



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Ciclo PHVA para aumentar la productividad con
simulación de Crystal Ball de una empresa de bolsas
plásticas, Lima, 2020.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniería Industrial**

AUTOR:

Claudio Jara, Sebastián Giordano (ORCID: 0000-0003-0676-4522)

ASESORA:

Mg. López Padilla, Rosario del Pilar (ORCID: 0000-0003-2651-7190)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente tesis se la dedico en primer lugar a nuestro creador Dios por darme salud y ayudarme a ser fuerte a pesar de los obstáculos que hay en el camino, a mis padres que me encaminaron desde la infancia por el camino correcto, a mi familia por siempre estar conmigo, velando por mi bienestar.

Agradecimiento

A mis padres por siempre apoyarme en mis decisiones, siendo parte de este logro, por nunca dejarme caer ni rendirme, por darme lo mejor siempre; a mi familia por confiar en mí, en mi capacidad para hacer las cosas, a mi asesora de tesis, al Ing. Jaime Gutiérrez Ascón, de igual manera al Ing. Guido Trujillo, por la paciencia y el buen ánimo de cada clase, y por compartir los conocimientos que sirvieron de guía y apoyo para la elaboración de la tesis.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos.....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	84
3.7. Aspectos éticos.....	85
IV. RESULTADOS.....	86
V. DISCUSIÓN.....	98
VI. CONCLUSIONES.....	101
VII. RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS.....	103
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnica e instrumentos de recolección de datos	21
Tabla 2. Matriz de Alternativas de Solución	34
Tabla 3. Matriz de Priorización	35
Tabla 4. Propuesta de alternativas de solución.....	36
Tabla 5. Cronograma del ciclo PHVA	36
Tabla 6. Valor del tiempo estándar	39
Tabla 7. Cálculo de la capacidad de producción	39
Tabla 8. Cálculo de la producción programada.....	39
Tabla 9. Total de producción programada	40
Tabla 10. Cálculo del tiempo programado	40
Tabla 11. Instrumento de la variable independiente.....	41
Tabla 12. Ficha de registro de la productividad - Pre Test	42
Tabla 13. Plan de acción.....	49
Tabla 14. Equipo de Trabajo	51
Tabla 15. Cronograma de Capacitaciones.....	51
Tabla 16. Cronograma de Entrenamiento.....	52
Tabla 17. Standard Work	53
Tabla 18. Posibles soluciones para las deficiencias del proceso.....	55
Tabla 19. Formato de registro de capacitación, entrenamiento y reuniones	56
Tabla 20. Registro llenado.....	57
Tabla 21. Costo de propuesta	59
Tabla 22. Valores a partir de la experiencia del operario.....	61
Tabla 25. Proceso de simulación data Eficacia (Pre Test)	68
Tabla 26. Eficacia (Post Test).....	70
Tabla 27. Cálculo de la Capacidad instalada Post Test	72
Tabla 28. Producción programada Post Test.....	72
Tabla 29. Total de Producción programada Post Test	72
Tabla 30. Cálculo de la productividad (Post Test)	73
Tabla 31. Comparación de la eficiencia Pre y Post Test	76
Tabla 32. Comparación de la eficacia Pre y Post Test.....	77
Tabla 33. Comparación de la productividad Pre y Post Test	78
Tabla 34. Costo de implementación	80
Tabla 35. Datos del área	81
Tabla 36. Análisis económico de la producción Pre y Post Test.....	81
Tabla 37. Cálculo del VAN y TIR.....	82
Tabla 38. Relación Costo - Beneficio.....	84
Tabla 39. Descriptivos de la productividad Pre y Post Test.....	86
Tabla 40. Descriptivos de la eficiencia PRE TEST Y POST TEST	87
Tabla 41. Descriptivos de la Eficacia Pre y Post Test	88
Tabla 42. Prueba de normalidad de hipótesis general (Productividad)	90
Tabla 43. T-Student – Estadísticas de muestras emparejadas de la productividad Pre y Post Test	91
Tabla 44. Prueba de muestras emparejadas de la productividad Pre y Post Test	92
Tabla 45. Prueba de normalidad de la primera hipótesis específica (Eficiencia).....	93
Tabla 46. T-Student – Estadísticas de muestras emparejadas de la eficiencia Pre y Post Test	93
Tabla 47. Prueba de muestras emparejadas de la eficiencia Pre y Post Test.....	94
Tabla 48. Pruebas de normalidad la segunda hipótesis específica (Eficacia)	95
Tabla 49. T-Student – Estadísticas de muestras emparejadas de la eficiencia Pre y Post Test	96
Tabla 50. Prueba de muestras emparejadas de la eficacia Pre y Post Test	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Ishikawa	2
Figura 2. Diagrama de Pareto	3
Figura 3. 8 pasos del ciclo PHVA	11
Figura 4. Ubicación de la organización Empresa de bolsas plásticas	24
Figura 5. Medidas de bolsas que produce la empresa	25
Figura 6. Servicio de extrusión	26
Figura 7. Servicio de impresión	26
Figura 8. Servicio de Sellado.....	27
Figura 9. Organigrama de la empresa	28
Figura 10. Mapa de procesos de la organización.....	29
Figura 11. Diagrama de operaciones de la empresa.....	30
Figura 12. DOP del proceso de Corte y Sellado	32
Figura 13. DAP del proceso de Corte Y Sellado	33
Figura 14. Gráfico de línea de la situación actual – Eficiencia.....	43
Figura 15. Gráfico de línea de la situación actual - Eficacia	43
Figura 16. Gráfico de línea de la situación actual - Productividad	44
Figura 17. Causas Raíz - Inexperiencia.....	47
Figura 18. Causas Raíz - Estandarización de procesos.....	47
Figura 19. Causas Raíz - Organización de operarios.....	48
Figura 20. Causas Raíz – Inspección deficiente	48
Figura 21. Mantenimiento deficiente de maquinaria.....	49
Figura 22. Tiempo Estandar - Simulación	61
Figura 23. La precisión del 95 % en la simulación	62
Figura 24. Intervalos del tiempo estándar al 90% de intervalo de confianza.....	62
Figura 25. Cálculo del tiempo estándar de operación al 95% de intervalo de confianza	63
Figura 26. Cálculo del tiempo estándar de operación al 99% de intervalo de confianza	63
Figura 27. Corrida de simulación 8000 veces	64
Figura 28. Distribución Beta del tiempo estándar de la Operación Post test.....	64
Figura 29. Análisis de sensibilidad.....	65
Figura 30. Estadísticas de simulación del tiempo estándar Post Test	65
Figura 31. Análisis Tornado del Tiempo estándar de Operación	66
Figura 32. Gráfico Spider	67
Figura 33. Vista de frecuencia Tiempo estándar	67
Figura 34. Simulación Eficacia Post Test.....	69
Figura 35. Verificación de la media de la Eficacia Post Test	69
Figura 36. Resultado de la bandeja de gráfico (Eficacia)	70
Figura 37. Fórmulas de la Distribución Beta	74
Figura 38. Relación Eficiencia - Productividad (Post Test)	75
Figura 39. Relación Eficacia – Productividad (Post Test).....	75
Figura 40. Gráfica de la eficiencia Pre y Post Test.....	77
Figura 41. Gráfica de la eficacia Pre y Post Test	78
Figura 42. Gráfica de la productividad Pre y Post Test	79

RESUMEN

En la presente investigación “Ciclo PHVA para aumentar la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020” es una empresa que realiza bolsas de polietileno de diferentes medidas a partir de material reciclable. La investigación tiene como objetivo general determinar como el ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

La investigación, es de tipo aplicada, el diseño experimental de tipo pre experimental, y de enfoque cuantitativo, asimismo, la población de este proyecto de investigación fue la producción de bolsas de plástico en el área de corte y sellado. La técnica de estudio es el análisis documental, el cual son los instrumentos empleados para la variable dependiente, es decir, los formatos de registro de recolección de datos.

Asimismo, mediante la simulación de Crystal Ball se llegó a observar que, en caso se aplique el Ciclo PHVA la productividad posiblemente pueda aumentar a un 53,98%, cumpliendo así con la hipótesis relacionada al objetivo general. En conclusión, se demuestra que si al realizar el ciclo PHVA en el área de corte y sellado, algunos puntos que la empresa no tomaba en cuenta, como por ejemplo que no haya estandarización de procesos o que el personal no cuente con experiencia suficiente generaba que la productividad de la empresa se viera afectada y mediante este estudio se permitirá un posible aumento en la productividad en la empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Palabras claves: Ciclo PHVA, Productividad, simulación.

ABSTRACT

In the present research "PDCA cycle to increase productivity with Crystal Ball simulation in a plastic bag company, Lima, 2020" is a company that makes polyethylene bags of different sizes from recyclable material. The general objective of the research is to determine how the PHVA cycle increases productivity with Crystal Ball simulation in a plastic bag company, Lima, 2020.

The research, is of applied type, the design is non-experimental, and of quantitative approach, also, the population of this research project was the production of plastic bags in the area of cutting and sealing. The study technique is documentary analysis, which are the instruments used for the dependent variable, that is, the data collection record formats.

Also, through the simulation of Crystal Ball, it was observed that, if the PHVA Cycle is applied, productivity could possibly increase to 53,98%, thus fulfilling the hypothesis related to the general objective. In conclusion, it is demonstrated that if when carrying out the PHVA cycle in the area of cutting and sealing, some points that the company did not take into account, such as the lack of process standardization or the lack of experience of the personnel, the productivity of the company would be affected and through this study a possible increase in productivity in the plastic bag company, Lima, 2020.

Keywords: PDCA cycle, Productivity, simulation.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, todas las organizaciones en el mundo exigen cumplir con los desafíos propuestos en su misión y visión con la finalidad de estar un paso más adelante que otra, también por el constante crecimiento que hay en el mercado, que cada día se pone más estricto, respecto a la calidad del producto como de la realización del trabajo. Se sabe que toda empresa mide los estándares de productividad bajo dos indicadores, que permitirán conocer el rendimiento en tiempo real, los cuales son: eficiencia y eficacia. Asimismo, es complicado sostener el rango de la productividad a lo largo de un periodo, sin embargo, se puede implementar diferentes herramientas que ayudan a obtener resultados positivos, previo análisis, y según el problema se toma la decisión de optar por la herramienta ideal. (Cruelles, 2013)

Respecto a la producción de industrias dedicadas a la fabricación de bolsas de plástico se ha reducido en un 35 o 40 %. En el Perú, según el diario Gestión, las industrias dedicadas a la fabricación de bolsas de plástico presentaron un declive debido a la ley N° 30884 o reconocida como la ley de plástico de un solo uso, que prohíbe todo tipo de productos que no puedan ser reciclables o reutilizables; debido a esto es que las organizaciones tomaron en cuenta estrategias para tener una posición adecuada en el mercado y poder seguir en funcionamiento. (Julio, 2019)

Las empresas deben ajustar su método de trabajo a las prioridades internas, que en este caso velan por mantener la productividad; como externas que acaten todos los reglamentos puestos por la ley, y así, contribuir con el desarrollo sostenible del país. La producción del sector manufactura, a lo largo de la década presenta una variación negativa con el transcurso del tiempo como se muestra en el anexo 7.

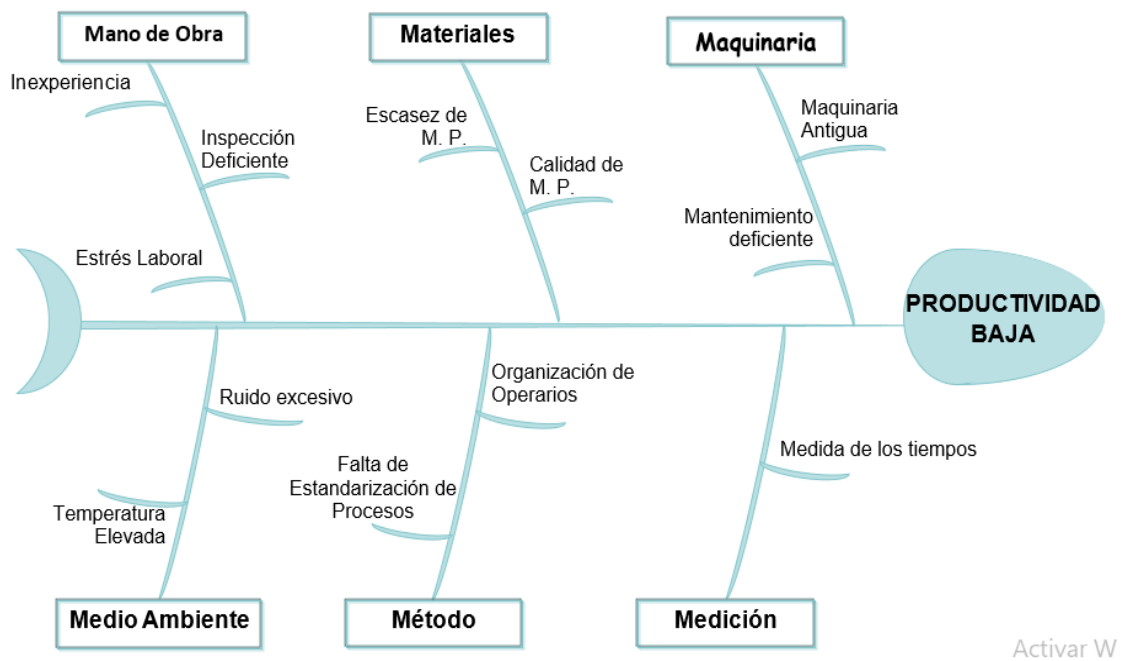
Uno de los modelos más conocidos y considerados como estrategia para aumentar la productividad, es el ciclo PHVA cuyo objetivo es erradicar cualquier tipo de ineficiencia que puedan existir en un sistema de producción.

Esta empresa de plásticos es una organización situada en Puente Piedra, que está dedicada a fabricar bolsas y mangas de polietileno, que no sólo vende los

productos de manera directa, sino que cuenta con sociedades con empresas importantes como: YOBEL SCM y MAKRO. Además, algunas municipalidades también cuentan con el servicio. Al pertenecer la organización a una cadena muy amplia de fabricantes de plástico, la empresa aún no aparece en el rango de industrias comercializadoras de bolsas de plástico, esto debido a su baja productividad por diferentes causas.

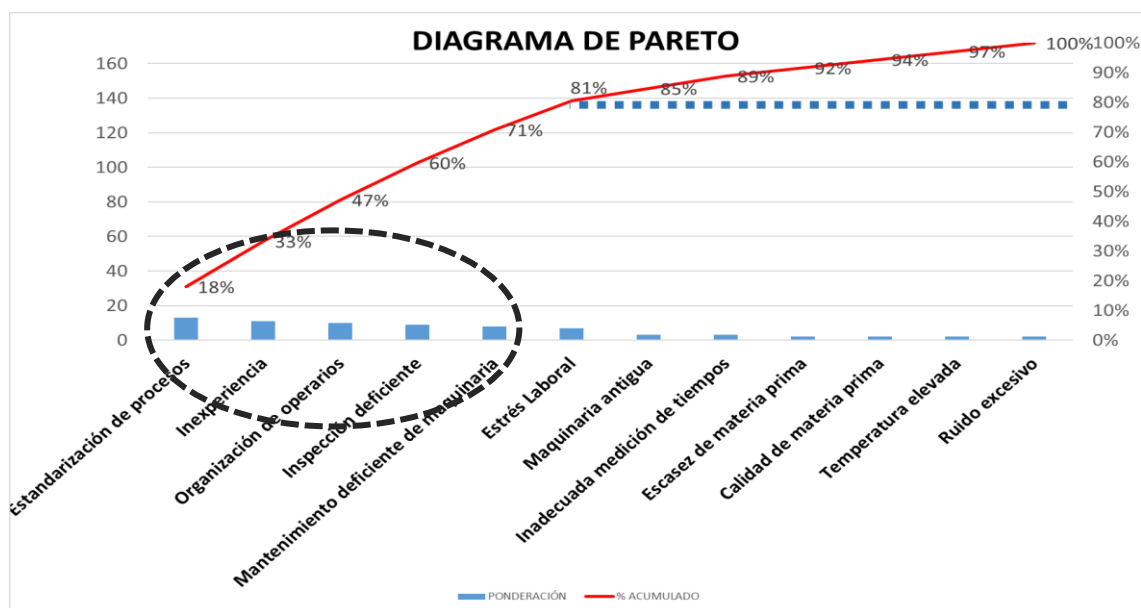
Para determinar el origen de la deficiente productividad, se hará uso de la herramienta conocida como diagrama de Ishikawa. Para esto se utilizará el método de las 6M, que divide en secciones a los problemas y tener una perspectiva más clara y amplia.

