una herramienta de comercialización; por lo cual hay una gran vaguedad sobre su significado. Actualmente, debido a los cambios que vienen presentando la industria, el término ha venido evolucionando hasta sintetizarse en el siguiente concepto: Productividad es el cociente que se obtiene de dividir la producción entre los recursos utilizados para obtenerla.

Esta definición puede aplicarse a una empresa, a una industria o a una economía. De esta forma es posible hablar de la productividad de capital, de mano de obra, de materia prima, etc.

En términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produce, mientras que la productividad

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCCION}}{\text{RECURSOS UTILIZADOS}}$$

De acuerdo al modelo matemático que se observa, la productividad aumenta cuando existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes. Además, la productividad aumenta cuando existe un incremento de la producción, mientras los insumos permanecen constantes.

Propenko (2002) resume en concepto y define la productividad como, una operación de la puesta en acción más o menos económica de un medio particular de producción. El criterio de ésta apreciación lo proporciona la relación entre la producción realizada y el uso o gasto hecho del medio en cuestión. Es muy sencillo, pero es preciso entender que, si se quiere pasar de un plano cualitativo a un plano cuantitativo, y se quiere calcular la productividad, hay que tener presente que ésta no puede medirse en valor absoluto: no hay unidad de productividad. Por el contrario, expresar en valor relativo. Por ejemplo, entre dos etapas de mejoramiento

de un puesto de trabajo, la productividad en la maquina “B” ha aumentado en un 10% con relación a enero último.

La comparación y valorización de la utilización de un recurso, solo es posible cuando todos los demás elementos se mantienen iguales.

Ejemplo:

Supóngase que una compañía manufacturera de calculadoras electrónicas produce 10,000 calculadoras empleando 50 personas que trabajan 8 horas diarias durante 25 días.

Producción = 10,000 calculadoras.

Recursos empleados:

Trabajadores = 50

Horas de trabajo = 8

Días = 25

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{10\,000}{50 * 8 * 25} = 1 \text{ calculadora / hombre-hora}$$

Supóngase que esta compañía aumenta su producción a 12,000 calculadoras contratando 10 trabajadores más en consecuencia:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{12\,000}{60 * 8 * 25} = 1 \text{ calculadora/hombre-hora}$$

De los ejemplos anteriores se puede observar que la producción de calculadoras aumento en un 20% pero la productividad del trabajo no aumento. De este ejemplo se puede observar también que puede haber casos en los cuales la productividad de la mano de obra disminuya aun cuando la producción aumente; o en los que la productividad de la mano de

obra aumenta junto con la producción. Es decir, un aumento en la producción no necesariamente significa un aumento en la productividad.

Con frecuencia se confunden entre sí los términos de productividad, eficiencia, efectividad y eficacia. Veamos su definición:

Tipos de productividad

Prokopenko, (2001), explica que la productividad puede ser calculada según el recurso que se quiere analizar o en su totalidad teniendo en cuenta todos los recursos utilizados en el proceso. El clasifica como:

a) Productividad parcial.

Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo.

b) Productividad de factor total.

Es la razón entre la productividad neta o valor añadido y la suma asociada de los insumos, mano de obra y capital.

c) Productividad total.

Es la relación entre producción total y la suma de los factores de insumo.

Medición de la productividad

La diversidad de funciones, medidas, interpretaciones y usos de la información sobre la productividad es tan grande que debemos manejar los aspectos de medición de la productividad en cuatro niveles diferentes: Internacional, Nacional, Sector Industrial y Empresas.

a) Medición de la productividad a nivel internacional

Los economistas trabajaron en desarrollar mediciones de productividad para poder hacer comparaciones internacionales. En 1984 se propusieron cuatro medidas para comparaciones internacionales.

1. Comparación del valor de producción bruta por unidad de mano de obra.
2. Comparación del valor de producción neta por unidad de mano de obra.
3. Comparar. de la producción física (bruta y neta) por unidad de mano de obra
4. Comparación de la producción y del insumo físico de materiales.

Se observa que 1 y 2 son medidas de valor, 3 y 4 son medidas físicas, sin embargo, la Organización para la Cooperación Económica Europea usa las siguientes medidas de comparación de la productividad:

- PNB per cápita
- PNB por persona empleada.

En general, no se pueden realizar comparaciones entre diversos países porque en cada uno de ellos varía la forma de obtener datos.

Problemas de la medición de la Productividad Internacional.

La medición de la productividad laboral en un determinado país suele presentar diferencias con la productividad laboral en otro país, por la manera como ésta se enfoque o por las leyes o políticas que rigen en el manejo del sistema laboral. No hay un consenso mundial, sin embargo, la Organización Internacional del Trabajo hace esfuerzo por unificar la medición de este indicador. Al respecto Prokopenko, (2001), afirma que:

1. La explicación de las diferencias internacionales en productividad está muy lejos de ser adecuada ya que no se han estudiado suficientemente los factores sociales, culturales, políticos, religiosos y económicos.
2. Faltan las comparaciones con los países en desarrollo como México, aún existen problemas con las comparaciones entre países industrializado

b) Medición de la productividad a nivel nacional.

Según Prokopenko, (2001), es común que la productividad nacional se mida con frecuencia como una razón de la salida, dividida entre la entrada, por lo tanto.

$$\text{Productividad} = \text{P.B.I./m.o} + \text{capital}$$

La razón de productividad de factor total es la mejor utilizada, cuando se describe la productividad nacional.

La razón de productividad nacional comúnmente se expresa como índices en el tiempo. La razón de un periodo de tiempo se compara con el periodo base para derivar un porcentaje de incremento o decremento en la razón de productividad. Estos índices se calculan para periodos anuales o trimestrales.

Beneficio al mejorar la productividad en una economía nacional.

Existen muchos beneficios cuando se mejora la productividad:

1. Al aumentar la productividad, hay más ingreso per cápita.
2. La productividad mejorada tiende a mitigar los efectos de la inflación.
3. Ayuda a mantener la estabilidad en los salarios.
4. La productividad es un índice de crecimiento, puesto que una nación avanza utilizando menos para producir más.

c) Medición de la productividad a nivel empresa.

No basta mejorar la productividad en función de las operaciones. Algunas de las áreas más importantes para mejorar la productividad son el área de ventas, finanzas, personal, procesamiento de datos, etc. Por lo tanto, la productividad debe considerarse como un asunto de toda la organización. La medición de la productividad no tiene un modelo único, sino que cada una de las disciplinas profesionales involucradas en la gestión de la empresa tiene su propia forma de definir, interpretar y medir la productividad.

Las ventajas para alcanzar buena productividad a nivel empresa son:

1. Ayuda a incrementar las utilidades.
2. La productividad permite la competitividad de una empresa.

Medición de la productividad a nivel industrial.

Ventajas de la medición de la productividad a nivel industrial.

1. Presenta indicadores económicos.
4. Sirve como análisis de la fuerza de trabajo.
5. Sirve como pronóstico de empresas y comercios.

Principios a seguir al medir la productividad en una industria.

1. Cada gerente de departamento debe hacer sus propias mediciones.
2. Las mediciones de la productividad deben entrelazarse en forma jerárquica.
3. Los índices de productividad deben incorporar todas las áreas de trabajo en la medida de lo posible.
4. El inventario puede ser un obstáculo o una ayuda para la productividad de una empresa. Muy poco inventario puede ocasionar pérdida de ventas, volumen reducido y baja productividad; demasiado inventario producirá costos más elevados de capital y menor productividad.

Factores que afectan la productividad

La medida de la productividad no solo señala cuanto se produce de los recursos existentes, sino que también indica cuán efectivos son los métodos que se emplean y cómo se controlan los costos. No hay duda que un incremento de la productividad implica una reducción de costos.

Esto indica que el índice de costos que se invierten mes a mes puede indicarnos también lo que puede suceder con la productividad.

Entonces resulta importante y hasta necesario monitorear de manera especial las operaciones que muestren una tendencia ascendente. Algunos costos suben durante un mes y bajan en el siguiente. Puede haber poca oportunidad de reducirlos, pero es importante investigar para determinar qué es lo que produce esa variación. Cuando los costos suben poco a poco y de manera continua, tal vez no parecen subidas espectaculares, pero a la larga son los muy dañinos.

Existen casos en que cuando se lleva a cabo un programa de reducción de costos, los trabajadores no lo entienden y por el contrario lo critican. Es necesario darles a conocer las ventajas de reducir costos que equivalen a un aumento de utilidades como algo que les ayuda, no como algo que les perjudica.

Planeación de la productividad en la empresa

La planeación de la productividad parte de estrategias plenamente definidas que exige un enfoque de sistemas que reconoce las relaciones recíprocas entre los elementos del sistema y su medio ambiente. Stephen Moss (1982), plantea el enfoque estratégico de la siguiente forma.

Plasmar las necesidades de competitividad en metas concretas para las operaciones a la luz de los factores negativos y positivos actuales de la empresa.

Examinar y replantear todo el sistema de funcionamiento desde el diseño de los productos hasta los servicios de post venta.

Asumir que el cambio constante es a la vez inevitable y deseable. Aparecen nuevas tecnologías, las exigencias del mercado, los recursos cambian, y los competidores actúan y reaccionan.

Por consiguiente, la estrategia de la productividad es la configuración de las decisiones en la empresa que determinan sus objetivos, procedimientos y políticas y planes principales para alcanzar las metas.

Una buena estrategia de mejoramiento de la productividad es:

- Definir claramente el concepto de productividad.
- Explicar la importancia del mejoramiento en las organizaciones.
- Evaluar la situación actual
- Elaborar modelos óptimos
- Establecer políticas y planes de mejoramiento.

Un plan de mejoramiento de la productividad es más eficaz, si se integra en la planificación de la estrategia de la organización. Debe asignar prioridades y dejar constancia por escrito a fin de fijar su continuación.

Normalmente los planes de productividad se sustentan en las responsabilidades de la gerencia de la empresa que:

Promueve la creatividad y la innovación

- Solicita que se formulen sugerencias sobre problemas concretos.
- Establece grupos de trabajo o de estudios permanentes o temporales siempre que sea necesario.
- Determina las actividades de investigación y desarrollo que se han de realizar.
- Se integra a la estrategia y planificación en largo plazo de la organización en conjunto.

En resumen, una planeación de la productividad debe contemplar las siguientes etapas:

1. Identifica los objetivos
2. Factores prioritarios (objetivo general)
3. Analiza los factores
4. Prepara un plan de acción (actividades), (objetivos específicos)
5. Identifica las políticas
6. Establece métodos y sistemas de medición de la productividad
7. Definición los recursos que se van a utilizar
8. Ejecución del plan de acción
9. Evaluación

La primera etapa se refiere a definir el objetivo principal por lo cual se va a planear el mejoramiento de la productividad. En algunos casos es necesario definir las 3 o más metas más importantes que se quieren alcanzar mediante los esfuerzos de productividad, en otras palabras, priorizar. El objetivo debe siempre expresarse en función del mejoramiento de la productividad de la organización. Para mayor especificación se puede indicar los objetivos específicos. Los objetivos indican: qué se va a hacer, dónde se va a poner énfasis, y que se va a obtener. El objetivo debe ser claro concreto y medible.

La segunda Etapa identifica los factores que usarán para planificar la productividad. Estos factores pueden ser: producción, insumos, mano de obra, insumo de capital, energía, tecnología, mercado, y gastos varios. Se debe tener en cuenta que estas variables permitirán determinar la productividad parcial, total, y de factor total, siempre teniendo en cuenta lograr cumplir con el objetivo general.

La tercera etapa analiza los factores en referencia a fin de definir lo que se tendrá que hacer para alcanzar los objetivos que están identificados con éste factor. Si es el caso de mejorar la productividad, entonces se hace un diagnóstico de la productividad actual, bajo el eje de la gestión de la productividad.

La cuarta etapa, comprende la definición de la estrategia y las actividades que se llevarán a cabo. Estas deben ser realistas y basadas en condiciones ponderables. Se deben prever los riesgos. Se elaboran los detalles de cada actividad, esto contempla cambios en la organización, se asignarán tareas a los individuos, métodos y procedimientos para realizarlos. Se define la secuencia, fecha de inicio y la fecha de término de la actividad.

En esta etapa es importante el logro de la participación y dedicación del personal.

En la quinta etapa, pone atención a las políticas de la empresa, las que pueden o no afectar la planeación de la productividad, por lo que es necesario que los planes se adecuen a estas. Cuando una empresa cuenta con procedimientos y políticas establecidas, existe mayor probabilidad de alcanzar los resultados esperados. Por ejemplo, si una compañía cuenta con patrones de producción, establecidos mediante estudios de tiempo y movimientos que toma efectuar cada labor, es razonable pensar que los nuevos patrones serán equivalentes.

La sexta etapa consiste en establecer métodos y sistemas de medición de la productividad. Aquí se deben elegir las medidas de la productividad con respecto al conjunto de metas, y utilizarlas para calcular los índices de productividad del periodo base. Estas se utilizarán para efectuar comparaciones en el futuro.

La séptima etapa se establece con qué medios se habrá de alcanzar los objetivos, es decir, que recursos físicos, humanos, materiales e información se utilizarán y cómo habrá que relacionarlos para que originen el efecto deseado. Lo ideal es que la estrategia sea el resultado de una serie de alternativas previamente discutidas, y que sea realista y aplicable. En algunos

casos de mejoramiento de la productividad es necesario hacer uso de estadísticas y gráficos, que son formas sustanciales de representar la información.

La etapa 8, consiste en ejecutar las actividades que corresponden a la estrategia seleccionada, para lo cual, debe existir un responsable de su ejecución, se debe fijar la fecha de inicio y la fecha de finalización de cada actividad. En esta etapa se recomienda motivar a los trabajadores, para su participación y contemplar un reconocimiento adecuado por los mejores resultados (círculos de calidad y productividad).

Finalmente, en la novena etapa, se evalúan las actividades. La evaluación es la actividad que tiene como finalidad cautelar que la ejecución de las actividades se desarrolle de acuerdo a los planes establecidos, y garantizar su cumplimiento. La evaluación permite obtener información calificada o cuantificada con relación a lo planeado y programado para identificar, evaluar y presentar alternativas en el caso de una desviación significativa con relación a los patrones estimados. Así también se puede establecer si se logran los objetivos, y se registra información real que puede servir como retroalimentación.

Estas etapas se han de considerar únicamente como una especie de lista de verificación que podría y debería ampliarse o reducirse según las tareas o circunstancias específicas de cada organización.

Técnicas de mejora de la productividad

La esencia del mejoramiento de la productividad es trabajar de manera más inteligente, no más dura.

Prokopenko, (2001) afirma que una de las claves del éxito de una empresa reside en saber incrementar la productividad. Pero para ello, es preciso tener en cuenta el rendimiento total de la actividad productiva de los factores, y no sólo la productividad del trabajo. Cuando se aumenta la inversión en capital (compra de maquinaria) para reducir las necesidades del factor trabajo (y por lo tanto elevar la productividad de este factor) el objetivo debe ser aumentar el rendimiento de todos los factores.

En la práctica, la productividad de cada factor es muy difícil de calcular porque no se puede identificar con exactitud qué parte de la producción se debe a cada uno de ellos. Además, la cantidad de factores utilizados en la producción varía con el tiempo. Debido a estas dificultades, las estadísticas relativas a la productividad deben interpretarse con cautela.

El mejoramiento de la productividad a corto plazo de los índices, puede reflejar una mejor utilización de la capacidad productiva, y no una mejora real de la productividad.

Por lo común se vincula el crecimiento de los salarios a las mejoras en la productividad. Muchas empresas utilizan un sistema de pagos en función del trabajo realizado, de forma que parte del salario depende del rendimiento de cada trabajador. También es frecuente que la empresa que está negociando los salarios con los trabajadores asegure que la subida salarial sólo será posible si se produce un incremento de la producción; ésta es una forma de amenazar con una reducción de personal o plantilla si la subida salarial no va acompañada de un aumento de la productividad.

El mejoramiento de la productividad es tan importante que responde también a una mejora del nivel de vida, sin embargo, en países como el nuestro donde el desempleo es alto, la actitud de los trabajadores frente a lograr una mejora de la productividad es negativa puesto que temen que conforme aumenta la productividad, conduce a una reducción de personal, por lo tanto, el trabajador necesita que le den las garantías del caso y previa explicación.

Mejoramiento de la productividad

Es un conjunto de programas que representan una metodología de asesoramiento y formación o un método sistemático y planificado para introducir cambios positivos en los resultados obtenidos expresados como producción con respecto a los recursos que se utilizaron.

Las consideraciones sobre productividad se dan en todo tipo de empresa. En muchas operaciones de oficina y servicios, las mediciones de la productividad se hacen de la misma manera que en las operaciones manufactureras. La productividad de una mecanógrafa, por ejemplo, puede ser el número de cartas o líneas que mecanografía por hora trabajada. La productividad de un cajero de supermercado puede ser la cantidad de artículos registrados (o

dólares) por día. La productividad de un cajero de banco puede ser la cantidad de transacciones realizadas por hora, día, semana o mes. El único límite de la productividad es la necesidad de obtener una medida confiable de la productividad. Es difícil, por ejemplo, medir el valor de la producción de una enfermera, aunque muchos hospitales hablan de la cantidad de pacientes atendidos por una enfermera en un turno de trabajo como medida de la productividad.

Otro factor que hay que considerar es el impacto de la calidad sobre la productividad. Si las exigencias de calidad aumentan, la productividad se reducirá; o bien si las especificaciones sobre el producto no son tan exigentes, la productividad puede aumentar por este cambio, pero no representa un verdadero mejoramiento de la productividad. Mejorar la productividad permite mejores niveles de eficiencia en el manejo de los recursos en sus operaciones. Este mejoramiento es: Aumentar la producción manteniendo utilizando los mismos recursos, o Mantener la misma producción reduciendo los recursos utilizados.

Técnicas de ingeniería industrial para mejorar la productividad

Las técnicas utilizadas en el desarrollo de programas de mejoramiento de la productividad consisten principalmente en la recopilación de información y el aumento de la eficacia del trabajo. La ingeniería industrial utiliza para éste concepto varios métodos que se clasifican en dos grupos:

- Método Técnico: Técnicas de Ingeniería y Análisis económico
- Método Humano: Métodos relacionados con el comportamiento.

Técnicas de ingeniería industrial y análisis económico

Estudio del trabajo: Es una combinación de dos técnicas – el estudio de los métodos y la medición del trabajo – que se utilizan para examinar el trabajo humano e indicar los factores que influyen en la eficiencia. Normalmente se emplea con la intención de aumentar la producción de una cantidad dada de recursos con una pequeña inversión de capital. Este se logra con un análisis sistemático de las operaciones, los procesos y los métodos de trabajo.

El procedimiento básico del estudio del trabajo es el siguiente:

- Seleccionar el trabajo o proceso que se va a estudiar.
- Registrar a fin de obtener los datos que se han de analizar.
- Examinar los hechos registrados
- Idear los métodos más económicos
- Medir la cantidad de trabajo y tiempo necesario para realizarlo.
- Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente.
- Implantar el nuevo método
- Mantener el uso del nuevo método mediante control adecuado.

Estudio de Métodos: Llamado también, estudio de movimientos o ingeniería de métodos, es el registro sistemático y el examen crítico de las formas actuales y propuestas de ejecutar el trabajo, con el fin de establecer métodos más fáciles, más eficaces y de reducir costos. Se emplea en:

- Mejorar procesos y procedimientos
- Disposición de la planta
- Diseño de la planta y equipo
- Reducir el esfuerzo humano y la fatiga
- Reducir uso de materiales, máquinas y mano de obra.
- Crear mejor ambiente físico y de trabajo

Medición del trabajo: Determina el tiempo que un trabajador calificado necesita para realizar una tarea específica en un nivel definido de rendimiento. Mientras que el estudio de métodos ayuda a eliminar el movimiento innecesario, la medición del trabajo ayuda a investigar, reducir, y posteriormente eliminar el tiempo ineficaz, durante el cual no se realiza el trabajo útil.

La medición del trabajo proporciona la información básica necesaria para el diseño, planificación, organización y control del trabajo, especialmente en empresas industriales donde el tiempo es importante.

En el sistema de registro asociado a la medición del trabajo deben incluirse por lo menos los siguientes datos:

Tabla 1: En el sistema de registro asociado a la medición del trabajo

INFORMACION	FUENTE
Horas de asistencia de cada trabajador	Tarjeta de registro del horario
Tiempo tipo para cada operación	Tarjeta de la tarea u estudio de trabajo
Tiempo de inicio y fin de cada operación	Tarjeta de tarea u hoja de trabajo
Cantidades producidas	Tarjeta de tarea u hoja de trabajo
Desperdicio o rectificación: cantidad y tiempo	Nota sobre desechos o ficha de rectificación
Tiempo de espera y tiempo no productivo	Tarjeta de tiempo de espera u hoja de trabajo diario

Fuente: Ogayar & Galante (2013).

Simplificación del trabajo: Se basa en el supuesto de que quienes realmente ejecutan una tarea son con frecuencia los que están en mejor situación para mejorarla. En lugar de encargar a especialistas, es preferible capacitar a los trabajadores para que piensen creativamente acerca de sus tareas y darles incentivos para que introduzcan mejoras. La modificación del trabajo consiste en tres elementos:

- Los principios: Cada persona sabe mejor como realizar sus tareas.
- La modalidad: Cómo piensa que lo debe hacer mejor
- El plan de acción: Lleva a cabo el plan

Técnicas relacionadas con el comportamiento

Desarrollo de la organización

Es un proceso planificado, dirigido y sistemático. Su objetivo es modificar los sistemas, la cultura y el comportamiento de una organización para mejorar la eficacia. Se ocupa de la ciencia del comportamiento y el perfeccionamiento de los recursos humanos y renovación organizativa. Propenko (2010).

Gran parte de la ineficiencia organizativa tiene su origen en individuos que no están interesados en la organización a la que pertenecen. El DO se basa en la hipótesis de que las organizaciones influyen en el comportamiento humano y los individuos influyen en las organizaciones.

Un proceso de un DO es un sistema constante y circular que requiere los servicios de un consultor. Este proceso consiste de varias etapas:

- Identificación del problema
- Reconocimiento del problema
- Diagnóstico de la organización
- Elaboración de una estrategia del cambio
- Intervención
- Medición y evaluación
- Información sobre los resultados.

Para Propenko (2010), las etapas de identificación y reconocimiento del problema permiten que se exprese la insatisfacción en cualquier nivel para revelar los problemas. Aquí los consultores emplean técnicas muy comunes como las entrevistas, encuestas, y métodos de observación directa.

1.3.2. Lean Six Sigma

Lean Seis Sigma es la combinación mejorada de dos metodologías científicas llamadas Lean y Six Sigma que, de forma separada, buscan la maximización de la productividad (AEC, 2014). Sin embargo, unidas bajo una misma metodología, no sólo se orientan a reducir costes, sino también a maximizar la eficiencia en los procesos y, por lo tanto, a que las empresas que la implementen sean más competitivas en sus respectivos mercados. Seis Sigma ha

demostrado ser una metodología sistemática y rigurosa para la mejora de procesos. La filosofía Lean logra eliminar los desperdicios y optimizar la cadena de valor.

Según la Asociación Española para la calidad, la metodología Lean Seis Sigma se basa en la gestión de los llamados siete desperdicios. Podemos definir desperdicio, como todo aquello que es adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipo, personal, tecnología, etc).

Six Sigma es una estrategia de mejora, una herramienta cuyo objetivo es hacer que las empresas sean más eficientes y competitivas. Se basa en una organización con responsabilidades bien definidas, el seguimiento de unas etapas que aseguran que no se olvidará nada importante y en el uso de datos - convenientemente recogidos y analizados- para la toma de decisiones.

Este curso está estructurado para proporcionar a sus participantes las capacidades y habilidades necesarias para liderar equipos de mejora. Ello se consigue a través de una formación-acción basada en el énfasis en los conceptos, la utilización de software especializado (Minitab, del cual los participantes reciben una licencia de uso de un año) y el desarrollo de un proyecto de mejora.

El perfil de los participantes es muy diverso, tanto desde el punto de vista de la formación previa (ingenieros, farmacéuticos, biólogos, economistas, psicólogos, médicos, entre otros) como del cargo que desempeñan en la organización. También es muy variado el tipo de organizaciones de procedencia, extendiéndose a prácticamente todos los sectores, tamaños y estados de implantación de alguna metodología de mejora: desde las que tienen un sistema avanzado funcionando correctamente, hasta las que están comenzando a plantearse su implantación, sin olvidar las que desean revitalizarlo, (AEC, 2014).

Objetivos:

- Identificar oportunidades de mejora.
- Liderar y asesorar equipos que estén trabajando en proyectos de mejora de alto impacto.

- Identificar en qué situaciones es conveniente aplicar cada una de las técnicas disponibles y aplicarlas con éxito.
- Formar nuevos formadores. Difundir y enseñar los conceptos, las actitudes y las herramientas aprendidas en el curso.

A quién va dirigido

- Profesionales que deseen aumentar su capacitación para dirigir proyectos de mejora.

SEIS SIGMA o Six Sigma por sus siglas en inglés, es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente (Lean solutions, 2017). La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

Seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología seis sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente (Lean solutions, 2017).

Obtener 3.4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero logable. Se puede clasificar la eficiencia de un proceso con base en su nivel de sigma:

- 1 sigma= 690.000 DPMO = 68.27% de eficiencia
- sigma= 308.000 DPMO = 95.45% de eficiencia
- sigma= 66.800 DPMO = 99,73% de eficiencia
- sigma= 6.210 DPMO = 99,994% de eficiencia
- sigma= 230 DPMO = 99,99994% de eficiencia
- sigma= 3,4 DPMO = 99,9999966% de eficiencia

Porcentajes obtenidos asumiendo una desviación del valor nominal de 1,5 σ

Por ejemplo, si tengo un proceso para fabricar ejes que deben tener un diámetro de 15 +/-1 mm para que sean buenos para mi cliente, si mi proceso tiene una eficiencia de 3

sigma, de cada millón de ejes que fabrique, 66.800 tendrán un diámetro inferior a 14 o superior a 16mm, mientras que, si mi proceso tiene una eficiencia de 6 sigma, por cada millón de ejes que fabrique, tan solo 3,4 tendrán un diámetro inferior a 14 o superior a 16mm.

Dentro de los beneficios que se obtienen del Seis Sigma están: mejora de la rentabilidad y la productividad. Una diferencia importante con relación a otras metodologías es la orientación al cliente.

Usos del Six sigma

El Six sigma es una herramienta que tiene amplio uso en los procesos empresariales, tanto de servicios como de producción, y en todas las áreas de la organización. Está enfocada principalmente en la reducción de errores y mejora continua de la calidad.

Herramientas de Lean Six Sigma

a. Metodología 5S

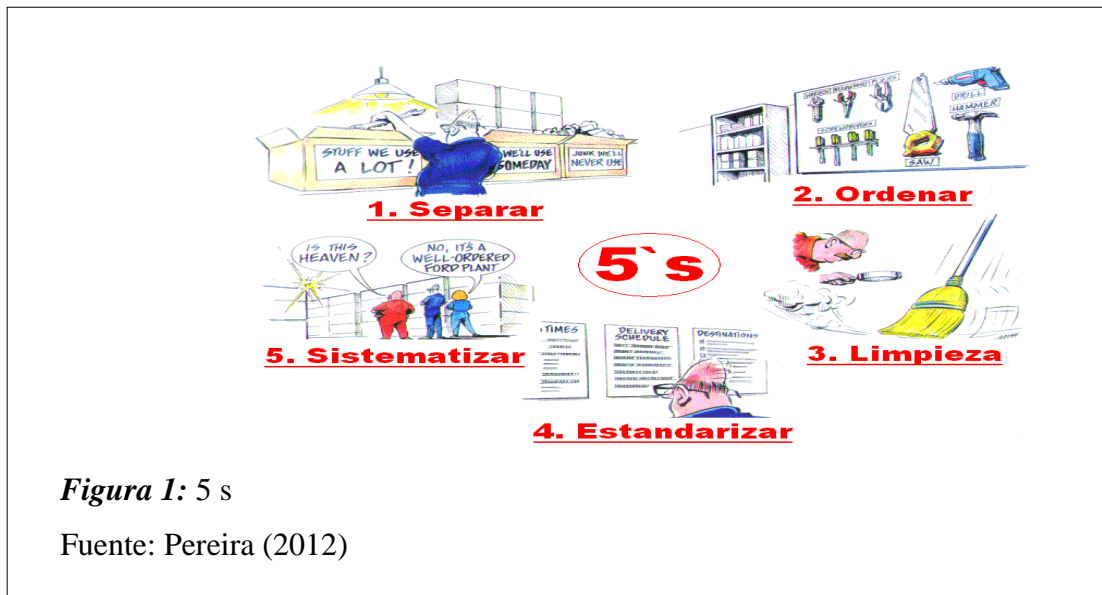
Según Galgana (2004), el nombre de la 5S se deriva de 5 palabras en japonés, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke y que en español significan separar o clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina.

La metodología 5S hoy en día es considerada una herramienta básica y fundamental para empezar a implementar cualquier otra mejora en una empresa, además es adaptable a todo tipo de rubro.

Así como indica Gutiérrez (2014), El enfoque primordial de la Metodología 5S desarrollada en Japón es que para que haya calidad se requiere antes que todo orden, limpieza y disciplina. (p.110). Cada S nos quiere decir lo siguiente:

Seleccionar (Seiri)

Para Gutiérrez (2016), esta primera fase consiste en seleccionar, clasificar o eliminar objetos o elementos de acuerdo al área de trabajo o proceso que esté realizando. Es decir que la aplicación de esta primera S, es aprender a desprenderse de las cosas o dejar de lado el “por sea caso”.



- **Ordenar (Seiton)**

El orden una fase primordial para la metodología 5S y según Gutiérrez (2016), nos quiere decir que esta fase se debe mantener y conservar cada cosa o elemento en su ubicación ideal.

- **Limpiar (Seiso)**

En esta fase Gutiérrez (2016), nos describe como una fase de prevención a la suciedad y al trabajo inseguro, además no solo consiste en limpiar todas las áreas si no darse cuenta y poder hallar la causa del porque los procesos no se encuentran (clasificados, ordenados o limpios).

- **Estandarizar (Seiketsu)**

En esta fase nos dice Krajewski et al. (2008), que se establecen programas y métodos para realizar las labores de limpieza y clasificación es decir se formaliza el orden y la limpieza por medio de inspecciones o supervisiones con regularidad para que las 3 primeras S se sigan cumpliendo y manteniendo continuamente.

Para Galgana (2004), la cuarta S es sinónima de realizar un trabajo estándar en todos los procesos o áreas de trabajo de la empresa.

- **Disciplina (Shitsuke)**

Según nos describe Gutiérrez (2016), a última fase y la parte más importante del proceso de aplicación de las 5s, es la disciplina y se refiere a que se debe de mantener las normas y cumplir los procedimientos al pie de la letra, es decir una mejora continua, que no tenga fin.

Objetivos de la Metodología 5S

Para Galgana (2004), el objetivo principal de implementar las 5S es de definir y estandarizar áreas o puestos de trabajo en óptimas condiciones, dando así que se pueda detectar y verificar fácilmente los problemas que se presenten en la empresa.

Beneficio al aplicar 5S

- Con respecto a Krajewski et al. (2008), indica que implementar las 5S trae consigo beneficios los cuales son:
 - Mejora las entregas, respetando las fechas de envío de pedido.
 - Aumenta la productividad
 - Mejora la calidad de los productos en proceso y terminados.
 - Promueve un trabajo seguro.

b. TPM

TPM en sus siglas en ingles Total Product Maintenance y en español Mantenimiento Productivo Total es una herramienta fundamental e importante si de mejora continua se quiere plantear en una empresa.

Según Galgano (2004), define al TPM como una filosofía de mejora continua y los que intervienen en dicha mejora son todos los trabajadores de una empresa como operarios y supervisores, además de los que dan mantenimiento a las maquinas, es por ello que es

importante el trabajo en equipo porque eso ayuda a que todos aprendan a solucionar algún problema o defecto de una máquina y puedan cooperar todos.

Por otro lado, para Sacristán (2001), el TPM tiene como finalidad eliminar fallos e incidentes y defectos, esto permite mejorar la eficiencia del proceso productivo, además de reducir costos, con lo que mejorará la productividad.

Objetivos

- Para Sacristán (2001), implementar el TPM en una empresa se tiene como objetivo principal lograr la mejora continua y los específicos serían:
- Eliminar los problemas de equipos y maquinarias.
- Cambiar los comportamientos de los trabajadores, teniendo una nueva cultura mejorando la limpieza y trabajo en equipo.
- Solucionar los problemas que nadie podía resolverlos o no se interesaron en resolver como por ejemplo, fallas en los equipos, cambios de herramientas.
- Aumentar la productividad por medio de mejorar con el rendimiento del personal y reducción de costos.
- Mejorar la imagen de la empresa.

Además Galgano (2004), considera un objetivo del TPM a la eficiencia como un indicador global porque en los últimos tiempos, el cliente se basa en la calidad de los productos este indicador es conocido por siglas en inglés Overall equipment effectiveness (OEE) y en español nos quiere decir Eficiencia Total de la Instalación, lo cual el TPM hace que el OEE llegue a mejorar todo lo que concierne a las maquinarias por ejemplo paradas de máquinas, mantenimiento de las mismas con la finalidad de prevenir los problemas durante el proceso productivo de una línea de producción.

Factores del TPM

De acuerdo con Sacristán (2001), el TPM no es una simple herramienta, y no se basa en un solo punto como son las maquinas o equipos si no que considera 4 factores importantes para la implementación de TPM:

- Trabajadores / organización
- Materiales (entradas al proceso)
- Maquinaria/ medios
- Productos finales (salida del proceso).

Según lo mencionado se considera a la fuerza laboral un factor porque son fundamentales para el cambio porque tienen el contacto directo con maquinaria o problemas relacionados al proceso productivo y sobre todo porque serán los primeros en recibir el cambio, otro factor mencionado son los materias porque sin ellos no podrían producción o empezar la producción, también otro factor son las maquinarias o medios utilizados en el proceso productivo de un producto dado y por último el producto final el cual es el resultado y reflejo si se trabajó con eficiencia y calidad durante la producción de un producto.

Principios del TPM

De acuerdo a Galgano (2004), considera 4 principios base al implementar el TPM:

Obtener un sistema de mantenimiento fiable, capaz de impedir paradas frecuentes en las instalaciones: Esto nos quiere decir que es preferible y realizar un sistema de mantenimiento para la disminución de paradas innecesarias que comprar una mejor maquinaria ya que muchas veces las empresas no quieren invertir, ni aumentar sus costos para compensar las paradas de las máquinas.

El operario es la persona que mejor conoce la máquina: De acuerdo al segundo principio se considera que el operario es parte fundamental para brindar alguna solución, o dar alguna propuesta de mejora no solo de la maquinaria sino también del ambiente en donde se encuentra laborando.

Limpieza, lubricación, ajuste e inspección son elementos fundamentales para la reducción del número de problemas: En este principio nos quiere decir que la limpieza es punto inicial para la aplicación del TPM, lo cual permite que la inspección se logre sin ningún retraso. El desgaste o averías de las maquinarias son ocasionados muchas veces por el polvo, pérdida de aceite entre otros los cuales pueden ser solucionados con una programación de limpieza, lubricación y una verificación preventiva antes de que el problema suceda.

Mantener el coste de mantenimiento bajo control: Con respecto al último principio considerado por Galgana (2004), no dice que el TPM no pretende invertir, si no seguir manteniendo sus mismos costos de mantenimiento de mejora trabajando con lo que tienen.

Ventajas de implementar TPM

- Alarga la vida útil de la maquinaria.
- Mejora la producción, ya que, al no haber problemas durante la línea del proceso productivo, aumentara la capacidad productiva y con ello mejor también el costo del producto.
- Aumenta la productividad con la mejora de la eficiencia a un 50- 60%.