Figura 1. Diagrama de Ishikawa



Asimismo, se determina la relación de las causas a través de la matriz de correlación (ver anexo 8), a partir de ello, los datos de las frecuencias van a pasar a tener un orden de mayor a menor, como a obtener el porcentaje de influencia (ver anexo 9), esto es expresado en el reconocido diagrama de Pareto que da pie a priorizar aquellas causas que tengan el mayor impacto o relevancia en el problema general.

Figura 2. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

Esta investigación busca mejorar el índice de la productividad de la compañía, para esto se identificó las causas de la baja productividad del área de corte y sellado, asimismo se determinó la influencia de cada uno de ellas, de acuerdo al diagrama de Pareto, la estandarización de procesos, la inexperiencia, la organización de operarios, la inspección deficiente y el mantenimiento deficiente de maquinaria; debido a la problemática mencionada se plantea como problema general: ¿De qué manera el ciclo PHVA aumentará la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020?, a partir de ello los problemas específicos, ¿De qué manera el ciclo PHVA aumentará la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020; ¿De qué manera el ciclo PHVA aumentará la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020

La justificación del problema debe ser específica y para Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) se da cuando se señala la importancia que tiene la investigación de un problema en el desarrollo de una teoría científica y es necesario hacer un balance o estado de la cuestión del problema que se investiga para ampliar un modelo teórico (p.220). La presente tesis tiene cuatro justificaciones por las cuales se está llevando a cabo, estas son: En la justificación económica, la investigación posibilitará que haya un aumento

respecto a la productividad del área de corte y sellado de la compañía y como consecuencia mejorará los indicadores para aumentar la rentabilidad de la organización. Por otro lado, en la justificación teórica, se tiene que el ciclo PHVA cumple correctamente cuando sus 4 fases se desarrollan paso a paso al pie de la letra en cualquier organización, éste traerá beneficios como minimizar costos, hacer óptima la productividad, permitirá que haya un incremento de la rentabilidad de la empresa, además de ser un ciclo sin fin por lo tanto será constante, progresiva y continua. Se justifica de manera social debido a la participación futura del personal de la empresa para que forme parte esencial del éxito de la tesis y de las metas de la organización, razón por la cual se generará objetivos cada mes que permitan garantizar cada uno de los beneficios que recibirán: un aumento de ingresos, una formación de cultura organizacional nueva, así como las costumbres laborales. Por otra parte, en la justificación metodológica se tiene que la aplicación del ciclo PHVA y el desarrollo óptimo de cada una de sus fases aumentará el índice de la productividad, disminuirán los costos, enriquecerá la formación profesional a través de capacitaciones y de las técnicas propuestas para mejorar continuamente el proceso.

Para poder responder a los problemas mencionados se planteó como objetivo general: Determinar cómo el ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020. Asimismo, los objetivos específicos: Determinar cómo el ciclo PHVA aumenta la eficiencia con simulación Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020; Determinar cómo el ciclo PHVA aumenta la eficacia con simulación Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020. A partir de lo mencionado se establecen las hipótesis respectivas: La hipótesis general: el ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020. Las hipótesis específicas: el ciclo PHVA aumenta la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020; el ciclo PHVA aumenta la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020

II. MARCO TEÓRICO

Para una perspectiva más amplia, se presenta las investigaciones nacionales e internacionales que reforzará la finalidad del estudio como Quinteros, Cesar y Tapia, Andre. Implementación de la mejora continua utilizando la metodología PHVA en el área de producción de la empresa Inversiones Macplast S.A.C, Lima, 2015. Tesis (Doctorado en Ingeniería Industrial) Universidad San Martín de Porres. La tesis fue desarrollada en una empresa de bolsas de polietileno, la cual padecía de problemas como: paros en la producción por ineficiencia, desorganización del personal, mantenimiento nulo de máquinas y la falta de estandarización del proceso. El autor aplicó el diagrama de Pareto para priorizar las causas importantes, además del método de las 5's, AMFE que permitió desarrollarlo tanto en el producto como la optimización del proceso. En conclusión, la implementación del método aumentó la productividad del personal y del proceso. El aporte del estudio va relacionado con preparar al personal con capacitaciones para el dominio del área, además de involucrar a este con incentivos para asegurar el compromiso con las metas de la organización.

Asimismo, Arbulu (2012), quien en su investigación titulada Modelo de simulación Crystal Ball para el pronóstico de ventas como soporte a la toma de decisiones en la empresa Lambayecana Sipan Distribuciones S.A.C del rubro aseo limpieza periodo 2007-2011. Tuvo como objetivo proponer la implementación de un modelo de simulación en base al Crystal Ball que permita efectuar un pronóstico de ventas como apoyo a la toma de decisiones en compras y abastecimiento, contratación del personal e infraestructura en la empresa Sipan Distribuciones. Fue un estudio explicativo, no experimental, donde la población fue de los pedidos de los productos de aseo y limpieza y la muestra es aleatoria. Se tuvo como instrumentos entrevistas directas, la observación y el análisis documental. Se obtuvo que, realizando un modelo de pronóstico de ventas basado en la simulación, utilizando herramientas computacionales, como el Excel y el Crystal Ball, se pudo pronosticar las ventas y de ese mismo modo se usó como soporte confiable para las decisiones. En síntesis, mediante este proyecto de investigación será un aporte en la investigación para seguir el modelamiento de simulación en base al Crystal Ball

para analizar la influencia que pueda generar el mantenimiento preventivo en la productividad si se llega a aplicar la herramienta. (Arbulu Ballesteros, 2012)

Rosales, Arnaldo. Gestionar la calidad por procesos para mejorar la competitividad en la empresa Global Plastic S.A.C., Los Olivos, 2015. Tesis (Título de Ingeniero Industrial) Universidad César Vallejo. La tesis fue aplicada y cuasi experimental. El estudio se desarrolló en una empresa manufacturera, donde el objetivo del autor era la mejora de calidad del proceso de inyectado, ya que recaía en constantes paradas de máquina y tiempos muertos en el proceso. El autor optó por las herramientas SMED y Poka Yoke, ya que ambos mejoran tanto la productividad, la competitividad y la reducción de costos. En conclusión, el estudio logró mejorar los estándares de calidad del proceso además de sus indicadores. El aporte del estudio señala que la gestión por procesos puede ser tomado como estrategia para la mejora continua, ya que está enfocado en la mejora de actividades de una entidad, teniendo como prioridad al cliente.

Sotelo, Romel. Implementación del Ciclo Deming para mejorar la productividad en el área de sellado de la empresa G&S Maquinarias Plásticas, San Martín de Porres, 2017, como requisito para obtener el título de ingeniero industrial en la universidad César Vallejo. 2017. El tipo de investigación fue aplicada, asimismo, el diseño fue cuasi experimental, el objetivo del autor fue aumentar la productividad del área, ya que esta contaba con complicaciones como la inexperiencia laboral, paradas de máquina, desorganización de operarios entre otros factores. El autor decidió optar por la metodología PHVA, ya que, al ser un proceso de mejora continua, aplicó métodos como el Standard work y el Takt Time, para poder medir el rendimiento del personal como el ritmo de la producción, de esta manera obtuvo resultados sumamente positivos. En conclusión, la aplicación de la mejora continua hizo que la productividad del área tenga un aumento considerable y cumpla con los pedidos propuestos. El aporte de este estudio hace notar que la mejora continua va de la mano con herramientas o métodos, lo cual hará más sencillo el cambio de la entidad.

Roncal, Raúl. Aplicación del ciclo de Deming para incrementar la productividad de las líneas de extrusión en la empresa Plásticos Perú Alfa S.R.L., S.J.L., 2018. Tesis (Título de Ingeniero Industrial) Universidad César Vallejo. La tesis fue

aplicada y cuasi experimental. El estudio se desarrolló en una empresa de plásticos, donde el objetivo del autor fue el incremento de productividad del área y poder solucionar las causas del declive de esta, algunas de las causas fueron: la falta de capacitación, por ende, recaía en la ineficiencia del personal, paradas de máquina constante. El autor optó por hacer un plan de mejora tomando en cuenta capacitaciones para la actividad laboral, el uso de la herramienta de las 5'S, así como un plan de mantenimiento. En conclusión, se desarrolló de forma óptima cada etapa del ciclo Deming, trayendo consigo un resultado favorable para la organización. El aporte del estudio señala que se puede tomar como estrategia el plan de mantenimiento preventivo, ya que este controlará los posibles fallos en la maquinaria, que podría generar mermas o reprocesos.

Quesada, Luis. Implementación de la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Plásticos del Centro, S.A.C, Santa Anita, 2018. Tesis (Título de Ingeniero Industrial) Universidad César Vallejo. La tesis fue aplicada y cuasi experimental. El estudio fue desarrollado en una empresa de bolsas plásticas, donde el objetivo fue hacer un análisis de la situación de la entidad, asimismo, propuestas que resuelvan el problema de la baja productividad como la deficiente maquinaria, la capacitación y supervisión del personal. El autor decidió optar por las herramientas Lean como las 5'S, Kanban, JIT, además de un estudio de métodos y la implementación del trabajo estandarizado. En conclusión, el estudio generó una mejora respecto al nivel de eficiencia y eficacia de la mano de obra como de la maquinaria. El aporte de este estudio va de la mano con las herramientas Lean, ya que su aplicación ajusta los tiempos en la línea de producción, maximizando los niveles de productividad.

Castaño, Alexandra y Vélez, Daniela (2016). Implementación de un plan de calidad en el proceso de inyección de una empresa manufacturera de plásticos, ubicada en la ciudad de Cali. Tesis (Maestría). Cali: Universidad de San Buenaventura Cali. El objetivo de este estudio fue mejorar la calidad en el proceso de inyección de la organización manufacturera. Las autoras optaron por la implementación del ciclo PHVA, donde implementaron fichas de control de calidad para poder medir los estándares de las fases donde pasa el producto en el proceso. En conclusión, la implementación del ciclo PHVA aumentó la calidad del proceso de inyección. El aporte de esta tesis conlleva a tener en cuenta las

fichas de control, ya que permitirá corregir los errores que se cometen a diario en la producción, con la intención de permanecer teniendo una productividad alta y una posición prestigiosa en el mercado.

Rumana, Patel (2015). Reducción de diferentes tipos de residuos en el proceso de fabricación de bolsas de plástico y mejora de la productividad con Metodología Six Sigma. Tesis (Maestría en Ingeniería Industrial). India: G H Patel College of Engineering and Technology. El objetivo de este estudio fue reducir el tiempo de producción, los desperdicios y aumentar el nivel de efectividad del personal. El autor optó por tomar en cuenta el diagrama de Pareto, mapa de procesos, el diagrama del árbol, hojas de verificación, histogramas, además del análisis del por qué. En conclusión, el lean Six Sigma fue un método beneficioso para agilizar la línea de producción además de beneficiar no solamente a la productividad, sino al involucramiento del personal lo cual generó que este sea más comprometido y eficiente con su actividad laboral. El aporte de este estudio radica en implementar herramientas como el análisis del por qué, ya que se tendrá una perspectiva más amplia y se construirá el camino de forma sencilla hacia las propuestas de solución del problema.

Laskowski, Stephen (2017). Utilización de capacidad y Lean Manufacturing en una fábrica de componentes de dispositivos médicos de plástico. Tesis (Maestría en Administración de empresas). Estados Unidos: Massachusetts Institute of Technology. El objetivo de este estudio fue aumentar el rendimiento y productividad de la organización, ya que presentaba cierto déficit en el área de fabricación como defectos en el producto y tiempos muertos a causa del personal y de la maquinaria, el autor optó por la aplicación del SMED para disminuir el tiempo muerto en el proceso. En conclusión, la organización aumentó su rentabilidad y generó oportunidades de fabricar lotes más pequeños en lugar perder tiempo valioso en la producción, lo cual permitió que la empresa sea competitiva. El aporte de este trabajo es que se debe tomar en cuenta reducir los tiempos del proceso para poder generar nuevas oportunidades en la producción, para el cual se debe tener el personal adecuado que pueda agilizar el proceso para generar mayor rentabilidad a la organización.

Jing, Nin (2017). Percepciones sobre el estado de Lean-Manufacturing en la industria de fabricación de termoplásticos. Tesis (Maestría). Estados Unidos: Universidad de Kentucky. El objetivo de este estudio fue hacer un análisis de la industria manufacturera, que presenta problemas como los tiempos muertos, el déficit del personal y el proceso no estandarizado. El autor consideró tomar en cuenta las herramientas Lean para poder tener una mejora en la producción, es por eso que hizo uso del kanban que mejora la gestión por procesos, las 5's que permitió la organización correcta en el área laboral, además del programa de sugerencias que sirvió para involucrar al personal hacia el éxito de la entidad. En conclusión, el método Lean mejoró considerablemente la producción de la empresa de manufactura, ya que llegó a estandarizar el proceso. El aporte de este estudio radica en tomar en cuenta las herramientas Lean para una futura estandarización de procesos.

Sun, Xiaomeng (2018). Implementando un Mantenimiento Productivo Total: Enfoque hacia una mejora en la empresa S. Tesis (Maestría). Estados Unidos: Western Kentucky University. El objetivo de este estudio fue mejorar la efectividad total de los equipos y del personal, ya que debido a la ineficiencia se presentó problemas con la productividad por la mala calidad del producto y averías de máquina que generaban tiempos muertos debido a la falta de conocimiento del personal sobre mantenimiento de maquinarias. El autor optó por el mantenimiento productivo total, el cual involucraba el aprendizaje de los colaboradores sobre el método a través de capacitaciones. En conclusión, la implementación del TPM tuvo una mejora en la efectividad del proceso productivo. El aporte del estudio va de la mano con la implementación del TPM ya que va ligado a los tres componentes del OEE que son el rendimiento, disponibilidad y calidad.

Se define simulación, donde Coss Bu (2003) manifiesta que, la simulación es una técnica numérica que concluye experimentos en una computadora digital. Estos dichos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones lógicas, donde estas son necesarias para poder así describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo. (Coss Bu, 2003). Asimismo Eppen, manifiesta que, las simulaciones pueden proporcionar información útil sobre la distribución de los resultados, ya sea con una muestra pequeña o grande. (Eppen, 2000).

Así mismo, se define el Crystal Ball, donde Abu Taieh (2008) menciona que, El Crystall Ball es una suite de aplicaciones en hojas de cálculo, líder para realizar simulación previsión y lo que es predicción. Le da una visión de aquellos factores críticos que puedan afectar el riesgo de tu análisis. Crystal Ball puede tomar decisiones para lograr los objetivos propuestos. (Abu-Taieh, 2008).