Etapas de la implementación del TPM

Según Lefcovich (2009), considera que hay una serie de etapas y fases que se deben pasar para realizar la implementación del TPM y son:

- **Preparación.** Con esta etapa se da inicio a la implantación del TPM y empieza en la toma de la decisión de querer aplicar el TPM en la organización, además de realizar una serie de campañas fomentando sobre la herramienta y junto con eso formar un comité el cual ayudara para analizar la actualidad de la empresa y a planificar metas.
- **Implantación.** Esta segunda fase consiste en implantar y fomentar una nueva cultura a toda la fuerza laboral con capacitaciones, motivándolo y haciéndolo parte del cambio. Además de aplicar los mantenimientos correspondientes y planificados por el comité de la organización.

- **Evaluación.** Esta etapa se encarga de analizar todos los resultados obtenidos después de haber aplicado y planificado el TPM.
- **Estandarización.** Esta fase es la última y a la vez da inicio a otro ciclo de mejora continua, es decir se encarga de estandarizar todos los resultados y que sean resultado de la aplicación del TPM y lo que se quiere lograr es hacer que los recursos lleguen a tener una mayor vida útil y que las mejoras sean continuas.

Aplicación de los pilares

Para Lefcovich (2009), sostiene que hay actividades principales que el TPM utiliza son más conocidos como pilares y son:

- **Mantenimiento Autónomo.** Es la primera actividad que considera de suma importancia la intervención de los operarios en el mantenimiento de maquinarias, es por ello que se denomina mantenimiento autónomo porque son los mismos operarios quienes realizan las tareas fundamentales como la inspección, lubricación o algunos ajustes del momento.
- **Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías o fallos.** Esta actividad se realiza como medida de prevención para que no ocasione más adelante algún problema y no halla paradas de producción.
- **Mantenimiento planificado.** Esta actividad consiste en realizar un programa de mantenimiento para ver el progreso de cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y entre otros problemas, el programa debe de estar a cargo del departamento de mantenimiento.

Prevención de mantenimiento. La finalidad de esta actividad es optimizar los equipos y reducir los costos de mantenimiento, como su mismo nombre lo dice prevenir el mantenimiento genera fácil operación y estable además de una elevación de niveles de economía y seguridad y riesgos de contaminación.

Mantenimiento Predictivo. Esta actividad se basa en detectar y diagnosticar defectos con tiempo, con la finalidad de poder corregirlos y evitar paradas de máquinas, de producción o accidentes entre otros beneficios son el ahorro de costo de mantenimiento, disminuir o eliminar los retrasos lo que con lleva una mejor relación con los clientes. Y para realizar este mantenimiento predictivo se puede utilizar muestras de lubricantes.

También existen más pilares:

Actividades de apoyo. Este principio es aplicado en todos los departamentos de una empresa, el objetivo principal es poder eliminar algunas pérdidas de recursos utilizados.

Gestión de seguridad y entorno: Para este principio se debe trabajar con todos los trabajadores y que estén comprometidos de mejorar con el fin de que las funciones laborales se realicen de forma segura y correcta.

c. VSM (Mapeo de la cadena de valor)

El value stream mapping (VSM) es una herramienta que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios, se puede representar esquemáticamente cualquier proceso productivo, logístico o administrativo, de forma que permita una fácil identificación de las operaciones que aportan valor con respecto a las operaciones que serán consideradas mudas, permitiendo esto priorizar la acción de mejora futura, comprobar así mismo el correcto cumplimiento con respecto a la demanda y que deje a la vista al mismo tiempo las posibles dificultades para satisfacerla, (Rajadell & Sanchez, 2010).

1. Objetivos del VSM

Los autores Rajadell M. y Sánchez J. (2010), encuentran en el VSM que el objetivo es mostrar cómo se puede representar esquemáticamente cualquier proceso productivo, logístico o administrativo, de forma que permita una fácil identificación de las operaciones que aportan valor con respecto a las operaciones que serán consideradas mudas, permitiendo esto priorizar la acción de mejora futura.

2. Simbología para el VSM

Un símbolo es una imagen que representa una idea, que comprende una verdad universal. Un sistema de símbolos se compone de un conjunto de símbolos interrelacionados. Para establecer el VSM se dispone de un sistema formal de símbolos que permite representar en un papel todos los procesos encontrados en un sistema productivo. Para el caso del flujo de materiales, estos símbolos son los que se adjuntan a continuación, (Rajadell & Sanchez, 2010).






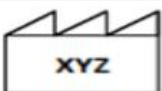



 Operación de Valor Añadido	 Operación de Control	 1000 piezas días Material Parado	 Movimiento de Materiales Empujado				
 Movimiento de Material Tirado	<table border="1" data-bbox="612 893 804 994"><tr><td>T/C: 6.5 seg.</td></tr><tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr><tr><td>2 Turnos</td></tr><tr><td>OEE: 60%</td></tr></table> Datos de Proceso	T/C: 6.5 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	<u>Máx. 30 Piezas</u> FIFO → Movimiento de Material Tirado	 Localizaciones Externas
T/C: 6.5 seg.							
C/S: 400 seg.							
2 Turnos							
OEE: 60%							
 Transporte Camión	 Transporte interno	 Supermercado					

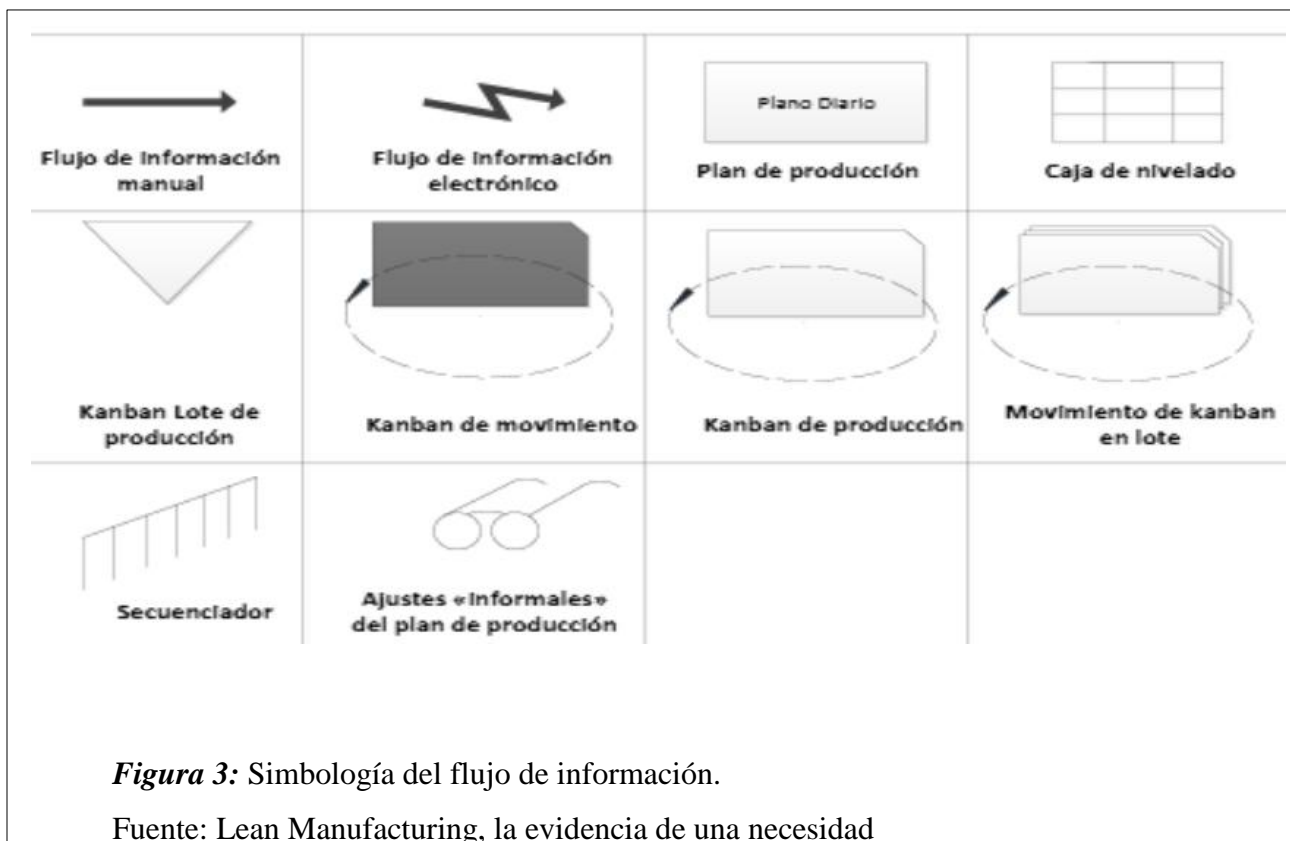
Figura 2: Símbolos de flujo de materiales

Fuente: Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad

Figura 2: Símbolos de flujo de materiales

Fuente: Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad

Una vez dibujado el mapa de la situación actual con respecto al flujo de materiales, se debe seguir el flujo de la información existente entre los clientes, la planta y todos los proveedores habrá que tomar nota si se trata de una comunicación electrónica o manual, si existe un sistema de programación de la producción, etc. La simbología estándar que se utiliza para la identificación del flujo información es la siguiente.



3. Dibujo del VSM

Se comienza el flujo de materiales siempre por el cliente, con los datos referentes al producto seleccionado. Para dibujar el VSM que define la situación actual del sistema conviene tener presente las siguientes consideraciones, (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010).

- Se debe entender cuál es la situación inicial antes de poder decidir hacia dónde se desea ir.
- La información que se representa ha de ser precisa (tomando datos cuantificados) y útil de manera que deben evitarse los datos irrelevantes.
- La información debe recogerse en la planta, ya que obviamente no deben usarse datos de tipo estándar. Durante la fase de recogida de datos debe aprovecharse la oportunidad de escuchar las opiniones y las preocupaciones de los operarios, porque la conversión en una empresa lea incluye la integración en el proceso de los conocimientos y la creatividad de todos.
- Para la representación gráfica deben utilizarse los símbolos establecidos y se recomienda utilizar un lápiz o una pizarra ya que se producirán cambios.

e) Debe anotarse solo el proceso, no las excepciones en dicho proceso.

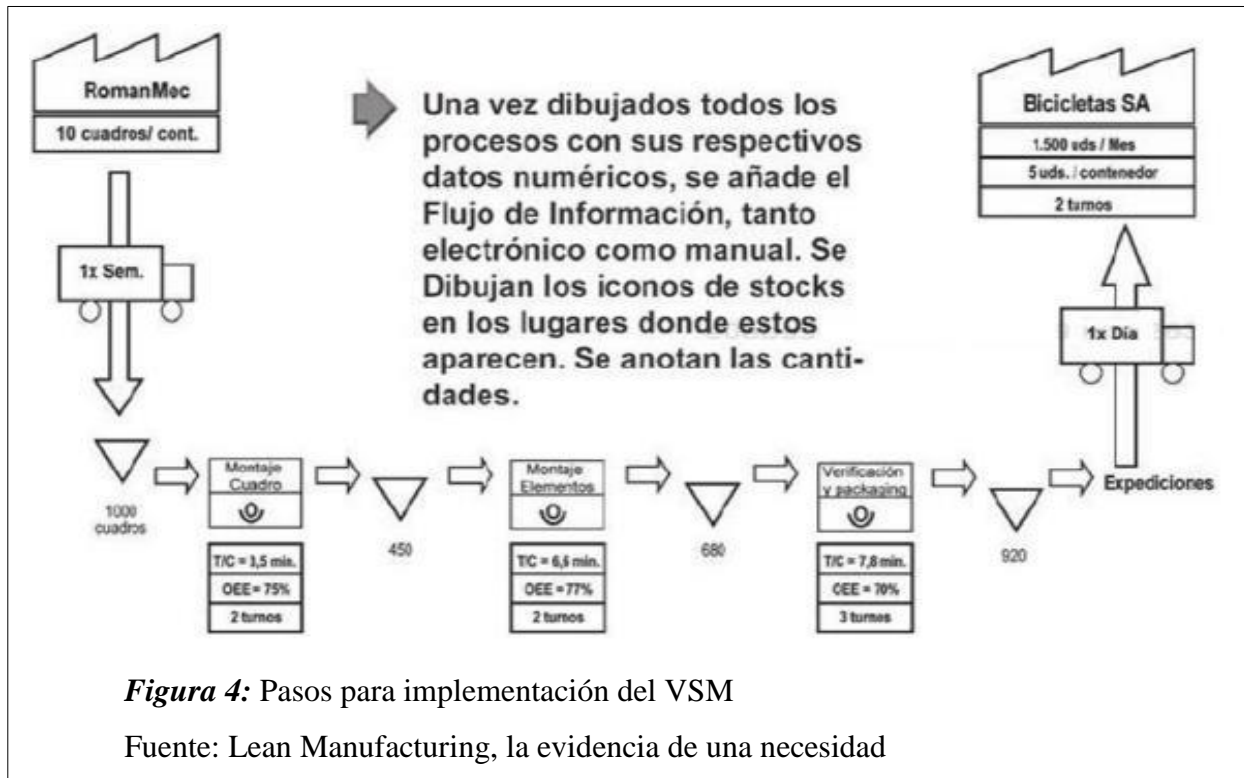


Figura 4: Pasos para implementación del VSM

Fuente: Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad

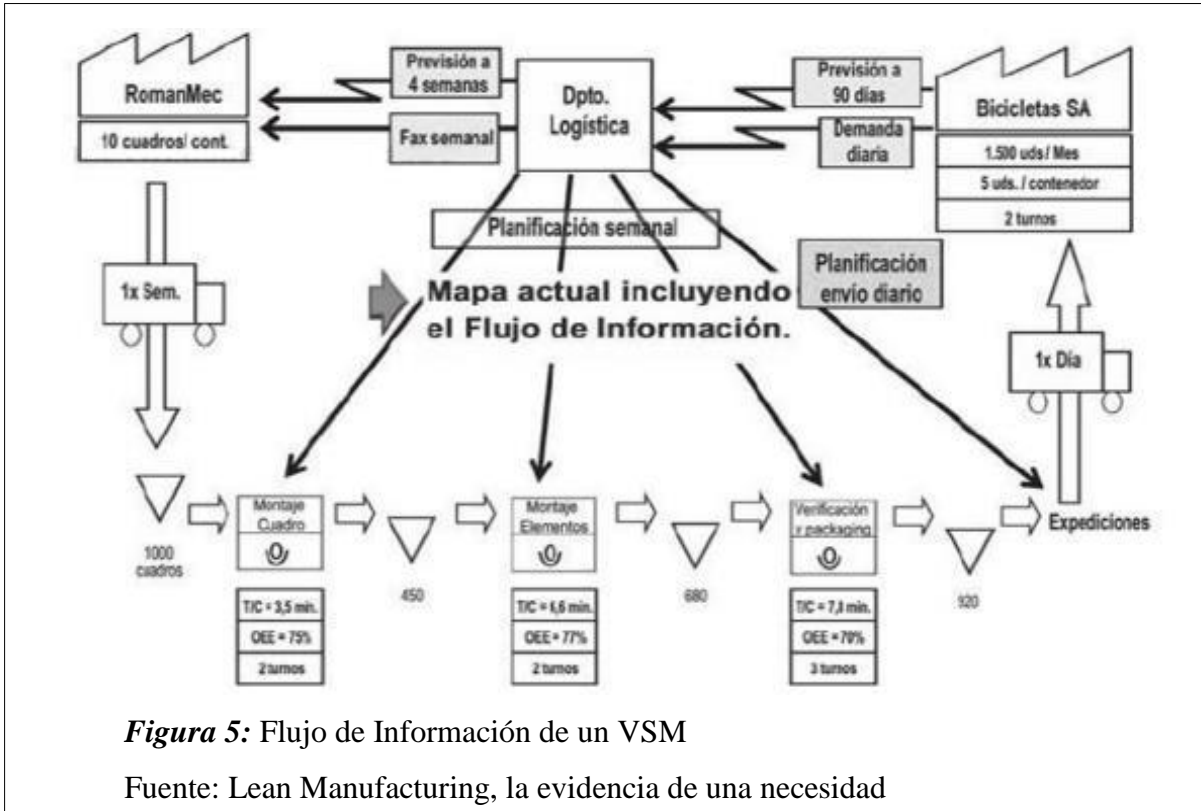


Figura 5: Flujo de Información de un VSM

Fuente: Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad

4. Pasos para la implementación del VSM

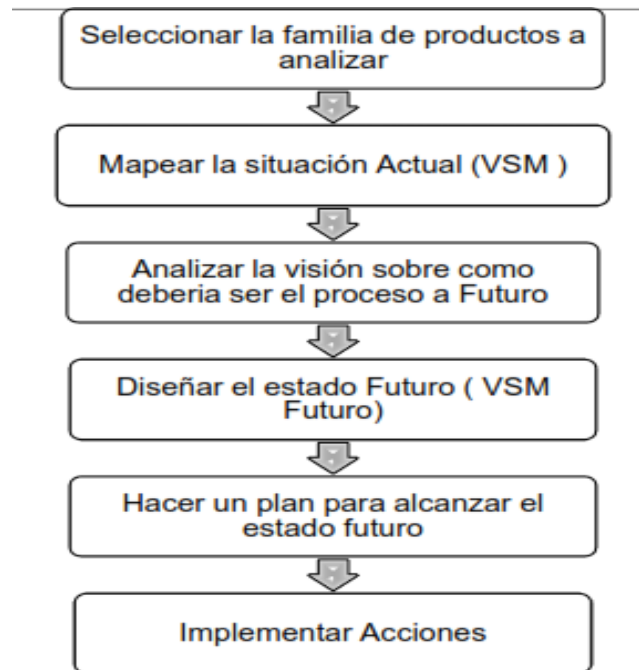


Figura 6: Pasos para implementación del VSM

Fuente: Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad

Los pasos que una empresa debe seguir para llevar a cabo la implementación del VSM son los siguientes:

- a) Seleccionar una familia de productos. Para identificar una familia de productos se puede utilizar una matriz producto-proceso, teniendo en cuenta que “Una familia de productos son aquellos que comparten tiempos y equipos, cuando pasan a través de los procesos”
- b) En esta etapa se debe hacer el levantamiento del VSM actual se debe dibujar los procesos de producción básicos seguidos por el producto, identificando los parámetros clave de cada proceso (tiempo ciclo, tiempo de cambio de utillaje, número de operarios, porcentaje de defectivo, fiabilidad de la instalación, etc.).

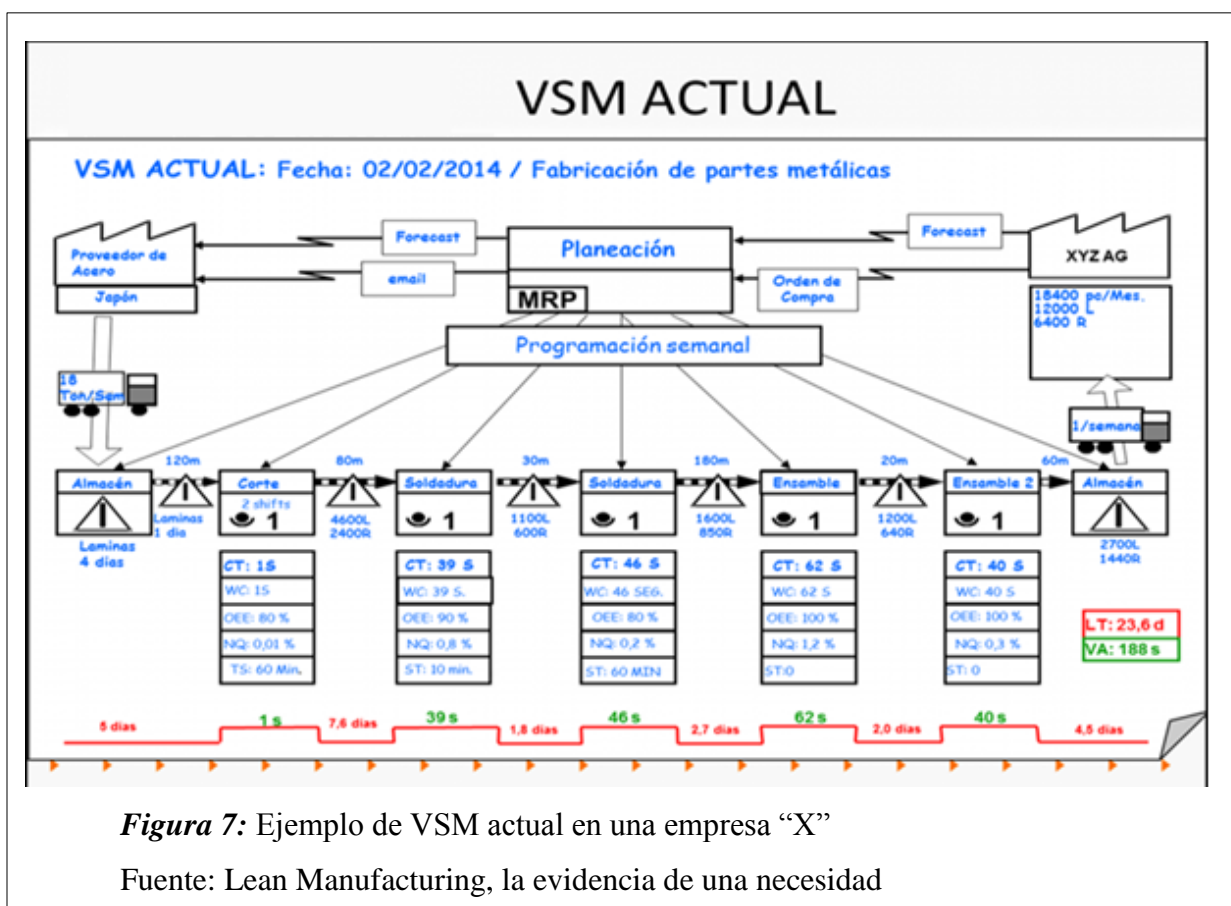


Figura 7: Ejemplo de VSM actual en una empresa “X”

Fuente: Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad

c) Trazar el mapa del flujo de material, es decir, como se mueve el material de proceso en proceso, que inventarios existen y de que magnitud, así como el análisis del flujo de las materias primas de los proveedores a la empresa y del producto terminado a los clientes. En esta etapa se debe establecer como funcionara el proceso en un plazo corto, se debe analizar y responder las preguntas ¿Qué procesos se integran?, ¿Cuántos operarios requiere la línea?, ¿Cuántos equipos?, ¿Qué espacio? y ¿Cuánto el stock en proceso?

d) Dibujar el VSM futuro, dibujar el mapa del flujo de información entre el cliente y la empresa, entre la empresa y proveedores y entre el departamento de planificación y los procesos de producción.

e) Calcular el Lead Time total del producto y el Lead Time de proceso. En este momento se habrá conseguido entender el mapa del flujo de valor del estado actual (VSM actual) y el análisis del mismo permitirá reconocer las áreas con problemas.

f) El siguiente paso es diseñar el mapa del flujo de valor de la empresa futuro con un enfoque de producción ajustada se deben hacer cambios los cuales deben estar plasmados en un plan de acción, hacerle seguimiento hasta alcanzar el estado futuro, una vez alcanzado este estado, se inicia el proceso, (Luis, 2006).

d. DMAIC

Esta metodología es fundamental si se quiere aplicar Six Sigma en una empresa. Según Chase et al. (2009), el ciclo DMAIC es una versión más detallada de PDCA de Deming el cual consta en 4 pasos: planear, desarrollar, controlar y actuar que son la base del mejoramiento continuo (el mejoramiento continuo también conocido como Kaizen). (p. 314).

Al respecto Krajewski et al. (2008), menciona que este modelo está conformado por 5 pasos a seguir rigurosamente si se quiere lograr el “cero defectos”:

Definir. Determine las características de los productos del proceso que son cruciales para la satisfacción del cliente e identifique las brechas entre estas características y las capacidades del proceso (...) Para darse una idea del estado actual del proceso, documéntelo usando diagramas de flujo y gráficos de proceso.

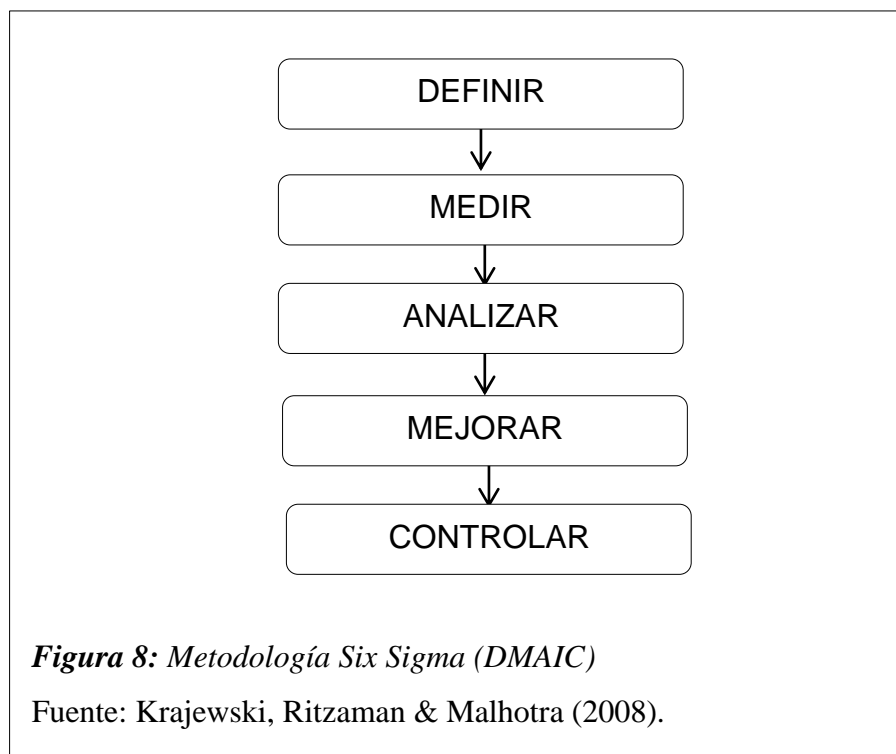
Medir. Cuantifique el trabajo realizado en el proceso que afecta la brecha. Seleccione qué medir, identifique las fuentes de datos y prepare un plan recopilación de datos.

Analizar. Use los datos de las mediciones para realizar un análisis del proceso, que puede centrarse en el mejoramiento incremental o el rediseño radical del proceso. Use herramientas de análisis de datos, como los gráficos de Pareto, diagramas de dispersión y diagramas de causa y efecto.

Mejorar. Modifique o rediseñe los métodos existentes para alcanzar los nuevos objetivos de desempeño. Implemente los cambios.

Controlar. Monitoree el proceso para asegurar que se mantengan los altos niveles de desempeño. Una vez más, las herramientas de análisis de datos, como los gráficos de Pareto,

gráficos de barras y diagramas de dispersión, así como las herramientas de control estadístico de procesos pueden usarse para controlar el proceso. (p, 233).



1.4. Formulación del problema

¿Un Plan de Mejora basado en Lean Six Sigma permitirá aumentar la productividad en el proceso de producción de la empresa El Águila S.R.L Chiclayo-2017?

1.5. Justificación e importancia del estudio

El diseño de un Plan de mejora de la productividad con Lean Six Sigma para el área de producción de la empresa El Águila S.R.L resulta ser de mucha importancia en la medida que resulta ser la mejor alternativa para que el negocio pueda crecer y aumentar sosteniblemente su competitividad y rentabilidad. Porque permite optimizar el uso de los recursos utilizados. Porque la productividad permitirá evaluar el rendimiento de la maquinaria y equipo que utiliza la planta, del recurso humano que labora, el rendimiento de la materia prima, y el buen manejo de los procesos.

El diseño del plan será un significativo aporte para la ingeniería industrial en el aspecto académico y profesional, así como en la industria. La aplicación del modelo Lean Six Sigma será también un aporte para la ingeniería y tecnología.

La aplicación de este plan beneficiará a la empresa, a sus trabajadores, e indirectamente a las familias de los trabajadores, en la medida que una mejor productividad es sinónimo de menores costos de producción, mayores ganancias lo cual impacta positivamente en mejores utilidades.

En oportuno también saber que una mejora en la productividad influirá en la mejor imagen de la empresa lo cual se convierte en un impacto positivo tanto dentro de la empresa como en la universidad y en la sociedad.

1.6. Hipótesis

Plan de Mejora basado en Lean Six Sigma permitirá aumentar la productividad en el proceso de producción de la empresa El Águila S.R.L Chiclayo-2017

1.7. Objetivos

1.7.1 Objetivo General:

Diseñar un Plan de Mejora basado en Lean Six Sigma para aumentar la productividad del área de producción de la empresa El Águila S.R.L Chiclayo-2017.

1.7.2. Objetivos específicos:

- a) Realizar un diagnóstico del proceso productivo e identificar las causas que estarían afectando a la productividad.
- b) Determinar el nivel de productividad actual del proceso de producción en la planta de la empresa El Águila S.R.L.
- c) Diseñar el plan de mejora que permita aumentar la productividad aplicando las herramientas Lean Six Sigma.
- d) Estimar la productividad en el proceso de producción con el nuevo plan basado en Lean SixSigma.
- e) Estimar el beneficio costo del Plan de mejora.

II. MATERIAL Y METODOS

2.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación

Según en su libro (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), esta investigación fue de tipo aplicada, descriptiva.

Aplicada, porque depende de los descubrimientos y avances de la investigación de otros autores y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. También busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar.

Descriptiva, porque especifica las propiedades, las características o perfiles importantes de grupos o empresas, también usa estudios comparativos, longitudinales, transversales, de encuesta (cita). Porque se va describir la problemática y tiene como objeto describir las dos variables, tanto el reducir costos de producción, como la mejora del proceso productivo.

Métodos de investigación

Método analítico:

Con este método analizaron las variables en forma particular como son las herramientas que se proponen para la mejora del proceso, dependiendo de la productividad de la empresa Gandules Inc. SAC. (Hernández 2014).

Método Inductivo:

El análisis de este proyecto permite estudiar de forma individual de cada uno de los factores que impiden tener una buena productividad en la empresa, y así tener el conocimiento de poder utilizar de manera correcta las herramientas adecuadas para ayudar aumentar la productividad. (Hernández, 2014)

Método Deductivo:

Según Hernández (2014). Este método permitió hacer un estudio de teorías similares con la productividad de la empresa para detallar las características a observar en nuestro proyecto.

2.2. Población y Muestra

La población está representada por el conjunto de procesos de la empresa El Águila S.R.L.

La muestra es el proceso productivo de la empresa la misma que fue seleccionada por muestreo por conveniencia.

2.3. Variables y operacionalización

Variable Dependiente: Mejora de la Productividad

Variable Independiente: Sistema de gestión basado en Lean Six Sigma

Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR (FORMULAS)	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
			TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
	Productividad total	$\frac{\text{Producción total}}{\sum \text{Recursos utilizados}}$	Observación visual	Ficha de observación
	Productividad de Mano de obra	$\frac{\text{Producción total}}{\text{Mano de obra utilizada}}$	Observación documentaria	
Mejora de la productividad (Variable dependiente)	Productividad de materia prima	$\frac{\text{Producción total}}{\text{Materia prima utilizada}}$	Entrevistas	Registro de datos
	Productividad de Maquinaria y equipo	$\frac{\text{Producción total}}{\text{Maquinaria utilizada}}$	Encuestas	Cuestionario
	Productividad de Capital	$\frac{\text{Producción total}}{\text{Capital utilizado}}$		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Operacionalización de la variable independiente

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR (FORMULAS)	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
			TÉCNICAS	HERRAMIENTA
Sistema de gestión basado en Lean Six Sigma (Variable independiente)	Herramientas 5s	Defectos por unidad	Observación documentaria	Gráficos de control estadísticos de procesos
		Fracción de unidades defectuosas		
	Kaisen (Mejora continua)	Eficiencia del proceso	Técnica de observación documentaria	Hoja de registro
		Eficacia del proceso		
		Efectividad del proceso		
	Kanban (Just at time)	Producción a tiempo	Técnica de observación visual	Hoja de registro
		Pedidos entregas a tiempo		
	Poka Yoke (a prueba de errores)	Señal visual (tarjetas de colores)	Técnica de observación visual	Ficha de observación
		Cumplimiento del plan de producción		
	DMAIC			

Definir: Tipo de error

Medir: % de error

Analizar: Corregir error

Mejorar: Reducir % error

Controlar: % error mínimo

Técnica de
observación visual

Ficha de observación

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Las técnicas y los instrumentos para obtener información teniendo en cuenta el tipo de investigación fueron:

Observación: Esta técnica es un elemento fundamental de todo proceso de investigación. Se utilizó la observación directa, en ella se apoyó el investigador para obtener datos actuales de la empresa. El instrumento utilizado fue la Guía de Observación.

Encuesta: Llamada también entrevista cuestionario, las preguntas son bastante precisas, acordes con indicadores identificados, las preguntas que se realizan deben mantener un orden determinado Instrumentos: se utilizara los siguientes instrumentos. Se utilizó como instrumento el Cuestionario.

Análisis Documentarios: Un documento es un objeto creado para la conservación y transmisión de información que sustituye una importante fuente de información en el proceso de comprobación de tesis y solución de problemas científicos. Se empleó el instrumento de Guía de Análisis Documentario.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Para la realización de los cálculos que se obtendrán después de la recolección de datos se utilizarán los programas Microsoft Excel

2.6. Aspectos éticos

Los criterios que se tomarán en cuenta serán:

- Confidencial: se protegerá la información brindada de la empresa, así como los que ayudaron a la obtención de los datos.
- Originalidad: se citarán las fuentes bibliográficas de la información recolectada, para demostrar la inexistencia de plagio.
- Veracidad: la información será verdadera y a su vez se cuidará su confidencialidad

2.7. Criterios de rigor científico

Validación

En cuanto a la validez o exactitud con que se mide la variable en estudio, “se dice que un instrumento es válido cuando mide el concepto o la variable que se planifica medir (Blanco, 2015). El investigador debe responder a la pregunta ¿que mide el instrumento escalar? Tal como afirma Ruiz (2010) la validez no “es materia de presunción sino de demostración empírica”, el autor afirma que la validez de contenido no puede expresarse cuantitativamente a través de un índice o coeficiente, ya que la misma responde a un juicio. Es posible afirmar que la validez de contenido es un tipo de validez adecuado en la construcción de esta escala, insistiendo en que la misma tiene una significación teórica. Como parte del estudio técnico para determinar la validez de la escala en proceso de diseño, se realizó el ejercicio de operacionalización, de descomposición teórica de la variable, que busca a través de la generación de un alto número de reactivos o ítems (en este caso 90) una representación del universo teórico del contenido del constructo estudiado. Esto sumado a la validez discriminante, la cual, si tiene un valor numérico para cada ítem, y cuyo procedimiento es parte de la técnica de construcción de la escala Likert, permite entonces definirla como un instrumento altamente válido. Adicionalmente la técnica de construcción de la escala Likert no recurre al juicio de expertos o jueces, como si es requerido por otros tipos de instrumentos, como la escala Thurstone, por ejemplo. Se realizó la validación de los instrumentos utilizando la técnica de juicio de expertos.

Confiabilidad

Según Arnaldo (2012) indica que la confiabilidad es la propiedad según la cual un instrumento aplicado a los mismos fenómenos, bajo las mismas condiciones, arroja resultados congruentes.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la empresa

3.1.1. Información general

Giro de negocio

El Águila S.R.L es una empresa peruana fabricante y comercializadora de mantas, sacos y telas de polipropileno, asimismo impresiones y arreglos en general. Sus productos están dirigidos a la Región Lambayeque desde 1997. Los logotipos fabricados e impresos en los sacos están registrados ante INDECOPI en el Registro de la propiedad Industrial en la Oficina de Signos Distintivos. Nos ubicamos en la Av. Bolívar # 395, en José Leonardo Ortiz, Chiclayo – Lambayeque, teléfonos (074) 60-8405.