Además, también según Gutiérrez Carmona Jairo, la simulación de Crystall Ball es parte de Excel que automatiza una secuencia de pasos del proceso de simulación de Montecarlo. Tales pasos como: crear un modelo paramétrico del problema que se desea estudiar, luego de ello definir las celdas aleatorias que son las variables de entrada que introducen la incertidumbre al modelo, seguidamente se asigna una distribución de probabilidades a las variables aleatorias, es aquí donde Crystal Ball da su aporte, debido que en este paso se hace automáticamente seleccionando una distribución en el cual Crystal Ball ofrece. Al realizar esto, luego se define la celda de resultado, en el cual son variables de salida que se ven afectadas por la incertidumbre de las variables de entrada que se eligieron como aleatorias. Finalmente se ejecuta la simulación. (Gutierrez, 2011).

Además, Duah Asante añade que, el Crystal Ball es un programa de análisis de riesgos y para pronosticar en base a gráficos, es de fácil uso, debido a que ayuda a disminuir la incertidumbre asociada a la toma de decisiones. (Duah, 2002)

Para definir las variables independiente y dependiente se tomará citas de libros y artículos de revistas para una comprensión óptima de cada una de ellas.

Para la variable independiente, ciclo PHVA, Jagusiak (2017) sostiene que el ciclo PHVA, es conocido como el ciclo de mejora continua, puesto que señala y desarrolla las cuatro etapas que se debe encaminar para obtener la mejora continua, con la meta de reducir fallos y de mejorar el índice de la eficiencia como de la eficacia (p.20). Asimismo, Matsuo y Nakahara (2013) señalan que el ciclo PHVA se enfoca en todos los elementos que hacen que haya un servicio de mala calidad y afecten a la empresa de manera rigurosa (p.198). Por su parte, Rea y Paspuel (2017), mencionan que el ciclo PHVA es de los instrumentos esenciales para que haya una mejora continua, una mayor calidad empieza por la complacencia de los clientes, luego se pasa a las etapas de calidad que en este caso son cuatro para que se pueda aplicar en cualquier problema que tenga la empresa. (p.160). Las etapas del ciclo PHVA presenta una serie de pasos dentro de ellas, las cuales se muestran en la figura 3.

Figura 3. 8 pasos del ciclo PHVA

Etapas de ciclo	N°	Paso	Técnicas que se pueden usar
Planificar	1	Definir y analizar la magnitud del problema	Pareto, h. de verificación, histogramas, c. de control.
	2	Buscar todas las posibles causas	Observar el problema, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa
	3	Investigar cual es la causa mas importante	Pareto, estratificación, d. de dispersión, d. de Ishikawa
	4	Considerar las medidas remedio	Porque.....Necesidad Que.....Objetivo Donde.....Lugar Cuanto.....Tiempo y costo Cómo.....Plan
Hacer	5	Poner en practica las medidas remedio	Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos	Histograma, Pareto, C. de control, h. de verificación
Actuar	7	Prevenir la recurrencia del problema	Estándarización, inspección, supervisión, h. de verificación, cartas de control
	8	Conclusión	Revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro

Para la dimensión Planificar se presentan las siguientes definiciones:

Prashar (2017) señala que se prioriza seleccionar y estudiar las oportunidades para mejorar, a partir de identificar los puntos críticos del área afectada o del proceso afectado, para que se proceda a trazar acciones con dirección a solucionar los problemas. (p.281).

Albari y Evandro (2019) sostienen que es importante para este primer paso reunir datos para estudiar así las necesidades de un proceso, esto también ayudará a justificar las oportunidades de mejora y buscar los focos más relevantes de intervención. (p.339).

Jagtap (2015) afirma que es necesario llevar a cabo un análisis interno y exhaustivo que permita conocer de manera definitiva o estandarizada las destrezas y fortalezas necesarias para obtener un desempeño eficiente y eficaz. Según el autor no es más que una planeación de una estrategia del recurso humano que permite estudiar aspectos claves. (p.3).

Olegovna y otros (2017) sustentan que para empezar una planificación se debe establecer los problemas y la junta de datos para el respectivo análisis. Luego, se debe identificar las causas que producen problemas, determinar los posibles cursos de acción que permiten solucionar el problema y elegir uno. (p.288).

Para la dimensión Hacer se presentan las siguientes definiciones:

Patel y Deshpande (2017) sostienen que este paso pone en práctica lo planeado, como liderar el desarrollo de procesos, trabajar en equipo y asignar adecuadamente los recursos. El autor resalta también la importancia de comprender el entorno y adecuar el plan establecido dependiendo de las condiciones cambiantes. (p.62).

Maia y Alves (2013) afirman que después de la recopilación de datos, esta fase consiste en poner en práctica las mejoras que consideramos apropiadas según los datos que obtuvimos en la primera fase. De esta forma, permite resolver el problema o corregir las deficiencias. (p.187)

Para la dimensión Verificar se presentan las siguientes definiciones:

Mitreva y Taskov (2014) sostienen que es el seguimiento y la medición de los procesos y productos para comparar los resultados con los objetivos. Esta verificación se realiza por medio de los indicadores de desempeño y tiene su correspondencia dentro de la norma con los aspectos relacionados con las auditorías internas. (p.23)

Ortega (2015) recomienda que en esta fase se debe ser muy cuidadoso, es necesario revisar los datos obtenidos, a través de pruebas estadísticas por si aparece algún factor diferente. (p.154).

Para la dimensión Actuar se presentan las siguientes definiciones:

García, Ráez y Quispe (2012) sustentan que la etapa Actuar es conocida como retroalimentación, ya que en éste se revisa la totalidad del proceso, refina determinados detalles del proceso y para asegurar hace un monitoreo del resultado por segunda vez.

Chakraborty (2016) afirma que cuando los procesos han sido comprobados, se debe realizar una regularización por medio de registros apropiados, en los que se detalle los conocimientos obtenidos, y la manera en que éstos permitieron el logro de los objetivos. (p.31).

Beshah y otros (2014) sustentan que después de revisar los resultados obtenidos, actuamos en función a las medidas correctivas para aplicarlo lo antes posible y así “reaccionar” para luego seguir estudiando nuevas mejoras con el fin de reajustar los objetivos. (p.3)

Para la variable dependiente, que es la productividad se presentan las siguientes definiciones:

Sangpikul (2015) sostiene que la productividad es solo el cociente entre las cantidades producidas y las cantidades de los recursos que se emplean, la cual se puede medir en unidades. La productividad es igual a la eficacia por la eficiencia, es decir, que si se quiere elevar la productividad tiene la consecuencia de que haya mucha más producción, pero con el consumo de la menor cantidad de recursos. (p.49).

Medianero (2016) define a la productividad como la asociación que hay entre los productos y sus insumos, generando que se vuelva un indicador de eficiencia, para que la empresa pueda utilizar menos recursos al producir los bienes. (p.24).

Phusavat (2013) sostiene que el término productividad ha sido reconocido por su contribución a la competitividad operativa, organizativa, industrial y nacional.

Implica cuán bien se utilizan los recursos para la generación de bienes y servicios. El uso de la productividad como objetivo estratégico en un negocio se ilustra a través de la creciente importancia de los transportistas de bajo costo. (p.23).

Baca y otros (2013) sostiene que la productividad se puede entender como una correlación volumétrica entre todos los insumos que se utilizan y los resultados que se producen ya que no se lleva por el lado del dinero sino por la cantidad exacta de la línea en un periodo determinado de tiempo. (p.75).

NEMUR, Lisa (2016, p.9) La productividad se define como la capacidad de crear, elaborar o incrementar los servicios y bienes. Así mismo, tiene relación con los recursos utilizados en la producción y el valor de aquellos productos terminados.

La productividad presenta dos dimensiones que son la eficiencia y la eficacia.

Nikolaevich y otros (2015) sostiene que la eficiencia está relacionada a la productividad, pero va de la mano con la calidad que deben poseer los productos es por eso que las organizaciones ponen más rigurosidad para que sean mucho más eficientes. Además, sustentan que la eficiencia se da por llegar a los objetivos, pero se requiere utilizar la menor cantidad de recursos, al juntar estas dos capacidades hay la posibilidad de lograr que la organización pueda mejorar día tras día para cumplir con la productividad, y si es posible acudir a la mejora continua. (p.242).

La eficiencia, según ANAYA, Julio (2011, p.212) La eficiencia refiere al nivel de cumplimiento de la actividad productiva con la cantidad de insumos o materiales utilizados. La medición constante de la eficiencia permite lograr una mejor productividad ya que los recursos serán aprovechados de la mejor manera.

López (2015) sostiene que, la eficiencia se basa en lograr los objetivos establecidos en un periodo de tiempo y con el uso óptimo de los recursos de la empresa. Por lo tanto, no solo estamos hablando de ejecutar bien las medidas, sino que se debe hacerse en menos tiempo y con la menor cantidad de recursos, es decir, eficiencia. (Lopez, 2015)

Respecto a la eficacia, de acuerdo a Doimeadios y Rodrigue (2015) la eficacia llega a tener un nivel de complejidad alto ya que se tienen que sistematizar algunas individualidades que posee cada proceso productivo. Además, representa una capacidad que tiene una empresa para el logro de poder realizar un cambio utilizando menor cantidad de recursos, así como menor tiempo. (p.49).

La eficacia, según GARCÍA, Roberto (2005, p.19) es el nivel de percibir los resultados que se programaron. Esta se cumple cuando la meta de producción se cumple con un menor uso de materia prima e insumos, es decir, se producen bienes en mayor cantidad y con mejor calidad, es así que se incrementa la productividad.

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipos de investigación

De acuerdo, a la ley N°30806, que modifica diversos artículos de la ley 28303, ley marco de ciencia, tecnología e innovación tecnológica y (CONCYTEC), en el anexo N° 1 del glosario de términos señala que la investigación aplicada, se dirige a la determinación mediante el conocimiento científico, los medios que se utilizan son: metodologías, tecnologías y protocolos, las cuales cubren una necesidad específica. (DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO DEL PERUANO, 2018). Bernal (2010) dice que es aplicada, ya que busca relacionar la realidad con la teoría, además que es la aplicación del estudio a características, problemas y circunstancias totalmente definidas. El tipo de investigación según su finalidad es aplicada, ya que se usó un concepto que ya existe como es la del ciclo PHVA para poder resolver el problema de la organización que es la productividad baja en el área de corte y sellado.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, debido a que el análisis se fundamenta en ciertos aspectos observables y susceptibles la cual se puede medir, por lo que se utiliza pruebas estadísticas. (Hernandez y otros, 2014)

El diseño es experimental, de acuerdo a Ríos (2017), es cuando el investigador manipula y controla el comportamiento de las variables, y es pre experimental ya que no hay un control de la variable dependiente, pero hay una respuesta de esta y una hipótesis para contrastar

Por su alcance, el presente estudio es explicativo debido a que explica la relación entre las variables en estudio y la razón por la que ocurre en fenómenos determinados. Según su alcance temporal es longitudinal ya que realizan dos mediciones uno antes y otro después de la aplicación de la mejora.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable 1: Ciclo PHVA

3.2.1.1. Definición conceptual

Para la variable independiente (Ciclo PHVA), Sánchez sostiene que para una organización la herramienta fundamental es el ciclo PHVA, ya que éste es aplicado a la gestión de calidad de forma sistemática, mientras sostiene el objetivo para que la empresa tenga una evolución, dando pie a que éste mejore la calidad de los productos, cómo los procesos. (2017)

3.2.1.1. Definición operacional

El ciclo Deming a través de cada una de sus fases y sus herramientas, es tomada en cuenta para mejorar la calidad de los procesos y del producto.

Esta variable posee cuatro dimensiones, estas son:

Para Planificar, Ortega (2015) sostiene que todas las fases del ciclo PHVA tienen igualdad respecto a la importancia, sin embargo, la fase más crítica es PLANIFICAR, ya que en esta se hará más sencilla conocer las restricciones, la creación del diseño, el tamaño y los límites. Esta dimensión se medirá de la siguiente manera:

$$\text{PAP} = \frac{\text{Actividades propuestas}}{\text{Deficiencias encontradas en el proceso}} \times 100$$

PAP: Porcentaje de actividades propuestas.

Para Hacer, Hernández y Vizán (2013) En esta fase se ejecutará las medidas de solución. Se realizará una secuencia de medidas señaladas en el plan de implementación de soluciones; de igual forma se involucrará a los afectados dando a conocer la importancia del problema y se explicará los objetivos que se quieren alcanzar. (p.61). Esta dimensión se medirá de la siguiente manera:

$$\text{PAE} = \frac{\text{Actividades ejecutadas}}{\text{Actividades propuestas}} \times 100$$

PAE: Porcentaje de actividades ejecutadas.

Para Verificar, González y Arciniegas (2015) sustenta que en esta etapa se verificará los resultados obtenidos y se analizará los datos para saber si se lograrán los resultados deseados. También se verificará los errores y problemas para establecer que detalle quedará por resolver. (p.25). Esta dimensión se medirá de la siguiente manera:

$$PAI = \frac{\text{Actividades inspeccionadas}}{\text{Actividades ejecutadas}} \times 100$$

PAI: Porcentaje de actividades inspeccionadas.

Para Actuar, Alcalde (2015) afirma que se comprobará que las medidas que se tomaron haya servido para mejorar el proceso, y partir de esto haya aumentos en la eficacia, se actualizará el proceso con la implantación de las nuevas medidas que dieron grandes resultados. En caso contrario se realizarán ajustes necesarios hasta conseguirlo. (p.103). Esta dimensión se medirá de la siguiente manera:

$$PAO = \frac{\text{Actividades observadas}}{\text{Actividades inspeccionadas}} \times 100$$

PAO: Porcentaje de actividades observadas.

3.2.2. Variable 2: Productividad

3.2.2.1. Definición conceptual

Cruelles (2013) sustenta que la productividad se puede considerar como un índice o ratio que puede medir la asociación que existe entre los productos realizados y los insumos o factores que se utilizarán para conseguirlos. (p.11).

3.2.2.2. Definición operacional

La productividad señala los bienes o servicios producidos, a lo largo de un determinado tiempo, por cada factor utilizado.

3.2.2.3. Dimensiones de la variable

Para Eficiencia, Gutiérrez sostiene que la eficiencia es de manera simple la asociación entre los resultados que se alcanzarán y los recursos que se utilizarán. Es así que al tratar de mejorar la eficiencia se deberá procurar la optimización de recursos y tratar que no sean desperdiciados. (2010, p.22). La eficiencia se obtendrá a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = \frac{\text{TR}}{\text{TP}} \times 100$$

TR: Tiempo real

TP: Tiempo programado

Para Eficacia, Gutiérrez y De La Vara (2013) sustentan que la eficacia es la magnitud, por la cual, las actividades que se planearán se van a realizar, con la finalidad de conseguir la futura meta propuesta. (p.7). La eficacia se obtendrá a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \frac{\text{PL}}{\text{PP}} \times 100$$

PL: Producción lograda

PP: Producción planificada

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Arias y otros (2016) fundamentan que la población de estudio es una agrupación de casos definidos, limitados y accesibles que constituirán el punto de referencia para la selección de muestras y cumplirán un conjunto de criterios predeterminados. (p.202)

En la presente tesis la población: producción de paquetes de bolsas de polietileno en el área de corte y sellado.

- **Criterios de inclusión**

Es considerado como criterio de inclusión los días hábiles o laborables, siendo este caso de lunes a sábado, con turno de 12 horas, se considerará la producción de bolsas con medida de 140 litros.

- **Criterios de exclusión**

Es considerado como criterio de exclusión el día domingo y días festivos (feriados), se incluye en esta sección la producción de bolsas con medida 25, 35, 50, 75 y 220 litros.

No se tomará en cuenta la producción por extruidos, y tampoco la de impresión.

3.3.2. Muestra

Hernández y otros (2013) sostienen que la muestra viene a ser un subgrupo de la población. Es un subconjunto de elementos que pertenece a un conjunto definido que previamente fue seleccionado por características similares o comunes, al que llamamos población. (p. 175)

La muestra seleccionada es la producción de paquetes de bolsas de polietileno en el área de sellado que serán evaluadas en un periodo de 26 días.