Tipo de empresa

El sector a que pertenece la empresa El Águila S.R.L es de fabricante y comercializadora de mantas, sacos y telas de polipropileno, asimismo impresiones y arreglos, desde 1997.

Misión

Elaborar y comercializar productos de excelente calidad a nivel nacional e internacional, a precios justos, para los sectores agroindustriales, pesquero, harinero, arroceros, avícola y cementero.

Visión

Ser líderes a nivel nacional en la fabricación de telas y envases de polipropileno, según estándares internacionales de calidad, generando desarrollo y progreso en el rubro industrial.

Productos

- Sacos Tejidos.
- Sacos Laminados con Bio Opp Film.
- Sacos con válvula
- Sacos con fuelle sin impresión

- Sacos con impresión de alta tecnología.

Distribución de planta

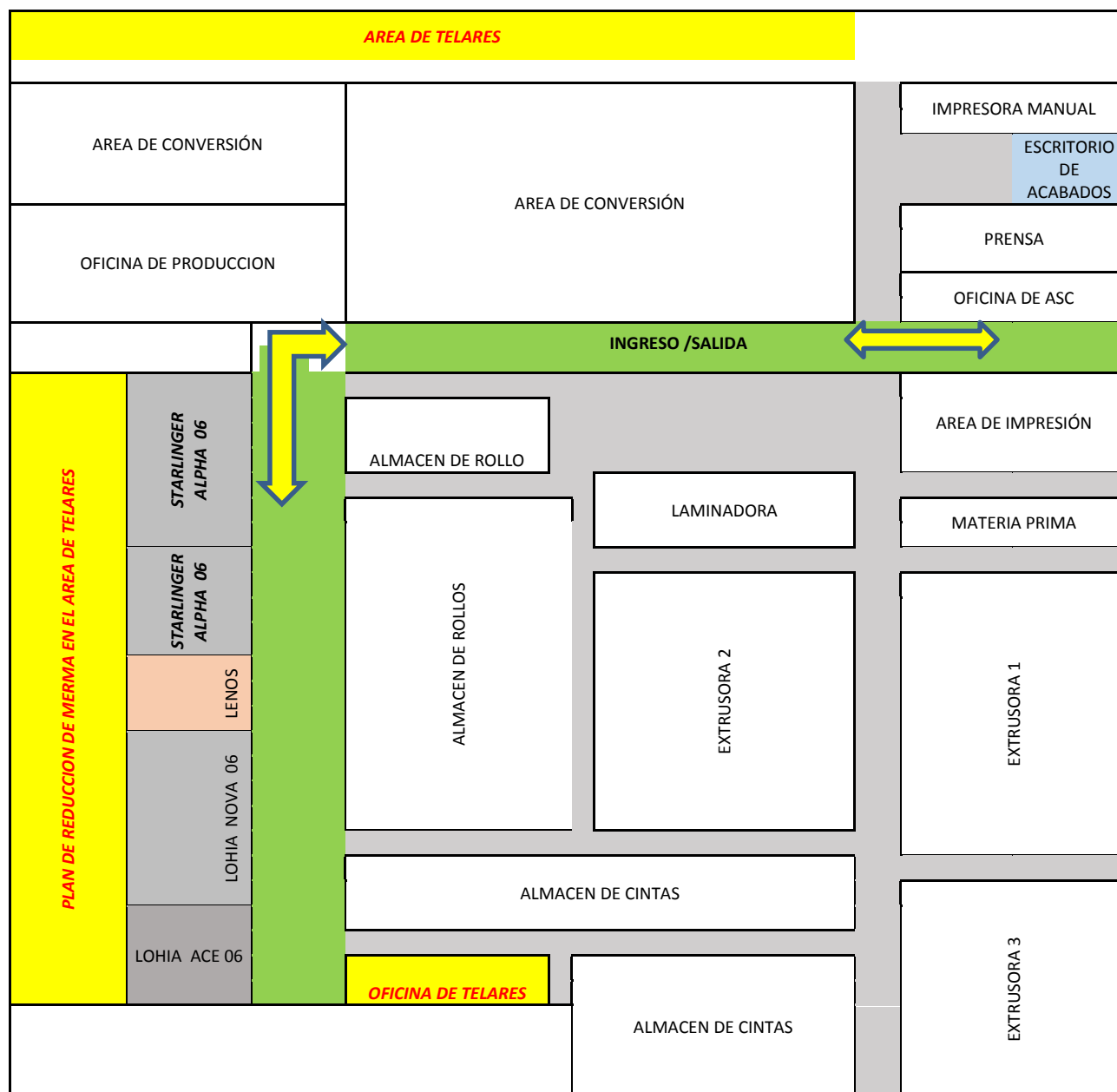


Figura 9: Distribución de planta de la empresa El Águila SRL.

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Descripción del proceso Productivo

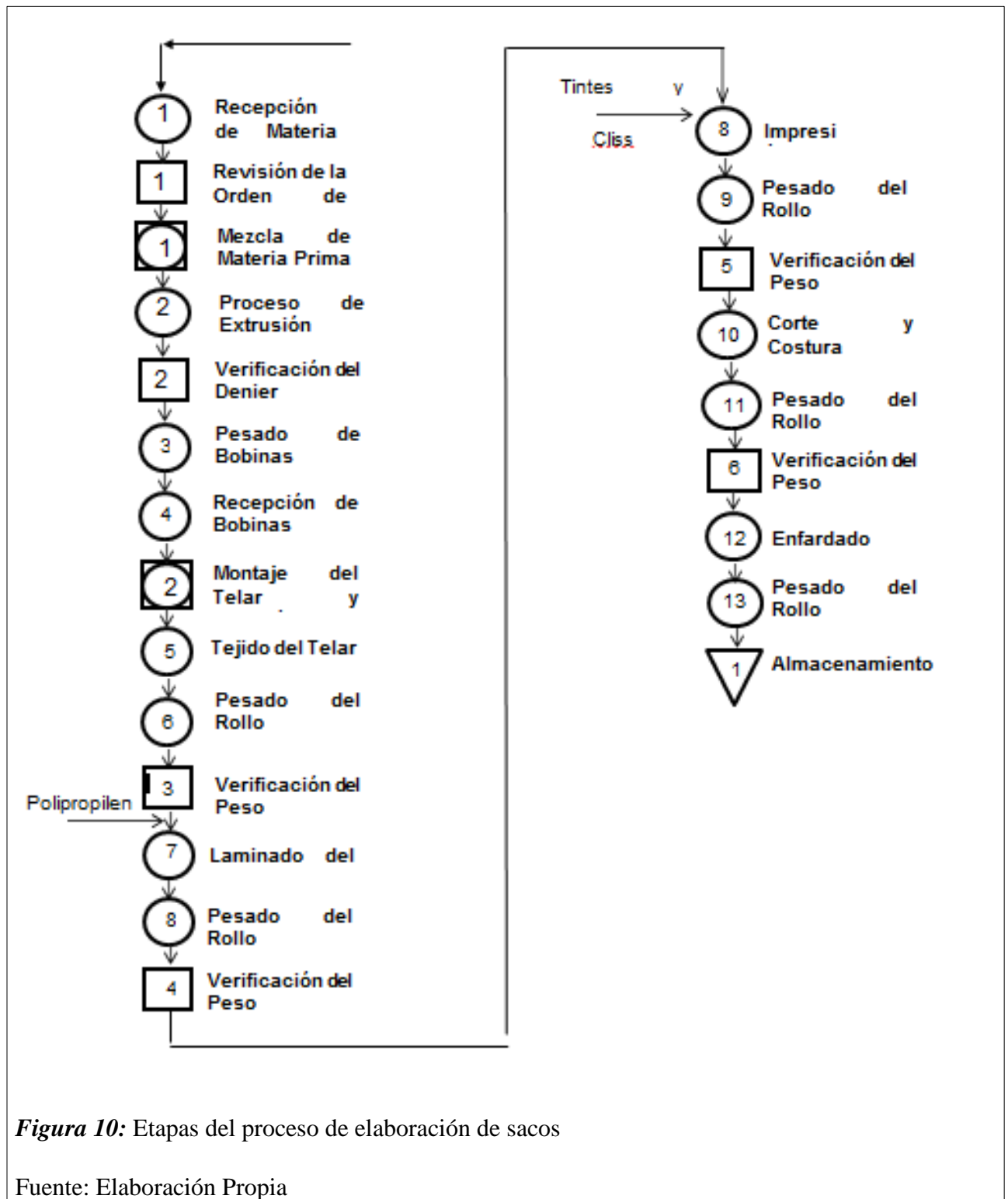


Figura 10: Etapas del proceso de elaboración de sacos

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. Análisis de la problemática

3.1.3.1. Resultados de la aplicación de los instrumentos

Resultados de la observación

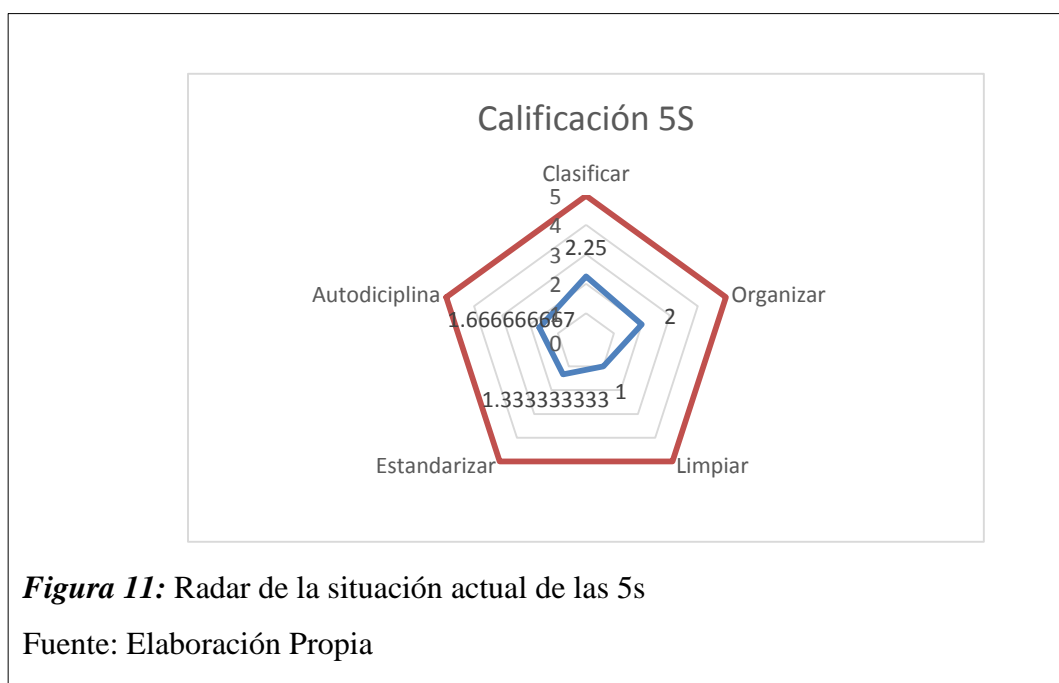
Evaluación 5s

El día 10 de octubre a través de la observación directa en el área de producción se pudo determinar el nivel de orden y limpieza, así como otros criterios de evaluación 5s, esto se logró a través de la matriz de evaluación de las 5s el resultado se muestra en la siguiente tabla y figura:

Tabla 4: Resultados actuales de los criterios de las 5s

Criterio a evaluar de 5S	Puntuación Obtenida	Puntuación Máxima
Clasificar	2.25	5
Organizar	2.00	5
Limpiar	1.00	5
Estandarizar	1.33	5
Autodisciplina	1.67	5

Fuente: Elaboración Propia



Como podemos observar la puntuación obtenida en los diferentes criterios de evaluación como son clasificar, organizar, limpiar, estandarizar y autodisciplina están muy por debajo la puntuación máxima esperada de 5 puntos; este resultado fue lo esperado debido a que es evidente que en las instalaciones del área de producción se pudo evidenciar la presencia de trapos sucios, cajas, conos, carretes, tinas, baldes y demás cosas fuera de su lugar obstaculizando las labores y generando pérdida de tiempo e ineficiencia en las operaciones.

Resultados de la encuesta

La encuesta fue aplicada a los 93 trabajadores de planta que están distribuidos en las diferentes etapas del proceso y los resultados obtenidos se muestran en las siguientes figuras:

1. ¿De la siguiente lista de problemas cual es el que más ocurre en su puesto de trabajo?

Alternativa	Cantidad	%
a. Falla de maquina	24	26%
b. Accidentes	2	2%
c. Mermas	11	12%
d. Paradas de línea	19	20%
e. Productos defectuosos	18	19%
f. Reproceso	12	13%
g. Errores en diseño	2	2%
h. Reprogramaciones	5	5%
Total	93	100%

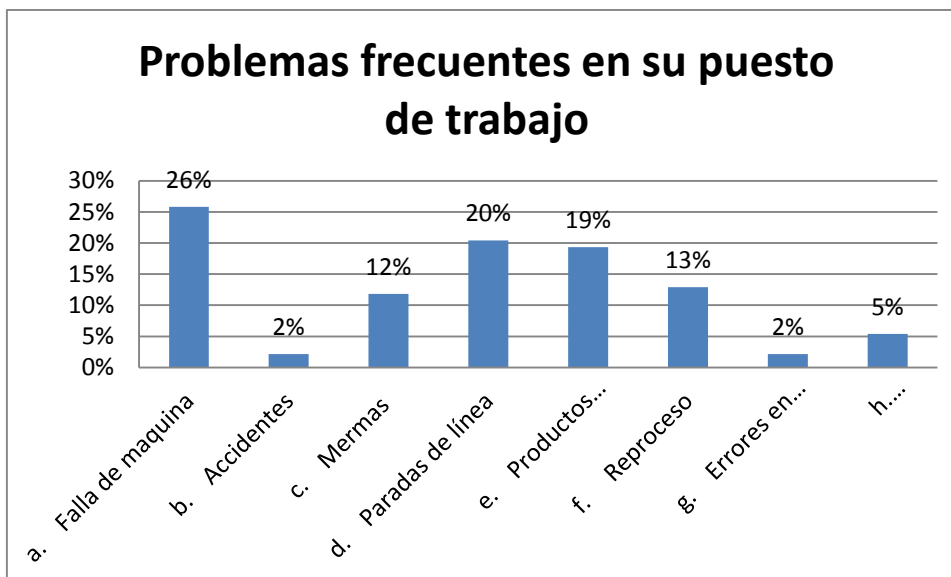


Figura 12: Problemas frecuentes en su puesto de trabajo

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En relación a los problemas más frecuentes el 26 % de los encuestados manifestaron son las fallas de máquinas lo que está ocasionando principalmente los problemas y un 20 % manifestaron que son las paradas de línea.

2. ¿Cuál cree que sea la causa de los problemas que ocurren con frecuencia en su puesto de trabajo?

Alternativa	Cantidad	%
a. Falta de mantenimiento de las maquina	18	19%
b. Personal desmotivado	2	2%
c. Materia prima de mala calidad	3	3%
d. Falta de EPP	4	4%
e. Maquinas muy antiguas	8	9%
f. Personal no capacitado	12	13%
g. Cambios constantes en la programación	15	16%
h. Calibración inadecuada de maquinas	10	11%
i. Receta inadecuada	21	23%
Total	93	100%

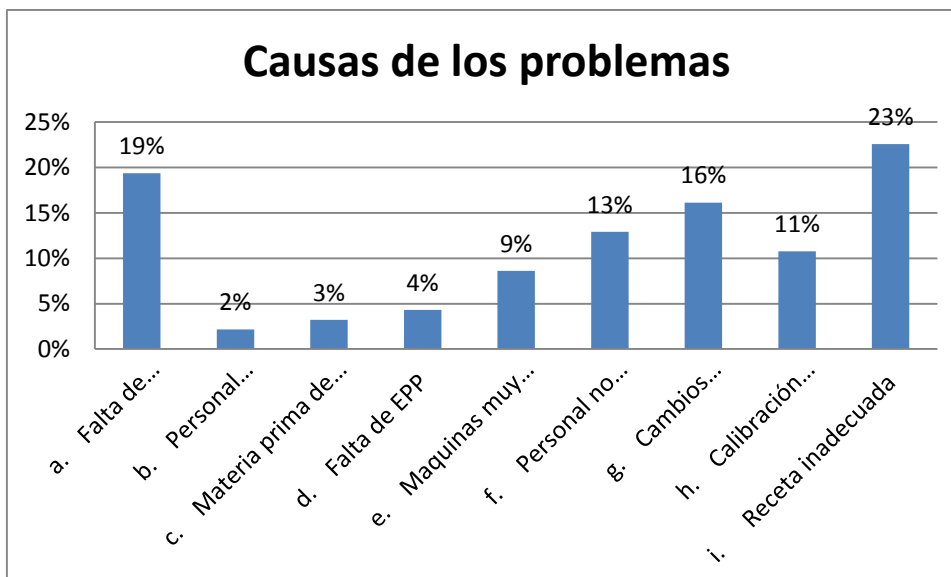


Figura 13: Causas de los problemas

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El 23 % de los encuestados manifestaron que son las recetas inadecuadas una de las principales causas que está ocasionando el mayor problema en la empresa y el 19 % de los encuestados manifestaron que es la falta de mantenimiento a las maquinas

3. ¿De quién cree que depende la ocurrencia de los problemas en su puesto de trabajo?

Alternativa	Cantidad	%
a. Personal	12	13%
b. Maquinas	40	43%
c. Planeamiento	25	27%
d. Gerencia	8	9%
e. Cliente	2	2%
f. Proveedores	6	6%
Total	93	100%

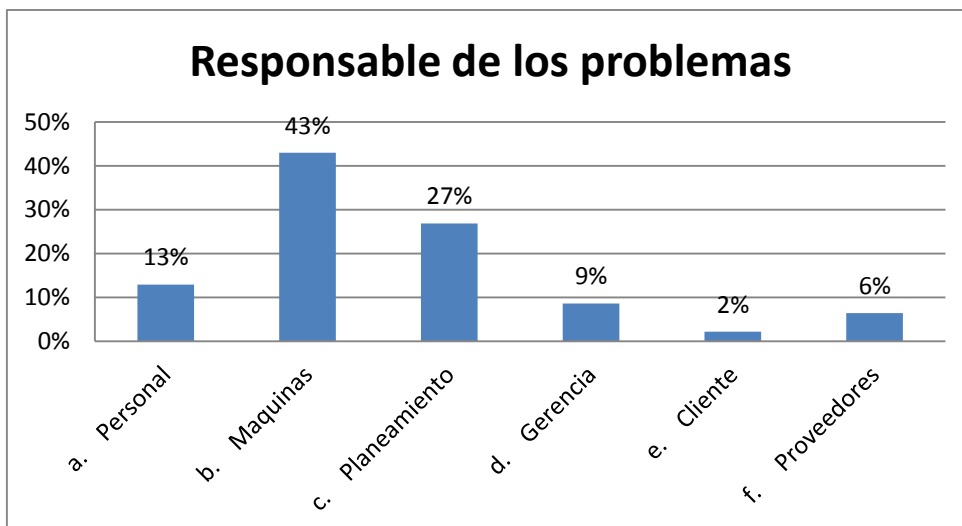


Figura 14: Responsable de los problemas

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En relación a quien cree que sea el responsable de los principales problemas en la empresa el 43 % manifestó que son las maquinas quienes ocasionan el principal problema.

4. ¿De la siguiente lista de desperdicios cual es que más se da en su puesto de trabajo?

Alternativa	Cantidad	%
a. Desperdicios de tiempo de espera	9	10%
b. Desperdicio por sobreproducción	16	17%
c. Desperdicio de defectos	38	41%
d. Desperdicio de movimiento innecesario	2	2%
e. Desperdicio de proceso	23	25%
f. Desperdicio de transporte	5	5%
Total	93	100%

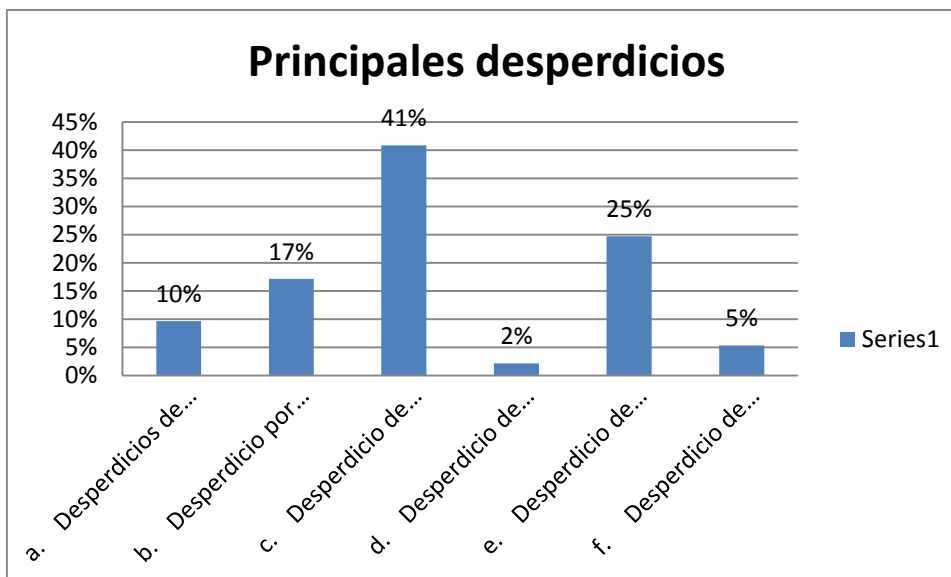


Figura 15: Principales desperdicios

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El 41 % de los encuestados manifestaron que el principal desperdicio que se genera en su puesto de trabajo son los defectos que los sacos presentan, refiriéndose a los defectos de sacos que los clasifican como de clase B.

5. ¿Por qué cree que se generan los desperdicios mencionados en el punto 5?

Alternativa	Cantidad	%
a. Desmotivación	3	3%
b. Desconcentración en el trabajo	16	17%
c. Falta de identificación con el trabajo	4	4%
d. Falla en la maquinaria	31	33%
e. Falta de coordinación entre áreas	19	20%
f. Materia de mala calidad	12	13%
g. Desconocimiento de sus funciones	8	9%
Total	93	100%

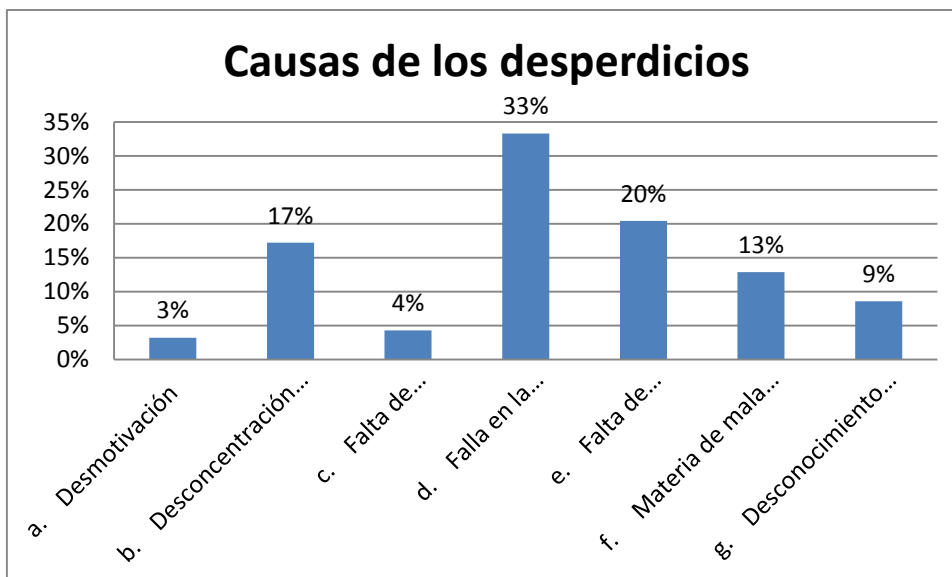


Figura 16: Causas de los desperdicios

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El 33 % de los encuestados manifestaron que la causa del desperdicio que se genera en su puesto de trabajo es principalmente por falla en la maquinaria.

1. ¿Qué cree estaría afectando a la productividad de la empresa?

Alternativa	Cantidad	%
a. Reprocesos	5	5%
b. Mermas de materia prima	11	12%
c. Paradas de la línea de producción	15	16%
d. Los desperdicios	22	24%
e. Sacos fabricados defectuosos	27	29%
f. Proveedores inadecuados	3	3%
g. Maquinaria deficiente	10	11%
Total	93	100%

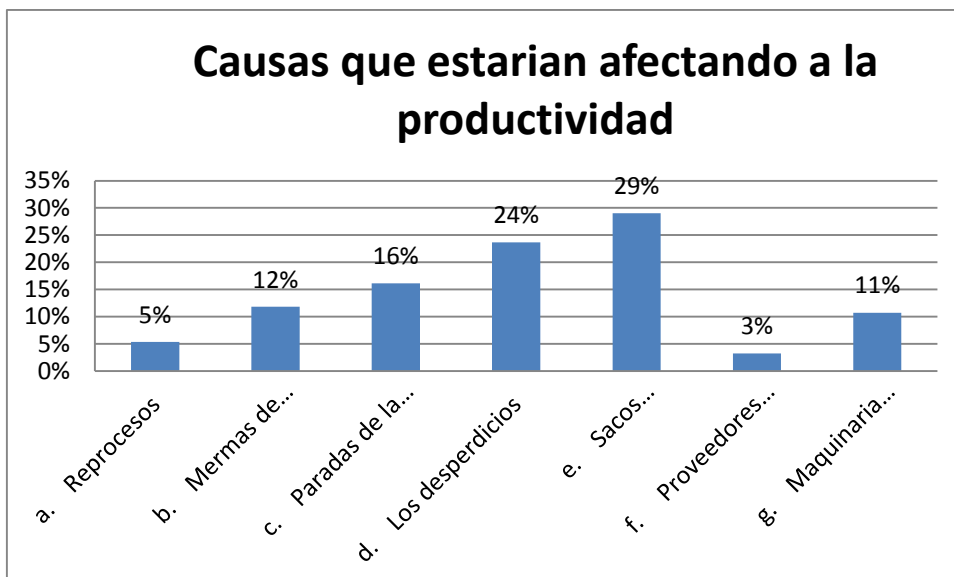


Figura 17: Causas que estarían afectando a la productividad

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En relación a las causas que estarían afectando a la productividad de la empresa 29 % de los encuestados manifestaron que son los sacos defectuosos que después se clasifican como de clase B.

2. ¿Por qué cree que existe un alto porcentaje de sacos defectuosos fabricados en la empresa?

Alternativa	Cantidad	%
a. Fallas de maquinas	21	23%
b. Mala receta	29	31%
c. Personal no capacitado	5	5%
d. Mala calibración de las maquinas	13	14%
e. Materia prima de mala calidad	9	10%
f. Falta de control en los procesos	16	17%
Total	93	100%

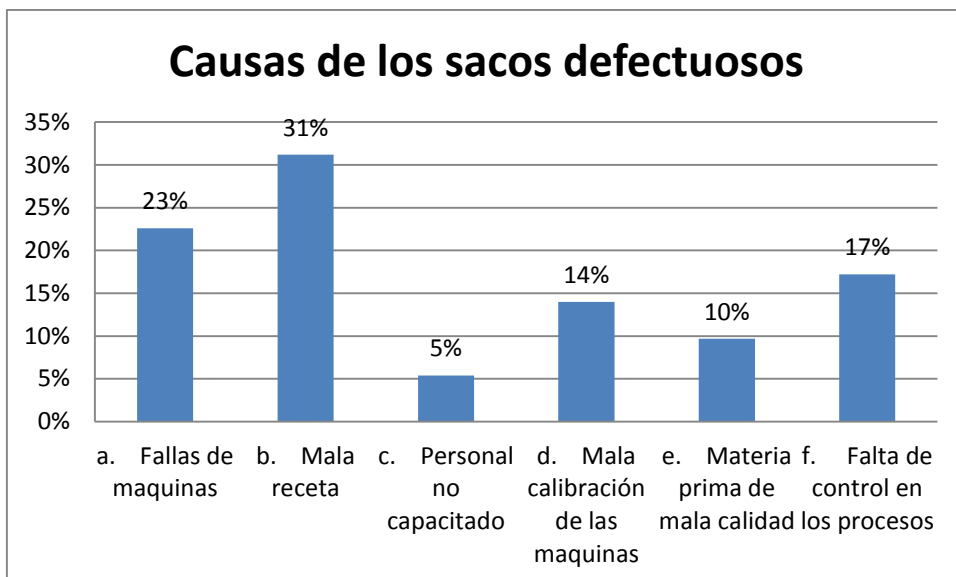


Figura 18: Causas de los sacos defectuosos

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El 31 % de los encuestados cree que los sacos defectuosos se deben por la falta de control en la extrusora donde se realiza el recetario para dar inicio a la producción.

3. Que defectos son los que más se presentan en los sacos.

Alternativa	Cantidad	%
a. Resistencia	23	25%
b. Color	5	5%
c. Impresión	12	13%
d. Elasticidad	16	17%
e. Peso	28	30%
f. Tamaño	9	10%
Total	93	100%

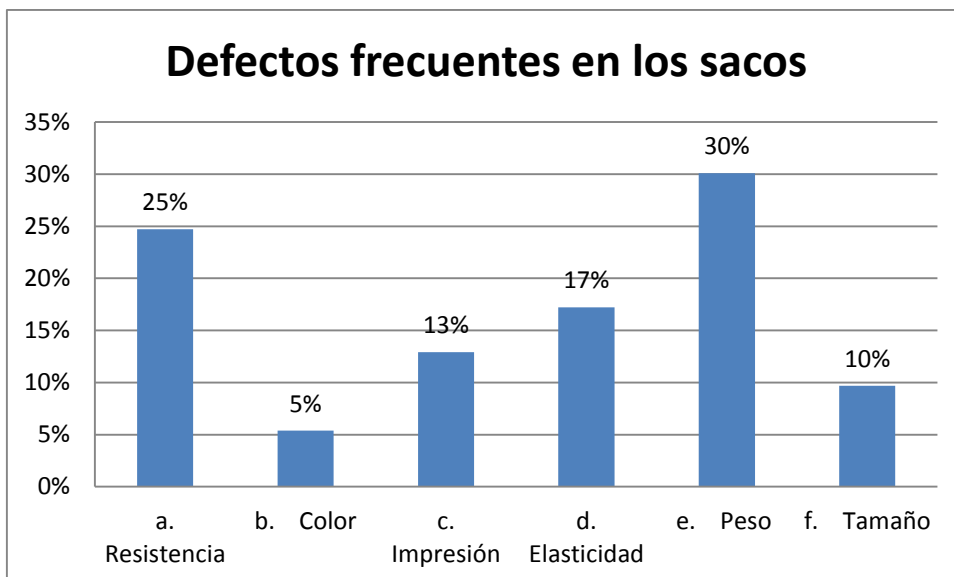


Figura 19: Datos frecuentes en los sacos

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En relación a los defectos que más se presentan en los sacos son diferencia en los pesos 30 % de los encuestados manifestaron eso y 25 % manifestaron que la falta de resistencia de los sacos.

4. ¿Qué etapa del proceso cree que es la causante de que genere más defectos?

Alternativa	Cantidad	%
a. Extrusión	40	43%
b. Bobinado	3	3%
c. Telares	10	11%
d. Laminado	11	12%
e. Impresión	23	25%
f. Corte	6	6%
Total	93	100%

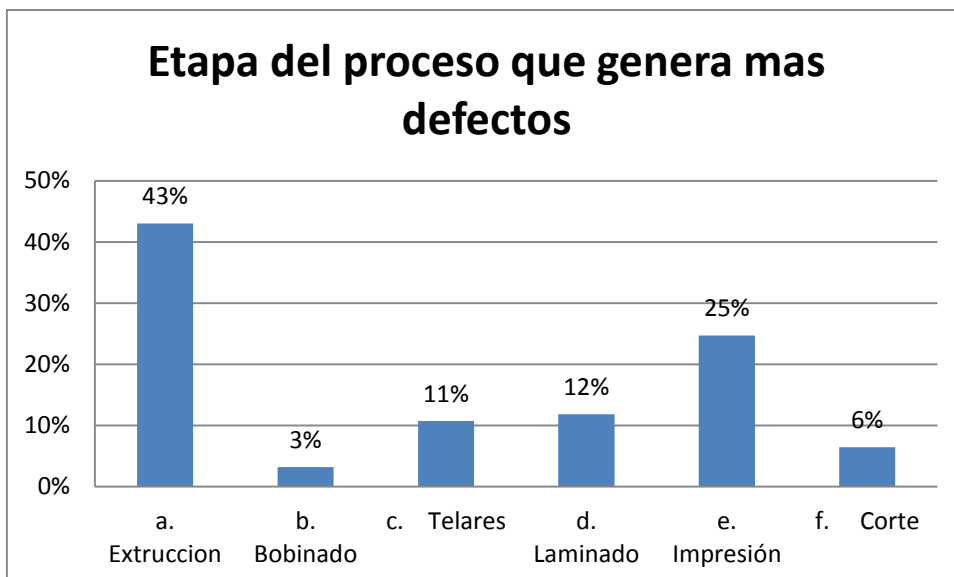


Figura 20: Etapa del proceso que genera más defectos

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se puede evidenciar que la etapa que genera mayor cantidad de defectos es la etapa de extrusión con un (43%).

5. ¿Por qué cree que sucede las paradas de línea?

Alternativa	Cantidad	%
a. Desorden	13	14%
b. Falta materia prima	20	22%
c. Fallas de maquina	48	52%
d. Accidentes	5	5%
e. Falta personal	7	8%
Total	93	100%

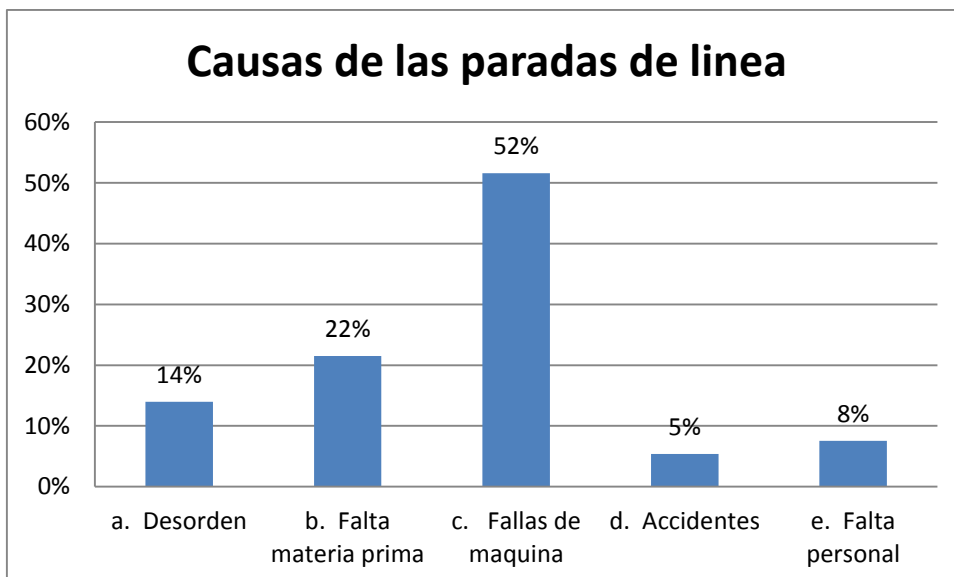


Figura 21: Causas de las paradas de línea

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El 52 % de los encuestados manifestaron que las paradas de línea se deben por las fallas de máquinas principalmente.

3.1.3.2.Herramientas de diagnostico

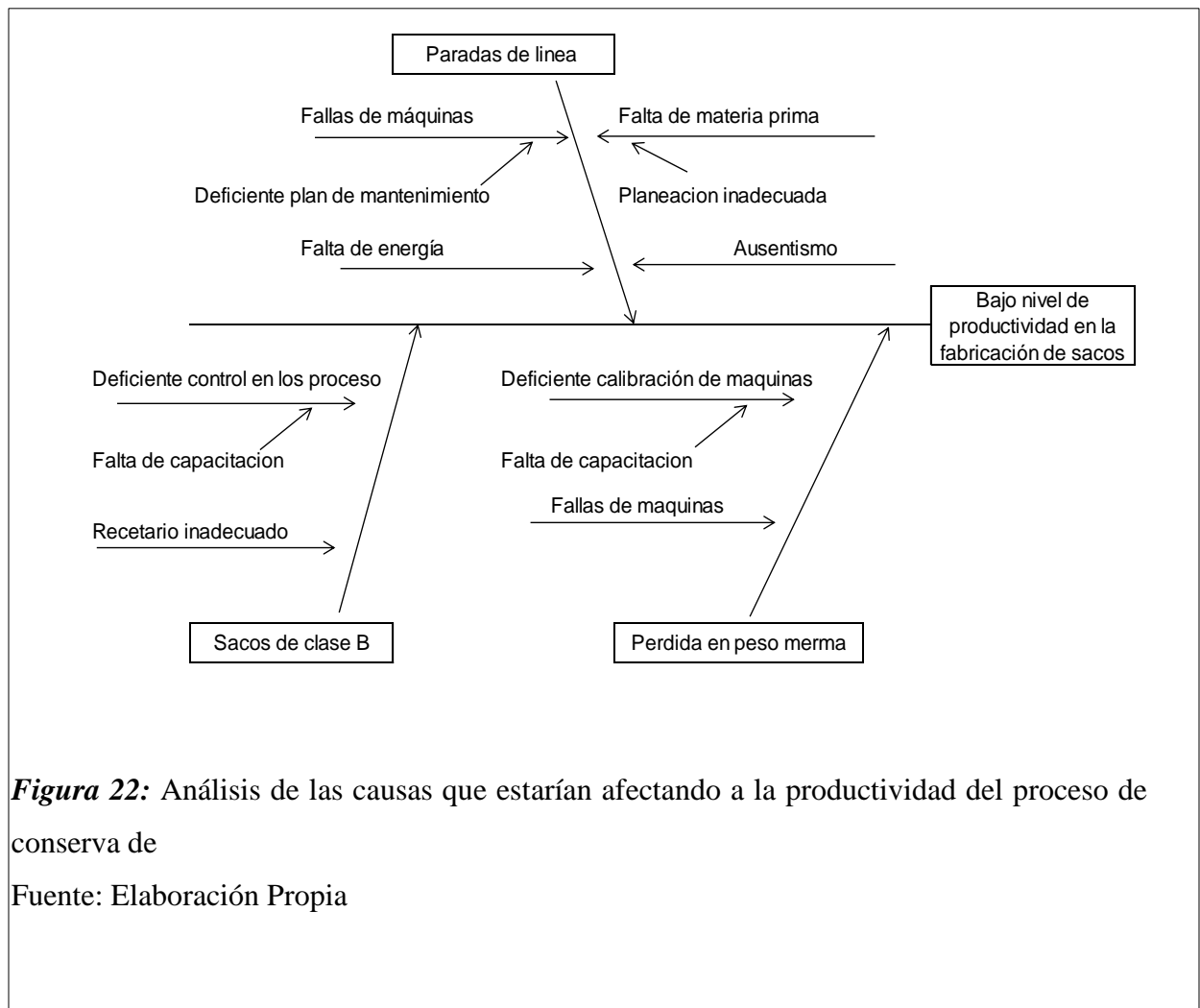


Figura 22: Análisis de las causas que estarían afectando a la productividad del proceso de conserva de

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis de causa y efecto se pudo determinar que los que estaría afectando a la productividad en la fabricación de sacos seria las paradas de máquina, el alto porcentaje de sacos de clase B y de merma que se genera por la diferencia en peso en el producto terminado.

Resultados de la revisión documental

En cuanto a la revisión documental se pudo determinar la producción por mes en sacos de clase A y B, los tiempos de parada y la perdida en peso o merma por la diferencia entre el peso del saco solicitado por el cliente y el peso del saco producido. A continuación, se presenta dichos resultados:

Tabla 5: Producción de sacos por mes

INDICADORES DE PRODUCCIÓN - CONVERSIÓN 2017																
	TIEMPOS(MINUTOS)			PRODUCCIÓN			INDICADORES			CLASE						B/(A+B)
										CLASE A		CLASE B				
MES	DISPO.	PARADAS	TRAB.	PROYECTADA	ESPERADA	REAL	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO SOBRE DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA DEL PROCESO	SIN FALLAS	COSTURA	TELARES	LAMINADO	IMPRESIÓN	CONVERSIÓN	%
ENERO	7344	583	6761	4,606,507	3,516,807	2,423,403	92%	69%	53%	2,278,674	30,079	68,739	5,063	35656	5,192	4.73%
										2,308,753		114,650				
FEBRERO	6870	577	6293	9,344,563	7,427,407	5,126,053	92%	69%	55%	4,869,269	64,274	95,047	8,501	80,244	8,718	3.76%
										4,933,543		192,510				
MARZO	7344	668	6676	9,768,960	6,078,332	4,829,259	91%	79%	49%	4,552,508	54,841	109,230	9,104	92,906	10,670	4.60%
										4,607,349		221,910				
ABRIL	7344	526	6818	7,088,016	4,854,858	3,039,752	93%	63%	43%	2,846,102	46,126	75,083	5,965	61,246	5,230	4.85%
										2,892,228		147,524				
MAYO	7344	888	6456	10,494,048	8,106,326	5,225,071	88%	64%	50%	4,890,581	69,225	142,156	15,369	94,351	13,389	5.08%
										4,959,806		265,265				
JUNIO	7344	889	6455	9,989,016	7,939,643	5,389,864	88%	68%	54%	5,074,384	51,751	128,338	12,362	106,319	16,710	4.89%
										5,126,135		263,729				
JULIO	7344	522	6822	9,052,008	4,709,199	3,100,763	93%	66%	34%	2,924,742	45,834	92,686	7,486	27,833	2,182	4.20%
										2,970,576		130,187				
AGOSTO	7560	811	6749	10,623,040	8,678,269	4,799,754	89%	55%	45%	4,475,611	73,421	150,430	16,634	81,194	2,464	5.22%
										4,549,032		250,722				
SEPTIEMBRE	7560	1064	6496	11,463,252	9,029,967	5,491,477	86%	61%	48%	5,098,284	71,426	196,420	21,415	98,913	5,019	5.86%
										5,169,710		321,767				
9,158,823 6,704,534							90%	66%	48%	32,909,783		1,908,264				4.80%

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se puede evidenciar que el nivel de eficiencia del proceso es muy bajo esta alrededor del 48 % y que el porcentaje promedio de sacos de clase B es de 4.8 % en promedio.

Tendencia en la fabricación de sacos:

En la siguiente grafica se puede observar que la tendencia en la producción de sacos en los últimos meses está en aumento:

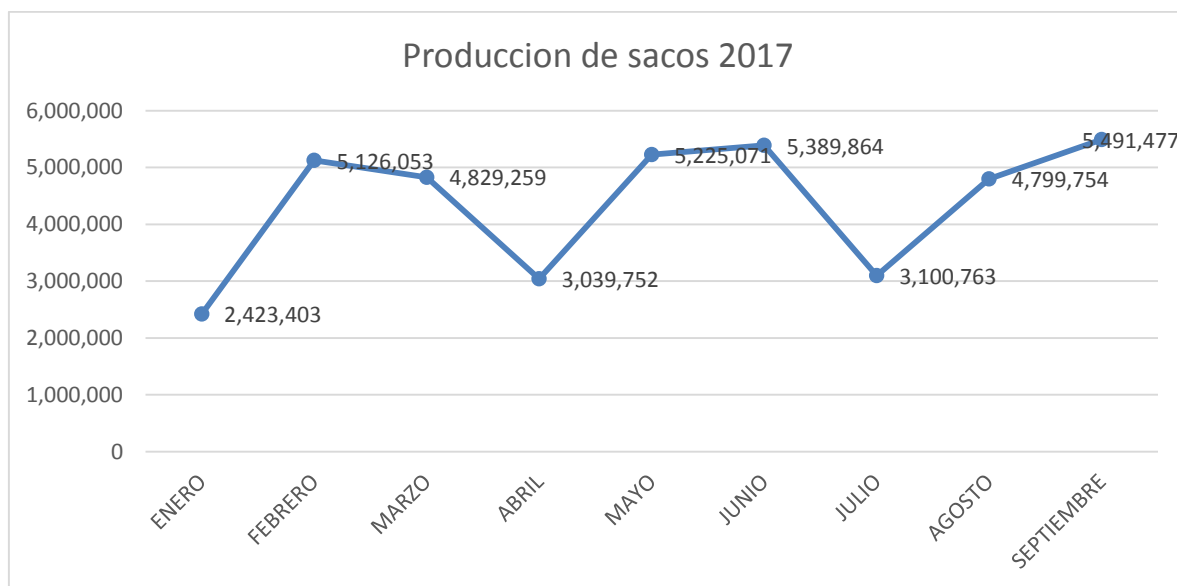


Figura 23: Producción de sacos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6: Porcentaje de sacos clase B y tasas de crecimiento por mes según reporte de producción.

MES	CLASE A	CLASE B	Total, de sacos	% CLASE B	Tasa de crecimiento sacos B	Tasa de crecimiento producción total
ENERO	2.308.753	114.650	2.423.403	4,73%		
FEBRERO	4.933.543	192.510	5.126.053	3,76%	67,911%	112%
MARZO	4.607.349	221.910	4.829.259	4,60%	15,272%	-6%
ABRIL	2.892.228	147.524	3.039.752	4,85%	-33,521%	-37%
MAYO	4.959.806	265.265	5.225.071	5,08%	79,811%	72%
JUNIO	5.126.135	263.729	5.389.864	4,89%	-0,579%	3%
JULIO	2.970.576	130.187	3.100.763	4,20%	-50,636%	-42%
AGOSTO	4.549.032	250.722	4.799.754	5,22%	92,586%	55%
SEPTIEMBRE	5.169.710	321.767	5.491.477	5,86%	28,336%	14%
Promedio	4.168.570	212.029	4.380.600	4,80%	24,90%	21,31%

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se determinó que el promedio de fabricación por mes es de 4380600 millones de sacos de los cuales 212029 sacos son de clase B lo que representa en promedio el 4.8 % del total de la producción. Así mismo también se determinó que la tasa de crecimiento promedio en la obtención de sacos clase B es mayor a la tasa de crecimiento de la producción total 24.9 % vs 21.31 %.

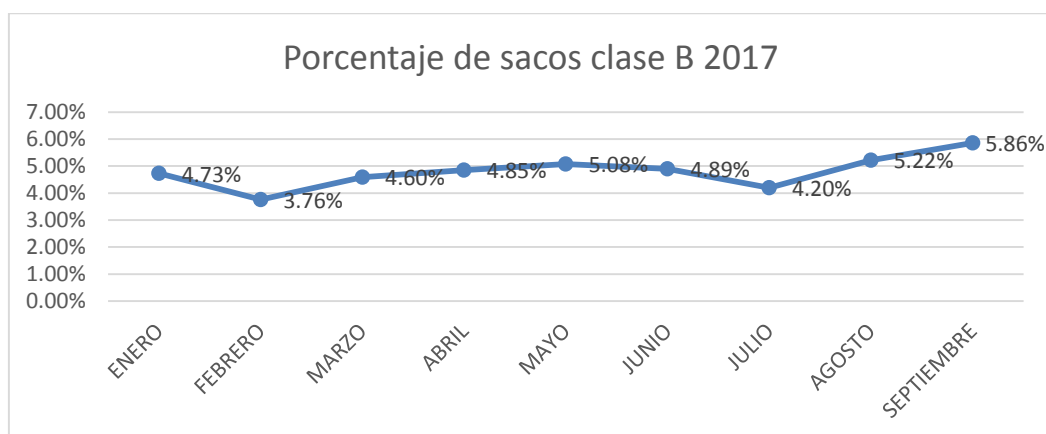


Figura 24: Producción de sacos B

Fuente: Elaboración Propia

La tendencia en la obtención de sacos clase B en los últimos meses está en aumento lo que estaría perjudicando a la utilidad de la empresa y por ende la productividad de la misma.

Análisis de las causas en la obtención de sacos de clase B:

Existen varias causas en cuanto a la obtención de sacos de clase B, estas pueden ser producto de la mala calidad de la cinta lo que ocasiona que los sacos sean menos resistentes y se rompan cuando se realiza las pruebas de calidad, otra causa podría ser el mal tejido que se puede dar cuando un telar falla por rompimiento de aguja, rompimiento de cinta, obstrucción, etc., otra causa podría ser la mala impresión del saco cuando por ejemplo el saco sale manchado con tinta, las imágenes o letras recortadas, mal centradas entre otros defectos, también puede ser por el mal laminado partes de saco sin laminar o la película de laminado muy fino y finalmente en la etapa de conversión que es cuando a la manga impreso, laminada o no se corta mal o se cose mal, en conclusión la clasificación en saco de tipo A o B depende de las diferentes etapas del proceso, por lo que la siguiente tabla presenta la cantidad de sacos de clase B clasificados por tipo de defecto según el área responsable:

Tabla 7: Reporte de sacos de clase B por área o proceso responsable:

MES	TELARES	LAMINADO	IMPRESIÓN	CONVERSIÓN	TOTAL
ENERO	68,739	5,063	35,656	5,192	114,650
FEBRERO	95,047	8,501	80,244	8,718	192,510
MARZO	109,230	9,104	92,906	10,670	221,910
ABRIL	75,083	5,965	61,246	5,230	147,524
MAYO	142,156	15,369	94,351	13,389	265,265
JUNIO	128,338	12,362	106,319	16,710	263,729
JULIO	92,686	7,486	27,833	2,182	130,187
AGOSTO	150,430	16,634	81,194	2,464	250,722
SEPTIEMBRE	196,420	21,415	98,913	5,019	321,767
Promedio	117,570	11,322	75,407	7,730	212,029
%	55.45%	5.34%	35.56%	3.65%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Grafica de porcentaje de sacos clase B por tipo de proceso:

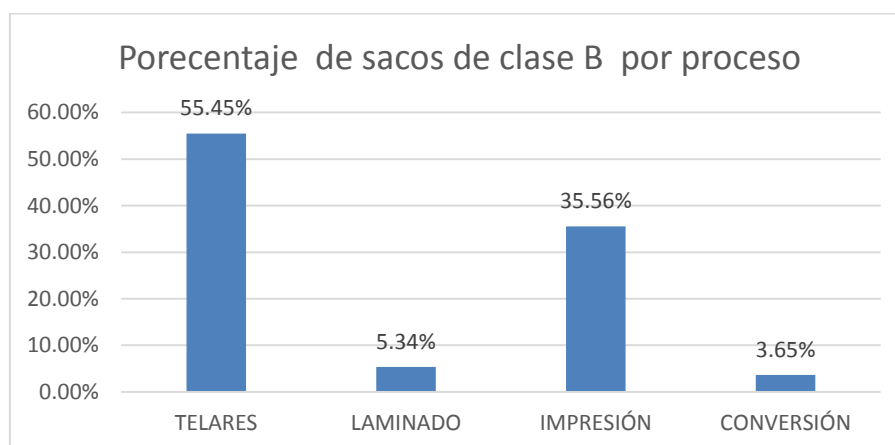


Figura 25: Porcentaje de sacos clase B por tipo de proceso

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar de la gráfica anterior es el área de telares el principal responsable de la mayor cantidad de sacos de clase B 55.45 % seguido de impresión con un 35.56 %.

Control de las paradas de línea:

En la siguiente tabla se muestra los tiempos de parada de línea por los diferentes motivos:

Tabla 8: Reporte de paradas por mes

MOTIVO	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		TOTAL DE PARADA S (MIN)	TOTAL DE PÉRDIDA (Unidades)
	PARADA S (min)	PÉRDIDA (Und.)	PARADA S (min)	PÉRDIDA (Und.)	PARADA S (min)	PÉRDIDA (Und.)	PARADA S (min)	PÉRDIDA (Und.)	PARADA S (min)	PÉRDIDA (Und.)	PARADA S (min)	PÉRDIDA (Und.)	PARADA S (min)	PÉRDIDA (Und.)	PARADA S (min)	PÉRDIDA (Und.)	PARADA S (min)	PÉRDIDA (Und.)		
Falta de Programación	43	4343	50	5050	82	8282	0	0	0	0	35	3535	84	8484	41	4141	41	4141	376	37976
Cambio de Cuchillas de corte		0		0	41	4141	0	0	0	0		0		0		0		0	41	4141
Limpieza de Cuchillas de Corte		0		0	0	0	0	0	0	0		0		0		0		0	0	0
Ajuste de Cuchillas de Corte	47	4747	20	2020	0	0	47	4747	87	8787	65	6565	15	1515	49	4949	53	5353	383	38683
Cambio del Tipo de corte (Regulación de máquina)		0		0	0	0	0	0	0	0		0		0		0		0	0	0
Calibracion	122	12322	130	13130	203	20503	138	13938	0	0	45	4545	124	12524	66	6666	102	10302	930	93930
Bobina fallada		0	30	3030	108	10908	65	6565	122	12322	149	15049	37	3737	101	10201	97	9797	709	71609
Falta de Bobina		0		0	0	0	0	0	0	0		0		0		0		0	0	0
Cambio de Hilo	1	101	10	1010	19	1919	26	2626	49	4949	59	5959	19	1919	45	4545	34	3434	262	26462
Falla de Taca o falla de impresión		0	8	808	6	606	16	1616	23	2323	18	1818		0	17	1717	15	1515	103	10403
Ausencia del personal		0		0	0	0	5	505	15	1515	65	6565	8	808	59	5959	38	3838	190	19190
Permiso del personal		0	10	1010	0	0		0		0		0		0		0		0	10	1010
Falla mecánica		0	3	303	85	8585	3	303	150	15150	189	19089	137	13837	145	14645	284	28684	996	100596
Capacitación e inventario		0	40	4040	0	0		0		0		0	1	101		0		0	41	4141
Falta de materiales	114	11514		0	0	0	0	0	258	26058		0		0		0		0	372	37572
Corte de Energía Eléctrica		0		0	0	0		0		0		0		0		0		0	0	0
Atraso en la atención del área de mantenimiento		0		0	0	0		0		0		0		0		0	1	101	1	101
Falla eléctrica	56	5656	64	6464	47	4747	56	5656	77	7777	111	11211	34	3434	95	9595	192	19392	732	73932
Cambio de Bobina	105	10605	120	12120	67	6767	69	6969	100	10100	106	10706	60	6060	86	8686	88	8888	801	80901
Falla de Máquina de Coser	95	9595	92	9292		0	96	9696		0	37	3737		0	104	10504	110	11110	534	53934
Cambio de Faja por ruptura		0		0	10	1010	5	505	7	707	10	1010	3	303	3	303	9	909	47	4747
TOTAL	583	58883	577	58277	668	67468	526	53126	888	89688	889	89789	522	52722	811	81911	1064	107464		

Capacidad productiva promedio : 101 sacos / minutos

Fuente: Elaboración Propia

Tiempos de parada por mes y estimación de la pérdida de producción

Tabla 9: Tiempos de parada

MES	TIEMPO DE PARADA EN MIN	PERDIDA DE PRODUCCION EN UNID.
ENERO	583	58883
FEBRERO	577	58277
MARZO	668	67468
ABRIL	526	53126
MAYO	885	89688
JUNIO	955	89789
JULIO	422	52722
AGOSTO	811	81911
SEPTIEMBRE	1064	107464
PROM	721	73259

Fuente: Elaboración Propia

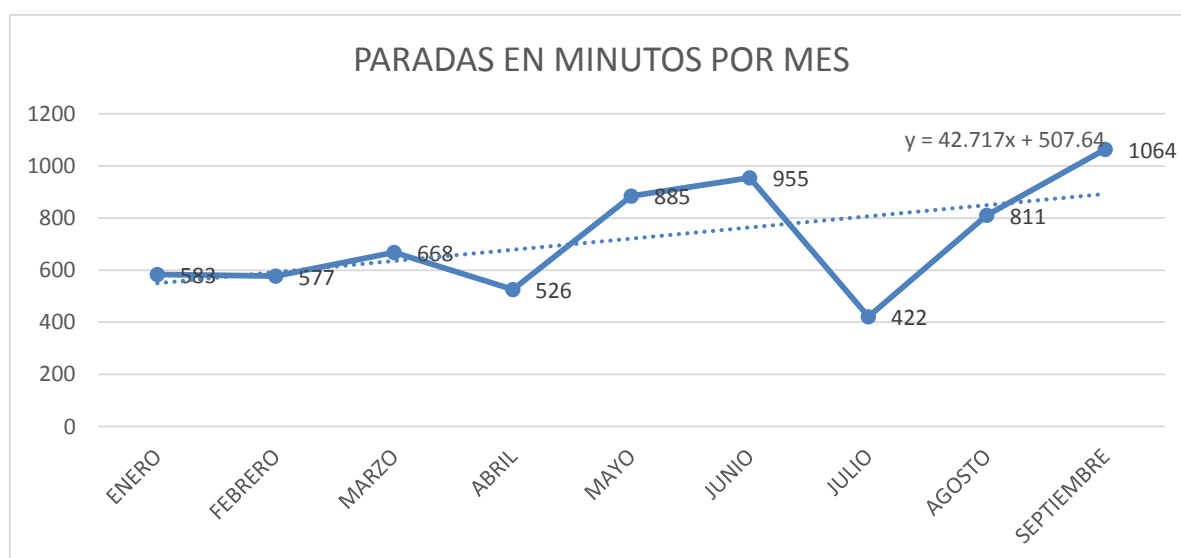


Figura 26: Paradas en minutos

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar de la gráfica anterior los tiempos de parada por mes ha aumentado en los últimos meses, así como la pérdida en producción.

Identificación de las principales causas en las paradas de línea:

Tabla 10: Causas de paradas de línea

CAUSAS DE LAS PARADAS	TIEMPO DE PARADA EN MIN	%	% ACUM	CLASE
Falla mecánica	996	15,26%	15,26%	A
Calibración	930	14,25%	29,50%	A
Cambio de Bobina	801	12,27%	41,77%	A
Falla eléctrica	732	11,21%	52,99%	A
Bobina fallada	709	10,86%	63,85%	A
Falla de Máquina de Coser	534	8,18%	72,03%	A
Ajuste de Cuchillas de Corte	383	5,87%	77,90%	A
Falta de Programación	376	5,76%	83,66%	A
Falta de materiales	372	5,70%	89,35%	B
Cambio de Hilo	262	4,01%	93,37%	B
Ausencia del personal	190	2,91%	96,28%	B
Falla de Taca o falla de impresión	103	1,58%	97,86%	C
Cambio de Faja por ruptura	47	0,72%	98,58%	C
Cambio de Cuchillas de corte	41	0,63%	99,20%	C
Capacitación e inventario	41	0,63%	99,83%	C
Permiso del personal	10	0,15%	99,98%	C
Atraso en la atención del área de mantenimiento	1	0,02%	100,00%	C
Limpieza de Cuchillas de Corte	0	0,00%	100,00%	C
Cambio del Tipo de corte (Regulación de máquina)	0	0,00%	100,00%	C
Falta de Bobina	0	0,00%	100,00%	C
Corte de Energía Eléctrica	0	0,00%	100,00%	C
TOTAL	6528			

Fuente: Elaboración Propia

La principal causa que está originando el mayor tiempo de parada son las fallas mecánicas, descalibración de las maquinas entre otras causas.



Figura 27: Tiempo de paradas en línea

Fuente: Elaboración Propia

Incumplimiento en pesos de producto terminado:

Cuando un cliente realiza un pedido establece sus parámetros y características como pueden ser, peso de saco, color, tamaño, tipo de impresión, etc. Un problema muy común que también se presenta en la empresa es el incumplimiento en peso por ejemplo supongamos que un cliente solicita un lote de 10000 sacos con un denier (peso de cinta) 630 gr y ancho de cinta 3.2 mm, este lote debería tener al final un peso promedio de aproximadamente 600 kg, sin embargo cuando se realiza el peso del fardo en balanza arroja ejemplo 660 kg; que quiere decir esto que cada saco está pesando más de lo indicado generando pérdidas económicas a la empresa porque en este lote de producción se empleó más materia prima, esto sucede porque el control de peso de la cinta no fue adecuado, quiere decir que el peso denier de cinta es mayor del establecido de 630 gr.

La tabla siguiente presenta el cuadro resumen de control durante los meses de mayo a setiembre y la estimación en pérdida en costos.

Tabla 11: Cuadro resumen por incumplimiento en tolerancias:

RESUMEN: CUMPLIMIENTO DE TOLERANCIAS DE PESO EN PRODUCCIÓN - 2017													
MES	TOTAL OP	OP CONFORME	% Conforme	TOLERANCIA "± 2"			TOLERANCIA "± 1"			TOLERANCIA "± 0"			COSTEO
				OP Cumplen	% Cumpl.	Diferencia Kilogramos	OP Cumplen	% Cum.	Dif Kg	OP Cumplen	% Cumpl.	Diferencia Kilogramos	
May 17	213	206	97%	152	71.36%	-1559.24	102	47.89%	-2805.87	25	11.74%	-5875.00	S/. - 45,517.59
Jun 17	226	211	93%	166	73.45%	-1134.89	112	49.56%	-2644.13	57	25.22%	-6347.78	S/. - 53,441.03
Jul 17	299	287	96%	231	77.26%	-922.16	168	56.19%	-2696.99	86	28.76%	-8720.86	S/. - 77,921.91
Ago 17	309	298	96%	231	74.76%	-1919.06	161	52.10%	-3720.35	66	21.36%	-8335.84	S/. - 78,968.70
Sep 17	321	314	98%	224	69.78%	-1279.37	151	47.04%	-2781.97	79	24.61%	-6784.31	S/. - 60,992.52
TOTAL	1,368.00	1,316.00	96%	1004	73.39%	-6814.72	694	50.73%	-14649.31	313	22.88%	-36063.78	S/. - 316,841.75

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla se obtiene que entre mayo y septiembre la empresa acumulado una pérdida total 316841.75 soles, por mes seria 63368.35 soles esto por la diferencia en peso con la tolerancia del 0.0 en peso.

Estimación de pérdida económica por la obtención de sacos de clase B, paradas de línea y diferencia en peso:

Perdida por obtención de sacos de clase B: cuando en la empresa se obtiene sacos de clase B esto genera una pérdida en utilidades a la empresa por que el precio de venta de cada saco es menor al precio de venta de cada saco de clase A. En promedio por la venta de cada saco de clase B se pierde 0.30 centavos de sol.

Tabla 12: Estimación de pérdida

MES	CALSE B	Utilidad Unit. Perdida	Utilidad Perdida S/.
ENERO	114,650	0.3	34395
FEBRERO	192,510	0.3	57753
MARZO	221,910	0.3	66573
ABRIL	147,524	0.3	44257.2
MAYO	265,265	0.3	79579.5
JUNIO	263,729	0.3	79118.7
JULIO	130,187	0.3	39056.1
AGOSTO	250,722	0.3	75216.6
SEPTIEMBRE	321,767	0.3	96530.1
Promedio	212,029		63,609

Fuente: Elaboración Propia

Por mes se pierde en promedio 63609 soles por la obtención de sacos de clase B.

Perdida por las paradas de línea: cuando la empresa para o deja de producir se podría decir que la empresa deja de obtener utilidades.

Del reporte de producción registrado la empresa en promedio por mes produce 4380600 sacos con nivel de eficiencia de la línea del 48 %, sin considera la eficiencia de la línea la producción por hora seria de 6084 sacos por hora, 101 sacos por minuto considerando 30 días del mes y 24 horas del día.

Tabla 13: Perdidas por las paradas de línea

MES	TIEMPO DE PARADA EN MIN	PERDIDA DE PRODUCCION EN UNID.	Margen de utilidad por saco	UTILIDAD TOTAL
ENERO	583	58883	0.23	13543.09
FEBRERO	577	58277	0.23	13403.71
MARZO	668	67468	0.23	15517.64
ABRIL	526	53126	0.23	12218.98
MAYO	885	89688	0.23	20628.24
JUNIO	955	89789	0.23	20651.47
JULIO	422	52722	0.23	12126.06
AGOSTO	811	81911	0.23	18839.53
SEPTIEMBRE	1064	107464	0.23	24716.72
PROM	721	73259		16849.49

Fuente: Elaboración Propia

Por la empresa estaría perdiendo en promedio 16849.5 soles por dejar de producir producto de las paradas de line por los diversos motivos.

Perdida por la diferencia en peso de producto terminado: está perdida se genera cuando el peso final del producto terminado es mayor al requerido por haber utilizado más materia prima de lo necesario.

De la tabla de control de diferencia de peso se obtuvo que entre mayo y septiembre la empresa acumulado una pérdida total 316841.75 soles, por mes seria 63368.35 soles esto por la diferencia en peso con la tolerancia del 0.0 en peso.

Resumen de pérdidas por las diferentes razones mensuales:

Perdida por obtención de sacos de clase B:	63,609.0 soles / mes.
Perdida por las paradas de línea:	16,849.5 soles / mes.
Perdida por la diferencia en peso de producto terminado:	63,368.35 soles / mes.
Total, estimado:	143,826.85 soles/ mes

3.1.4. Situación actual de la variable dependiente

El cálculo de la productividad se realizara en función a los datos de producción y precios de venta, así como costos de producción promedio proporcionados por la empresa. En promedio un saco de clase A se vende en 0.80 centavos de sol, un saco de clase B en 0.50 centavos de sol y el costo total de producción por saco es de 0.57 centavos de sol por saco, con estos datos se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 14: Ingresos y costos por la venta de sacos A y B

Ingreso por la venta de sacos de clase A y B			
MES	Clase A (S/.)	Clase B (S/.)	Total de venta (S/.)
Enero	1,847,002.4	57,325.0	1,904,327.4
Febrero	3,946,834.4	96,255.0	4,043,089.4
Marzo	3,685,879.2	110,955.0	3,796,834.2
Abril	2,313,782.4	73,762.0	2,387,544.4
Mayo	3,967,844.8	132,632.5	4,100,477.3
Junio	4,100,908.0	131,864.5	4,232,772.5
Julio	2,376,460.8	65,093.5	2,441,554.3
Agosto	3,639,225.6	125,361.0	3,764,586.6
Septiembre	4,135,768.0	160,883.5	4,296,651.5

Fuente: Elaboración Propia

Costos de producción sacos de clase A y B		
MES	Total de sacos A y B	Costo Total (S/.)
Enero	2,423,403.0	1,381,339.71
Febrero	5,126,053.0	2,921,850.21
Marzo	4,829,259.0	2,752,677.63
Abril	3,039,752.0	1,732,658.64
Mayo	5,225,071.0	2,978,290.47
Junio	5,389,864.0	3,072,222.48
Julio	3,100,763.0	1,767,434.91
Agosto	4,799,754.0	2,735,859.78
Septiembre	5,491,477.0	3,130,141.89

Tabla 15: Productividad

MES	Ventas (S/.)	Costos (S/.)	PV
Enero	1,904,327.4	1,381,339.7	1.379
Febrero	4,043,089.4	2,921,850.2	1.384
Marzo	3,796,834.2	2,752,677.6	1.379
Abril	2,387,544.4	1,732,658.6	1.378
Mayo	4,100,477.3	2,978,290.5	1.377
Junio	4,232,772.5	3,072,222.5	1.378
Julio	2,441,554.3	1,767,434.9	1.381
Agosto	3,764,586.6	2,735,859.8	1.376
Septiembre	4,296,651.5	3,130,141.9	1.373
Promedio			1.378

Fuente: Elaboración Propia



Figura 28: Productividad 2017

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar la productividad en los últimos meses está descendiendo, lográndose obtener una productividad o eficiencia económica promedio de 1.378.

3.2. Propuesta de investigación

3.2.1. Fundamentación

La propuesta de la investigación se centró en aumentar la productividad reduciendo paradas de líneas, porcentaje de productos de clase B y porcentaje de scrap, para lograr dicho objetivo nos apoyaremos con las bases teóricas del Lean Manufacturing y de la metodología de Six Sigma, los pasos que se plantearon para alcanzar nuestro resultado se detallan a continuación:

3.2.2. Objetivos de la propuesta

- a) Aplicación del Value Stream Mapping e identificación de las oportunidades de mejora.
- b) Aplicación de la metodología Six Sigma para reducir la variabilidad de la principal causa que estaría generando el mayor problema.
- c) Desarrollan un plan de mantenimiento.
- d) Aplicar un programa de 5s.

3.2.3. Desarrollo de la propuesta

3.2.3.1. Aplicación del Value Stream Mapping

El Value Stream Mapping es una de las primeras herramientas de la filosofía Lean Manufacturing que permite analizar toda la cadena de valor mediante gráficos propios e identificar los lugares donde se generan desperdicios y que para nosotros sean oportunidades de mejora, en cuanto a la empresa durante la observación directa se pudo determinar que son muchas las áreas donde se generan los desperdicios como productos en el piso, sacos rotos, cintas de bobinas en mal estado, máquinas paradas, etc.

A continuación, se presenta la gráfica de VSM de la empresa.

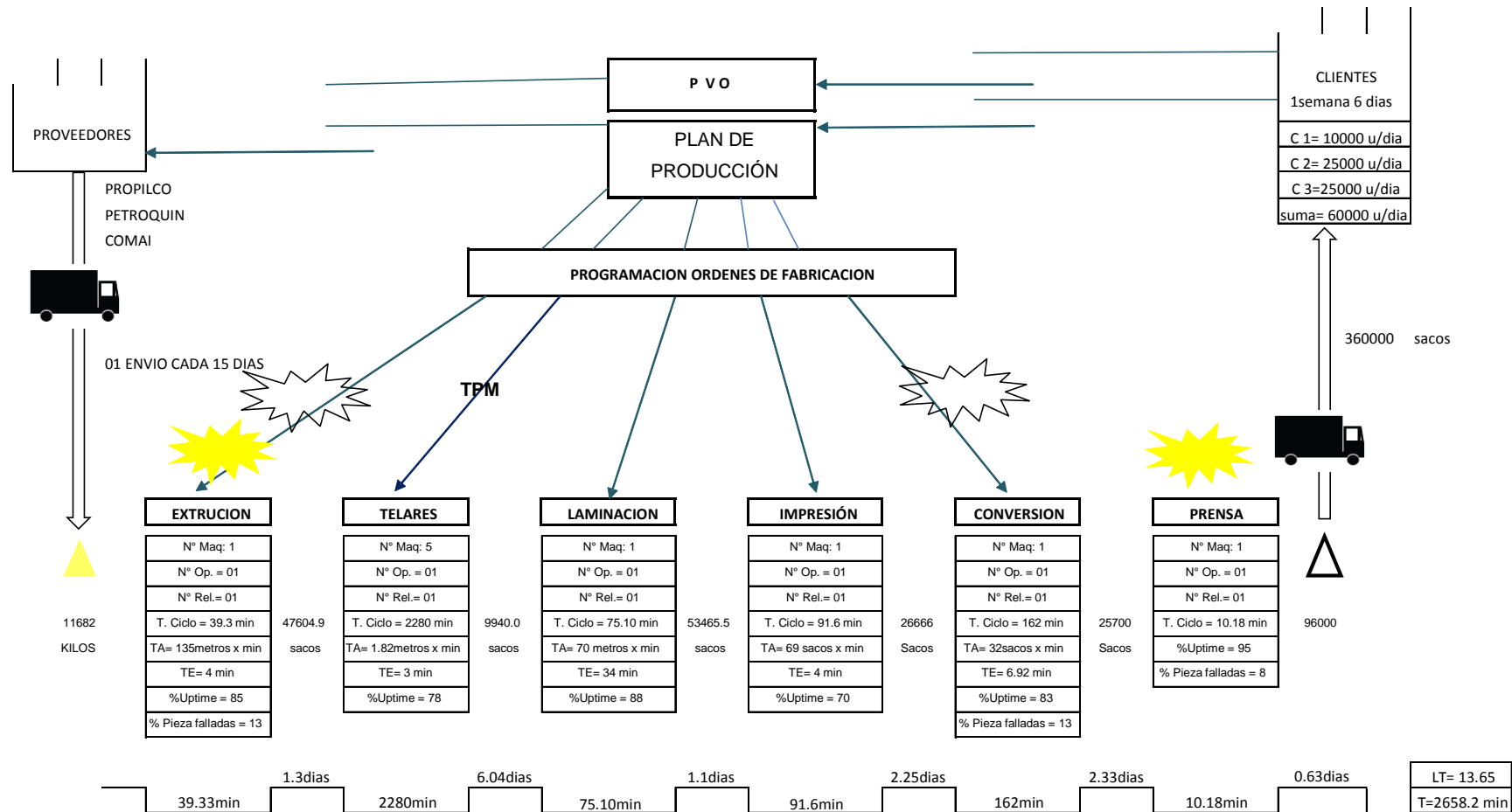


Figura 29: VSM de la empresa

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3.2. Metodología Six Sigma

La metodología Six Sigma es una herramienta centrada en el análisis de la dispersión, busca las causas o fuentes de la variabilidad mediante el análisis estadístico y propone acciones de mejora para reducir la variabilidad del proceso.