3.3.3. Muestreo

Mantilla (2015) sostiene que es una técnica usada en estadística ya que resulta ser indispensable en cualquier investigación reduciendo tiempo y costos. Utilizado para seleccionar a los componentes de la muestra del total de población y aplicar técnicas de investigación. (p.88)

En la presente tesis, el muestreo es no probabilístico de tipo intencional.

3.3.4. Unidad de Análisis

La unidad de análisis correspondiente es un paquete de bolsas de polietileno.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

Martínez (2015) define a la técnica como un conjunto de instrumentos para efectuar un método y la observación cuidadosa de los hechos para obtener información y registrarla convirtiéndose en es esencial para el desarrollo de una investigación. (p.120)

En la presente tesis se usó como técnica a la observación y análisis documental en la producción de bolsas de polietileno, la cual permitió identificar y recolectar datos numéricos en base al comportamiento que tiene la mano de obra en su proceso de fabricación, en un periodo de tiempo de manera que se pudo analizar los resultados empleando los indicadores.

3.4.2. Instrumento

Según menciona Valderrama, los instrumentos son los medios materiales por el cual el investigador aplica para así obtener información que se requiera necesaria (Valderrama, 2002). Se dio la recolección de datos con la ficha de registro, en el cual se plasmó los datos obtenidos mediante la observación del proceso de elaboración de bolsas de polietileno en el área de corte y sellado. Así como también se empleó los formatos de registro del ciclo PHVA. (Anexo 9 y 10).

Por ende, el instrumento que se usó para la variable dependiente que en este caso es la productividad es la ficha de registro de la productividad analizando la eficiencia y eficacia del área de producción.

Tabla 1. Técnica e instrumentos de recolección de datos

VARIABLE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	FUENTE
CICLO PHVA	ANÁLISIS DOCUMENTAL	FICHA DE REGISTRO DEL CICLO PHVA	ÁREA DE CORTE Y SELLADO
PRODUCTIVIDAD	ANÁLISIS DOCUMENTAL	FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD	ÁREA DE CORTE Y SELLADO

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1, se logra observar la técnica que fue utilizada fue el análisis documental. Para la presente investigación se utilizó los datos de una empresa cartonera, con el fin de obtener datos cuantitativos con respecto a las variables independientes y dependientes, para que de este modo se desarrolle las dimensiones que se realizó en la matriz de operacionalización.

3.4.3. Validez

Ibañez (2015) define a la validez como el grado que hace referencia a la capacidad de medición del instrumento para cuantificar de forma significativa la eficacia que tuvo la aplicación de técnicas. Además de realizar puntuaciones a raíz de las interpretaciones. (p.208)

La validez de esta investigación se dió a través del juicio de expertos.

3.4.3.1. Juicio de expertos

Valderrama (2013) define que toda información de una investigación debe ser fiable, es por ello que cada uno de los instrumentos debe ser examinado, verificado y aprobado por un juicio de expertos ya que esto aporta un mayor grado de relevancia a la investigación. (p.206)

Por esta razón es que para obtener la validez del estudio y de los instrumentos han sido verificados por tres expertos del área de investigación de la universidad César Vallejo, los cuales evalúan respecto a la pertinencia, relevancia y claridad de cada instrumento.

3.4.4. Confiabilidad

Según Hernández, la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. (Hernandez, y otros, 2014).

En la presente investigación, no se realizó la confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.

3.5. Procedimientos

La empresa posee una serie de causas que influyen a la baja productividad, se realizó el diagrama de Ishikawa con la finalidad de identificar las causas de la baja productividad de la empresa. Asimismo, se realizó el diagrama de Pareto que permitió la identificación de causas más relevantes, se hallan las principales causas del problema general, para proponer una solución y poder encaminar el método de mejora continua y que la organización no caiga en los mismos errores.

La recolección de datos se hizo a través de la ficha de registros donde se encuentran los datos de las jornadas laborales como los registros de la productividad que hay dentro de la organización, este fue expresado en el anexo 4.

3.5.1. Situación Actual

Razón Social: Empresa de Bolsas Plásticas

Dirección: Zapallal

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Puente Piedra

Fecha de funcionamiento: Desde 2004

a. Información de la empresa

La organización pertenece al sector manufactura, está dedicada a la elaboración de bolsas de polietileno a partir de material reciclable, fabrica una variedad de bolsas de 25, 35, 50,75, 140 y 220 lts, siendo todas de color negro.

Debido a que cuenta con máquinas extrusoras, impresoras y selladoras, también realizan los servicios de terceros.

Dentro de la planta de producción se han identificado las siguientes áreas:

Área de extrusión: Cuenta con 6 máquinas extrusoras, que fueron adquiridas desde los inicios de la empresa. Trabajan aquí 4 personas.

Área de impresión: Cuenta con 1 máquina impresora, donde se cuenta con 1 solo operario.

Área de corte y sellado: Cuenta 6 máquinas cortadoras y selladoras, donde se cuenta con 6 trabajadores, uno por cada máquina. A esta área llegan las bobinas ya acondicionadas para que se pueda realizar el corte y el respectivo sellado de las mismas. Cada bobina tiene un peso aproximado de 132 kg.

Área de calidad: Esta área se encarga de la verificación de la calidad del producto terminado, inspeccionando el nombre, peso y tipo de bolsa, donde se cuenta con 2 trabajadores.

El trabajo de investigación se centrará en el área de corte y sellado, debido a que se tiene acceso a la información.

En la figura 4 se visualiza la exacta localización de la entidad Empresa de bolsas plásticas., situada en el distrito de Puente Piedra en Jr. Zapallal N° 271, teniendo de referencia el ovalo de Zapallal o la academia ADUNI.

Figura 4. Ubicación de la organización Empresa de bolsas plásticas



Fuente: Google Maps.

b. Actividades

Productos

Las bolsas y mangas de polietileno que se fabrican a partir de materia prima reciclable.

Figura 5. Medidas de bolsas que produce la empresa



Fuente: Sacola S.A.C.

Servicios

La organización brinda los servicios de Extrusión, Impresión y Sellado.

Figura 6. Servicio de extrusión



Fuente: Sacola S.A.C.

Figura 7. Servicio de impresión



Fuente: Sacola S.A.C.

Figura 8. Servicio de Sellado



Fuente: Sacola S.A.C.

c. Clientes

La empresa cuenta con clientes importantes como son las empresas Yobel SCM y el supermercado Makro, además de contar con convenios establecidos con municipalidades de Lima Norte.

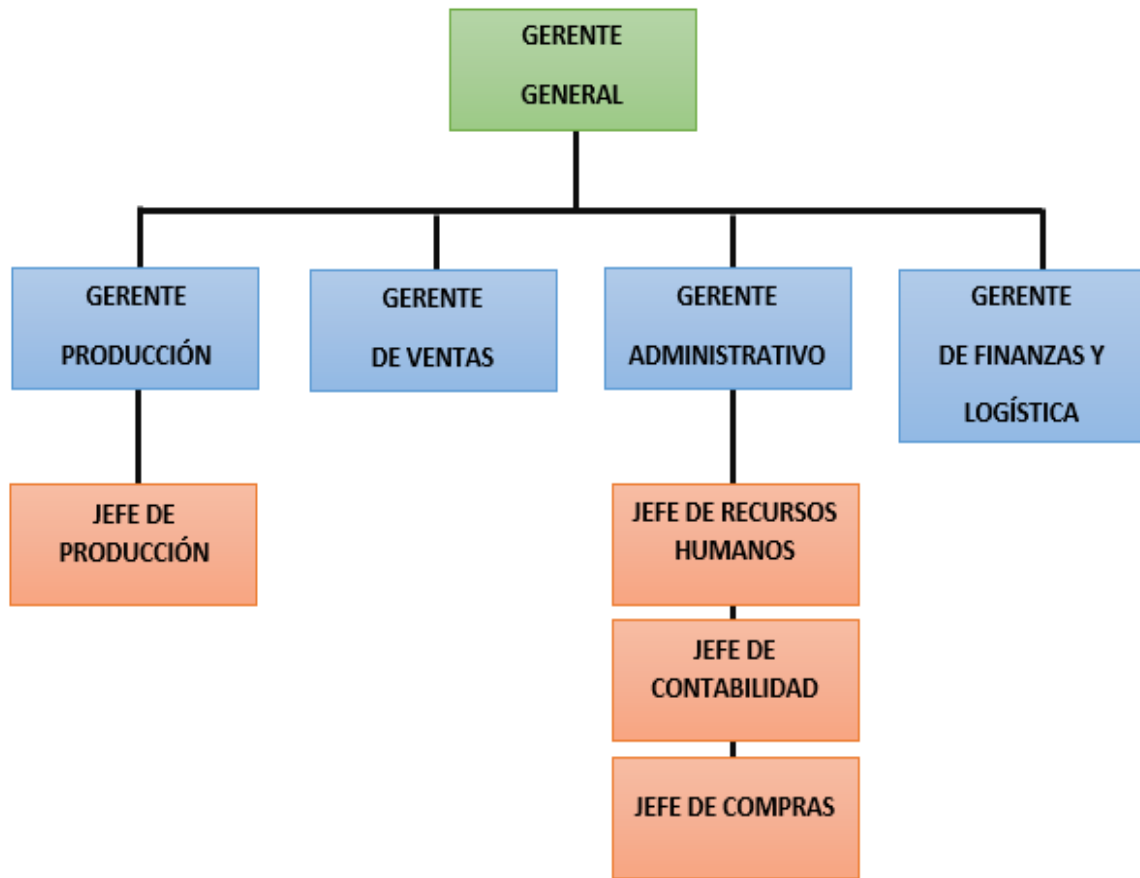
d. Organigrama de la empresa

La empresa está organizada por diversas áreas que cumplen distintos roles para contribuir con el desarrollo de la entidad.

Cada integrante de la empresa cumple un papel fundamental y el compromiso de hacer bien cada una de sus labores para el logro de objetivos tanto de la misión como de la visión de la organización.

Cada integrante de la empresa está asignado dentro de un área determinada, ya sea personal administrativo u operativo. A partir de lo mencionado, se presenta la figura 9 con la estructura organizacional de la empresa.

Figura 9. Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

e. Procesos

La organización tiene la siguiente estructura respecto a sus procesos:

PROCESO DE DIRECCIÓN

Este proceso está ligado a la toma de decisiones sobre la dirección de la empresa, la cual está a cargo de los dueños de la empresa y de la gerencia.

PROCESOS OPERATIVOS

Estos procesos están ligados a la producción, la resina pasa al proceso de extrusión, donde está sometida a temperaturas altas, luego la bobina de

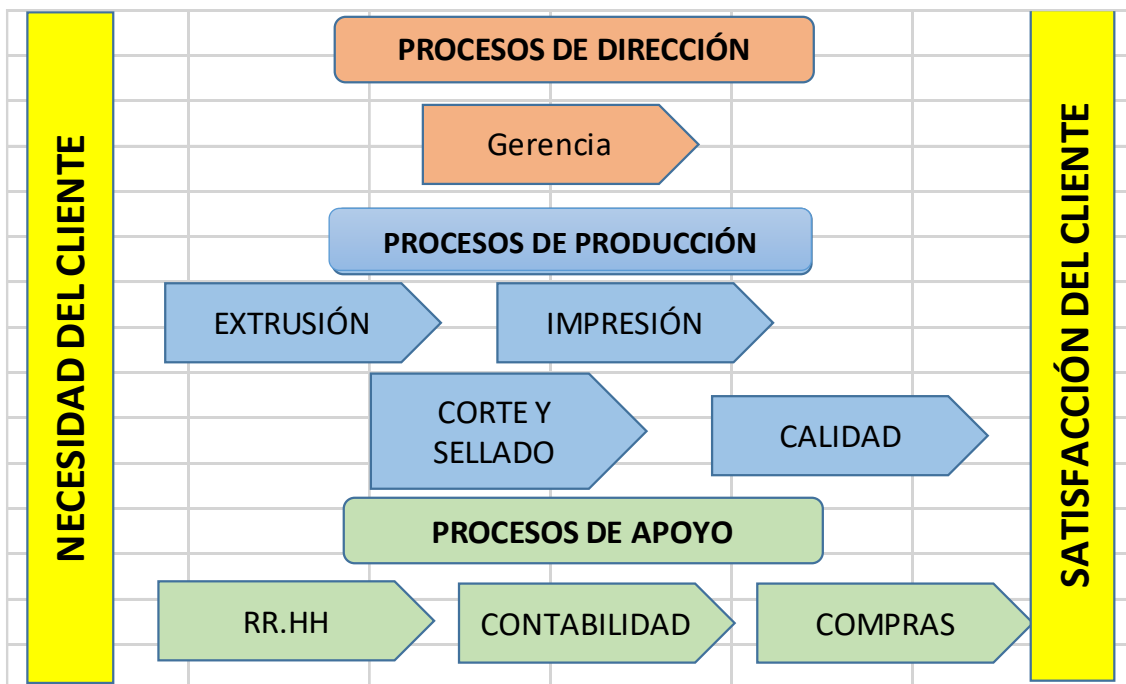
polietileno pasa al proceso de impresión, seguido a esta pasa al proceso de cortado y sellado donde se define el tamaño y los acabados requeridos, de forma posterior el producto pasa a ser embalado y empaquetado, finalmente este pasa por un control de calidad para ser llevados al almacén.

PROCESOS DE APOYO

Estos procesos son el complemento de la organización para que el sistema funcione correctamente, en este se ve la gestión administrativa, el sector financiero y contable, al área de recursos humanos y el área de compras.

En la figura 10 se expresa gráficamente el mapa de procesos de la entidad.