La metodología consta de cinco etapas:

- Definir
- Medir
- Analizar
- Mejora
- Controlar

A. Etapa de definir

En esta etapa se selecciona el problema o causa raíz del problema general que pueda ser solucionado con la metodología Six Sigma. En la etapa de resultados se logró obtener tres categorías principales que estarían afectando a la productividad las cuales son:

Tabla 16: Causas que afectan la productividad

Causa principal	Causa de segundo orden	Causa de tercer orden	Mejora o herramienta propuesta
Paradas de línea	Fallas de maquinas	Deficiente plan de mantenimiento	Plan de mantenimiento
	Falta de materia prima	Planeación inadecuada	Programación
	Falta de energía	Fallas en las instalaciones	Plan de mantenimiento
	Ausentismo	Desmotivación	Motivación laboral
Sacos de clase B	Deficiente control en los procesos	Falta de capacitación	Uso de herramientas de control
	Recetario inadecuado	Información inadecuada	Programación
Perdida en peso	Deficiente calibración de maquinas	Mala manipulación de maquinas	Uso de herramientas de control
	Fallas de maquinas	Deficiente plan de mantenimiento	Plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

Los problemas que se podrían mejorar con el six sigma son control en los procesos para reducir el porcentaje de sacos de clase B mediante el uso de las herramientas de control y así como la pérdida de peso por una mala calibración de máquinas.

En el capítulo anterior se logró estimar las pérdidas que se estarían generando por las tres categorías mencionadas siendo la de obtención de sacos de clase B la que estaría generando más pérdida para la empresa seguido de la diferencia en peso y por último las paradas de línea, a continuación, los resultados:

Resumen de pérdidas por las diferentes razones mensuales:

Perdida por obtención de sacos de clase B:	63,609.0 soles / mes.
Perdida por las paradas de línea:	16,849.5 soles / mes.
Perdida por la diferencia en peso de producto terminado:	63,368.35 soles / mes.
Total, estimado:	143,826.85 soles/ mes

Matriz de selección según la metodología ISO 9001

Tabla 17: Matriz de selección según la metodología ISO 9001

Problemas u oportunidades de mejora	Impacto en calidad de servicio	Ahorro en uso de recursos o reducción de costos	Factibilidad de implantación de solución	Análisis y solución depende de su gestión	Puntaje Total
	Peso: 35 %	Peso: 25 %	Peso: 20 %	Peso: 20 %	
Porcentaje de sacos clase B	900	900	300	900	780
Paradas de línea	300	300	900	300	420
Diferencia de peso	300	900	300	900	570

Fuente: Elaboración Propia

De la matriz de selección tenemos que el principal problema que estaría afectando a la productividad sería el porcentaje de sacos de clase B, el cual genera alto impacto en los costos y en el servicio.

Análisis de las causas que estarían generando el alto porcentaje de sacos de clase B:

Del capítulo anterior se determinó que en promedio el porcentaje de sacos de clase B es de 4.8 % del total de la producción y que de ese porcentaje el 55.45 % depende del área de telares y un 35.56 depende de impresión, por lo que nuestro estudio se enfocara más en el área de telares por ser el principal causante del porcentaje de sacos de clase B.

Análisis de proceso de telares:

El área de telares es el responsable de producir las llamadas mangas a base de las cintas que se elaboran en el área de extrusión; uno de los principales problemas por el cual se obtiene alto porcentaje de sacos de clase B es porque las cintas que salen de la extrusora no tienen la resistencia adecuada lo que ocasiona que los sacos se rompan cuando se realiza la prueba de calidad.



Figura 30: Rompimiento de manga en telares

Fuente: Empresa El Águila SRL

Caracterización del proceso de telares:

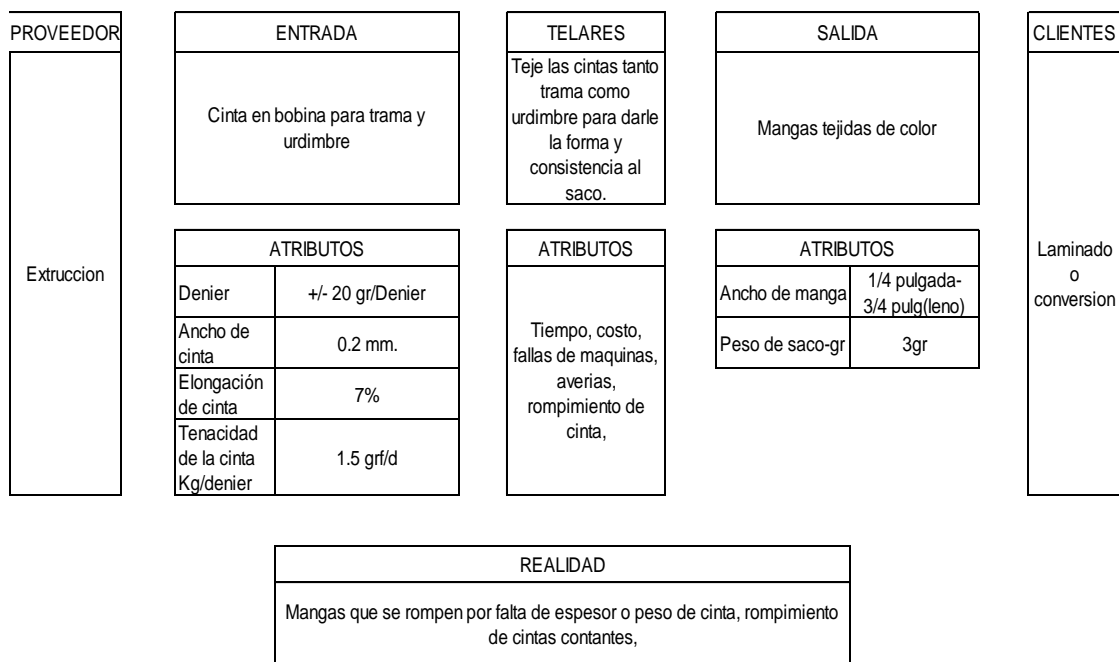


Figura 31: Proceso de telares

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis del proceso se determina que el peso de las cintas una de las principales causas de que las mangas y posteriormente los sacos se rompan salgan de mala calidad.

Nuestro problema definido seria:

¿Existe alguna relación entre el peso denier de cinta y el porcentaje de sacos de clase B?

B. Etapa de medir

En esta etapa recolectamos la información de control de peso denier que se registra durante la etapa de producción en la extrusora, los resultados se presentan a continuación:

Registro de control de peso denier del 03 de mayo al 30 de setiembre:

Solo se ha analizado el control de peso de denier 630 que es denier para los sacos arroceros.

Tabla 18: Registro de control de peso

N°	NUMERO DE LADO EN EL MUESTREO														PROMEDIO	RANGO
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1		
1	623	642	650	634	640	644	643	640	633	638	652	614	621	624	635.6	38
2	608	600	630	610	640	655	607	660	630	648	630	652	630	620	630.0	60
3	636	644	645	620	636	623	616	618	621	619	628	634	620	615	626.8	30
4	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
5	632	639	609	650	637	626	644	652	640	648	628	640	639	617	635.8	43
6	650	653	655	652	648	650	651	650	652	645	648	652	653	651	650.7	10
7	617	624	650	647	650	647	620	630	624	644	645	613	637	648	635.4	37
8	614	620	628	639	620	616	623	630	619	614	648	613	648	638	626.4	35
9	622	620	620	623	610	642	635	653	640	623	632	623	625	641	629.2	43
10	615	636	617	628	616	623	640	627	623	608	640	631	638	615	625.5	32
11	608	600	630	610	640	655	607	660	630	648	630	652	630	620	630.0	60
12	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
13	632	624	635	618	626	615	614	611	629	650	645	637	615	637	627.7	39
14	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
15	650	653	655	652	648	650	651	650	652	645	648	652	653	651	650.7	10
16	613	649	618	613	640	627	613	648	618	636	646	626	624	617	627.7	36
17	618	615	628	648	633	633	612	640	629	613	645	631	650	648	631.6	38
18	638	648	613	612	632	643	635	614	616	627	616	632	622	642	627.9	36
19	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	652	647	651	649.6	7
20	618	623	615	642	617	635	629	632	623	633	650	613	638	613	627.2	37
21	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
22	650	653	650	652	648	650	651	650	652	645	648	652	653	651	650.4	8
23	644	642	623	620	616	635	610	626	614	623	630	632	626	627	626.3	34
24	628	631	615	623	620	644	649	645	621	614	627	620	616	631	627.4	35
25	635	626	623	640	633	633	634	649	627	648	633	630	648	619	634.1	30
26	608	600	630	610	640	655	607	660	630	648	630	652	630	620	630.0	60
27	612	642	646	629	647	622	611	611	619	623	616	632	634	614	625.6	36
28	643	629	615	627	632	633	633	622	640	633	635	642	624	636	631.7	28
29	622	629	646	644	641	628	631	627	624	621	621	649	628	619	630.7	30

30	640	648	646	617	638	618	625	614	632	618	637	626	635	614	629.1	34
31	650	653	650	652	648	650	651	650	652	645	648	652	653	651	650.4	8
32	644	610	633	648	615	623	646	611	614	643	624	628	630	649	629.9	39
33	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
34	650	653	650	652	648	650	651	650	652	645	648	652	653	651	650.4	8
35	610	629	614	639	625	645	624	616	642	638	634	650	642	615	630.2	40
36	616	650	611	617	635	610	620	624	621	624	618	625	647	648	626.1	40
37	608	600	630	610	640	655	607	660	630	648	630	652	630	620	630.0	60
38	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
39	645	613	630	640	636	642	616	626	649	629	640	626	640	642	633.9	36
40	636	645	624	645	642	633	610	611	641	627	613	626	630	646	630.6	36
41	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
42	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
43	615	610	626	629	637	619	649	640	639	633	631	642	619	650	631.4	40
44	625	648	617	625	635	644	646	633	650	628	628	648	620	639	634.7	33
45	608	600	630	610	640	655	607	660	630	648	630	652	630	620	630.0	60
46	621	632	635	648	632	639	625	626	623	625	611	610	650	643	630.0	40
47	640	645	626	637	619	632	633	641	616	632	625	639	628	622	631.1	29
48	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	652	647	651	649.6	7
49	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
50	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
51	644	642	639	632	640	620	648	630	642	632	642	640	625	642	637.0	28
52	649	625	629	650	649	626	649	644	647	632	640	645	620	618	637.4	32
53	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	652	647	651	649.6	7
54	644	623	639	640	626	621	627	625	626	643	623	624	638	630	630.6	23
55	630	637	640	650	616	645	641	618	647	610	635	633	639	616	632.6	40
56	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
57	645	647	637	639	620	649	633	642	634	630	643	634	641	612	636.1	37
58	614	626	613	640	616	625	646	635	622	619	633	620	632	614	625.4	33
59	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	652	647	651	649.6	7
60	608	600	630	610	640	655	607	666	630	648	630	652	630	620	630.4	66
61	619	629	623	632	627	625	622	637	615	615	644	649	613	649	628.5	36
62	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
63	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
64	637	617	630	640	622	646	637	622	630	638	614	626	645	628	630.9	32
65	636	635	616	644	636	624	639	611	640	637	629	644	624	634	632.1	33
66	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
67	615	626	638	615	647	624	623	615	643	635	630	622	634	631	628.4	32
68	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
69	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
70	614	629	631	614	612	629	619	614	635	626	646	618	628	620	623.9	34
71	630	628	617	624	639	643	628	617	649	621	629	612	625	637	628.5	37
72	650	647	623	637	639	629	615	623	640	630	623	643	634	638	633.6	35
73	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46

74	646	621	628	631	635	640	634	620	648	631	641	638	649	611	633.8	38
75	608	600	630	610	640	655	607	666	630	648	630	652	630	620	630.4	66
76	630	638	647	625	643	625	630	611	629	627	638	623	642	623	630.8	36
77	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
78	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
79	637	634	629	627	622	616	634	649	637	612	635	628	618	629	629.1	37
80	612	620	612	640	649	624	644	650	632	624	649	635	639	614	631.7	38
81	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
82	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
83	633	643	641	650	612	618	626	640	620	624	627	636	645	611	630.4	39
84	625	614	646	627	612	634	621	641	637	612	614	649	641	623	628.3	37
85	641	635	627	637	627	637	642	632	639	647	642	643	650	621	637.1	29
86	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
87	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
88	643	650	634	631	632	616	621	644	623	614	614	633	636	614	628.9	36
89	646	640	629	645	613	611	624	649	618	639	625	624	639	649	632.2	38
90	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
91	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
92	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
93	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
94	619	649	629	611	618	639	624	646	619	623	631	612	645	614	627.1	38
95	642	614	630	634	650	611	642	616	631	633	634	611	647	640	631.1	39
96	608	600	630	610	640	655	607	666	630	648	630	652	630	620	630.4	66
97	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
98	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
99	642	633	610	616	631	642	635	636	614	641	614	647	647	642	632.1	37
100	618	610	623	645	632	635	634	613	633	642	639	635	633	628	630.0	35
101	616	637	642	638	620	641	624	627	650	626	620	649	628	610	630.6	40
102	618	634	621	633	623	630	631	613	614	614	643	627	645	645	627.9	32
103	627	618	639	612	640	643	635	616	621	644	629	611	649	610	628.1	39
104	629	611	641	631	642	647	642	623	612	634	619	632	620	641	630.3	36
105	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
106	611	623	637	638	628	637	625	650	628	612	636	617	640	649	630.8	39
107	610	645	628	622	628	629	630	645	627	619	643	646	636	618	630.4	36
108	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
109	648	626	634	625	637	624	648	620	610	631	623	629	634	613	628.7	38
110	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
111	645	628	636	614	630	625	638	650	640	639	646	648	627	628	635.3	36
112	621	624	628	610	622	625	640	628	630	650	646	612	644	646	630.4	40
113	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
114	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
115	622	612	611	614	634	638	616	627	638	626	645	641	611	640	626.8	34
116	633	621	644	615	613	627	612	637	624	635	619	623	615	629	624.8	32
117	608	600	630	610	640	655	607	666	630	648	630	652	630	620	630.4	66

118	612	645	639	617	616	615	650	629	629	633	642	633	638	633	630.8	38
119	614	625	647	614	633	639	612	622	621	613	643	629	641	613	626.1	35
120	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
121	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
122	610	625	623	613	640	622	630	649	639	629	615	624	632	641	628.0	39
123	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
124	623	649	620	633	649	617	636	649	616	647	612	627	637	614	630.6	37
125	633	636	613	646	627	635	613	637	617	649	650	619	629	611	629.6	39
126	616	626	620	611	636	643	634	636	616	625	627	650	637	634	629.4	39
127	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
128	631	624	620	625	616	635	620	625	642	638	613	620	619	633	625.8	29
129	643	626	621	625	642	619	640	622	622	647	636	650	613	631	631.2	37
130	630	613	610	625	644	629	616	638	642	619	637	621	617	625	626.1	34
131	632	639	645	619	622	641	636	634	620	644	620	614	638	650	632.4	36
132	619	645	621	624	649	626	622	633	648	646	630	621	646	633	633.1	30
133	628	630	624	620	614	638	635	629	614	644	648	628	634	630	629.7	34
134	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
135	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
136	636	615	632	637	633	614	624	630	631	628	628	634	650	621	629.5	36
137	629	644	646	610	637	610	633	630	621	643	623	630	610	641	629.1	36
138	608	600	630	610	640	655	607	666	630	648	630	652	630	620	630.4	66
139	611	637	632	628	633	621	612	614	626	635	622	638	627	611	624.8	27
140	648	639	645	631	611	633	613	622	645	626	631	649	616	618	630.5	38
141	642	614	617	635	635	639	645	647	618	627	647	635	611	629	631.5	36
142	634	628	612	633	647	627	645	627	623	648	615	638	649	616	631.6	37
143	614	622	613	615	644	647	616	634	636	630	615	612	632	639	626.4	35
144	628	648	627	641	610	627	647	638	616	615	615	620	648	611	627.9	38
145	638	644	630	626	626	633	636	634	639	623	639	621	625	614	630.6	30
146	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
147	643	622	649	649	627	624	613	626	614	631	625	627	616	623	627.8	36
148	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
149	642	629	639	611	647	629	646	618	640	640	618	649	634	649	635.1	38
150	644	615	645	643	648	624	620	645	630	632	644	649	635	619	635.2	34
151	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
152	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
153	650	627	633	637	610	633	635	637	610	629	650	620	643	643	632.6	40
154	636	645	641	616	635	649	629	631	623	614	649	623	623	616	630.7	35
155	610	621	638	620	630	618	625	613	624	620	645	637	644	644	627.8	35
156	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
157	648	628	646	647	615	621	628	630	626	644	623	642	635	618	632.2	33
158	641	649	618	638	631	626	614	641	619	616	631	618	647	649	631.3	35
159	625	644	633	649	622	624	639	634	621	635	633	628	613	622	630.1	36
160	612	648	640	610	642	621	633	635	643	641	613	646	635	634	632.4	38
161	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46

162	634	618	636	625	633	636	627	649	626	619	628	631	641	634	631.2	31
163	608	600	630	610	640	655	607	666	630	648	630	652	630	620	630.4	66
164	646	633	611	613	625	612	625	634	635	641	639	625	635	618	628.0	35
165	617	631	642	627	624	643	614	620	624	618	644	620	629	634	627.6	30
166	642	619	628	613	610	647	625	631	621	624	648	623	641	610	627.3	38
167	612	639	632	613	615	633	642	650	615	626	639	636	619	636	629.1	38
168	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
169	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
170	622	637	630	628	626	631	612	610	649	648	610	637	650	634	630.3	40
171	619	623	624	645	624	640	618	619	646	636	618	645	613	644	629.6	33
172	619	628	628	623	612	612	642	635	637	620	648	617	641	636	628.4	36
173	619	624	629	638	642	650	610	621	645	637	616	615	627	616	627.8	40
174	623	639	634	633	620	625	647	648	614	636	631	629	623	613	629.6	35
175	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
176	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
177	646	649	619	636	637	612	636	639	621	639	648	636	631	624	633.8	37
178	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
179	644	615	614	617	610	637	616	628	632	618	629	635	650	641	627.6	40
180	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
181	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
182	614	620	623	622	616	620	648	637	613	623	624	629	624	650	625.9	37
183	643	629	629	641	626	638	641	635	618	625	642	632	618	636	632.4	25
184	616	626	645	618	629	649	647	614	628	634	638	648	643	645	634.3	35
185	644	627	618	617	617	629	639	622	610	631	644	615	635	617	626.1	34
186	608	600	630	610	640	655	607	666	630	648	630	652	630	620	630.4	66
187	639	617	614	622	621	642	611	647	642	630	628	611	638	636	628.4	36
188	631	624	618	626	644	633	637	621	629	647	611	610	644	640	629.6	37
189	618	635	648	611	636	623	645	631	611	619	650	633	620	618	628.4	39
190	649	634	615	636	624	610	644	636	635	610	645	633	647	639	632.6	39
191	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
192	627	639	633	632	630	617	649	612	631	628	650	616	612	615	627.9	38
193	632	642	618	618	614	645	639	622	620	638	618	615	635	649	628.9	35
194	645	615	633	632	612	647	630	624	648	637	632	610	636	628	630.6	38
195	635	629	650	650	650	631	634	645	637	646	613	632	631	611	635.3	39
196	611	641	633	621	620	636	619	621	616	612	640	618	647	634	626.4	36
197	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
198	626	637	641	617	616	614	646	636	627	642	617	625	613	630	627.6	33
199	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
200	618	639	627	628	622	625	623	627	637	618	629	635	630	616	626.7	23
201	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
202	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
203	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
204	644	646	635	627	642	619	640	613	618	624	637	632	619	633	630.6	33
205	616	624	623	641	620	635	634	642	642	632	627	615	611	617	627.1	31

206	612	624	639	638	610	634	634	624	620	613	629	615	646	615	625.2	36
207	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
208	619	635	640	615	639	633	630	610	630	617	644	634	615	616	626.9	34
209	618	650	627	626	631	637	621	637	632	631	637	640	614	613	629.6	37
210	631	623	628	634	632	638	632	631	619	650	641	631	643	624	632.6	31
211	620	650	621	648	622	628	646	641	624	638	630	620	638	612	631.3	38
212	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
213	633	642	633	614	643	645	650	617	625	620	627	629	616	637	630.8	36
214	638	627	631	615	622	643	632	630	634	633	627	639	613	628	629.4	30
215	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
216	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
217	616	624	620	647	610	647	648	615	629	622	626	624	640	619	627.6	38
218	650	641	624	643	646	648	631	639	650	626	631	631	615	643	637.0	35
219	634	649	641	613	631	645	630	647	642	637	644	644	650	612	637.1	38
220	621	632	637	642	615	641	636	614	621	639	648	616	614	640	629.7	34
221	637	639	616	623	650	645	632	632	627	648	612	641	638	637	634.1	38
222	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
223	628	643	636	637	642	629	635	611	645	614	627	630	624	625	630.4	34
224	614	632	614	611	623	619	620	617	645	625	644	630	617	625	624.0	34
225	608	607	610	650	653	608	610	630	650	650	607	610	653	610	625.4	46
226	633	627	614	640	624	623	649	625	633	611	615	632	620	643	627.8	38
227	608	600	630	610	640	655	607	666	630	648	630	652	630	620	630.4	66
228	640	645	612	613	638	634	643	611	637	617	643	639	641	635	632.0	34
229	639	613	633	619	622	638	615	623	639	637	647	612	626	628	627.9	35
230	635	645	612	638	642	613	633	637	646	622	650	633	611	610	630.5	40
231	608	600	630	610	640	655	607	666	630	648	630	652	630	620	630.4	66
232	636	620	626	645	625	647	614	641	636	622	640	629	616	625	630.1	33
233	630	645	638	615	615	618	613	630	612	638	618	649	643	625	627.8	37
234	617	622	642	639	625	620	647	647	650	623	629	613	621	629	630.3	37
235	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
236	618	646	645	626	647	630	627	648	636	618	644	637	610	646	634.1	38
237	634	642	649	615	626	634	627	634	636	648	628	610	618	643	631.7	39
238	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
239	637	616	626	634	637	640	619	614	623	633	644	639	648	636	631.9	34
240	650	649	650	652	648	650	651	650	652	645	648	648	647	651	649.4	7
241	608	607	610	610	653	608	610	630	609	612	613	610	615	610	614.6	46
242	620	642	618	647	629	646	616	645	611	649	625	617	630	630	630.4	38
243	650	640	630	652	640	630	651	650	625	630	615	612	653	651	637.8	41
244	629	647	647	613	647	619	613	623	625	649	646	642	639	626	633.2	36

Fuente: Elaboración Propia

C. Etapa de analizar

Con los datos anteriores se realizó el análisis estadístico para determinar primero la prueba de normalidad de los datos luego los límites de control tanto de la media como del rango, la capacidad del proceso según las tolerancias establecidas y el nivel sigma del proceso.

Tabla 19: Dispersión y correlación

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
614.642857	11	4.51%
617.047619	0	4.51%
619.452381	0	4.51%
621.857143	0	4.51%
624.261905	2	5.33%
626.666667	41	22.13%
629.071429	41	38.93%
631.47619	63	64.75%
633.880952	25	75.00%
636.285714	13	80.33%
638.690476	27	91.39%
641.095238	0	91.39%
643.5	0	91.39%
645.904762	0	91.39%
648.309524	0	91.39%
y mayor...	21	100.00%
Total	244	

Fuente: Elaboración Propia

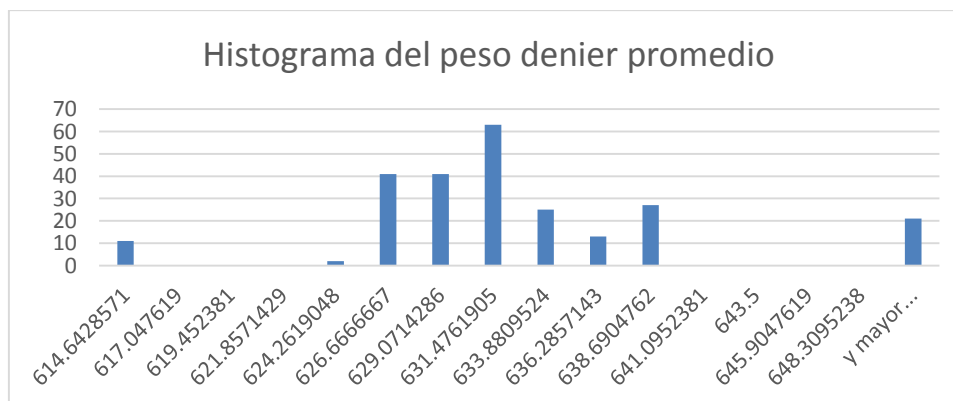


Figura 32: Histograma del peso denier promedio

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en el histograma de frecuencias existen eventos muy alejados del valor ideal para el cliente que es de 630 gramos denier. Lo que estaría demostrando que existen pesos de cintas muy por debajo del ideal establecido o muy por encima e algunos casos siendo ambos casos perjudiciales para la empresa. Cuando la cinta tiene un peso muy por debajo el saco se rompe fácilmente y cuando la cinta sale muy por encima se pierde por el costo de la materia prima.

Prueba de normalidad de los promedios de denier y rango

Normalidad del promedio de denier:

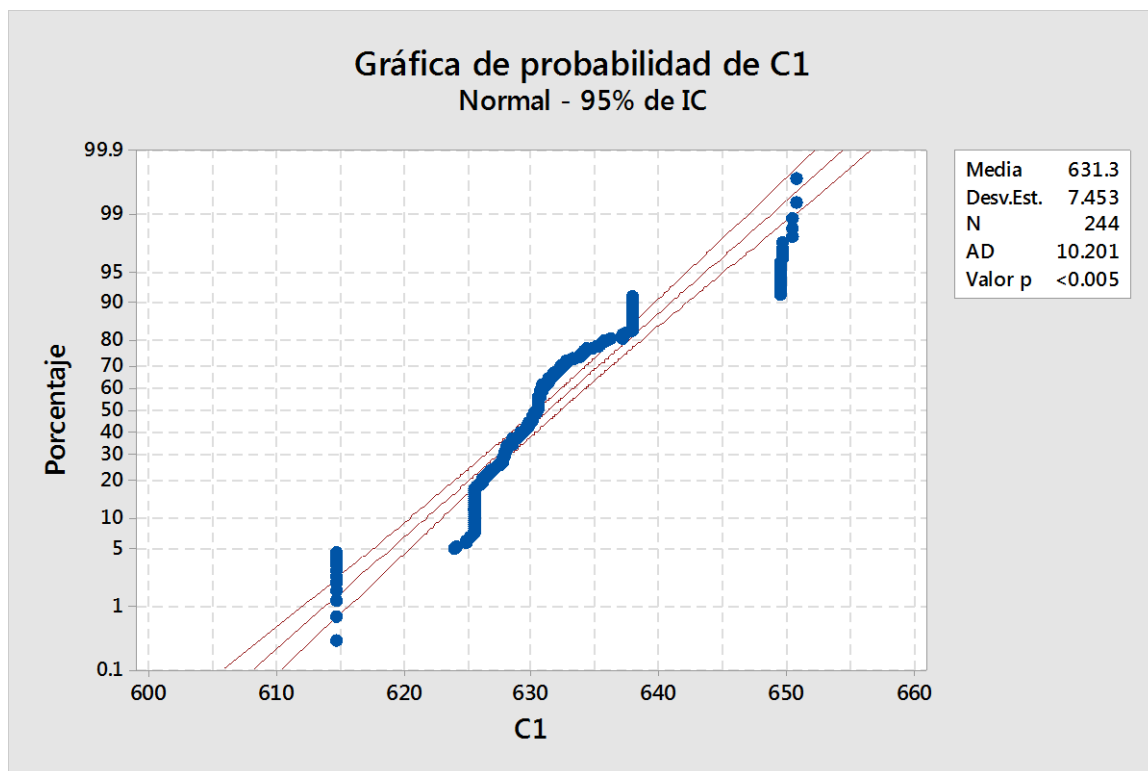


Figura 33: Normalidad del promedio de denier

Fuente: Elaboración Propia

Normalidad del promedio del rango

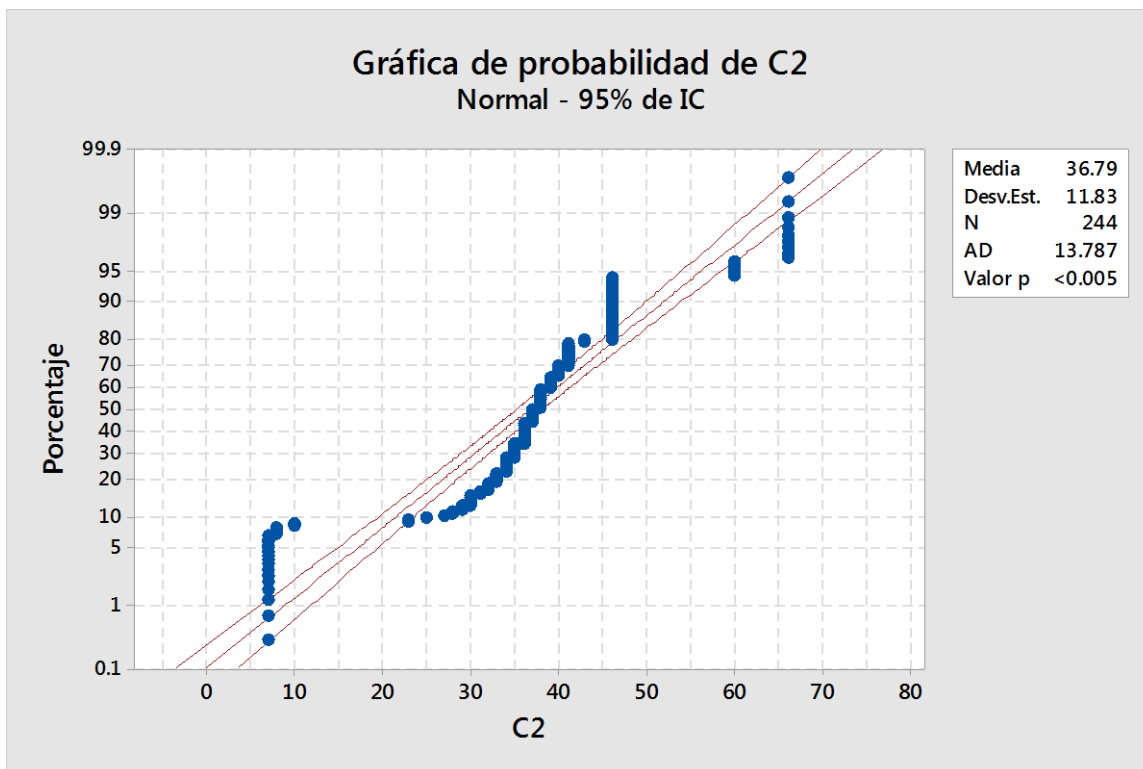


Figura 34: Normalidad del promedio del rango

Fuente: Elaboración Propia

Del resultado obtenido con el estadístico Minitab 18 se obtiene que los datos no tienen un comportamiento normal $p < 0.005$ lo que estaría indicando que el proceso es altamente variable generando diferencia en los pesos de la cinta.

Análisis de correlación entre el peso denier promedio y la cantidad de sacos de clase B:

A continuación, se mostrará el análisis realizado entre los diferentes pesos promedios de denier y la cantidad de sacos de tipo que se han logrado obtener según fecha de producción:

Paso 1:

Lo primero que se realizó es determinar de la cantidad total de sacos de clase B, que porcentaje son sacos de tipo arrocero, este análisis se realizó con el reporte de producción del octubre 2017:

Tabla 20: Análisis de correlación entre el peso denier promedio y la cantidad de sacos de clase B

Etiquetas de fila	01-oct	02-oct	03-oct	04-oct	05-oct	06-oct	07-oct	08-oct	09-oct	10-oct	11-oct	12-oct	13-oct	14-oct	16-oct	17-oct	18-oct	19-oct	20-oct	21-oct	22-oct	23-oct	24-oct	25-oct	26-oct	27-oct	28-oct	29-oct	30-oct	31-oct
CLASE B 22X40 T/T					150																									
CLASE B 27X43 L/B					800																									
CLASE B FECHERO 20.25X45" T/T																		740												
CLASE B 13X23 L/T 10 KG	1000				516												1000	8000			1000	5000		1000						1000
CLASE B 15X33 L/T 25 KG													525						4000		5000			1000				2758		
CLASE B 16X25" L/B																											1710			
CLASE B 18X26" L/B - SALERO								3000	2000	1000				650	1623															
CLASE B 18X28" - L/B																			1000	356										
CLASE B 20X30 T/B					290		494														500		500	210						417
CLASE B 20X32" L/T	400																													
CLASE B 20X33" L/B		1000				2000				1475	1000																			
CLASE B 20X33" T/B C/FUELLE					802																									
CLASE B 21.5X22" FALLA DE IMPRESION					1141																									
CLASE B 21.5X39" L/T - BIO PPFILM					750									2082																
CLASE B 21.5X39" - SACMIN							1000	1136										1500	1500	500						1000	3000	1000		
CLASE B 21.5X39" T/B						793																								
CLASE B 21X36" T/B C/FUELLE							2504																3000	756						
CLASE B 22X25" T/COL - PAYASITO					1000						310					497														
CLASE B 22X32" T/B																								844						
CLASE B 22X36 T/B	1000	1000		2000	2000	1000	2000	2000	1850	850				1826		280				600				1000			1000		1000	
CLASE B 22X36 T/B 3 FRANJAS NEGRAS CENTRO					393																									
CLASE B 22X36" L/B - MOLINO									550	550			1000	221																
CLASE B 22X36" L/B - S/IMP.								876								350	528													
CLASE B 22X36" L/T - MOLINO	7000	1000	3000			1000				1000	3000	2000	6000	2000				1000	1000		1000	1914		1848	4000	2000		512	1000	4000
CLASE B 22X36" L/T - MOLINOS - C/FUELLE	4000											9000	3000	1000												2000	1000			
CLASE B 22X36" L/T - TIENDA	4000	4000					2000						6000		11000	1808			1000	4000		357								
CLASE B 22X39" L/B - MOLINO														1000																
CLASE B 22X39" L/T - MOLINOS					2000									2000																
CLASE B 22X39" T/T								300	300																					
CLASE B 22X40 T/A					967																									
CLASE B 23X39" T/B 3FJA NEGRA																200			200											

En el mes de octubre se obtuvo un total de 274900 sacos de clase B, realizando el análisis por código de productos se determinó que 151101 sacos corresponden a los sacos llamados arrocero, saco que en su mayoría el peso denier es de 630. Entonces el porcentaje de sacos de clase B de tipo arrocero sería 54.97 %, porcentaje con el n En el mes de octubre se obtuvo un total de 274900 sacos de clase B, realizando el análisis por código de productos se determinó que 151101 sacos corresponden a los sacos llamados arrocero, saco que en su mayoría el peso denier es de 630.