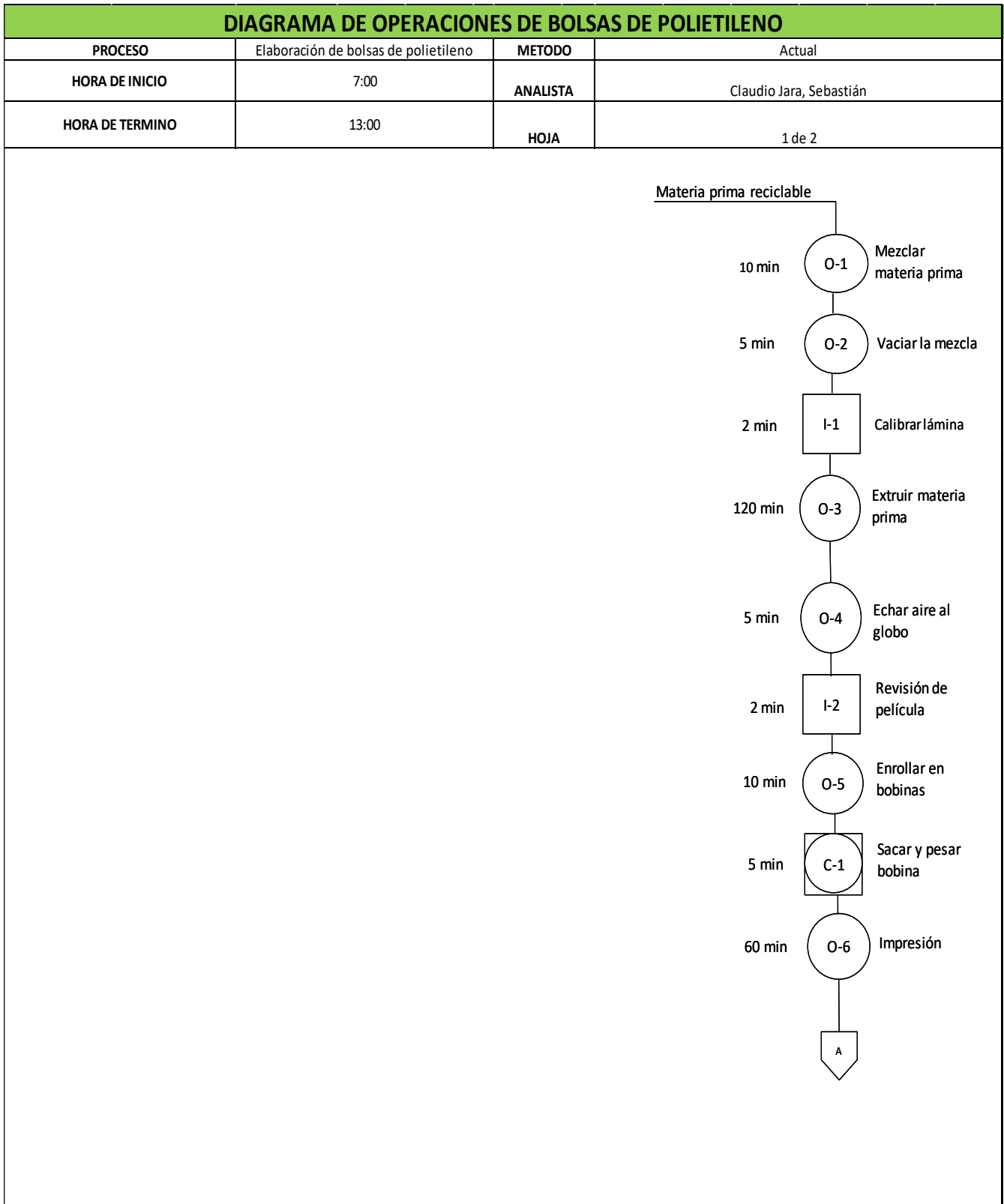
Figura 10. Mapa de procesos de la organización



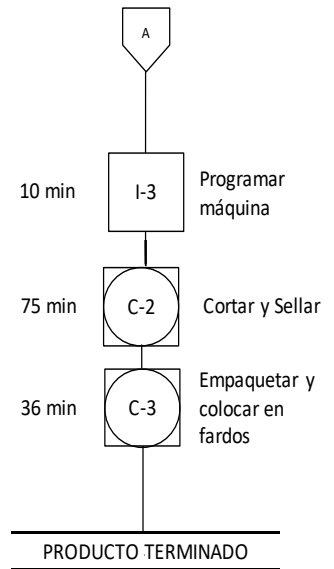
Fuente: Elaboración propia.

DOP DEL PROCESO PRODUCTIVO

Figura 11. Diagrama de operaciones de la empresa



PROCESO	Elaboración de bolsas de polietileno	METODO	Actual
HORA DE INICIO	7:00	ANALISTA	Claudio Jara, Sebastián
HORA DE TERMINO	13:00	HOJA	2 de 2

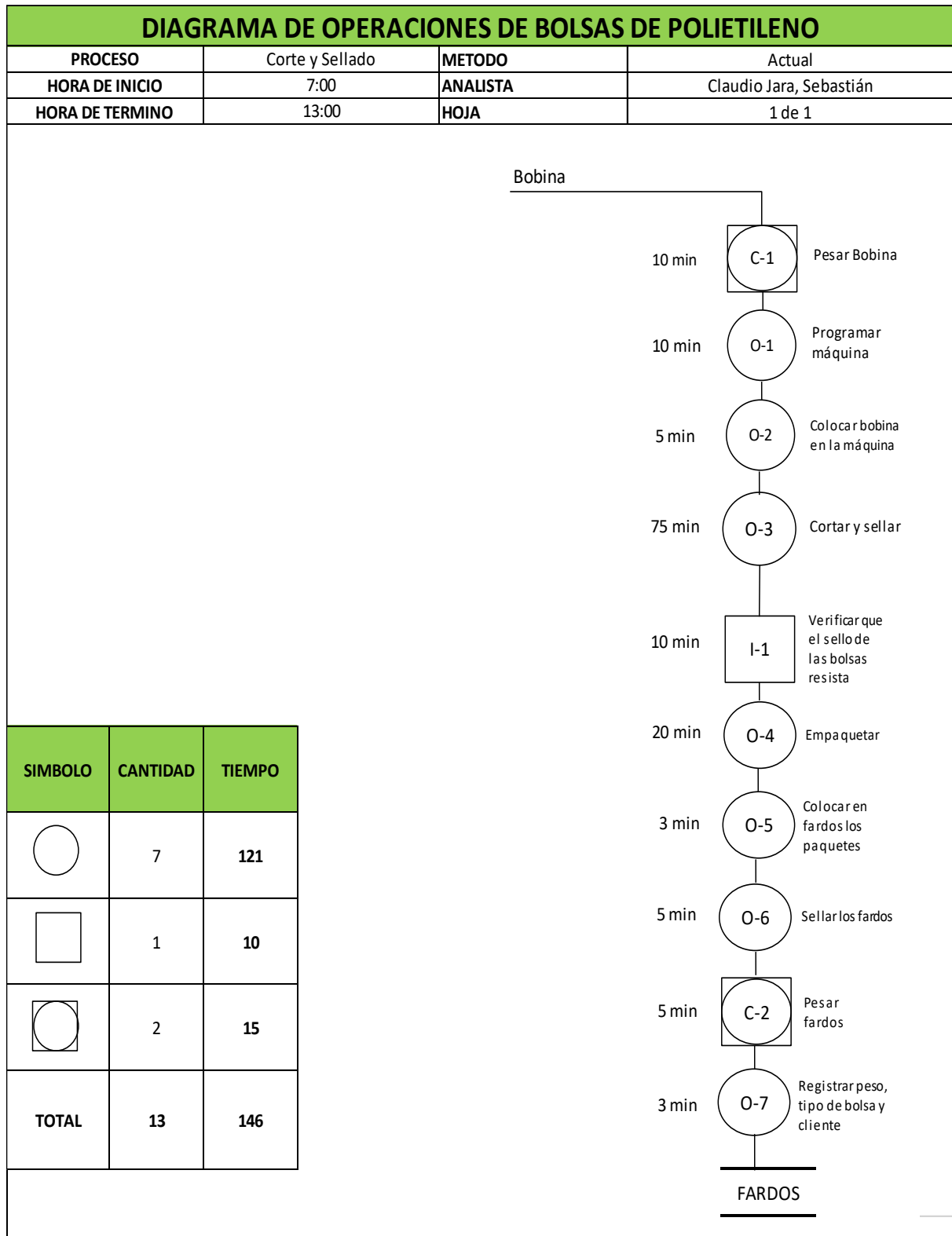


SIMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO
○	6	210
□	3	14
◻	3	116
TOTAL	12	340

Fuente: Elaboración propia.

DOP DEL PROCESO DE CORTE Y SELLADO

Figura 12. DOP del proceso de Corte y Sellado



Fuente: Elaboración propia.

DAP DEL PROCESO DE CORTE Y SELLADO

Figura 13. DAP del proceso de Corte Y Sellado

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO										
EMPRESA DE BOLSAS PLÁSTICAS					RESUMEN					
FECHA DE ELABORACIÓN		24/08/2020			Operación	○	8			
MÉTODO DE TRABAJO		Real			Transporte	⇒	3			
ÁREA		Corte y sellado			Espera	◻	0			
PRODUCTO		Bolsa para basura (140 Lts.)			Inspección	□	1			
HECHO POR		Claudio Jara, Sebastián Giordano			Almacenamiento	▽	1			
APROBADO POR		Sergio Choquehuanca Fajardo			Inspección y operación	◉	3			
					TIEMPO (min)	148	16			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
					○	⇒	◻	□	▽	
Pesar bobina	Se baja la bobina			2	●					
	Se traslada la bobina		1 m	3	●	●				
	Se pesa la bobina (Inicio)	132 kg		5					●	
Programar máquina	Se traslada bobina a selladora		2 m	1	●	●				
	Se coloca bobina en la selladora y cortadora			1	●					
	Se programa la máquina			8	●					
Cortar y sellar	Se inicia el proceso de corte y sellado			75	●					
Verificar sellado de bolsas	Se verifica que el sello resista			10					●	
Empaquetar cada 10 unidades	Se empaqueta cada 10 unidades			20	●					
Colocar en fardos	Se trae los fardos		1 m	2	●					
	Se coloca en fardos 25 paquetes			3	●					
Sellar los fardos	Se sella los fardos con cinta de embalaje			5	●					
Pesar fardos	Se traslada el fardo a la balanza		2 m	1	●	●				
	Se pesan los fardos			4					●	
Registrar datos en los fardos	Se registra el peso, producto y nombre del cliente			3					●	
Almacenar fardos	Producto terminado			5					●	
TOTAL			6 m	148	8	3	0	1	1	3

Fuente: Elaboración propia.

f. Misión, Visión y Valores

Misión

Dar soluciones a nuestros clientes de forma personalizada brindándoles productos y servicios de manera oportuna y eficiente, otorgándoles una amplia variedad de opciones para cubrir todas sus necesidades, pero sobre todo ofreciéndoles calidad, puntualidad y buenos precios.

Visión

Ser la organización con mayor reconocimiento por la calidad de sus productos y servicios, expertos en la fabricación de mangas y bolsas de polietileno, enfocándonos en un crecimiento organizado e innovador, manteniendo así una alta productividad para atender las necesidades del mercado.

Valores

La empresa de bolsas plásticas tiene muy en claro que lo más importante en toda organización son los valores, por ello en cada una de nuestras operaciones involucramos: protección del Medio Ambiente, disciplina, honestidad, creatividad, compromiso, innovación, puntualidad, honradez, trabajo en equipo, respeto, amistad, superación, entre otros.

3.5.2. Propuesta de mejora

3.5.2.1. Matriz de Alternativas de Solución

Como se puede apreciar en la tabla, la matriz de alternativas de solución se da mediante la matriz de priorización, en la cual la mejor alternativa es aplicar la metodología del ciclo PHVA, ya que resulta conveniente y sencillo, por lo tanto, se considera ideal esta alternativa ya que se podrá hacer una mejor gestión dentro de la organización y así mejorar el índice de la productividad en el área de producción de la empresa Empresa de bolsas plásticas.

Tabla 2. Matriz de Alternativas de Solución

	ALTERNATIVAS	CRITERIOS			Total
		COSTO	TIEMPO	COMPLEJIDAD	
1	Ciclo PHVA	1	2	2	5
2	Mantenimiento preventivo	1	1	1	3
3	Lean Manufacturing	1	2	1	4
	No bueno (0), Bueno (1), Muy Bueno (2)				

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.2. Matriz de Priorización

La matriz de priorización, la cual divide las causas por diferentes áreas (gestión, producción y mantenimiento), registra los datos y muestra el área donde pertenece el enunciado. (Ver tabla 3).

Tabla 3. Matriz de Priorización

	MEDICION	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	MEDIO AMBIENTE	MAQUINARIA	METODO	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE CAUSAS	PORCENTAJE	IMPACTO	CALIFICACION	PRIORIDAD	
Gestión		28	4			23	Alto	55	72%	5	275	1	Ciclo PHVA
Mantenimiento				8	4		Medio	12	16%	3	5	2	Mantenimiento Preventivo
Producción	9						Bajo	9	12%	1	6	3	Lean Manufacturing
Total	9	28	4	8	4	23	0	76	100%	9	286	6	

Por tal motivo, se ha determinado que la variable independiente será el ciclo PHVA, porque es una metodología ventajosa para aplicar y reducir los desperfectos del área de producción de la empresa de bolsas plásticas.

Fuente: Elaboración propia.

PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN RESPECTO A LAS CAUSAS IDENTIFICADAS

Para las causas identificadas anteriormente en el diagrama de Pareto (figura 2), se realiza una serie de propuestas para poder solucionar cada una de estas.

Tabla 4. Propuesta de alternativas de solución

CAUSAS	PROPUESTAS
Estandarización de Procesos	Formato de estandarización de procesos
Inexperiencia	Capacitaciones
Organización de operarios	Programación De Trabajo
Mantenimiento deficiente	Mantenimiento preventivo
Inspección deficiente	Elaboración de registros

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.3. Cronograma de Ejecución

Como se muestra en la tabla 4 se presenta el cronograma de actividades para la aplicación del ciclo PHVA.

Tabla 5. Cronograma del ciclo PHVA

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																		
		RESPONSABLE	CLAUDIO JARA SEBASTIÁN GIORDANO										ÁREA	CORTE Y SELLADO				
N°	ETAPA	ACTIVIDADES PREVIAS A LA IMPLEMENTACIÓN	2020															
			Junio		Julio				Agosto				Setiembre				Octubre	
			S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	
1	PRE TEST	Aplicación de herramientas calidad (Técnica de los 5 Por qué) para definir deficiencias encontradas en el proceso																
		Solicitud de permisos al responsable del área para realizar las coordinaciones correspondientes																
		Elaboración de material informativo																
		Sensibilización referida a los procesos (Vía Zoom)																
		Obtención de data PRE TEST																

IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA																	
N°	ETAPA	ACTIVIDADES	2020														
			Junio		Julio				Agosto				Setiembre				Octubre
			S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1
1	PLANIFICAR	Definir detalladamente el plan de acciones															
		Presentar la propuesta de las soluciones para aprobación															
		Aprobación de la propuesta															
		Consolidar los recursos necesarios para la ejecución															
		Capacitación de personal															
2	HACER	Realizar las coordinaciones (recordatorio) correspondientes con el personal de planta para la ejecución de las actividades															
		Realizar el plan de acción, en función de las soluciones propuestas															
3	VERIFICAR	Acondicionamiento de lista de cotejos para la verificación de ejecución de actividades															
		Realizar la inspección de actividades propuestas															
4	ACTUAR	Acondicionamiento de fichas de observación para las actividades inspeccionadas															
		Visitas de comprobación															

Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA IMPLEMENTACIÓN

PRE-TEST

Identificar

- ✓ **Aplicación de herramientas calidad (Técnica de los 5 Por qué) para definir alternativas de solución deficiencias encontradas en el proceso**

Se realizará un plan de acciones a partir de la técnica de los 5 por qué, teniendo en cuenta las principales causas que se hallaron con el diagrama de Pareto.

✓ **Solicitud de permisos al responsable del área para realizar las coordinaciones correspondientes**

Se elaborará una solicitud para una inducción previa, además posterior a ello se pueda obtener los datos necesarios para hacer el llenado de nuestra ficha de registro de la productividad.

✓ **Elaboración de material informativo**

Se realizará una serie de diapositivas para poder llevar a cabo la inducción a los operarios.

✓ **Sensibilización para el llenado de fichas de toma de datos**

Se realizará una sensibilización al personal del área de corte y sellado, vía Zoom donde se detallará la información que se necesita respecto a la base de datos del área.

✓ **Obtención de data PRE TEST**

Se hará uso de la ficha de registro para poder llenar esta misma con la información recibida por los operarios del área, previa sensibilización.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Para hallar la capacidad de producción se necesita de la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de Producción} = \frac{\text{Jornada laboral} \times \#\text{colaboradores}}{\text{Tiempo estándar}}$$

- **Tiempo estándar**

Para obtener el tiempo estándar se requiere hacer un estudio de tiempo con la finalidad de llegar al valor exacto de este mismo.

Al obtener los datos del DOP en cuanto a los tiempos se procederá a calcular el tiempo estándar en las operaciones en donde se utilizó la tabla de Westinghouse propuesta por Niebel, donde se mide la habilidad, el esfuerzo, su condición y la consistencia de cada máquina en este caso. También se tendrá en consideración los suplementos que usa el operario para sus necesidades personales y fatiga.