Paso 2:

Determinar la cantidad de sacos de clase B tipo arrocero por mes según el porcentaje de 54.97 % que se obtuvo en el análisis del mes de octubre:

Cantidad de sacos de tipo arrocero por mes según el porcentaje de 54.97 %

Tabla 21: Cantidad de sacos de tipo arrocero

MES	CALSE B	Arrocero (54.97%)
MAYO	265265	145816
JUNIO	263729	144972
JULIO	130187	71564
AGOSTO	250722	137822
SEPTIEMBRE	321767	176875

Fuente: Elaboración Propia

Paso 3:

Relacionar la cantidad de sacos reportados con el registro de peso denier durante los meses de mayo a setiembre:

Resumen de promedio de denier y sacos de tipo B arrocero por mes:

En la siguiente tabla se muestra el consolidado de datos en relación al promedio del peso denier y a la cantidad de sacos de tipo B arroceros que se han logrado obtener durante los meses de mayo a setiembre, con esta información se logró demostrar la relación que existe entre el peso promedio denier y la cantidad de sacos reportados por mes:

Tabla 22: consolidado de datos en relación al promedio del peso denier y a la cantidad de sacos de tipo B.

MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE	
PROM. DENIER	SACO B	PROM. DENIER	SACO B	PROM. DENIER	SACO B	PROM. DENIER	SACO B	PROM. DENIER	SACO B
636	580	650	7250	625	2500	625	60	635	9500
630	890	638	5641	638	12	635	250	626	2500
627	620	625	8900	632	641	635	5400	625	4105
615	500	637	2351	630	235	638	2500	628	250
636	120	637	891	631	542	615	3000	649	11654
651	25050	650	4460	628	891	633	645	627	350
635	1200	631	2561	628	80	631	600	625	35
626	915	633	456	630	50	628	90	649	6800
629	354	649	6891	625	2354	649	15000	615	12400
626	7765	636	4587	631	25	632	200	631	25
630	800	625	4512	630	300	631	654	627	478
638	190	650	7841	625	4570	630	154	625	9841
628	2352	630	256	629	200	632	30	615	15600
625	320	629	1010	625	4015	625	784	627	2478
651	12452	638	2561	635	3301	631	1978	630	1080
628	6323	625	6150	630	125	630	560	633	365
632	60	631	125	649	3601	628	6000	631	470
628	89	632	891	638	340	628	74	638	10451
650	6450	625	530	627	180	627	210	631	64
627	150	628	2351	625	1245	629	3450	629	489
625	366	638	4650	630	230	638	5640	625	641
650	29987	649	11450	631	160	615	14403	638	9871
626	289	624	14012	626	3651	630	60	628	700
627	601	629	235	625	30	630	1232	637	984
634	205	634	4150	638	235	628	23	637	450
630	60	625	2365	628	40	628	5600	630	70
626	568	634	204	638	10	630	56	634	560
632	1250	630	120	631	560	625	6900	638	5984
631	35	631	365	630	70	649	12000	630	25
629	125	615	5250	629	310	634	2564	624	47
650	5670	625	6541	615	19916	625	3050	625	6390
630	562	629	125	626	60	628	500	628	400
625	687	632	354	631	150	649	17500	630	10
650	15048	625	105	626	30	638	450	632	641
630	21	638	25	632	620	626	600	628	64
626	230	630	235	633	110	632	4750	631	471
630	26	628	2301	630	5612	634	60	630	90
625	3920	637	1250	638	25	626	400	630	70
634	130	615	1890	649	5204	630	50	628	6694
631	68	625	4512	630	90	628	520	630	20
638	4965	629	236	629	160	630	670	638	79
615	12500	632	25	630	35	628	4760	634	6030
631	350	615	7840	625	67	633	2500	632	20
635	698	638	789	631	160	638	8600	649	25000
630	80	649	254	632	235	628	430	632	70
630	125	625	3654	632	97	629	2500	649	5641
631	70	627	26	626	50	631	365	615	12400
		631	1540	628	20			630	30
		630	254	631	256			638	478
				638	6910			633	4010
				628	1254				

Paso 4:

Realizar grafica de dispersión y análisis de correlación para determinar el grado de relación que existe entre la variable peso denier y la cantidad de sacos de clase B:

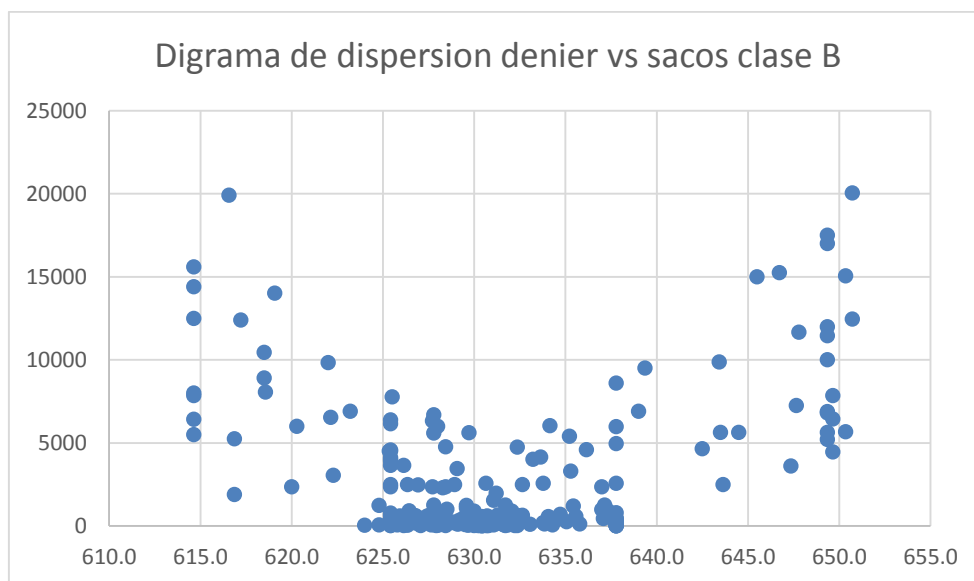


Figura 35: Diagrama de dispersión denier vs sacos clase B

Fuente: Elaboración Propia

De la gráfica se puede observar que existen dos agrupamientos de datos a medida que el peso de denier aumenta la cantidad de sacos reportados como clase B aumenta y a medida que el peso denier disminuye la cantidad de sacos de clase B reportados también aumenta; sin embargo, cuando el peso denier de los sacos es igual a 630 o muy cerca de 630 la cantidad de sacos reportados como de clase B disminuye.

Este resultado obliga a clasificar los datos tomando como punto medio el valor denier 630, se filtraron los datos y los resultados obtenidos son:

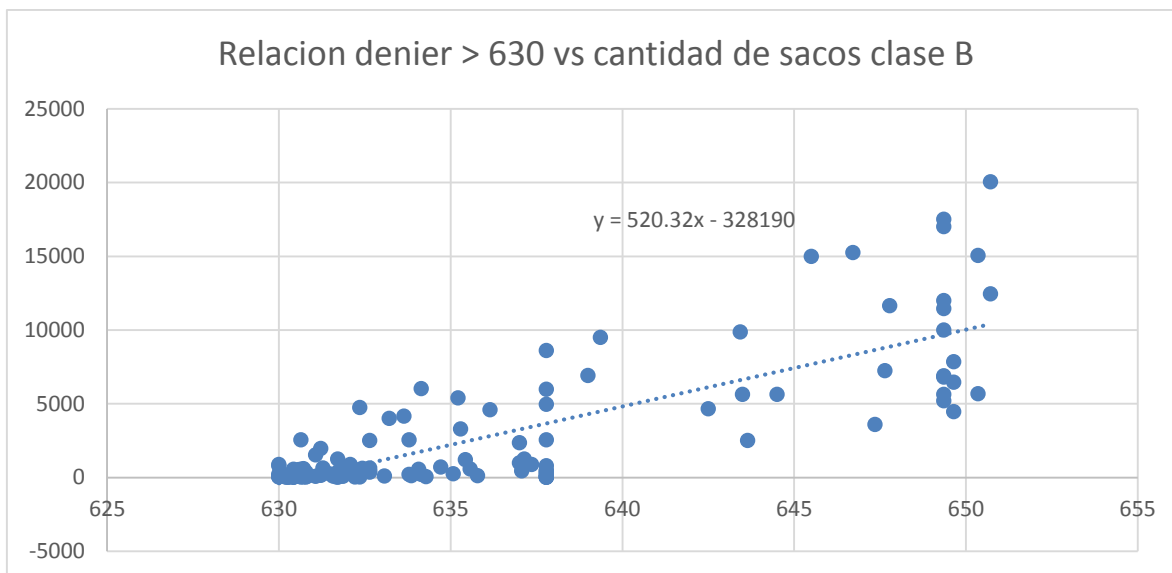


Figura 36: Relación denier > 630 vs cantidad de sacos clase B

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Estadística de regresión

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.80177209
Coefficiente de determinación R²	0.64283849
R² ajustado	0.64013272
Error típico	2568.37187
Observaciones	134

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Análisis de la varianza

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	1567209175	1567209175	237.580699	2.655E-31			
Residuos	132	870742496	6596534.06					
Total	133	2437951671						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-	21466.2037	-	5.3016E-31	-	-	-	-
	328190.254		15.2886956		370652.527	285727.982	370652.527	285727.982
Variable X 1	520.321631	33.7571912	15.413653	2.655E-31	453.546571	587.096692	453.546571	587.096692

Fuente: Elaboración Propia

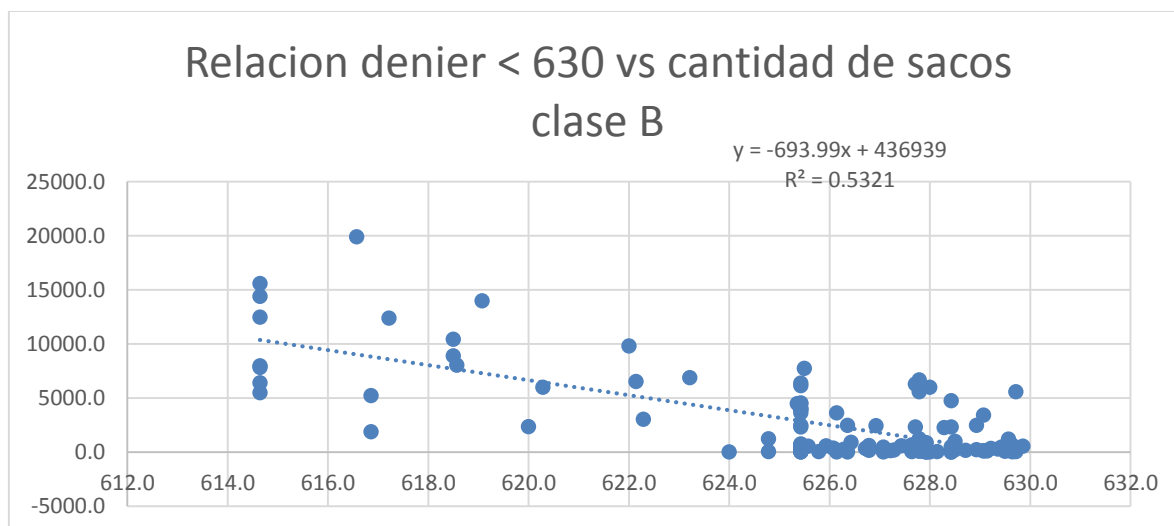


Figura 37: Análisis de la varianza de la relación denier > 630 vs cantidad de sacos clase B

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Estadística de regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.72948091
Coefficiente de determinación R²	0.5321424
R² ajustado	0.52781038
Error típico	2712.89683
Observaciones	110

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26: Análisis de la varianza

ANÁLISIS DE VARIANZA									
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F				
Regresión	1	904075047	904075047	122.839468	1.5993E-19				
Residuos	108	794859393	7359809.19						
Total	109	1698934440							
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%	
Intercepción	436938.801	39161.5743	11.157335	1.0863E-19	359313.767	514563.835	359313.767	514563.835	
Variable X 1	693.988519	62.6157118	-11.0832968	1.5993E-19	818.103722	569.873315	818.103722	569.873315	

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados en ambos casos se puede evidenciar que la correlación que existe entre el peso denier y la cantidad de saos de clase B es alta en el primer caso el resultado alcanzo el 80.18 % de correlación y en segundo caso fue de 72.95 % quedando demostrado que existe una correlación alta entre el peso de denier de la cinta y la cantidad de sacos reportados como de clase B.

Análisis de límites de control, capacidad de proceso y nivel sigma

Después de haber demostrado que si existe una correlación entre el peso de cinta y la cantidad de sacos de clase B se determinar la capacidad del proceso y el nivel sigma actual del proceso:

Datos tabla para determinar los límites de control:

Tabla 27: Análisis de los límites de control

Constantes para Gráficos de Control																
n	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

Fuente: Elaboración Propia

Datos seleccionados de tabla:

A2 =	0.235
D4 =	1.672
D3 =	0.328
X =	631.2
R =	35.6
S =	7.66

Límites de control

LIMITES DE CONTROL DE LA MEDIA

LCS =	639.51
LC =	631.15
LCI =	622.80

LIMITES DE CONTROL DEL RANGO

LCS =	59.466
LC =	35.566
LCI =	11.666

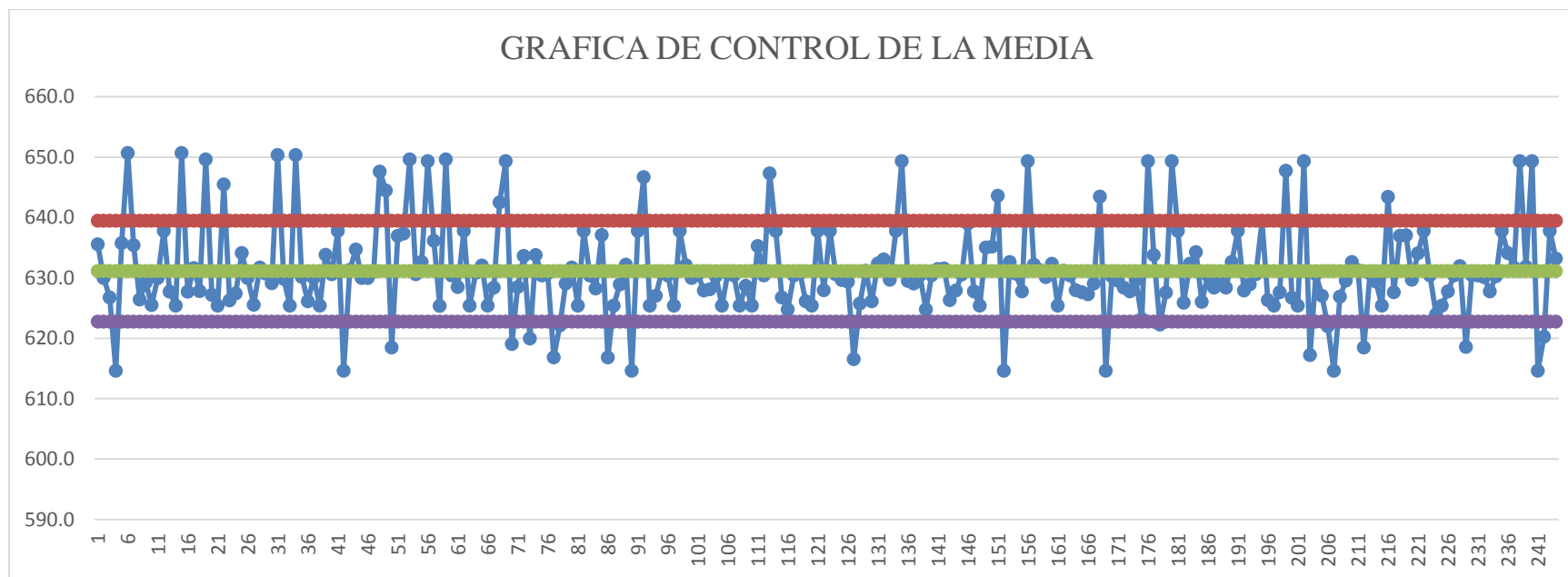


Figura 38: Grafico de control de la media

Fuente: Elaboración Propia

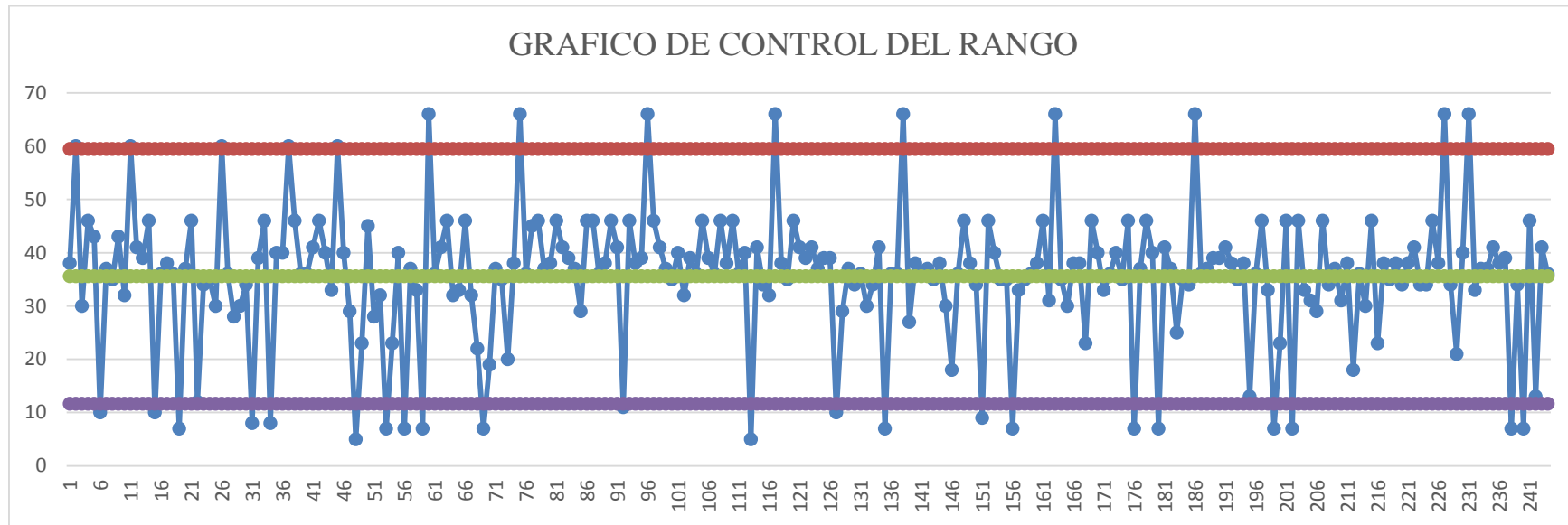


Figura 39: Grafico de control del rango

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar de las dos graficas anteriores tanto en el de las medias como el del rango en determinados momentos el proceso está totalmente descontrolado superando significativamente los límites permisibles:

Capacidad del proceso

DENIER	
REQUERIDO =	630
TOLERANCIA =	+/- 7.5
ESPECIFICACION SUPERIOR	637.5
ESPECIFICACION INFERIOR	622.5

CP =	0.32628083
CPs =	0.2760779
Cpi =	0.37648376
CPk =	0.2760779

Calculo del nivel sigma, nivel de rendimiento y DPMO

Variable	Resultado	NC TABLA	
Z 2 =	0.83	0.2967	
Z1 =	1.13	0.3708	
AREA CENTRAL =		0.6675	
AREA CENTRAL =		0.17	
Z =		0.44	
NIVEL SIGMA		1.94	
RENDIMIENTO =		69.20%	Aproximado
DPMO =		308000	Aproximado

Como se puede observar el nivel sigma actual del proceso es 1.97 muy por debajo del ideal de 6 según la filosofía Six Sigma, rendimiento de un 69.2 % y u DPMO de 308000

Tabla 28: Comparación de datos

Yield	DPMO	Sigma
6,60%	934.000	0
8,00%	920.000	0,1
10,00%	900.000	0,2
12,00%	880.000	0,3
14,00%	860.000	0,4
16,00%	840.000	0,5
19,00%	810.000	0,6
22,00%	780.000	0,7
25,00%	750.000	0,8
28,00%	720.000	0,9
31,00%	690.000	1
35,00%	650.000	1,1
39,00%	610.000	1,2
43,00%	570.000	1,3
46,00%	540.000	1,4
50,00%	500.000	1,5
54,00%	460.000	1,6
58,00%	420.000	1,7
61,80%	382.000	1,8
65,60%	344.000	1,9
69,20%	308.000	2
72,60%	274.000	2,1
75,80%	242.000	2,2
78,80%	212.000	2,3
81,60%	184.000	2,4
84,20%	158.000	2,5
86,50%	135.000	2,6
88,50%	115.000	2,7
90,30%	96.800	2,8
91,90%	80.800	2,9
93,30%	66.800	3

Yield	DPMO	Sigma
93,30%	66.800	3
94,50%	54.800	3,1
95,50%	44.600	3,2
96,40%	35.900	3,3
97,10%	28.700	3,4
97,70%	22.700	3,5
98,20%	17.800	3,6
98,60%	13.900	3,7
98,90%	10.700	3,8
99,20%	8.190	3,9
99,40%	6.210	4
99,50%	4.660	4,1
99,70%	3.480	4,2
99,75%	2.550	4,3
99,81%	1.860	4,4
99,87%	1.350	4,5
99,90%	960	4,6
99,93%	680	4,7
99,95%	480	4,8
99,97%	330	4,9
99,977%	230	5
99,985%	150	5,1
99,990%	100	5,2
99,993%	70	5,3
99,996%	40	5,4
99,997%	30	5,5
99,9980%	20	5,6
99,9990%	10	5,7
99,9992%	8	5,8
99,9995%	5	5,9
99,99966%	3,4	6

Fuente: Elaboración Propia

Calculo de la capacidad de proceso y nivel sigma con programa Minitab:

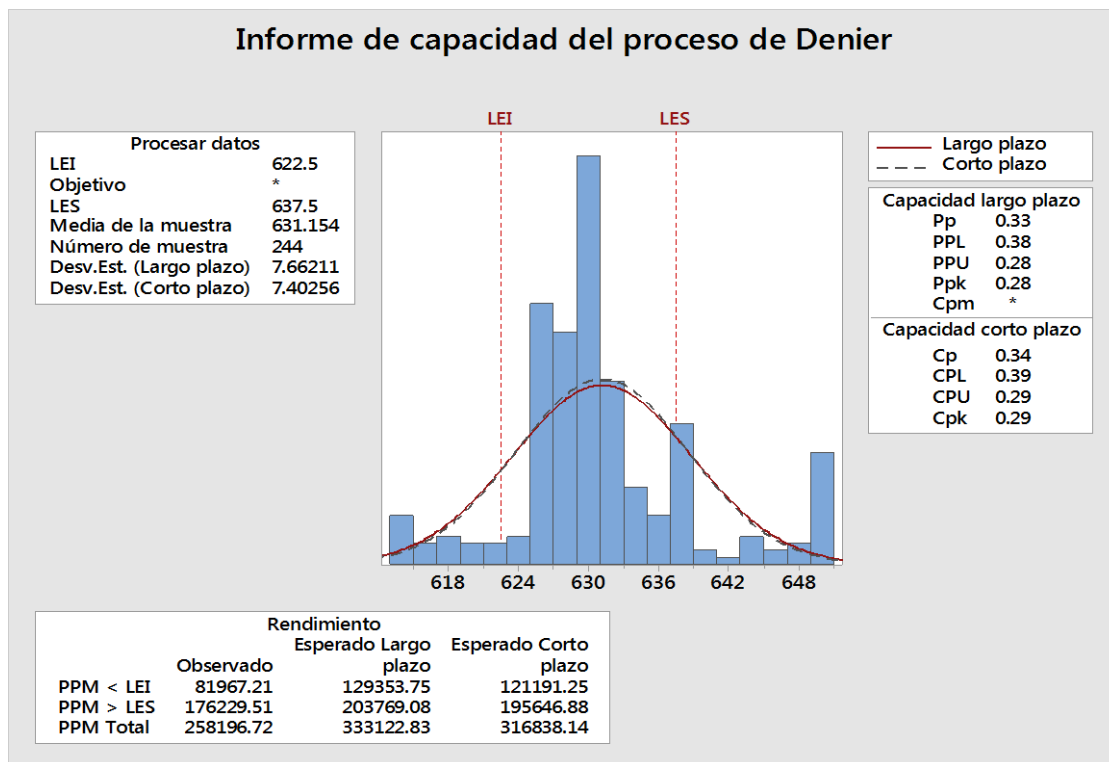


Figura 40: Informe de capacidad del proceso de Denier

Fuente: Elaboración Propia

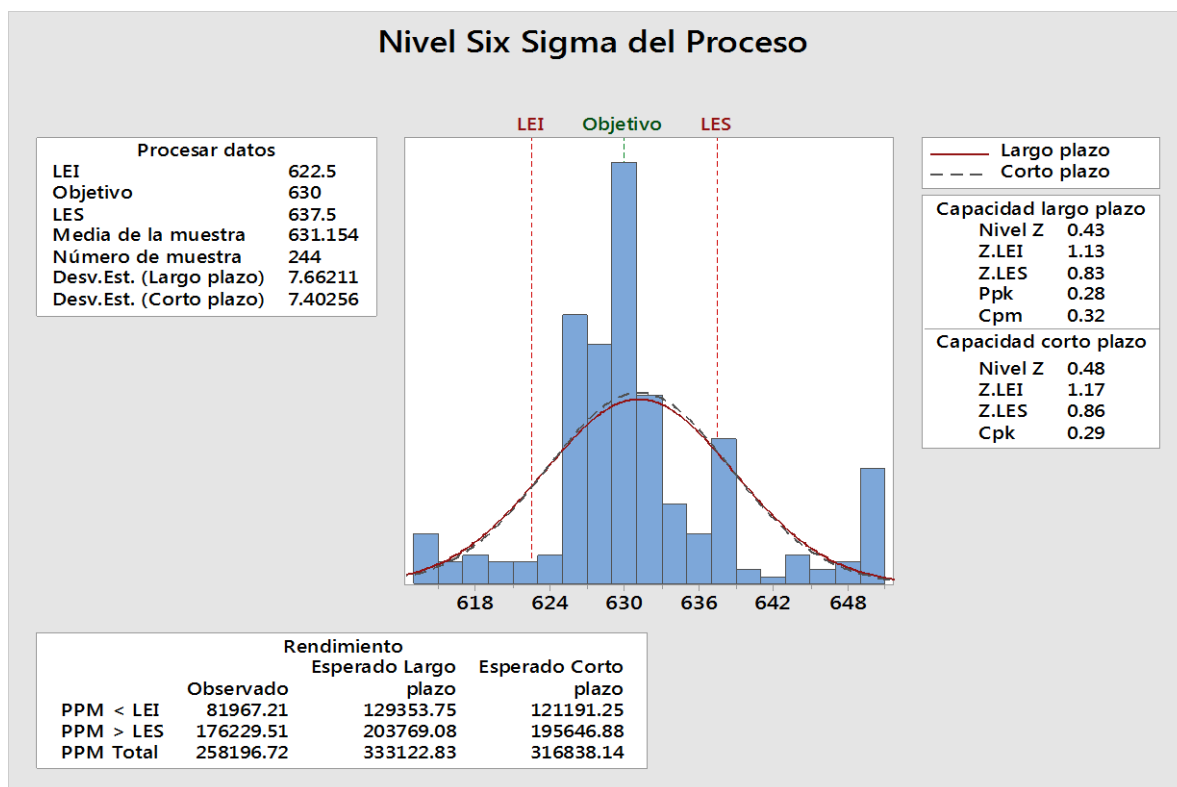


Figura 41: Nivel de Six Sigma del proceso

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar de las gráficas anteriores los resultados son muy similares a los obtenidos en el Excel.

Queda demostrado que la cantidad de sacos de clase B depende del peso de la cinta o también conocido como peso denier y que la cantidad de sacos esperados como defectuosos seria de aproximadamente 258196.72 sacos según análisis six sigma.

A continuación, se realizará un análisis de las causas de la diferencia en el peso denier de la cinta

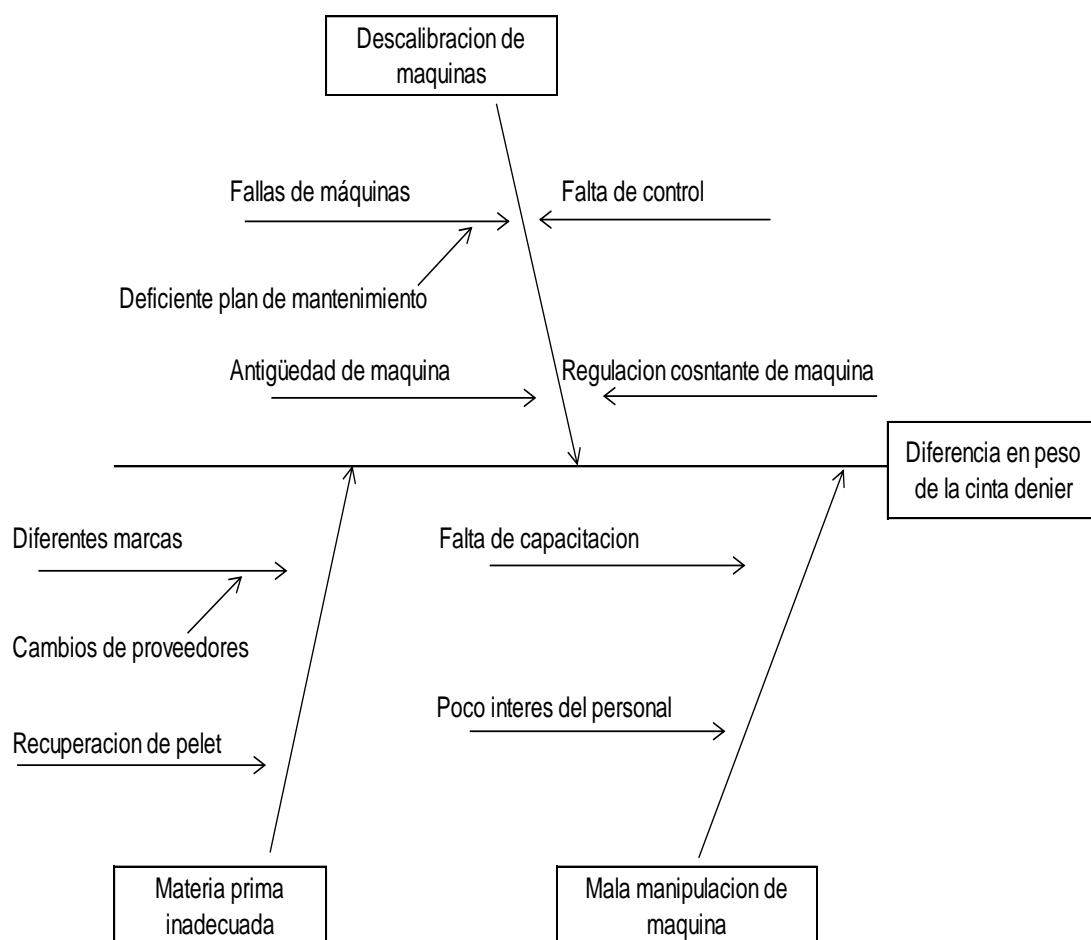


Figura 42: Análisis de las causas de la diferencia en el peso denier de la cinta.

Fuente: Elaboración Propia

Selección de la causa principal:

Tabla 29: Causas de diferencia de pesos

Categoría	Causa	Jefe de planta	Supervisor	Jefe de turno	Operador	Total
Des calibración de maquinas	Falta de control	2	5	3	4	14
	Fallas de maquinas	2	3	1	2	8
	Antigüedad de maquina	4	5	4	1	14
Materia prima	Diferentes marcas	4	5	5	4	18
	Usos de pelets	3	4	4	2	13
Manipulación inadecuada	Falta de capacitación	1	3	1	1	6
	Poco interés	1	2	2	1	6

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar según la tabla anterior una de las principales causas que estaría generando la diferencia en peso de la cinta denier es el uso de las diferentes marcas en la materia prima esto debido a que cada producto tiene consideraciones y parámetros diferentes y el operador desconoce del uso, luego le sigue la falta de control y el uso de material reciclado llamado pelets. En cuanto a la antigüedad de las maquinas no se tomará en cuenta debido a que no sería parte de las propuestas de mejora.

D. Etapa de mejorar

A continuación, se muestra las propuestas de mejora que se podrían dar según las diferentes causas identificadas:

Tabla 30: Propuestas de mejora

Categoría	Causa	Propuesta de mejora
Descalibración de maquinas	Falta de control	Procedimiento de control y uso de graficas de control
	Fallas de maquinas	Plan de mantenimiento
	Antigüedad de maquina	Ninguna
Materia prima	Diferentes marcas	Evaluación y selección de proveedor
	Usos de pelets	Clasificación y control
Manipulación inadecuada	Falta de capacitación	Capacitación personal
	Poco interés	Charla motivación

Fuente: Elaboración Propia

Para nuestro estudio solo se analizará la propuesta de mejora en cuanto a la selección de la materia prima más conveniente de acuerdo a la marca.

3.2.4. Productividad de la propuesta

Análisis de la materia prima utilizada en la etapa de extrusión

De la matriz de priorización se determinó que una de las principales causas de la variabilidad en el peso denier es la calidad de la materia prima utilizada, por lo que a continuación se presenta el análisis realizado en relación a la compra de materia prima.

La materia prima utilizada para el proceso de extrusión es variable según el pedido del cliente puede ser de diferente proveedor ya sea en color, calidad, precio, etc. Las materias primas utilizadas para la fabricación de sacos tenemos:

Polipropileno: es un polímero derivado del propileno, es la materia prima básica, es un material termoplástico parcialmente cristalino, las especificaciones técnicas dependerá de tipo de marca, entre las más destacad tenemos Braskem. Propilco, Petroquim, Sabic, Natpet, marcas que varían en costo y en calidad.

Masterbatch: son pigmentos que dan color a la cinta, viene en bolsas de 25 kg en diferentes colores como blanco, negro, amarillo, azul, etc.

Carbonato: es el material más importante en la fabricación de sacos, la cantidad que se utilice dependerá de la calidad de cinta que se quiera obtener, si agregamos menos carbonato a la formula la cinta tendrá menos peso y su resistencia será menor, el problema con esta insumo en la empresa es la mezcla que se realiza tanto en cantidades y en marcas existen marcas de mejor calidad pero más caras y de menor calidad pero de menor costo en la empresa se están utilizando carbonatos de diferentes procedencias marcas y costos y este es una de las razones por la cual las cintas que se están obteniendo salen con más o menos pesos. A continuación, una lista de los productos que en la empresa se utilizan con sus diferentes precios:

Tabla 31: Materia prima utilizada Polipropileno

POLIPROPILENO	PU \$
POLIPROPILENO LAMINAR BRASKEM H103	1.27
POLIPROPILENO LAMINAR PROPILCO 25C35	1.208
POLIPROPILENO LAMINAR PROPILCO 40H92	1.158
POLIPROPILENO LAMINAR PROPILCO 40H92N	1.38
POLIPROPILENO MULTIFILAMENTO PETROQUIM PH1310	1.33
POLIPROPILENO RAFIA SABIC 506P	1.33
POLIPROPILENO RAFIA TELDENE NATPET H03BPM	1.12
POLIPROPILENO RAFIA TELDENE NATPET H03ML	1.12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Materia prima utilizada Masterbach

MASTERBATCH	PU \$
MASTERBATCH AMARILLO CALIDO 258	4.14
MASTERBATCH AMARILLO ELECTRICO 20	3.47
MASTERBATCH ANTIFIBRILANTE 735-1NT	1.778
MASTERBATCH ANTIOXIDANTE 815 PP	2.89
MASTERBATCH AZUL ELECTRICO 50E	2.89
MASTERBATCH AZUL NAUTICO 541E	4.52
MASTERBATCH BLANCO LL-70CS	2.37
MASTERBATCH BORGOÑA 544 E	3.98
MASTERBATCH BUFF AT 230	3.31
MASTERBATCH CELESTE ANDINO 51	3.25

MASTERBATCH ESTABILIZADOR UV801PP	4.96
MASTERBATCH LUCUMA 316 E	5.03
MASTERBATCH NARANJA MECANICA 31	4.2
MASTERBATCH NEGRO 74 LR	1.77
MASTERBATCH NEGRO 991282-ST	0.01
MASTERBATCH ROJO 160 TOP COLOR	4.4
MASTERBATCH ROJO 409PP-RAF	4.41
MASTERBATCH ROJO ELECTRICO 40 E	4.14
MASTERBATCH ROJO ESCARLATA 443 E	4.19
MASTERBATCH ROJO ESCARLATA 443 ER	4.19
MASTERBATCH ROJO ESCARLATA 443PPRAF	5.44
MASTERBATCH VERDE CLARIANT PL62606678	6.8
MASTERBATCH VERDE ELECTRICO 60E	4.19
MASTERBATCH VERDE ORGANICO 635E	5
MASTERBATCH VERDE PALTA 636 E	4.37
MASTERBATCH VERDE PRADO 65	3.93

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33: Materia prima utilizada Carbonato

CARBONATO	PU \$
CARBONATO DE CALCIO COMAI 707 - 8NT	0.958
CARBONATO DE CALCIO COMASTER 750 - 9	0.754
CARBONATO DE CALCIO SATYAM	0.616
CARBONATO MODIFICADOR 8500 LL	0.597

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, un reporte de control de la calidad en el área de extrusión donde el operador de turno indica que el carbonato utilizado no es recomendable debiendo ser el Mastercol:

CONTROL DE PRODUCCION - EXTRUSORA									
FECHA:	25/08/17.			CONTROL DE PROD.: Luis Custodio.					
TURNO:	A.			SUPERVISOR: Erick O.					
OPERARIO:	Javier Sanchez.			Peso Caja: 2.5kg peso de bob: 0.218kg					
COLOR	DENSER	VELOCIDAD DE MAQ.	N° DE CAJAS	N° DE BOBINAS	Peso Bruto (kg)	Tara Cajas(Kg)	Tara Bob.(Kg)	Tara Total (Kg)	Peso Neto / cinta - kg
Blanco	660-680	180	—	168	183		36.624	36.624	146.376
Blanco	660-680	180	—	178	177		38.804	38.804	138.196
Blanco	660-680	180	—	168	134		36.624	36.624	97.376
Verde	660-680	180	—	163	165		35.534	35.534	129.466
Verde	660-680	180	—	172	168		37.496	37.496	130.504
Verde	660-680	180	—	164	166		35.752	35.752	130.248
Cristal	660-680	180	—	182	169		39.676	39.676	129.324
Cristal	660-680	180	—	173	130		37.714	37.714	92.286
Cristal	660-680	180	—	162	166		35.316	35.316	130.684
Negro	660-680	180	—	157	155		34.226	34.226	120.774
Negro	660-680	180	—	166	162		36.188	36.188	125.812
TOTAL CINTA (KG) - PRODUCIDOS									1371.046

MATERIAL UTILIZADO POR TURNO - KG				
ADITIVOS	I. INICIAL	RECIBIDO	I. FINAL	CONSUMO
M.P.	117.	300	366	56
CARBONATO	62.5	80	89.5	23
BLANCO	71		66	5
NEGRO	116.		106.5	9.5
ROJO	—			
AMAR. HUEVO	—			
AMARILLO ELECT	—			
AMAR. CALIDO	15.5		15.5	
VRD. PALTA	7	25	23	9
VRD. ELECT	13		13	
AZUL. MARINO	13		13	
AZUL. ELEC	39.5		39.5	
LUCUMA	16.5		16.5	
NARANJA	10.5		10.5	
Buff	0.5		0.5	
TOTAL MP (KG) CONSUMIDOS				1446.5

MATERIAL ACUMULADO POR COLORES				
COLOR	INICIAL	RECIBIDO	FINAL	CONSUMO
BLANCO				
NEGRO				
ROJO				
AM. HUEVO				
AM. ELECT				
AMA. CALID				
VRD. PALTA				
VRD. ELEC				
AZ. MARIN				
AZ. ELECT.				

CONTROL DE SUBPRODUCTO: (Kg)	
SCRAP	61
PELICULA	25
CINTA	5
CANILLAS	13
TORTA / PURGA	25
PLUMA	50
TOTAL	179 kg.

Peso de bob.	
Peso de bob.	0.410
Peso encontrado bob.	0.480
Total de cinta	1462.046
Consumo MP	1446.5
DIFERENCIA	16.

1450.046: Aumento de scrap x Picadora mal lograda.

REGISTRAR TODO EL MATERIAL ACUMULADO POR COLORES

HORA INICIO: HRA: PARADAS DE MAQUINA:

Las constantes cambian produccion en pelinto, aumento de scrap

- 2

Ojo = Materia prima no recomienda - carbonato no indicado, se rean Mastercol

Figura 43: Hoja de reporte de producción.

Reporte de producción indicando la cantidad de materia prima utilizada, así como los sacos de clase B:

En el mes de agosto se analizó la cantidad de materia prima utilizada e insumos, así como el reporte de producción de sacos de clase B y el resultado que se logró obtener es que cuando se utilizó materia prima de baja calidad con la finalidad de reducir costo de producción la cantidad de sacos de clase B aumento, los resultados se muestran a continuación:

Dia	MATERIA PRIMA POLIPROPILENO (PPV) KG				ANTIOXIDANTE	MASTERBACH												Pelets		TOTAL CONSUMO	SACOS B
	BOLSAS	25.00	CARBONATO	MARCA		Amarillo	Azul	Blanco	AYUD-P	UV	Negro	Rojo bandera	rojo escarlata	verde palta	Verde electrico	Borjoña	BOLSAS	25.00			
01-ago	69.00	1,725.00	50.50	COMAI 707				26.00	5.50	4.50	40.50							-	1,852.00	60	
	77.00	1,925.00	48.00	COMAI 707				21.50	8.50	1.50								-	2,004.50	250	
	59.00	1,475.00	75.00	COMASTER 750	5.00	38.50			4.00	3.00						8.00	200.00	1,800.50	5400		
02-ago	75.00	1,875.00	125.00	MODIF 8500LL				45.00	5.50	3.00							12.00	-	2,073.50	2500	
	65.00	1,625.00	264.00	MODIF 8500LL				40.50	5.10	4.30								-	1,938.90	8000	
	81.00	2,025.00	40.30	COMAI 707				20.00	9.90	2.20								-	2,097.40	645	
05-ago	127.00	3,175.00	134.70	MODIF 8500LL	3.50			9.50	5.50		83.50	32.00					11.00	275.00	-	3,718.70	600
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	85.00	2,125.00	35.00	COMASTER 750				14.00										-	2,174.00	90	
06-ago	88.00	2,200.00	256.00	MODIF 8500LL				7.50	5.00	50.00								-	2,518.50	10000	
	69.00	1,725.00	69.00	COMASTER 750				5.50	3.00	54.50								-	1,857.00	200	
	69.00	1,725.00	75.00	COMAI 707	4.00			3.00	4.50	3.00	29.50						14.00	321.00	2,165.00	654	
07-ago	72.00	1,800.00	93.00	MODIF 8500LL	2.50			40.50	4.50	7.00							5.00	125.00	2,072.50	154	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	84.00	2,100.00	59.00	COMAI 707				10.00			48.00							-	2,217.00	30	
09-ago	67.00	1,675.00	58.00	COMAI 707				19.50	4.00	3.50	40.50							-	1,800.50	784	
	78.00	1,950.00	86.60	MODIF 8500LL				51.20	5.40	3.00								-	2,096.20	1978	
	64.00	1,600.00	25.00	COMAI 707		19.00		8.10							13.00	13.00		-	1,678.10	560	
10-ago	53.00	1,325.00	100.00	MODIF 8500LL			39.50	2.50	1.50							6.50		-	1,475.00	6000	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	84.00	2,100.00	59.00	COMASTER 750				10.00			48.00							-	2,217.00	74	
11-ago	65.00	1,625.00	36.00	COMAI 707	2.00			6.00	5.00								8.00	200.00	1,874.00	210	
	80.00	2,000.00	84.50	MODIF 8500LL				54.00	5.00	5.00								-	2,148.50	3450	
	69.00	1,725.00	107.50	MODIF 8500LL				4.60	4.00	4.30	64.00							-	1,909.40	5640	
12-ago	95.00	2,375.00	219.50	MODIF 8500LL				51.40	10.50	3.70								-	2,660.10	14403	
	85.00	2,125.00	39.00	COMAI 707				19.00	12.50	3.00								-	2,198.50	60	
	69.00	1,725.00	36.00	COMAI 707				5.00	2.20			37.50						-	1,805.70	1232	
16-ago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	68.00	1,700.00	30.00	COMAI 707				5.50	4.00	66.00							3.00	75.00	1,880.50	23	
17-ago	83.00	2,075.00	88.00	MODIF 8500LL				25.00	8.00	2.50	6.80						1.00	25.00	2,230.30	5600	
	89.00	2,225.00	66.00	COMASTER 750				13.50	11.20	4.50								-	2,330.20	56	
	80.00	2,000.00	111.90	MODIF 8500LL				33.50	4.60	2.40	30.20							-	2,182.60	6900	
18-ago	124.00	3,100.00	142.00	MODIF 8500LL	1.50			7.20	5.60	80.00							11.00	275.00	3,611.30	12000	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	82.00	2,050.00	35.50	COMAI 707				57.50	6.00	3.00								-	2,152.00	2564	
22-ago	80.00	2,000.00	101.00	MODIF 8500LL				53.50	8.00	4.00								-	2,166.50	3050	
	108.00	2,700.00	56.00	COMASTER 750				13.50										-	2,769.50	500	
	68.00	1,700.00	137.00	MODIF 8500LL	2.50			4.50	2.00	45.00							10.00	250.00	2,141.00	17500	
25-ago	80.00	2,000.00	119.50	MODIF 8500LL				5.50	3.50	77.00								-	2,205.50	450	
	71.00	1,775.00	95.50	MODIF 8500LL				53.00	5.50	4.50	3.00							-	1,938.50	600	
	89.00	2,225.00	99.50	MODIF 8500LL				3.00	13.00									-	2,340.50	4750	
26-ago	54.00	1,350.00	27.80	COMAI 707				5.00	4.00			55.50						-	1,442.30	60	
	68.00	1,700.00	26.50	COMAI 707	2.50			4.00	3.00	41.00	35.00						8.00	200.00	2,012.00	400	
	76.00	1,900.00	99.50	MODIF 8500LL				73.00	6.00	5.50								-	2,084.00	50	
28-ago	73.00	1,825.00	97.00	MODIF 8500LL				21.00	4.00	3.25	26.00							-	1,978.25	520	
	66.00	1,650.00	87.00	COMASTER 750				6.00	6.00	83.00								-	1,832.00	670	
	130.00	3,250.00	109.00	MODIF 8500LL				54.00	13.50	3.50								-	3,430.00	4760	
29-ago	74.00	1,850.00	78.00	COMASTER 750				14.50										-	1,942.50	2500	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	78.00	1,950.00	115.00	MODIF 8500LL				3.85	2.90									-	2,071.75	8600	
30-ago	70.00	1,750.00	34.00	COMAI 707				57.00	5.65	6.00					7.00			-	1,859.65	430	
	86.00	2,150.00	87.00	COMASTER 750				48.00	10.00	1.50								-	2,296.50	2500	
	73.00	1,825.00	26.00	COMAI 707				11.50	2.50	31.00								-	1,896.00	365	
31-ago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL	3,699.00	92,475.00	4,044.30		23.50	65.50	39.50	888.20	343.50	147.35	947.50	160.00	-	-	20.00	19.50	79.00	1,958.00	101,131.85		

Figura 44: Reporte de producción – agosto

La tabla anterior muestra las diferentes cantidades de materia prima e insumos utilizados durante el mes de agosto y es importante resaltar que en cuanto al carbonato utilizado se han empleado tres marcas, Comai 707, Comaster 750 y Modificador 8500 LL; se puede observar que cuando se ha empleado el modificador 8500 LL que es de procedencia nacional y más barato la cantidad de sacos reportados como de clase B aumento; a continuación, un resumen de lo mencionado:

Tabla 34: Tabla comparativa de insumos.

Marca	Carbonato cantidad kg.	N° de veces utilizado	sacos clase B	%
Comai 707	1,584.10	26	39,955	28.99%
Comaster 750	761.00	10	12,984	9.42%
Modificador 8500 II	1,699.20	11	84,883	61.59%
TOTAL	4044.30	47	137,822	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Como observamos cuando se utilizó el carbonato modificador 8500 LL la cantidad de sacos de clase B aumento considerablemente. Este es una de razones que en la empresa exista gran cantidad de sacos de clase B por la utilización de marcas de diferentes procedencias que afectan a la producción y la productividad de la empresa. A continuación, se realizara un análisis de benéfico costo de la mejora en cuanto a utilizar carbonato de menor precio versus carbonato de mayor precio y mejora calidad en función a la pérdida económica por la obtención de saos de clase B.

Con los precios de la tabla de productos utilizados y con las cantidades dadas por el reporte de producción se obtuvo el siguiente cuadro de costos en relación al carbonato utilizado:

Tabla 35: Relación de costos por insumos

Marca	Carbonato Cantidad	Precio Unit s/.	total s/.	Sacos clase B	Perdida en utilidad s/. / saco	Pérdida total s/.	Costo total
Comai 707	1584.10	3.11	4932.10	39955.00	0.30	11986.50	16918.60
Comaster 750	761.00	2.45	1864.83	12984.00	0.30	3895.20	5760.03
Modificador 8500 II	1699.20	1.94	3296.87	84883.00	0.30	25464.90	28761.77
TOTAL	4044.30		10093.80	137822.00		41346.60	51440.40

Fuente: Elaboración Propia

51440.4 soles seria el costo total incluyendo el costo del carbonato utilizado y la perdida en utilidades por la obtención de sacos de clase B. Ahora si se utilizara solo materia prima de calidad COMAI 707 el nuevo costo, así como la cantidad de sacos de clase B seria:

Tabla 36: Relación de costos utilizado COMAI 707.

Marca	Carbonato cantidad	Precio unit s/.	Total s/.	Sacos clase B	Perdida en utilidad s/. / saco	Pérdida total s/.	Costo total
Comai 707	1584.10	3.11	4932.10	39955.00	0.30	11986.50	16918.60
Comai 707	761.00	3.11	2369.37	19194.34	0.30	5758.30	8127.68
Comai 707	1699.20	3.11	5290.46	42858.11	0.30	12857.43	18147.89
TOTAL	4044.30		12591.93	102007.45		30602.24	43194.16

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5. Beneficio – Costo

Hay que tener en cuenta que aun utilizando carbonato COMAI 707 existen sacos de clase B pero menos que con otros carbonatos. Para obtener la cantidad de sacos de clase B en la tabla anterior se utilizó regla de tres simple.

Como podemos observar el costo por utilizar materia prima de mejor calidad se incrementaría en 2498.13 soles pero nuestro beneficio o ahorro que tendríamos seria de 8246.23 (51440.4 – 43194.16) soles por mes por lo que nuestro beneficio costos seria de:

$$B / C = 8246.23 / 2498.13 = 3.3$$

Por cada sol que se invertiría en la adquisición solo de materia prima de más calidad como COMAI 707 la empresa se beneficiaría en 2.3 soles. Para lograr este resultado es necesario establecer buenos lazos comerciales con proveedores provenientes de Colombia debido a que el COMAI proviene de Colombia.

Adicionalmente a nuestra propuesta de mejora y cálculo del beneficio se analiza los otros motivos causantes de la diferencia en peso denier como la falta de control y las fallas de máquinas:

3.3. Discusión de Resultados

Si tomamos en cuenta los resultados obtenidos en Werner,T., Kees, A., & Jiju, A., (2013) quienes realizaron un estudio relacionado a los métodos six sigma aplicado en una empresa de plásticos de moldeo por inyección con el objetivo de proporcionar una demostración de la aplicación de técnicas de optimización robusta para la mejora de los procesos de moldeo por inyección en una pequeña y mediana empresa (PYME) de moldeo por inyección. En este estudio los resultados iniciales muestran que es imposible encontrar parámetros óptimos de proceso comúnmente válidos para ambas cavidades. En nuestro caso se ha determinado que lo que estaría afectando a la productividad seria el alto porcentaje de sacos de clase B que perjudica a los ingresos, las paradas de línea y la diferencia en peso en el producto terminado todo esto estaria acumulando un monto total de aproximadamente 143,826.85 soles / mes. Perjudicando de esa manera a las utilidades y productividad de la empresa.

En cuanto a que proceso es el principal responsable del mayor porcentaje de sacos de clase B es el área de telares e impresión las principales áreas causantes de los mayores problemas en cuanto a la mala calidad y obtención de sacos de clase B sumando entre las dos áreas un total de 91.01 % del total de sacos de clase B.

En cuanto a las causas de las paradas de línea tenemos que las fallas mecánicas, la descalibración, cambio de bobina y fallas eléctricas los principales motivos del mayor tiempo de paradas de línea suman entre los cuatro motivos un total 3459 minutos ósea un 52.99 % del tiempo total.

Implementación de un programa de control de procesos:

Después de haber realizado la capacitación al personal el segundo plan de acción seria la implantación y uso de las gráficas de control para lo cual se propone cambiar los formatos de control los cuales en la actualidad se toman sin una frecuencia establecida; si bien es cierto esta actividad aumenta el costo de control pero la ideas es reducir el porcentaje de sacos de clase B a través de un control más permanente y correcciones inmediatas y no dejar pasar un

tiempo considerable para después reportarlo, la frecuencia de control debería ser cada media hora y media horas después de cambiar el lote de producción.

EL AGUILA

CONTROL DE PARAMETROS - ELABORACION DE CINTAS
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

EXTRUSION
1
2
3
4

INFORMACION DEL EQUIPO
ORDEN DE PRODUCCION: 707
FECHA DE PRODUCCION: 28.08.13
TOTAL DE BALANES: 10

INFORMACION DEL PRODUCTO/CLIENTE
DENOMINACION: 1242.5
TIPO DE CINTA: PAPA
COLOR DE CINTA: BLANCO
ANCHO DE CINTA: 2.5

INFORMACION DE LA MATERIA PRIMA/INGREDIENTES
RECIPIENTE: PAPA/1010
CARBONATO SODICO: 5.1701/1242.5
COLORANTE ALTO: 5.1701/1242.5
OTROS INGREDIENTES: 5.1701/1242.5

ANALISIS DE ENTREGA (CADA 1000 CM DE CINTA)

BATCH N°	LADO 1										LADO 2										PROM	RANGO (1000)	ELONGACION (%)	TENSILIDAD (kg/cm²)	DEVIACION	COMENTARIOS	REPROCESABLE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
02	1376	1300	1348	1244	1266	1134	1130	1324	1218	1314	1344	1340	1302	1194	146	24	0.54	DEVIACION ALTO (-50)	SE INDICA CORREGIR								
04	1442	1372	1312	1172	1178	1282	1230	1354	1438	1358	1444	1374	1415	142	—	—	RANGO ALTO (+92)	SE INDICA CORREGIR									
09	1340	1340	1384	1360	1380	1320	1320	1344	1320	1360	1350	1265	1345	136	75	—	DEVIACION ALTO (+123.5) y RANGO ALTO (+120)	SE INDICA CORREGIR									

COMPLETADO ☒ SI ☐ NO

OBSERVACIONES: Operario indica que no se puede corregir. Tanto por variaciones de presión. Se cambia de cliente

EXTRUSION
1
2
3
4

INFORMACION DEL EQUIPO
ORDEN DE PRODUCCION: 722
FECHA DE PRODUCCION: 28.8.13
TOTAL DE BALANES: 16

INFORMACION DEL PRODUCTO/CLIENTE
DENOMINACION: 912.5
TIPO DE CINTA: PAPA
COLOR DE CINTA: BLANCO
ANCHO DE CINTA: 2.5

INFORMACION DE LA MATERIA PRIMA/INGREDIENTES
RECIPIENTE: PAPA/1010
CARBONATO SODICO: 5.1701/1242.5
COLORANTE ALTO: 5.1701/1242.5
OTROS INGREDIENTES: 5.1701/1242.5

ANALISIS DE ENTREGA (CADA 1000 CM DE CINTA)

BATCH N°	LADO 1										LADO 2										PROM	RANGO (1000)	ELONGACION (%)	TENSILIDAD (kg/cm²)	DEVIACION	COMENTARIOS	REPROCESABLE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
02	922	962	1000	1032	1034	972	1000	976	958	964	928	1022	1006	1072	994	138	19	0.39	DEVIACION ALTO (+11.5) y RANGO ALTO (+28)	SE INDICA CORREGIR							
03	986	964	1014	1032	964	944	970	966	1036	972	994	1032	982	964	988	92	—	—	—	—	—						

COMPLETADO ☒ SI ☐ NO

OBSERVACIONES:

PARAMETROS DE CONTROL DE CINTA

DEVIACION	ANCHO	TENSILIDAD	ELONGACION (%)	PROTECTOR
2.2	0.20-0.25	15-18	25-30	100-150
2.8	0.40-0.70	25-30	35-40	100-150
2.5	0.20-0.30	15-18	25-30	100-150
2.2	0.40-0.80	15-18	25-30	100-150

REALIZADO POR: [Firma]

VERIFICADO POR: [Firma]

FOR-ASC-01/VER/JUN/2017

Figura 45: Formato de control actual.

Fuente: Elaboración Propia

El formato que en la actualidad se utiliza no permite realizar un análisis respecto del comportamiento del proceso. A continuación, se propone el siguiente formato:

FECHA: _____		OPERARIO: _____		El Aguila			
TURNO: _____		SUPERVISOR: _____					
CONTROL DE TEMPERTURAS Y VELOCIDAD DE EXTRUSORA							
CONTROLES	1	2	3	4	5	6	7
HORA							
COLOR							
ANCHO DE CINTA							
MATERIA PRIMA							
DENIER PROGRAMADO							
CODIGO DE BOBINA							
N° DE CINTAS EMBOBINADAS							
RPM TORNILLO							
VELOCIDAD DE MÁQUINA							
RAZÓN DE ESTIRAJE							
TEMPERATURA DE HORNO ESTIRAJE							
VELOCIDAD DE CALANDRIA							
VELOCIDAD DE PRIMER TRINO MT\$/MIN							
VELOCIDAD DE SALIDA MTS/MIN							
TEMPERATURA DE AGUA - TINA							
TEMPERATURAS							
ZONA 1 (TORNILLO)							
ZONA 2 (TORNILLO)							
ZONA 3 (TORNILLO)							
ZONA 4 (TORNILLO)							
ZONA 5 (TORNILLO)							
ZONA 6 (TORNILLO)							
ZONA 7 (FLANGE)							
ZONA 8 (MALLA)							
ZONA 9 (FILTRO)							
ZONA 10(MATRIZ)							
ZONA 11 (MATRIZ)							
ZONA 12 (MATRIZ)							
ZONA 13 (MATRIZ)							
ZONA 14 (MATRIZ)							
ZONA 15 (MATRIZ)							
CONTROLES DE DENIER							
HORA							
DENIER PROGRAMADO							
COLOR DE CINTA							
CODIGO DE BOBINA							
ANCHO DE CINTA							
DENIER DE BOBINA IZQ - 1							
DENIER DE BOBINA IZQ - 2							
DENIER DE BOBINA IZQ - 3							
DENIER DE BOBINA IZQ - 4							
DENIER DE BOBINA IZQ - 5							
DENIER DE BOBINA IZQ - 6							
DENIER DE BOBINA IZQ - 7							
DENIER DE BOBINA DERECHA - 7							
DENIER DE BOBINA DERECHA - 6							
DENIER DE BOBINA DERECHA - 5							
DENIER DE BOBINA DERECHA - 4							
DENIER DE BOBINA DERECHA - 3							
DENIER DE BOBINA DERECHA - 2							
DENIER DE BOBINA DERECHA - 1							
PROMEDIO DENIER							
RANGO							
DESVIACIÓN							
SUGERENCIAS / OBSERVACIONES:							

Figura 46: Formato propuesto para control de parámetros

Fuente: Elaboración Propia

El formato propuesto permitirá realizar un mejor control en cuanto al peso de denier, permite realizar 7 lecturas por turno en promedio cada media hora por control, esto permitirá monitorear el proceso continuamente y corregir de manera inmediata la problemática. Se ha detectado que uno de los motivos por el cual se obtiene cintas con un peso variable es por la falta de calibración de los parámetros, en ese sentido se analizara la relación que existe entre los parámetros de control en la maquinas extrusora y el peso denier.

Parámetros de control durante el proceso de extrusión

Entre los parámetros de control en la etapa de extrusión tenemos:

Tabla 37: Parámetros en el área de extrusión

PARÁMETROS EN EL AREA DE EXTRUSIÓN			
FÁBRICA DE SACOS Y TELAS DE POLIPROPILENO			
MATERIA PRIMA		Yungsox	
TENACIDAD		Entre 5 y 7.5 gr/dn	
RAZON ESTIRAJE		5.2	
COLOR DE CINTA		Blanco	
DENIER		1180-1200	
ANCHO DE ESPACIADOR (INICIAL)		7.2 mm	
ANCHO DE CINTA (FINAL)		3.2 mm	
VELOCIDAD DE MAQUINA		130 metros/min.	
RPM TORNILLO		65 rpm	
TEMPERATURA DE HORNO ESTIRAJE		155° - 160°C	
VELOCIDAD DE CALANDRIA		25 metros/min	
VELOCIDAD DE PRIMER TRIO MTS/MIN		23 metros/min	
VELOCIDAD DE SALIDA MTS /MIN		130 metros/min.	
TEMPERATURA DE AGUA		40° - 45°C	
ORNILLO		FILTRO	
ZONA 1	230-235	ZONA 9	150
ZONA 2	235-240		
ZONA 3	255-260	MATRIZ	
ZONA 4	255-260	ZONA 10	225
ZONA 5	260-265	ZONA 11	225
ZONA 6	265-270	ZONA 12	225
		ZONA 13	225
FLANGE		ZONA 14	225
ZONA 7	260	ZONA 15	225
ZONA DE INYECCION		MALLA	50

- * La velocidad de extrusora, varía de acuerdo al color de cinta.
- * La velocidad de los rodillos, deberá ser controlada con un tacómetro, para verificar la lectura real del visualizador.
- * La temperatura del agua dependerá del correcto funcionamiento de la torre de enfriamiento
- * La calidad de cinta guarda relación con la calidad de la bobinadora de la extrusora.
- * Los aditivos de color incrementan arrastre de agua.
- * Los pigmentos producen el desgaste de filo de las hojas cortantes.
- * Se recomienda el cambio de hojas cortantes al desafilarse.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de los parámetros

Según el jefe de planta mención que una de las variables que podría relacionarse con el espesor de la cinta y con la cantidad de sacos de clase B sería el de tenacidad, el ingeniero de planta menciona que cuando la tenacidad es mayor a 7.5 la cinta sale muy dura y tiende a romperse fácilmente o cuando la tenacidad sale por debajo de 5.0 la cinta sale muy blanda y también tiende a romperse, a raíz de estos comentarios es que se realizó el análisis correlacional entre la tenacidad y la cantidad de sacos reportados, a continuación los resultados:

Tabla 38: Reporte de los parámetros

MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE	
SACO B	Tenacidad (gr / dn)	SACO B	Tenacidad (gr / dn)	SACO B	Tenacidad (gr / dn)	SACO B	Tenacidad (gr / dn)	SACO B	Tenacidad (gr / dn)
580	6.164	7250	6.97	2500	7.434	60	5.166	9500	8.243
890	4.521	5641	7.746	12	3.789	250	4.164	2500	3.658
620	7.285	8900	4.473	641	7.117	5400	2.795	4105	7.433
5500	7.881	2351	7.444	235	5.754	2500	7.862	250	6.342
120	4.525	891	6.718	542	6.666	8000	8.334	11654	8.441
20050	2.984	4460	3.852	891	7.445	645	4.046	350	4.364
1200	6.957	2561	8.483	80	5.362	600	4.368	35	5.137
915	7.089	456	6.555	50	5.318	90	5.105	6800	7.911
354	6.042	6891	5.07	2354	6.766	10000	7.875	12400	8.061
7765	7.502	4587	7.893	25	5.852	200	6.295	25	5.372
800	7.099	4512	2.869	300	4.15	654	4.354	478	4.894
190	6.48	7841	7.965	4570	5.035	154	5.754	9841	7.641
2352	7.377	256	5.642	200	6.447	30	5.137	15600	7.667
320	6.379	1010	7.09	4015	7.722	784	4.124	2478	7.656
12452	7.694	2561	3.535	3301	7.649	1978	6.917	1080	7.359
6323	7.539	6150	3.611	125	4.125	560	6.285	365	4.235
60	4.313	125	5.09	3601	8.344	6000	8.114	470	6.245
89	5.579	891	7.11	340	6.761	74	5.166	10451	8.391
6450	3.681	530	6.374	180	6.233	210	5.525	64	5.07
150	5.979	2351	7.637	1245	6.86	3450	3.573	489	3.457
366	6.309	4650	4.66	230	6.391	5640	5.058	641	6.989
15000	3.452	11450	4.257	160	5.575	14403	7.33	9871	2.406
289	6.93	14012	8.302	3651	3.211	60	3.789	700	6.346
601	6.828	235	6.089	30	4.124	1232	7.229	984	7.449
205	6.362	4150	7.625	235	6.476	23	5.96	450	6.385
60	4.34	2365	6.776	40	3.894	5600	4.688	70	3.895
568	6.033	204	5.777	10	3.945	56	3.015	560	6.775
1250	6.975	120	4.125	560	6.884	6900	8.461	5984	3.394
35	4.125	365	6.171	70	4.125	12000	3.171	25	5.421
125	5.17	5250	8.46	310	6.58	2564	8.315	47	3.578
5670	7.968	6541	8.004	19916	8.132	3050	3.588	6390	4.007
562	6.392	125	5.992	60	5.302	500	3.897	400	3.684
687	7.205	354	6.766	150	6.069	17500	3.922	10	5.263
15048	8.387	105	3.587	30	4.054	450	6.73	641	6.334
21	4.364	25	3.945	620	7.139	600	6.556	8064	2.887
230	5.832	235	5.731	110	5.762	4750	8.074	471	4.568
26	3.894	2301	7.259	5612	7.719	60	5.67	90	5.686
3920	4.36	1250	6.899	25	3.147	400	3.478	70	5.463
130	5.81	1890	6.933	5204	7.741	50	5.247	6694	4.517
68	3.491	4512	7.926	90	5.737	520	3.09	20	5.341
4965	8.446	236	6.225	160	5.815	670	6.592	79	5.313
12500	8.571	25	3.794	35	5.911	4760	7.679	6030	7.961
350	6.675	7840	7.692	67	5.613	2500	3.422	20	5.263
698	6.78	789	6.378	160	3.478	8600	7.527	17000	7.724
80	5.737	15241	2.368	235	4.365	430	4.23	70	5.475
125	5.835	3654	8.452	97	4.125	2500	8.392	5641	7.903
70	5.337	26	3.452	50	5.403	365	4.68	6430	7.878
		1540	7.01	20	5.725			6000	3.54
		254	6.337	256	6.653			478	4.684
				6910	8.103			4010	8.221
				1254	7.585				

Fuente: Elaboración Propia

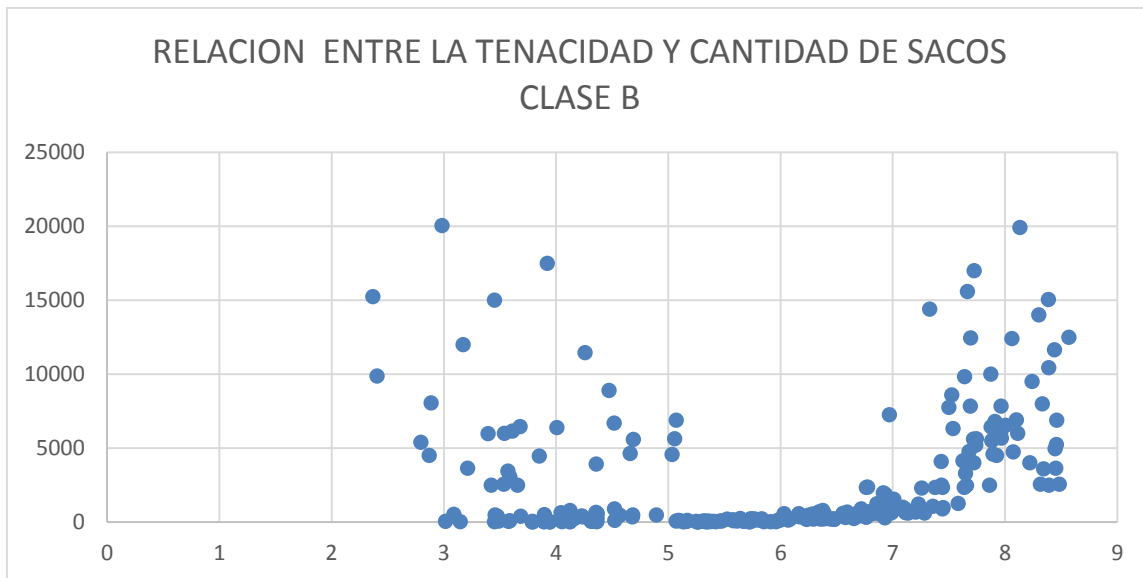


Figura 47: Relación entre la tenacidad y cantidad de sacos clase B

Fuente: Elaboración Propia

De la figura anterior se puede determinar que la cantidad de sacos aumenta cuando la tenacidad aumenta o cuando la cantidad disminuye superando las tolerancias establecidas. Esto confirma que el control de la tenacidad es importante en cuanto a la calidad de la cinta y por ende a la calidad de los sacos.