Tabla 6. Valor del tiempo estándar

		MÉTODO		PRE-TEST				POST-TEST				PRODUCTO		Bolsas plásticas de medida 140 lts.	
		ELABORADO POR		Sebastián Claudio Jara											
ITEM	OPERACIÓN	TIPO DE OPERACIÓN	PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO	WESTINGHOUSE				1+FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		1+SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR		
				H	E	CD	CS			C	V				
1	Pesar bobina	Manual	6,00	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	6,48	0,05	0,07	1,12	7,26		
2	Programar máquina	Manual	10,00	0,03	0,02	0,00	0,01	1,06	10,60	0,05	0,07	1,12	11,87		
3	Colocar bobina en máquina	Manual	5,00	0,03	0,00	0,02	0,01	1,06	5,30	0,05	0,07	1,12	5,94		
4	Cortar y sellar	Manual	75,00	0,03	0,02	0,00	0,01	1,06	79,50	0,05	0,07	1,12	89,04		
5	Verificar que el sello resista	Manual	10,00	0,03	0,00	0,00	0,01	1,04	10,40	0,05	0,07	1,12	11,65		
6	Empaquetar cada 10 unidades	Manual	20,00	0,03	0,00	0,00	0,01	1,04	20,80	0,05	0,07	1,12	23,30		
			126,00						133,08				149,05		

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, al hallar el valor del tiempo estándar se procede a calcular la capacidad de producción según la determinada fórmula.

Tabla 7. Cálculo de la capacidad de producción

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA			
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C/TRAB (min)	TIEMPO ESTÁNDAR	CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA
6	720	149,05	29 bobinas

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la producción programada se considera el factor valoración de un 85 % debido a los paros repentinos de máquina, inasistencias, entre otros factores.

Tabla 8. Cálculo de la producción programada

PRODUCCIÓN PROGRAMADA POR DÍA

CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA	FACTOR VALORACIÓN	PRODUCCIÓN PROGRAMADA
29	85%	25 bobinas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Total de producción programada

1 bobina	200 paquetes
25 bobinas	5000 paquetes

Fuente:
propia.

Elaboración

Para el cálculo del tiempo programado se da a partir del producto entre el número de trabajadores del área por el número de horas de la jornada laboral.

Tabla 10. Cálculo del tiempo programado

CÁLCULO DE TIEMPO PROGRAMADO		
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C/ TRAB (min)	TIEMPO PROGRAMADO (min)
6	720	4320

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el registro del ciclo PHVA en la tabla 11, en el área de corte y sellado, en donde se levantó información de los 26 días de estudio.

Tabla 11. Instrumento de la variable independiente

DÍA	PLANIFICAR			HACER			VERIFICAR			ACTUAR		
	Actividades propuestas	Deficiencias encontradas	Total	Actividades ejecutadas	Actividades propuestas	Total	Actividades inspeccionadas	Actividades ejecutadas	Total	Actividades observadas	Actividades inspeccionadas	Total
1	6	10	60,00%	0,2	6	3,33%	0	0,2	0,00%	1	0	0,00%
2	6	10	60,00%	0,2	6	3,33%	0	0,2	0,00%	1	0	0,00%
3	6	10	60,00%	0,2	6	3,33%	0	0,2	0,00%	1	0	0,00%
4	6	10	60,00%	0,2	6	3,33%	0	0,2	0,00%	1	0	0,00%
5	6	10	60,00%	0,2	6	3,33%	0,2	0,2	100,00%	0	1	-
6	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
7	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
8	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
9	6	10	60,00%	0,5	6	8,33%	0	0,5	0,00%	1	0	0,00%
10	6	10	60,00%	0,5	6	8,33%	0,5	0,5	100,00%	0	1	0,00%
11	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	-	-	-
12	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	-	-	-
13	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	-	-	-
14	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	-	-	-
15	6	10	60,00%	1	6	16,67%	1	1	100,00%	0	0	-
16	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
17	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
18	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
19	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
20	6	10	60,00%	1	6	16,67%	1	1	100,00%	1	1	100,00%
21	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
22	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
23	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
24	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-
25	6	10	60,00%	1	6	16,67%	1	1	100,00%	1	1	100,00%
26	6	10	60,00%	0	6	0,00%	0	0	-	0	0	-

Se realizó el registro de la productividad en la tabla 12, en el área de corte y sellado, en donde se levantó información de los 26 días de estudio.

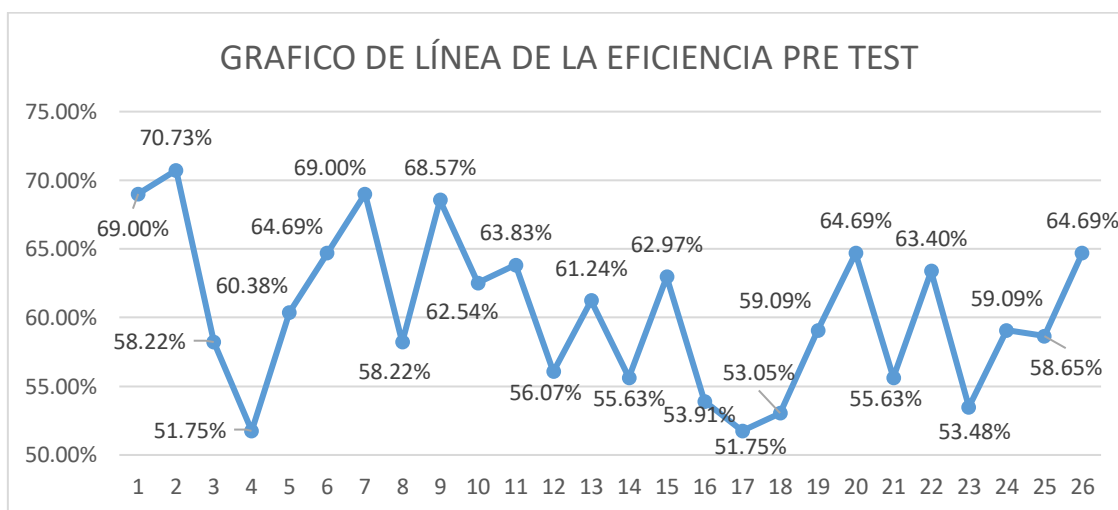
Tabla 12. Ficha de registro de la productividad - Pre Test

FICHA DE REGISTRO DE LA PRODUCTIVIDAD							
DATOS GENERALES							
Elaborado por:		Sebastián Claudio Jara				Área:	Corte y Sellado
Observación	Tiempo Real (min)	Tiempo Programado (min)	Eficiencia	Producción lograda	Producción planificada	Eficacia	Productividad
1	2980,99	4320	69,00%	4000	5000	80,00%	55,20%
2	3055,52	4320	70,73%	4100	5000	82,00%	58,00%
3	2515,21	4320	58,22%	3375	5000	67,50%	39,30%
4	2235,74	4320	51,75%	3000	5000	60,00%	31,05%
5	2608,37	4320	60,38%	3500	5000	70,00%	42,27%
6	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
7	2980,99	4320	69,00%	4000	5000	80,00%	55,20%
8	2515,21	4320	58,22%	3375	5000	67,50%	39,30%
9	2962,36	4320	68,57%	3975	5000	79,50%	54,52%
10	2701,52	4320	62,54%	3625	5000	72,50%	45,34%
11	2757,42	4320	63,83%	3700	5000	74,00%	47,23%
12	2422,06	4320	56,07%	3250	5000	65,00%	36,44%
13	2645,63	4320	61,24%	3550	5000	71,00%	43,48%
14	2403,42	4320	55,63%	3225	5000	64,50%	35,88%
15	2720,16	4320	62,97%	3650	5000	73,00%	45,97%
16	2328,90	4320	53,91%	3125	5000	62,50%	33,69%
17	2235,74	4320	51,75%	3000	5000	60,00%	31,05%
18	2291,64	4320	53,05%	3075	5000	61,50%	32,62%
19	2552,47	4320	59,09%	3425	5000	68,50%	40,47%
20	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
21	2403,42	4320	55,63%	3225	5000	64,50%	35,88%
22	2738,79	4320	63,40%	3675	5000	73,50%	46,60%
23	2310,27	4320	53,48%	3100	5000	62,00%	33,16%
24	2552,47	4320	59,09%	3425	5000	68,50%	40,47%
25	2533,84	4320	58,65%	3400	5000	68,00%	39,88%
26	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
			60,40%			70,02%	42,29%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 14, se observa a detalle los porcentajes de la eficiencia de la fabricación de paquetes de bolsas de plástico en la empresa, por medio del grafico de líneas, en las cuales se mantienen en un porcentaje que varían entre el 51,75% y el 70,73%, esto se debe a la variación del tiempo útil y disponible respectivamente expresado en minutos.

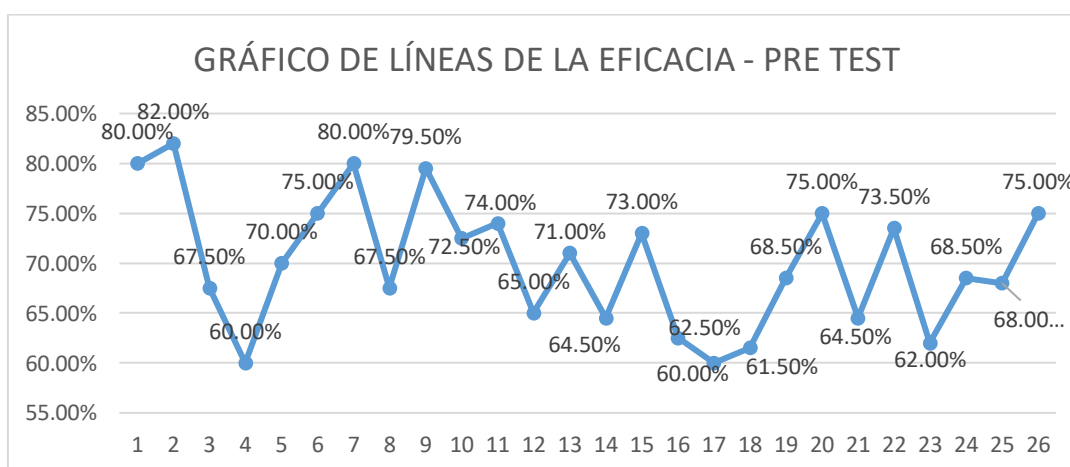
Figura 14. Gráfico de línea de la situación actual – Eficiencia



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la Figura 15, se observa a detalle los porcentajes de la eficacia de la fabricación de paquetes de bolsas de plástico en la empresa, por medio del grafico de líneas, en las cuales se mantienen en un porcentaje que varían entre el 60,00% y el 82,00%, esto se debe a la variación de la producción lograda y la producción planificada.

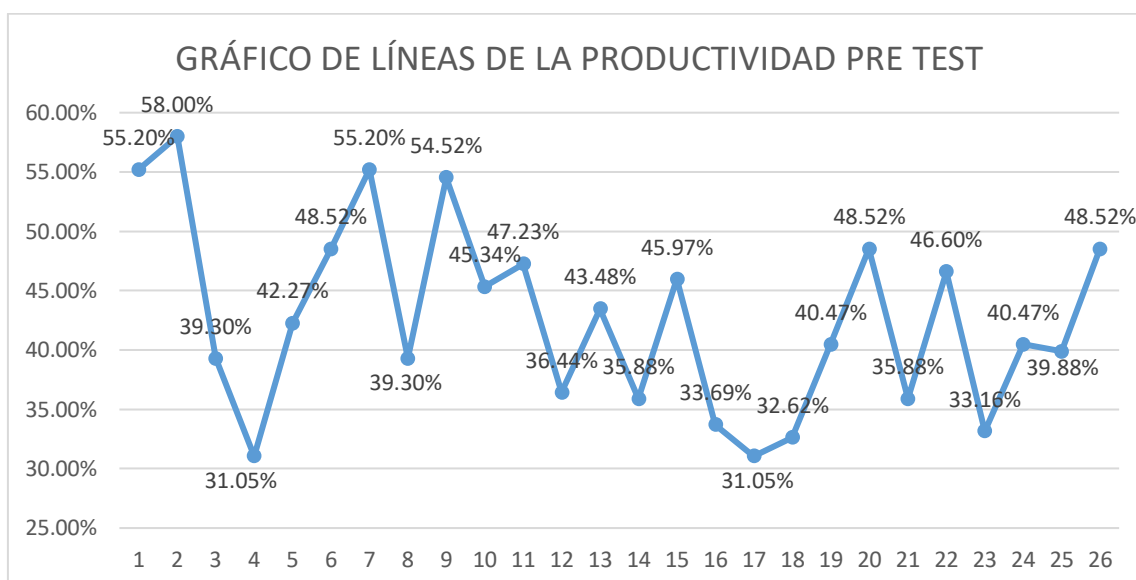
Figura 15. Gráfico de línea de la situación actual - Eficacia



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 16, se observa a detalle los porcentajes de la productividad de la fabricación de paquetes de bolsas de plástico en la empresa, por medio del gráfico de líneas, en las cuales se mantienen en un porcentaje que varían entre el 31,5% y el 58,00%, esto se debe a la variación de la eficiencia y eficacia respectivamente.

Figura 16. Gráfico de línea de la situación actual - Productividad



Fuente: Elaboración propia.

PROPUESTA

1) PLANIFICAR

- **Aplicar la técnica del por qué para determinar posibles soluciones**

Se detallará las posibles soluciones que van a contrarrestar a cada una de las causas con mayor influencia.

- **Presentar la propuesta de las soluciones para aprobación**

Se presentará al encargado del área para su posterior aprobación, caso contrario se optará por nuevas propuestas.

- **Aprobación de la propuesta**

Se recibirá la aprobación, en caso la propuesta de soluciones esté correcta.

- **Consolidar los recursos necesarios para la ejecución**

Se verificará que recursos son necesarios para la implementación de la propuesta en la empresa.

- **Capacitación de personal**

Se realizará una serie de capacitaciones para el personal del área de sellado con la finalidad de obtener resultados positivos.

2) HACER

- **Realizar las coordinaciones (recordatorio) correspondientes con el personal de planta para la ejecución de las actividades**

Se tendrá que mantener constante comunicación con el personal para que sean partícipes del cambio, a partir de la propuesta que se está realizando.

- **Realizar el plan de acción, en función de las soluciones propuestas**

Se pondrá en marcha cada una de las soluciones que se detallaron en el plan de acciones.

3) VERIFICAR

- **Acondicionamiento de lista de cotejos para la verificación de ejecución de actividades**

Se acondicionará cada una de las actividades, respecto a los cotejos, para poder perfeccionar la propuesta.

- **Realizar la inspección de actividades propuestas**

Se revisará con profundidad las actividades para ver qué grado de satisfacción se alcanzará con la propuesta.

4) ACTUAR

- **Acondicionamiento de fichas de observación para las actividades inspeccionadas**

Se acondicionará las fichas de observación para poder mejorar las observaciones que se van a tener a partir de las actividades inspeccionadas.

- **Visitas de comprobación**

Se visitará la planta de producción específicamente el área de sellado para comprobar los resultados y cambios que se dieron a partir de la propuesta de mejora continua.

ETAPA PLANIFICAR

Para poder dar solución a cada una de las causas más influyentes de la baja productividad del área se hará uso del diagrama del por qué, en el cual se especificará las causas raíz (ver figura 17, 18, 19, 20 y 21)

Figura 17. Causas Raíz - Inexperiencia

		Porque no cuentan charlas de capacitación	→	Porque nadie lo ha implementado
		¿Por qué?		
	↗			
INEXPERIENCIA	→	Porque no conocen el área en que se desempeñan	→	Porque contratan personal sin experiencia en el rubro
¿Por qué?	↘	¿Por qué?		
		Porque hay fallas y retrasos en la línea	→	Porque hay desconocimiento del proceso productivo
		¿Por qué?		

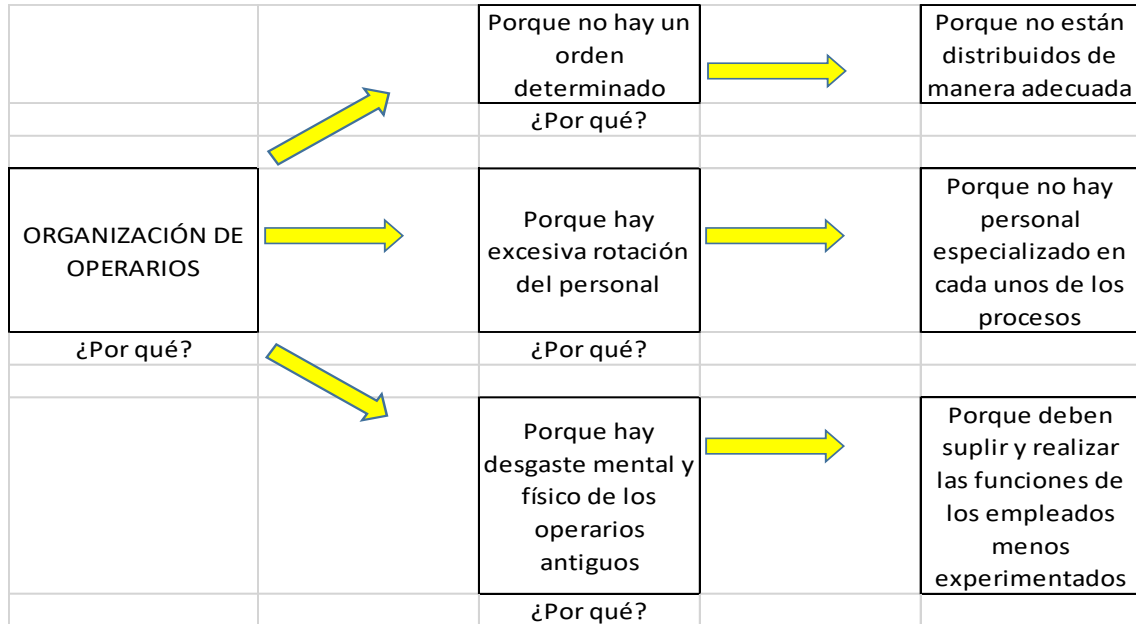
Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Causas Raíz - Estandarización de procesos

		Porque no cuenta con un formato establecido de trabajo estandarizado	→	Porque nadie lo ha implementado
		¿Por qué?		
	↗			
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	→	Porque hay falta de tiempos establecidos	→	Porque no hay una propuesta de Diagrama de análisis de procesos
¿Por qué?	↘	¿Por qué?		
		Porque hay demora en la línea	→	Porque no hay un seguimiento al proceso
		¿Por qué?		

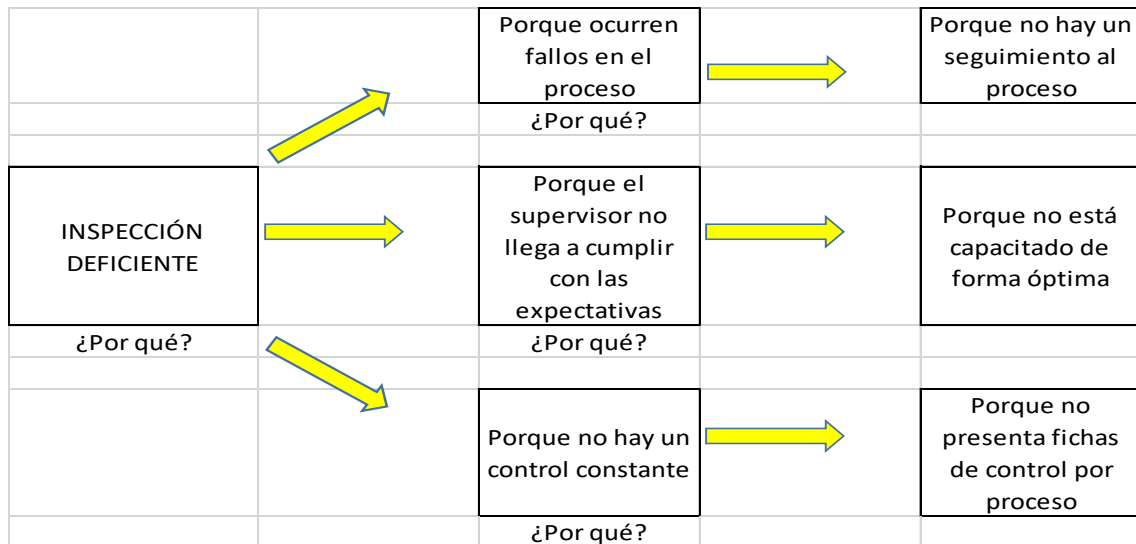
Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Causas Raíz - Organización de operarios



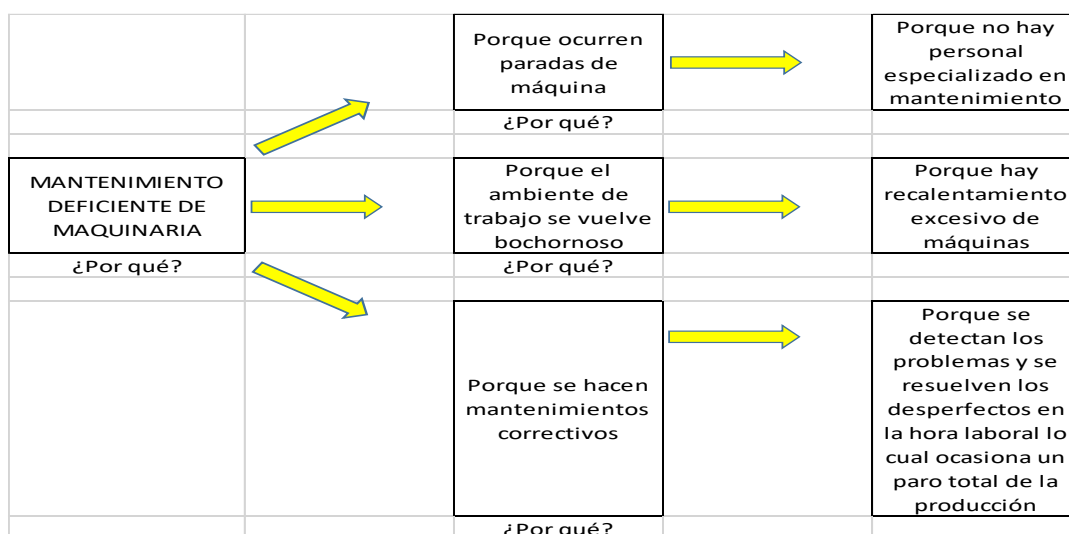
Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Causas Raíz – Inspección deficiente



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Mantenimiento deficiente de maquinaria



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, a partir de los diagramas generados se procede a plantear planes de acciones con los cuales se podrá dar solución a las causas existentes en la empresa. (ver tabla 13)

Tabla 13. Plan de acción

PLAN DE ACCIONES							
PROBLEMA	N°	CAUSA RAÍZ	ACCIONES	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?		COMENTARIO
					INICIO	FIN	
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	1	Porque no cuenta con un formato establecido de trabajo estandarizado	Crear un formato de trabajo estandarizado para el proceso	Sebastián Claudio Jara	-	-	Se creará un formato de trabajo estandarizado para que los operarios sigan cada uno de los pasos de forma adecuada
INEXPERIENCIA	2	Porque no cuentan charlas de capacitación	Crear cronograma de capacitaciones a realizar	Sebastián Claudio Jara	-	-	Se creará un cronograma para las capacitaciones
ORGANIZACIÓN DE OPERARIOS	3	Porque no hay un orden determinado	Asignar a los trabajadores a su área	Sebastián Claudio Jara	-	-	Se asignará a los trabajadores a un determinado área según sus habilidades
INSPECCIÓN DEFICIENTE	4	Porque ocurren fallos en el proceso	Corregir y preveer fallos en el proceso	Sebastián Claudio Jara	-	-	Se implementará fichas de control para el proceso
MANTENIMIENTO DEFICIENTE DE MAQUINARIA	5	Porque no hay personal especializado en mantenimiento	Capacitación al personal sobre el mantenimiento preventivo	Sebastián Claudio Jara	-	-	Se hará una capacitación del mantenimiento preventivo

Asimismo, se encontró una serie de deficiencias respecto al proceso productivo, los cuales se identificaron en el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP). (Ver figura 13)

- Retrasos en el proceso por falta de aprobación del proceso de Impresión (Arte)
- Errores y demoras en el empaquetado
- Retrasos en la entrega de producción
- Descalibración de máquina
- Recalentamiento de máquina
- Bobinas con pesos diferenciados
- Reportes de producción incompletos
- Búsqueda de fardos
- Descalibración de balanza

ETAPA HACER

Actividades previas al Pre Test

Actividades Propuestas	Actividades ejecutadas
Aplicación de la técnica del por qué	
Solicitar permiso para obtención de datos	
Elaboración del material informativo	
Sensibilización para el llenado de fichas de toma de datos	
Obtención de data Pre Test	

Como acción principal se establecerá el equipo de trabajo que va a aportar en el seguimiento de cada una de las actividades, siendo estas las reuniones, las capacitaciones y los entrenamientos, que será programado a través de un cronograma. En la tabla 14 se visualiza los roles que tienen cada uno de los integrantes del equipo de trabajo.

Tabla 14. Equipo de Trabajo

EQUIPO	ROL
Capacitador	Capacitación de trabajadores
	Dar información actualizada y didáctica
Jefe de área	Identificación de actividades del área
	Control de tiempos del área
Asistente de área	Verificación de asistencia de operarios
	Evaluación de operarios

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se presenta el cronograma de capacitaciones, con los diferentes temas a tocar que son de suma importancia para cada uno de los operarios del área.

Tabla 15. Cronograma de Capacitaciones

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES								
OBJETIVO								
AUMENTO DE LAS TÉCNICAS Y CAPACIDAD DE CADA UNO DE LOS OPERARIOS DEL ÁREA								
ACTIVIDADES	MES 1				MES 2			DIRIGIDO A
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	
Capacitación de las funciones del área de corte y sellado								OPERARIOS DEL ÁREA
Capacitación de operatividad de máquina								OPERARIOS DEL ÁREA
Capacitación de la correcta limpieza de máquinas								OPERARIOS DEL ÁREA
Capacitación de postura adecuada								OPERARIOS DEL ÁREA
Capacitación de clasificación de merma de tipo de bolsas								OPERARIOS DEL ÁREA
Capacitación de accidentes laborales en el área de corte y sellado								OPERARIOS DEL ÁREA
Capacitación de mantenimiento preventivo								OPERARIOS DEL ÁREA

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la tabla 16 se detalla el cronograma de entrenamiento para los operarios del área.

Tabla 16. Cronograma de Entrenamiento													
OBJETIVO													
AUMENTO DE LAS TÉCNICAS Y CAPACIDAD DE CADA UNO DE LOS OPERARIOS DEL ÁREA													
ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				DIRIGIDO A
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Manipulación de la máquina													OPERARIOS DEL ÁREA
Alineación de medida de bolsas													OPERARIOS DEL ÁREA
Colocación de bobinas													OPERARIOS DEL ÁREA
Cambio de teflon y cuchilla													OPERARIOS DEL ÁREA
Cambio de resorte													OPERARIOS DEL ÁREA
Cambio de fajas de la máquina													OPERARIOS DEL ÁREA
Empaquetado de bolsas													OPERARIOS DEL ÁREA
Verificación de resistencia de bolsas													OPERARIOS DEL ÁREA

Fuente: Elaboración propia.

El formato de trabajo estandarizado puede visualizarse en la tabla 17.

Tabla 17. Standard Work

TRABAJO ESTANDARIZADO: ÁREA DE CORTE Y SELLADO						
ACTIVIDAD: PROCESO DE CORTE Y SELLADO DE BOLSAS PLÁSTICAS						
PASO	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS A UTILIZAR	ACCIÓN	ESPECIFICACIONES DE EQUIPO	TIEMPO	PUNTOS CLAVE
1	Traslado de bobinas a la balanza	Carretilla	Colocación de bobina en la carretilla para trasladarla a la balanza	-	3 minutos	Tener cuidado en el momento de colocar la bobina en la carretilla para evitar que sufra daños
2	Pesado de bobina	Balanza	Colocación de bobina en la balanza para obtener el peso inicial	Unidad de medida (kg)	5 minutos	1. Limpieza previa de superficie de la balanza. 2. Calibración previa de balanza.
3	Traslado de bobina a selladora	Carretilla	Colocación de bobina en la carretilla para trasladarla a la máquina	-	1 minuto	Tener cuidado en el momento de colocar la bobina en la carretilla para evitar que sufra daños
4	Colocación de bobina en la selladora	Llave Allen	Acomodar bobina, colocación de coneras y ajustar con ayuda de la llave Allen.	Las coneras tienen la función de evitar movimiento alguno de la bobina	1 minuto	1. Colocar coneras de forma obligatoria para evitar movimientos. 2. Adecuado ajuste con la llave Allen.
5	Programación de máquina	-	Ajuste de máquina, alineación de medidas y verificación de estática	Especificación de temperatura, medidas y estática	8 minutos	Controlar la temperatura, puesto que si está a altas temperaturas malogra el resorte y las bolsas se <u>derretirán</u>
6	Corte y sellado	-	Iniciar el proceso de corte y sellar las bolsas de forma manual.	-	75 minutos	Tomar en cuenta que la estática esté funcionando correctamente caso contrario la caída de las bolsas no sería la correcta.
7	Verificación de resistencia del sello de las bolsas	-	Hacer el estiramiento de la bolsa para verificar si resiste el sello o no	-	10 minutos	Controlar que las bolsas no presenten ninguna mancha
8	Empaquetar las bolsas cada 10 unidades	-	Colocar 10 unidades en cada paquete	-	20 minutos	(1 paquete = 10 unidades de bolsas)

9	Colocar en fardos los paquetes de bolsas	-	Llenar los fardos con los 25 paquetes de bolsas correspondientes	-	6 minutos	(1 fardo = 25 paquetes de bolsas)
10	Sellado de fardos con cinta de embalaje	Cinta de embalaje	Embalar cada uno de los fardos que contienen 25 paquetes de bolsas	-	3 minutos	Embalar correctamente sin dejar ningún orificio
11	Traslado de fardo hacia la balanza	Carretilla	Trasladar el fardo a la balanza con ayuda de la carretilla	-	2 minutos	Tener cuidado en el momento de colocar el fardo en la carretilla para que este no sufra daños
12	Pesado de fardo final	Balanza	Adquirir el peso final del fardo	Unidad de medida (kg)	1 minuto	1. Limpieza previa de superficie de la balanza. 2. Calibración previa de balanza.
13	Registro de peso, producto y nombre de cliente	Plumón indeleble grueso	Escribir el nombre del cliente, el peso y el tipo de bolsa en el fardo.	-	1 minuto	Escribir con claridad

En esta etapa también es importante establecer una propuesta de mantenimiento preventivo, el cual debe seguir una serie de condiciones:

- Evaluación a todas las máquinas para poder verificar el estado de cada una de ellas (Vida útil).
- Establecer un plan de Mantenimiento (Trimestral).
- En los meses de alta demanda es factible hacer un mantenimiento preventivo mensual.
- Contar con stock de seguridad de repuestos críticos.