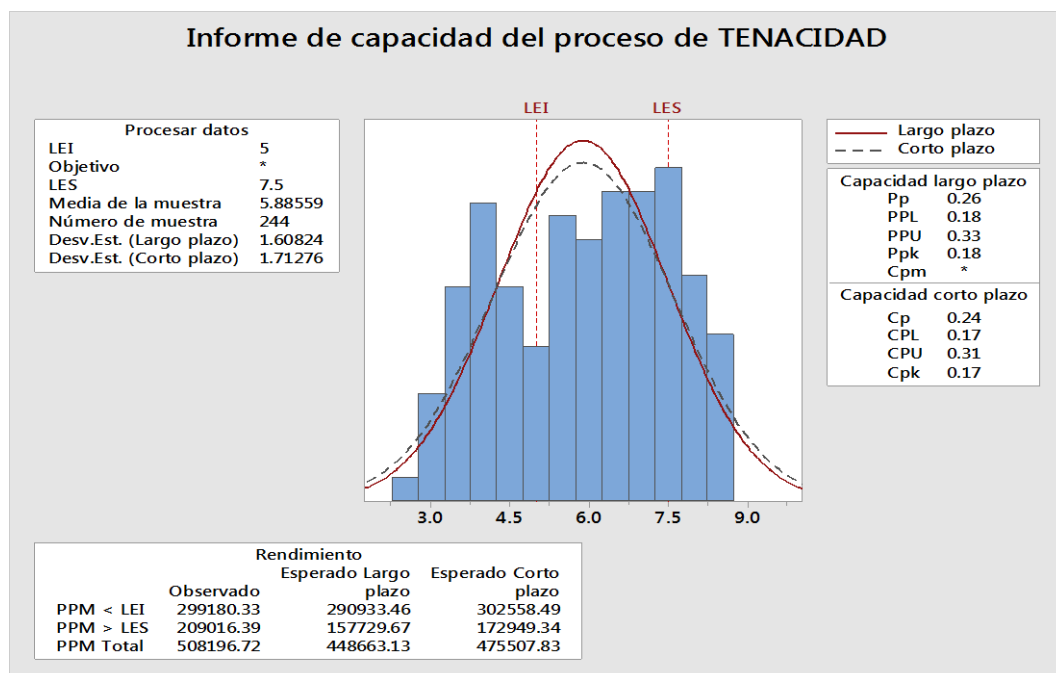


Figura 48: Informe de la capacidad del proceso de tenacidad.

Fuente: Elaboración Propia

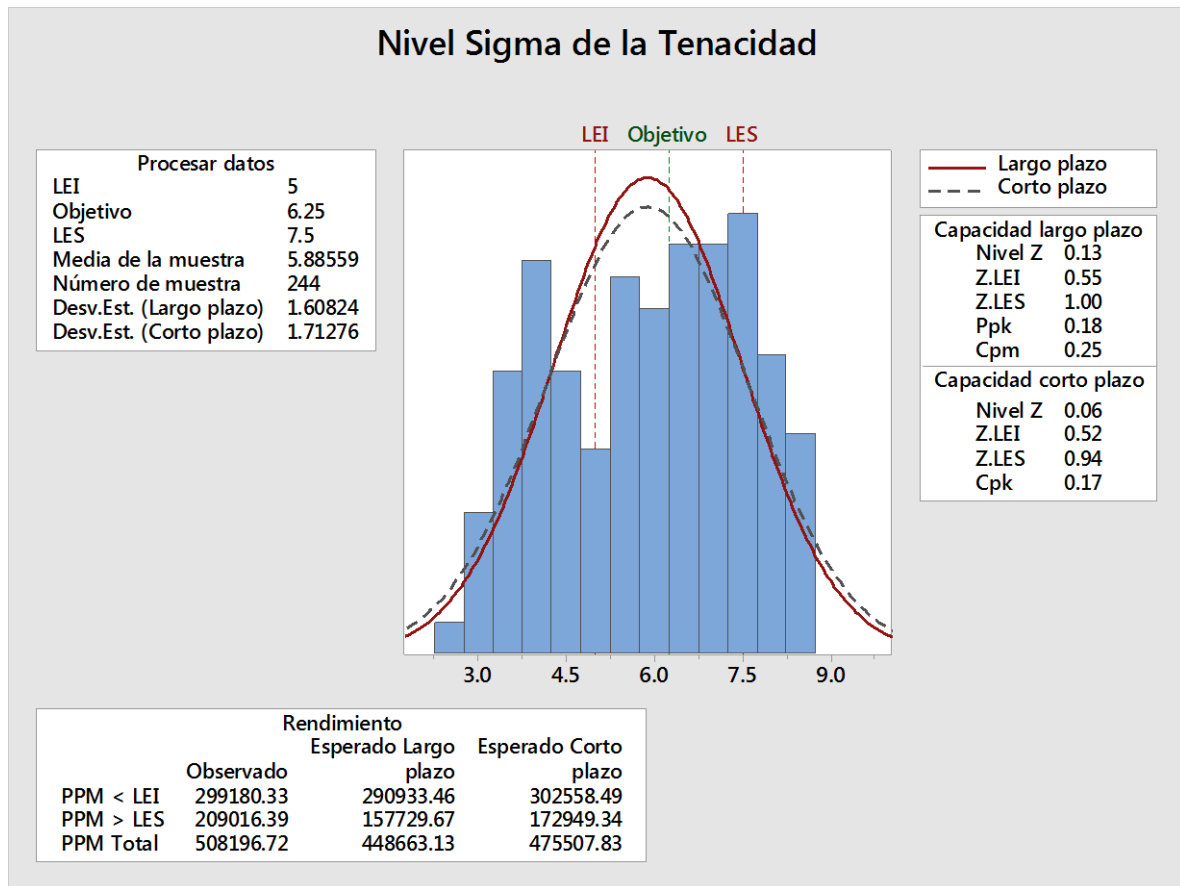


Figura 49: Nivel sigma de la tenacidad

Fuente: Elaboración Propia

De las gráficas se puede observar que el proceso de extrusión en cuanto a el parámetro de tenacidad no es capaz de cumplir con la medida idea de 6.25 +/- 1.25 de tolerancia, así mismo se observa que el nivel sigma del proceso es muy bajo.

Propuesta de un plan de mantenimiento:

En el capítulo anterior se determinó que la principal causa de las paradas de línea son las fallas mecánicas que ocurren en la planta por lo que a continuación se plantea un plan de mantenimiento con la ayuda del mecánico del área se realizó una lista de las principales fallas que ocurren en el área y se obtuvo la siguiente tabla:

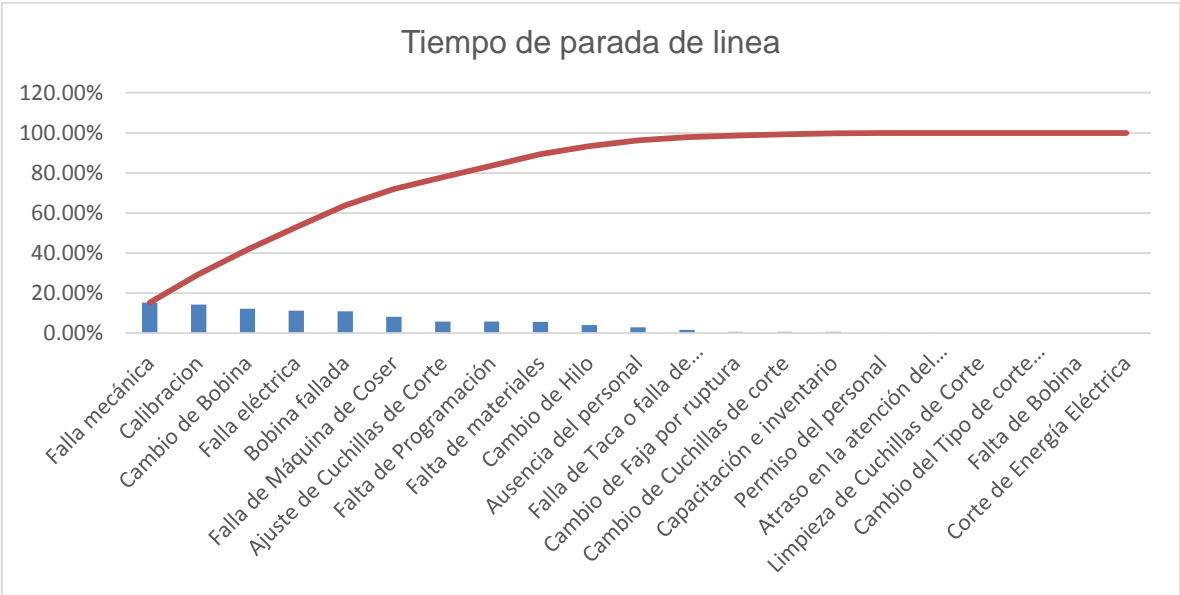


Figura 50: Paradas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39: Motivos de las paradas

Motivo de parada
Cambio Aros
Cambio de Escuadras
Cambio de Porta Conos
Cambio de Ruedas de lanzaderas
Cambios de Brazos de Lanzaderas
Cortes de Energía
Falla de los Motores
Falla en los Enrolladores
Falla en los Sensores
Falla en los Tableros de Control
Reparación de Bandas (Fajas)
Revisión de Lanzaderas
Falta de Tapas Para trama

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40: Plan de mantenimiento

TELARES - MES DE DICIEMBRE 2017		1S							2S							3S							4S						
	ACCIONES A REALIZAR	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	28	29	30		
DIARIO	REVISAR LA SUAVIDAD DEL COMPENSADOR																												
	CONTROLAR LAS CUBIERTAS DE LAS RUEDAS DE LANZADERA																												
	CONTROLAR LA SUAVIDAD DE LOS RODILLOS DE LANZADERA ACCIONAMIENTO Y FRENADO																												
	ASPIRAR EL POLVO DE TEJIDO DE LANZADERA Y PEINE																												
	EL DISPOSITIVO DE CORTE CALIENTE DEBE DE CONTROLARSE																												
SEM ANAL	EL JUEGO DE LAS CINTAS DE OJALES DEBE SER INFERIORA 3mm, DE LO CONTRARIO CAMBIAR														J1							J1							
	QUITAR LAS CINTAS DE TODAS LAS PARTES MOVILES														J1							J1							
	VERIFICAR LA SUAVIDAD DE LOS ALOJAMIENTOS DE LAS FILETAS															J1							J1						
	CONTROLAR EL NIVEL DE ACEITE EN LOS MOTORREDUCTORES															J1							J1						
	INSPECCIONAR LAS CANALETAS DE CONDUCTORES ELECTRICOS																		J1						J1				
	CONTROLAR TENSION DE CORREAS,LUEGO CADA 1000 HORAS													J1					J1							J1			
	LIMPIAR EL ANILLO PRINCIPAL													J1						J1							J1		
	LIMPIEZA DEL SUELO DE LA MAQUINA													J1						J1							J1		
MENSUAL	LIMPIAR LOS EJES DE LA FILETA CON UN SOVENTE																												
	COMPROVAR LA SUAVIDAD DE TODOS LOS CILINDROS Y RODILLOS																												
	COMPROVAR QUE NO FALTE NINGUNA CUBIERTA Y/O GUARDA																												
	COMPROVAR QUE NO FALTE NINGUNA ETIQUETA DE SEGURIDAD																												
	COMPROVAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LOS INTERRUPTORES DE SEGURIDAD Y SIST. EMERGENCIA																												
	LIMPIAR EL EQUIPO OPTICO																												
SEMESTRAL	COMPROBAR SI EXISTEN DAÑOS EN CABLES Y MANGUERAS DE PROTECCION																												
	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZAS DE CARBON EN MAQUINAS DE C.C.																												
	LIMPIEZA DE FILTROS DE AGUA DE REFRIGERACION																												
	CONTROL VISUAL DE TUBERIA FLEXIBLE																												
	COMPROBAR QUE LOS CONDUCTOS FLEXIBLES DE AGUA NO PRESENTES FUGAS																												

EXTRUCCION - DICIEMBRE 2017		DICIEMBRE																													
		1S						2S								3S								4S							
	ACCIONES A REALIZAR	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	29	30	31			
DIARIO	SUCIEDAD GRUESA / LIMPIEZA DE VENTILADORES																														
	LIMPIEZA DE FITROS DE REFRIGERACION																														
	CONTROLAR EL NIVEL DE ACEITE DE MOTOREDUCTORES																														
	VERIFICACION DE TEMPERATURAS																														
	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE EMBOBINADORAS																														
SEMANAL	VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE DE MOTORES																														
	POLVO EN EL ARMARIO DE DISTRIBUCION																														
	LIMPIEZA DE CONDUCTORES ELECTRICOS																														
	LIMPIEZA INFERIOR DE LA MAQUINA																														
	CONTROLAR TENSIONES DE CORREAS																														
MENSUAL	CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS CILINDROS Y RODILLOS																														
	COMPROBAR QUE NO FALTEN PUERTAS PROTECTORAS NI CUBIERTAS																														
	COMPROBAR LAS PEGATINAS DE SEGURIDAD																														
	COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE DISYUNTORES Y SISTEMA DE PARADA DE EMENRGENCIA																														
	COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAMPARAS DE DESTELLO Y BOCINAS																														
	LIMPIEZA DE DISPOSITIVOS OPTICOS																														
SEMESTRAL	COMPROBAR QUE LOS CABLES Y TUBOS FLEXIBLES DE PROTECCION NO ESTEN DAÑADOS																														
	LIMPIEZA DE VENTILADORES																														
	LUBRICAR CADENAS Y TODO EL SISTEMA DE ARRASTRE																														
	REVISAR TENSION DE CADENAS																														
	SI LA CADENA PRESENTA DESGASTE HAY QUE REEMPLASARLAS INMEDIATAMENTE																														
	AJUSTAR LOS TORNILLOS DE CONDUCTORES ELECTRICOS.																														

Fuente: Elaboración Propia

Plan de capacitación al personal:

La capacitación y el entrenamiento aseguran la ejecución satisfactoria del trabajo y constituyen una herramienta para adaptarse a los cambios originados por nuevas tecnologías, también permite al personal de la empresa desempeñar sus actividades con el nivel de eficiencia requerido por sus puestos de trabajo, lo que consecuentemente contribuye al logro de los objetivos organizacionales y a la autorrealización personal del trabajador.







La falta de personal calificado para laborar en el proceso de producción de telas manga en el área de telares, es una causa principal, ya que esto influye en la calidad de cada producto obtenido en esta etapa del proceso.

Es por este motivo que como plan de mejora se ha propuesto un Plan de Capacitación a los trabajadores del área de telares de la empresa EL AGUILA S.R.L.

A continuación, se muestra las actividades que se tienen que tener en cuenta antes de realizar un plan de capacitación.

Diagrama De Gantt - Plan De Capacitación

Tabla 41: Plan de capacitaciones

TAREA	FECHA DE INICIO	DURACION	FECHA FINAL	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Identificación y análisis de las necesidades	01-ago	30 días	31-ago				
identificación de fortalezas y debilidades en el ámbito laboral	01-sep	15 días	16-sep				
diseño del plan de capacitación	16-sep	15 días	01-oct				
validación del plan de capacitación	02-oct	7 días	09-oct				
ejecución del plan de capacitación	10-oct	30 días	09-nov				
evaluación del plan de capacitación	10-nov	15 días	25-nov				

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en el Diagrama de Gantt, para realizar un plan de capacitación, primero debemos de realizar una serie de tareas como por ejemplo: la identificación y análisis de las necesidades de la empresa al realizar una capacitación, en la que se notó que el personal tiene poco o casi nada conocimiento de la maquinaria en la que trabaja; es aquí donde entra a tallar un tema para el plan de capacitación; segundo identificar las fortalezas y debilidades en el ámbito laboral, luego se diseña el plan de capacitación, para luego dar una validación, una ejecución y por último la evaluación del plan de capacitación.

Para el diseño del plan de capacitación, primero se debe de identificar las necesidades de la empresa; es con estas necesidades que se ha elaborado un contenido de módulos del plan de capacitación, es por tal motivo que nuevo plan va a tener desde conceptos básicos, hasta a la explicación y de detalle de cada proceso de producción. Los módulos del plan de capacitación van a ir a corte con los procesos de producción. Y en cada uno de los módulos va a estar destinado para un área específica.

Tras analizar al personal, en cuanto a horario, ambiente en el que laboran, y analizando el % de inasistencia de estos; se ha visto conveniente el tener 10 trabajadores como volantes. Esto significa que a 10 personas se los van a capacitar en todos los procesos de producción, con el fin de sustituir a aquella persona que faltan ya sea por temas de enfermedad, accidentes laborales, por ausencia sin justificación o por vacaciones.

Manual de procedimientos

Procedimiento operativo en el área de telares

– objetivo

Establecer el orden secuencial de las actividades que se deben cumplir para el control e ingreso de bobinas, así como la salida de rollos hacia la siguiente operación (Laminado) en El Águila S.R.L

– política

Controlar oportuna y eficientemente el ingreso de bobinas en los telares, para la obtención de rollos que cumplan con las especificaciones de calidad requeridas.

– **alcance**

Aplica el control e ingreso de bobinas en los telares, así como el despacho de rollos, requeridos por los clientes externos (según orden de pedidos) e internos (operarios de laminadora y convertidora) y a todos los involucrados en las actividades descritas en el presente procedimiento.

– **responsabilidades y autoridad**

El gerente de planta es el responsable de hacer cumplir este procedimiento.

El supervisor de telares debe programar sus actividades para cumplir y hacer cumplir el control, ingreso de bobinas, así como la salida de rollos, según las especificaciones técnicas de calidad.

El operario de la máquina respectiva debe cumplir con lo solicitado, según las órdenes de pedido, verificando continuamente el proceso, indicando los parámetros en el formato requerido.

El ayudante servirá de apoyo al operario, de tal manera que la operación se lleve de manera óptima, evitando contratiempos, identificando las etiquetas con el llenado de datos respectivos.

– **descripción del procedimiento**

Control (Materia Prima, Insumos y Maquinaria).

Al iniciar el día, el Supervisor de área debe programar y alcanzar a cada operario la producción a realizar durante el turno, además de solicitar las bobinas necesarias si fuera necesario, verificando las cantidades solicitadas, así como su óptimo estado para el ingreso a la máquina tejedora.

Además, se encarga de verificar la asistencia del personal, puesto que, si surgiera alguna ausencia, debe determinar la manera de poner en funcionamiento la máquina, así como verificar los pesos y el ancho de la manga y los indicadores respectivo en cada máquina.

Ingreso (Materia Prima e Insumos)

El operario encargado de la máquina debe verificar el estado de la misma luego del relevo de turno, así como el abastecimiento necesario de bobinas. A continuación, se debe observar continuamente el proceso y estar pendiente de las bobinas, así como la trama para poder abastecer en el momento indicado a la máquina. Si ocurriera algún inconveniente (Ruptura

de cinta, falla de tejido), se debe proceder a corregir el error tomando las medidas correspondientes, haciendo la limpieza adecuada de la máquina. Se debe registrar en el formato todos los datos requeridos, así como las paradas registradas durante el turno de trabajo, registrándose al final este la cantidad de metros lineales tejidos en el formato (contómetro).

Despacho (Salida de bobinas hacia telares)

El ayudante respectivo se encargará de verificar y abastecer de bobinas durante el proceso (un ayudante por seis máquinas), pues debe retirar la bobina consumida y volver a colocar la nueva bobina. Una vez completado el radio del rollo, esta persona debe proceder a retirarlo, pesarlo y colocar la etiqueta con los datos solicitados para su respectivo traslado al almacén de rollos. El sobrante en cada bobina se procede a ser cortado para ser llevado a su reproceso. Constantemente esta persona se encargará de la limpieza de su área, manteniéndola ordenada y libre de obstáculos, separando las mermas obtenidas durante el proceso para ser pesadas y trasladadas al área de reciclado minimizando así el impacto que causan los residuos al ambiente.

Requerimientos para implementar la mejora propuesta

Luego de tener las consideraciones técnicas, operativas y ambientales de la acción de mejora, es necesario determinar los recursos técnicos para la implementación, que nos permitirá luego determinar los costos que tendrá nuestro proyecto de innovación y/o mejora.

Tabla 42: Recursos de materiales

MATERIALES	DETALLES
Papel Bond	3 paquete
Tinta para Impresora	2 botellas
Lapiceros	12 unidades
Tableros	2 unidades
Archivadores	3 unidades
Marcadores	4 unidades

Tabla 43: Recursos de equipos y herramientas

Fuente: Elaboración Propia

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	DETALLES
Proyector	1
Caja de Herramientas para cada mecánico	4
Computadora	1

Tabla 44: Recursos Humanos

Fuente: Elaboración Propia

RECURSOS HUMANOS	DETALLES
Mecánico	4
Inspectores	3
Supervisor	1
Ponente	1

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- a. Entre las principales causas que están afectando a la productividad de la empresa son el alto porcentaje de sacos de clase B, paradas de línea y mermas.
- b. El nivel de productividad de la empresa está en promedio en 1.378 y la tendencia en los últimos meses es a descender.
- c. El plan de mejora siguiendo de la metodología six sigma se centra en el análisis de la cadena de valor mediante el VSM, aplicación six sigma recolección de datos e identificación de principales variables de medición, cálculo del grado de correlación, capacidad del proceso y nivel sigma del proceso. Durante este análisis se determinó que la causa principal que estaría afectando a la baja productividad es la obtención de sacos de clase B, y la causa de la obtención de sacos de clase B es el mal control en el peso neto, así mismo también se determinó que la tenacidad de la cinta está relacionada con la cantidad de sacos de clase B por lo que se propone la aplicación de graficas de control y formato nuevo de control con la finalidad de lograr disminuir el porcentaje de sacos de clase B.
- d. Otra causa que también está generando el alto porcentaje de sacos de clase B son las fallas de máquinas por lo que se propone mejorar el plan de mantenimiento e implementar mejoras en las máquinas:

4.2. Recomendaciones.

- a. Se recomienda a la empresa tomar muy en cuenta la planificación y control de producción para poder estar preparados ante un posible imprevisto.
- b. Motivar al personal para que estos cada día puedan hacer mejor su trabajo y lograr mejores objetivos.
- c. Se recomienda comprar materia prima de mejor calidad.

REFERENCIAS

- Abreu, José Luis (2014). El Método de la Investigación Research Method. Daena: International Journal of Good Conscience. 9(3)195-204. ISSN 1870-557X. Ginebra. Suiza. pp.200.
- AEC, Asociación Española para la Calidad (2014). Lean Six Sigma. Centro Nacional de Información de la Calidad. Madrid. España.
- Bohigues Ortiz, A. (2015). Desarrollo e implementación de un Modelo Seis Sigma para la mejora de la Calidad y de la productividad en Pymes industriales. Tesis para obtener grado de Maestría en Ingeniería de Organización y Logística. Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universitat Politècnica de València. España.
- Carro Paz, Roberto & Gonzales Gómez, Daniel (2014). *Administración de las Operaciones. Calidad y Productividad*. Editorial Nueva Librería. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional del Mar de Plata. Argentina.
- Coello, Armando (2017). *Técnicas para el control estadístico de los procesos*. Disponible en: <http://tecnicasdecep.pbworks.com/w/page/299916/FrontPage>
- Delgado López, E. (2015). Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología six sigma en una planta de productos plásticos. Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Industrial con Mención en Gestión de Operaciones. Lima – Perú.
- Goerge, Michael (2003). *Lean SixSigma for service. How to use Lean Speed & six sigma quality to improve services and transactions*. Toronto.
- Gonzales Correa, F. (2007). *Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales Herramientas*. Beachmold. Revista Panorama Administrativo Año 1 No. 2 enero-junio 2007. México
- Hernández, Juan Carlos, Vizán Idoipe, Antonio. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, Técnicas e Implantación*. Medio Ambiente, Industria y Energía. EOI Escuela de Organización Industrial. España.
- Herrera, Adriana. (2017). Como aprender a sr investigador. México. Disponible en <http://comoaprenderaserinvestigador.blogspot.pe/2011/10/fichas-de->

observacion.html

[Hurtado de Barrera, Jackelin. \(2000\).](#) Metodología de la investigación holística. Instituto Universitario de Tecnología. Caracas. Venezuela.

[Lean Solutions \(2017\).](#) Six Sigma. Artículo disponible en: <http://www.leansolutions.co/conceptos/que-es-six-sigma/>

LeanSis. (2017). Personas, Procesos, Productividad. Disponible en: <http://www.leansisproductividad.com/lean-manufacturing/>.

Madhavan K.S.(2006). *Workplace excellence*. Shingo Institute of Japanese Management. Hyderabad. India

Mora, C. (2013). Propuesta de mejora de procesos de control de calidad en la fabricación de tubos de acero estructurales en una empresa metalmecánica. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima-Perú.

Narongsawas Ch.,(2006). Implementing continuous process improvement methods in a mid-size plastic company. A Research Paper of the requirements for the Master of Science Degree In Management Technology. University of Wisconsin-Stout. U.S.A

Ploytip J., Garza-Reyes, J., Soriano-Meier, H., Rocha-Lona, L. A Case Study of Defects Reduction in a Rubber Gloves Manufacturing Process by Applying Six Sigma Principles and DMAIC. Problem Solving Methodology. National Polytechnic Institute of Mexico Business School, Mexico City, 03100, Mexico.

Porter, Michael (2012). *Competitiveness, Strategy, and Productivity*. Harvard Bussines Review. Boaton. USA.

Prokopenko, Joseph (2001). *Gestión de la productividad*. Manual Práctico. Oficina Internacional del trabajo. Ginebra. Suiza.

Raisinghan, Mahesh S. (2005). *Six Sigma: concepts, tools, and applications*. Texas Woman's University, Denton, Texas, USA.

Rajadell, M. & Sanchez, J L (2010). *Lean Manufacturing*. La evidencia de una necesidad. España.

- Rey Sacristán, Francisco (2005). *Las 5 S's. Orden y Limpieza en el puesto de trabajo*. FC. Editorial. Madrid. España.
- Sánchez Ruiz, Eduardo (2005). Seis Sigma, filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en el PERÚ. Universidad de Piura. Repositorio Institucional PIRHUA. Piura- PERU.
- Stephen Moss (2006). A systems approach to productivity. National Productivity Review Volume 1, Issue 2, Version of Record online: Wiley Online Library. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/npr.v1:3/issuetoc>
- Werner Timans, Kees Ahaus, Jiju Antony. (2013), Six Sigma methods applied in an injection moulding company. Department of Mechanical Engineering, Stenden University of Applied Science, Emmen, The Netherlands. Faculty of Economics and Business, University of Groningen, Groningen, The Netherlands, and School of Management and Languages, Heriot-Watt University. Edinburg. Reino Unido.

ANEXOS

ANEXO A:

Entrevista a Gerente de la Empresa El Águila S.R.L

(CUESTIONARIO)

Buenos días, permítanos presentarnos, somos **Henry James Fernández Bernal y Cristian Jhoel Rimapa Requejo**, estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán, y estamos realizando un estudio de investigación para el desarrollo de un Plan para mejorar la productividad en el proceso productivo de la empresa, por tal motivo, le agradeceríamos nos apoye respondiendo brevemente las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los principales problemas que se presentan en la planta?
2. ¿Cuánto es aproximadamente el porcentaje/día de desperdicios de materia prima en el proceso de fabricación de sacos?
3. ¿Considera usted que se puede reducir ese porcentaje si mejoramos el uso de recursos utilizados en el proceso?
4. ¿Cuánto es el % de sacos separados por mala calidad/día (clase B) en el proceso de fabricación?
5. ¿Por qué razón se consideran sacos de clase B?
6. De los siguientes recursos (Materia prima, Mano de obra, Maquinaria, equipo, y Capital) ¿cuál considera usted que necesita darle un mejor uso? ¿Porqué?
7. ¿Los equipos se descalibran constantemente?
8. ¿Qué proceso considera que genera mayor problema?
9. ¿Considera que el nivel de productividad que logra la empresa es óptimo?
10. ¿Qué considera que se podría mejorar para aumentar la productividad?

Muchas gracias por su tiempo.

ANEXO B:

ENCUESTA A LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA la empresa El Águila S.R.L-Chiclayo-2017.

(CUESTIONARIO)

Buenos días, permítanos presentarnos, somos **Henry James Fernández Bernal y Cristian Jhoel Rimapa Requejo**, estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán, y estamos realizando un estudio para mejorar la productividad en el proceso productivo de la empresa, por tal motivo, le agradeceríamos nos apoye respondiendo brevemente las siguientes preguntas:

1. ¿De la siguiente lista de problemas cual es el que más ocurre en su puesto de trabajo?
 - a. Falla de maquina
 - b. Accidentes
 - c. Mermas
 - d. Paradas de línea
 - e. Productos defectuosos
 - f. Reproceso
 - g. Errores en diseño
 - h. Reprogramaciones

2. ¿Cuál cree que sea la causa de los problemas que ocurren con frecuencia en su puesto de trabajo?
 - a. Falta de mantenimiento de las maquinas
 - b. Personal desmotivado
 - c. Materia prima de mala calidad
 - d. Falta de EPP
 - e. Maquinas muy antiguas
 - f. Personal no capacitado
 - g. Cambios constantes en la programación
 - h. Calibración inadecuada de maquinas
 - i. Receta inadecuada

3. ¿De quién cree que depende la ocurrencia de los problemas en su puesto de trabajo?
 - a. Personal
 - b. Maquinas
 - c. Planeamiento

- d. Gerencia
- e. Cliente
- f. Proveedores

4. ¿De la siguiente lista de desperdicios cual es que más se da en su puesto de trabajo?

- a. Desperdicios de tiempo de espera
- b. Desperdicio por sobreproducción
- c. Desperdicio de defectos
- d. Desperdicio de movimiento innecesarios
- e. Desperdicio de proceso
- f. Desperdicio de transporte

5. ¿Por qué cree que se generan los desperdicios mencionados en el punto 5?

- a. Desmotivación
- b. Desconcentración en el trabajo
- c. Falta de identificación con el trabajo
- d. Falla en la maquinaria
- e. Falta de coordinación entre áreas
- f. Materia de mala calidad
- g. Desconocimiento de sus funciones

6. ¿Qué cree estaría afectando a la productividad de la empresa?

- a. Reprocesos
- b. Mermas de materia prima
- c. Paradas de la línea de producción
- d. Los desperdicios
- e. Sacos fabricados defectuosos
- f. Proveedores inadecuados
- g. Personal desmotivado
- h. Maquinaria deficiente

7. ¿Por qué cree que existe un alto porcentaje de sacos defectuosos fabricados en la empresa?

- a. Fallas de maquinas
- b. Mala receta
- c. Personal no capacitado
- d. Mala calibración de las maquinas
- e. Materia prima de mala calidad
- f. Falta de control en los procesos

8. Que defectos son los que más se presentan en los sacos.

- a. Resistencia
- b. Color
- c. Impresión
- d. Elasticidad
- e. Tamaño

9. Que etapa del proceso cree que es la causante de que genere más defectos:

- a. Extrusión
- b. Bobinado
- c. Telares
- d. Laminado
- e. Impresión
- f. Corte

10. ¿Por qué cree que sucede las paradas de maquina?

- a. Desorden
- b. Falta materia prima
- c. Fallas de maquina
- d. Accidentes
- e. Falta personal

ANEXO C:

Entrevista a Gerente de la Empresa El Águila S.R.L

(CUESTIONARIO)

Buenos días, permítanos presentarnos, somos **Henry James Fernández Bernal y Cristian Jhoel Rimapa Requejo**, estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán, y estamos realizando un estudio de investigación para el desarrollo de un Plan para mejorar la productividad en el proceso productivo de la empresa, por tal motivo, le agradeceríamos nos apoye respondiendo brevemente las siguientes preguntas:

11. ¿Cuáles son los principales problemas que se presentan en la planta?

En la empresa entre los principales problemas que se presentan son las constantes paradas de la línea de producción por fallas de las máquinas, el personal de mantenimiento no lleva un buen control sobre las maquinas en cuanto al mantenimiento preventivo o no se dan el tiempo para poder reparar las máquinas, también tenemos muchos problemas en cuanto al alto porcentaje de sacos de clase B que se obtiene estos sacos se venden a un menor precio por las fallas que tienen y esto estaría generando pérdidas económicas a la empresa, así como las mermas o desperdicios.

12. ¿Cuánto es aproximadamente el porcentaje/día de desperdicios de materia prima en el proceso de fabricación de sacos?

Si fuera materia prima procesada puede ser un 10 % de toda la producción lo que equivale un aproximado de 112 kg por día ya que en promedio se fabrican 17000 sacos por día en cada saco ingresa 66 g de materia prima

13. ¿Considera usted que se puede reducir ese porcentaje si mejoramos el uso de recursos utilizados en el proceso?

Claro que si, por ejemplo, se podría capacitar al personal operativo para que puedan realizar un trabajo más eficiente y eficaz, también podríamos mejora el

mantenimiento de las maquinas debido a que constantemente se detienen por fallas mecánicas.

14. ¿Cuánto es el % de sacos separados por mala calidad/día (clase B) en el proceso de fabricación?

Si se fabrica en promedio 17000 sacos por día, de estos en promedio se separa entre 2000 y 3000 sacos que podría representar un promedio de 11 % y 17 % respectivamente.

15. ¿Por qué razón se consideran sacos de clase B?

Las principales razones por la cual se consideran sacos de clase B es porque en diferentes etapas del proceso se genera algún defecto como por ejemplo en la etapa de embobinado puede ocurrir que se obtengan bobinas con pliegues, en telares mangas mal tejidas, en la etapa de laminado mangas mal laminadas y fallas en la impresión de sacos, se suma a estas causas problemas como sacos de poca resistencia o sacos muy elásticos, esto sucede porque el recetario que se realizó al inicio del proceso no fue el correcto.

16. De los siguientes recursos (Materia prima, Mano de obra, Maquinaria, equipo, y Capital) ¿cuál considera usted que necesita darle un mejor uso? ¿Porqué?

En realidad, debería ser en todos los recursos, pero si se trata de dar prioridad considero que debería ser en la mano de obra y maquinaria.

17. ¿Los equipos se descalibran constantemente?

Bueno en realidad no, debido a que los equipos están certificados lo que sucede es que el personal no trabaja como debería ser por ejemplo en la etapa de la

extrusora que es la primera y la más importante muchas veces no realizan correctamente la formulación y esto genera una serie de problemas mas adelante como son menos resistencia en las cintas o el diámetro de las cintas entres problemas que se detectan cuando se realiza el control de calidad.

18. ¿Qué proceso considera que genera mayor problema?

Yo considero que la etapa de extrusión debido a que si no realiza una buena formulación el resto sale mal.

19. ¿Considera que el nivel de productividad que logra la empresa es óptimo?

Es notorio que la productividad no es el óptimo debido a que se están presentado paradas de línea, mermas de materia prima y altos porcentajes de sacos de clase B

20. ¿Qué considera que se podría mejorar para aumentar la productividad?

Bueno yo creo que lo que se podría realizar es un buen plan de mantenimiento de las máquinas para evitar las paradas de la línea de producción, también considero que se debe de tener mucho cuidado o control en la etapa de extrusión porque en realidad mucho va a depender de que tan bien se realiza la formulación y lógicamente capacitar al personal otro punto que también considero es una reubicación o reestructuración de las áreas tanto de almacén de materia primas, suministros repuestos entre otros porque el personal pierde mucho tiempo yendo y viniendo en traer cosas de los almacenes.

Muchas gracias por su tiempo.

ANEXO D:

***INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN NO EXPERIMENTAL POR JUICIO DE
EXPERTOS***

1. NOMBRE DEL EXPERTO:	
2. PROFESIÓN:	
Plan de mejora basado en Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el proceso de producción de la empresa Águila S.R.L-Chiclayo-2017.	
EN BASE A UNA CALIFICACIÓN DE 0 A 20 EVALÚE:	
3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CALIFICACIÓN
3.1. El número de preguntas es el adecuado. (0- 5)	
3.2. Hay coherencia en las preguntas formuladas. (0- 5)	
3.3. Las preguntas formuladas permitirán obtener la información necesaria sobre el planeamiento, programación y control de la producción. (0- 5)	
3.4. Las preguntas han sido redactadas en lenguaje claro y sencillo. (0- 5)	
PUNTAJE OBTENIDO:	
4.- OBSERVACIONES:	
5.-SUGERENCIAS:	

Sello y firma