Asimismo, en la tabla 18, se muestran las posibles soluciones que van a contrarrestar las deficiencias encontradas en el proceso

Tabla 18. Posibles soluciones para las deficiencias del proceso

DEFICIENCIAS	PROPUESTA DE SOLUCIÓN
ERROR EN EL EMPAQUETADO	CRONOGRAMA DE ENTRENAMIENTO
BOBINAS CON PESOS DIFERENCIADOS	ELABORACIÓN DE REGISTROS
DESCALIBRACIÓN DE MÁQUINA	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
RETRASOS EN EL PROCESO POR FALTA DE APROBACIÓN (PROCESO DE IMPRESIÓN)	FORMATO DE TRABAJO ESTANDARIZADO
REPORTES DE PRODUCCIÓN INCOMPLETOS	ELABORACIÓN DE REGISTROS
RETRASOS EN LA ENTREGA DE PRODUCCIÓN POR RETIRO DE PERSONAL	PROGRAMACIÓN DE TRABAJO
DESCALIBRACIÓN DE BALANZA	CRONOGRAMA DE ENTRENAMIENTO
BÚSQUEDA DE FARDOS	DESIGNACIÓN DE LOS FARDOS AL LADO DE CADA UNA DE LAS MÁQUINAS
PARADA DE MÁQUINA POR RECALENTAMIENTO	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Registro llenado

REGISTRO DE CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y REUNIONES								
RAZÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTIVIDAD	N° TRABAJADORES				
Socla JAC	20508839651	Pte. Piedra	Manufactura	6				
CAPACITACIÓN <input checked="" type="checkbox"/>		ENTRENAMIENTO <input type="checkbox"/>		REUNIÓN <input type="checkbox"/>				
TEMA: SENSIBILIZACIÓN PARA OBTENCION DE DATOS								
FECHA	INICIO	FIN	EXPOSITOR		FIRMA			
03-07-2020	6:00pm	7:00 pm	CLAUDIO JARA, SEBASTIAN					
						CALIFICACIÓN		
APELLIDOS	NOMBRES	DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES	1	2	3
Quipe	Johany	75124116	Sellado				✓	
Zuleta	Daniel	74891322	Sellado			✓		
Salguero	Fabrizio	42624711	Sellado				✓	
J-AURENTE	DIEGO	76440813	Sellado				✓	
CASTRO	ERIC	72281320	SELLADO	ERIC CASTRO			✓	
Ansturnio	Ricardo	72481355	Sellado				✓	
1: BAJO								
2: INTERMEDIO								
3: ALTO								
RESPONSABLE DEL REGISTRO								
APELLIDOS Y NOMBRES			CARGO	FECHA	FIRMA			
Choquehuanca Ricardo Serrán			lefe de área	03-07-2020				

ETAPA ACTUAR

Estandarización

Se recomienda en esta etapa evaluar todas las acciones, y si se obtuvo un resultado positivo se recomienda tomar en cuenta la aplicación para las otras áreas y poder consolidar la estandarización de todo el proceso productivo.

Documentación

Se sugiere mantener la documentación actualizada para que sirva como registros para las futuras auditorías.

3.5.2.3. Costo propuesto de la propuesta de implementación

En la tabla 21, se detalla el costo de la propuesta, en la cual se ha considerado la inversión total de tangibles (capacitaciones, materiales e insumos, materiales de bioseguridad por COVID-19, entre otros) y la inversión total de intangibles (recursos humanos, ciclo de estudios, tiempo invertido y de servicios)

Cabe señalar que cada uno de los costos incluidos en la tabla 15 forman parte de la implementación del ciclo PHVA, la cual no se podrá dar dada la coyuntura y la negativa de la empresa respecto al acceso por las condiciones en las que se encuentra el país.

Tabla 21. Costo de propuesta

Aplicación del Ciclo PHVA					
TANGIBLES					
ACTIVIDADES	CANTIDAD	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
CAPACITACIONES					
Lapiceros	10	Und	S/ 0,50	S/ 5,00	
Tablero	1	Und	S/ 4,00	S/ 4,00	
Registro de asistencia	5	Und	S/ 0,20	S/ 1,00	
USB 64 GB	1	Und	S/ 40,00	S/ 40,00	
Laptop	1	Und	S/ 1.500,00	S/ 1.500,00	
MATERIALES E INSUMOS					
Cronómetro	1	Und	S/ 29,00	S/ 29,00	
MATERIALES DE BIOSEGURIDAD POR COVID-19					
Mascarilla	1	Und	S/ 5,00	S/ 5,00	
Alcohol	2	Und	S/ 9,00	S/ 18,00	
Careta facial	1	Und	S/ 15,00	S/ 15,00	
Traje de poliester anti covid-19	1	Und	S/ 50,00	S/ 50,00	
OTROS					
Proyector Multimedia	1	Und	S/ 400,00	S/ 400,00	
INVERSION TOTAL DE TANGIBLES				S/ 2.067,00	
INTANGIBLES					
Capacitador Especialista	1	-	S/ 2.000,00	S/ 2.000,00	
INVERSION TOTAL DE RECURSOS HUMANOS				S/ 2.000,00	
INVERSION DEL CICLO DE ESTUDIO	INVESTIGADOR	SEMESTRES		COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
		2		S/ 1.000,00	S/ 2.000,00
INVERSION TOTAL DE CICLO DE ESTUDIOS				S/ 2.000,00	
TIEMPO INVERTIDO	INVESTIGADOR	INVERSION		TOTAL	
		S/ 1.500,00		S/ 1.500,00	
INVERSION DE TIEMPO INVERTIDO				S/ 1.500,00	
COSTO		MESES		TOTAL	
SERVICIO DE INTERNET	S/ 120,00	9		S/ 1.080,00	
SERVICIO DE AGUA Y DESAGÜE	S/ 100,00	9		S/ 900,00	
SERVICIO DE SUMINISTRO DE ENERGIA	S/ 150,00	9		S/ 1.350,00	
INVERSIÓN DE SERVICIOS				S/ 3.330,00	
INVERSION TOTAL DE INTANGIBLES				S/ 8.830,00	
INVERSION TOTAL DE CICLO PHVA				S/ 10.897,00	

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Implementación de la propuesta

Por la situación adversa que está atravesando el país, siendo este un problema que compromete a todos sin distinción, la empresa decidió optar por pasar a un proceso de suspensión perfecta, ya que es fundamental salvaguardar el bienestar y la salud de cada uno de los integrantes que conforman el personal, por este motivo es que no se podrá aplicar la metodología en la empresa ni cada una de las actividades establecidas anteriormente en el cronograma de implementación, es por eso que se determinó simular la data del Post test con ayuda del programa Crystal Ball.

Crystal Ball como herramienta para simulación

Crystal Ball es un programa que forma parte de Excel, que consiste en examinar riesgos y pronosticar por medio de gráficos, con una utilidad sencilla cuyo objetivo es suprimir la incertidumbre en la toma de decisiones.

Al usar Crystal Ball se hace un trabajo con confianza, eficiencia y con precisión a la hora que se toma las decisiones, es fácil de aprender y usar, sin la necesidad de memorizar formatos para la creación de modelos debido a que este trabaja con hojas de cálculo.

Crystal Ball brinda resultados a través de una técnica conocida como simulación Monte Carlo, la cual pronostica la mayoría de resultados posibles para una determinada situación. Así como también le brinda un nivel de confianza, de tal manera que se podrá conocer la probabilidad de que cualquier evento específico sea efectivo.

En el presente trabajo lo que se quiere llegar a observar mediante la simulación es cómo se comportará la productividad y como saldrá en un resultado Post-Test.

La intención al utilizar este software es conocer cuál será el comportamiento de la productividad Post Test en una situación hipotética. Donde, los criterios serán definidos de acuerdo al modelamiento que se realice con el Crystal Ball.

Implementación de la propuesta para el cálculo de la productividad a partir del tiempo estándar (Simulador Oracle Crystal Ball)

1. Cálculo del tiempo estándar Post Test

Se requiere calcular el tiempo estándar propuesto para poder determinar la capacidad de producción y a partir de allí calcular la eficiencia. En vista de ello se procedió a hacer los cálculos con el simulador.

En la tabla se presenta los tiempos obtenidos (Mínimo, Valor más probable, máximo) por actividad a partir de la experiencia del operario.

Tabla 22. Valores a partir de la experiencia del operario

MIN	PROBABLE	MAX
4,80	5,65	6,50
8,50	10,00	11,50
4,00	5	6,00
70,00	75	80,00
9,00	10	11,00
19,00	20	21,00

Fuente: Elaboración propia.

2. Cálculo de la productividad Post Test

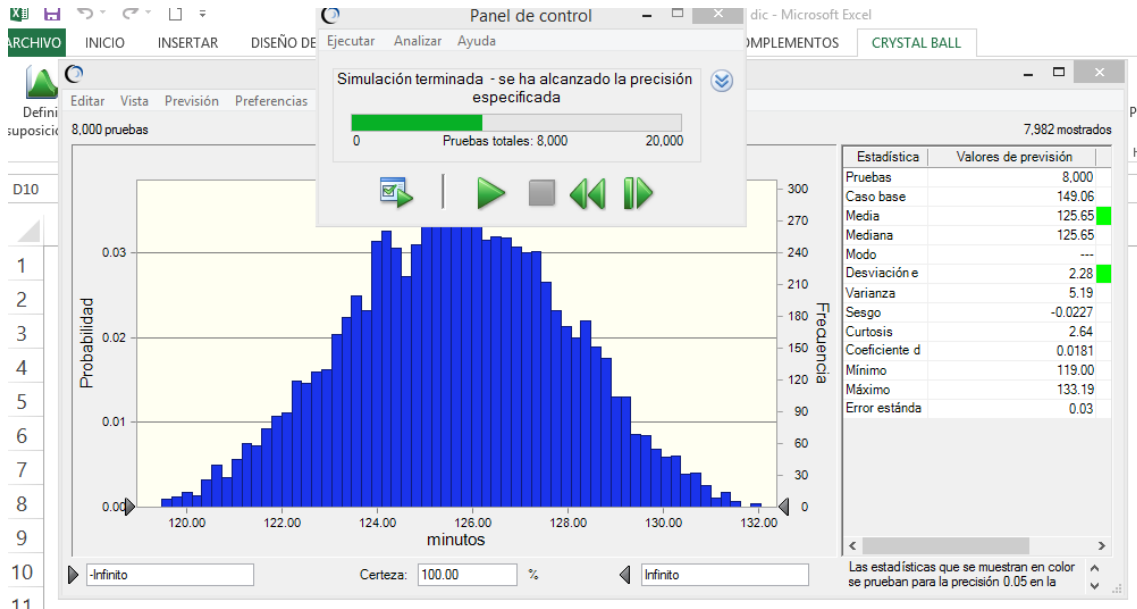
Para el cálculo de la productividad Post Test es necesario simular nuestros tiempos estándares por cada actividad para obtener un nuevo resultado de este.

Figura 22. Tiempo Estandar - Simulación

		ÁREA		Corte y Sellado								PROCESO	Corte y Sellado
		MÉTODO		PRE-TEST				POST-TEST				PRODUCTO	Bolsas plásticas de medida 140 lts.
		ELABORADO POR		Sebastián Claudio Jara									
ITEM	OPERACIÓN	TIPO DE	PROMEDIO DEL	WESTINGHOUSE				1+FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		1+SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
				H	E	CD	CS			C	V		
			0										0
1	Pesar bobina	Manual	6,00	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	6,48	0,05	0,07	1,12	7,25760
2	Programar máquina	Manual	10,00	0,03	0,02	0,00	0,01	1,06	10,60	0,05	0,07	1,12	11,87200
3	Colocar bobina en máquina	Manual	5,00	0,03	0,00	0,02	0,01	1,06	5,30	0,05	0,07	1,12	5,93600
4	Cortar y sellar	Manual	75,00	0,03	0,02	0,00	0,01	1,06	79,50	0,05	0,07	1,12	89,04000
5	Verificar que el sello resista	Manual	10,00	0,03	0,00	0,00	0,01	1,04	10,40	0,05	0,07	1,12	11,64800
6	Empaquetar cada 10 unidades	Manual	20,00	0,03	0,00	0,00	0,01	1,04	20,80	0,05	0,07	1,12	23,29600
												149,0496	

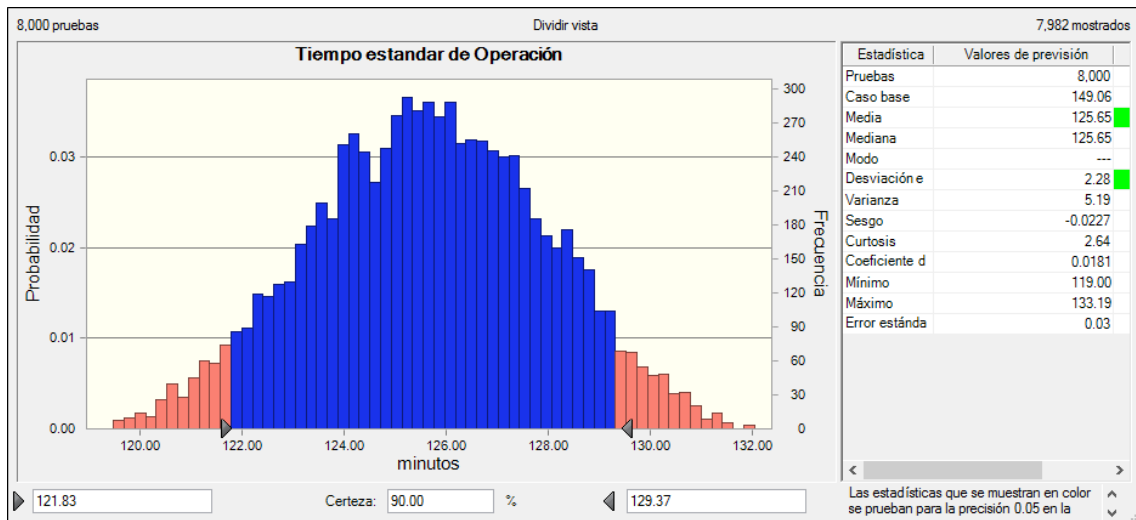
La precisión del 95 % en la simulación se alcanza en una corrida de 8000 veces, no es necesario simular a 20 000 veces.

Figura 23. La precisión del 95 % en la simulación



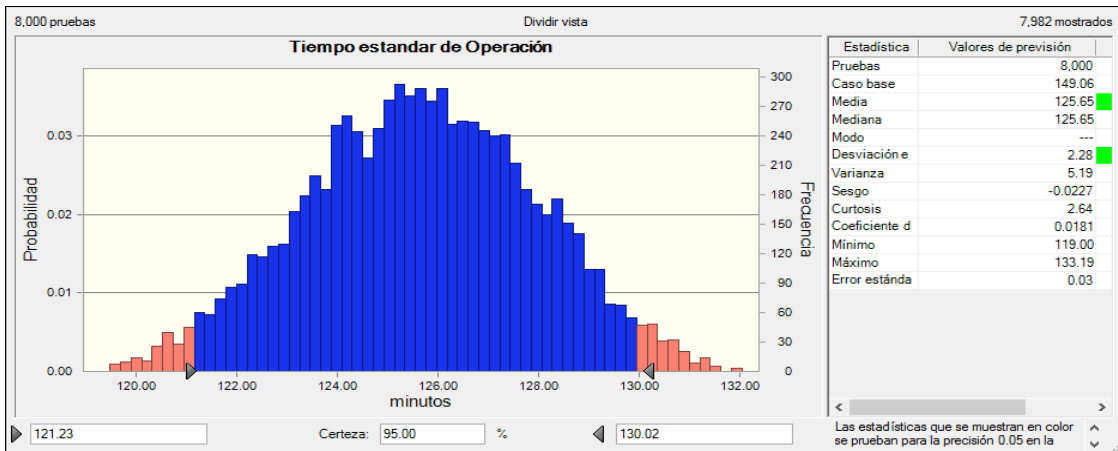
Fuente: Oracle Crystal Ball.

Figura 24. Intervalos del tiempo estándar al 90% de intervalo de confianza.



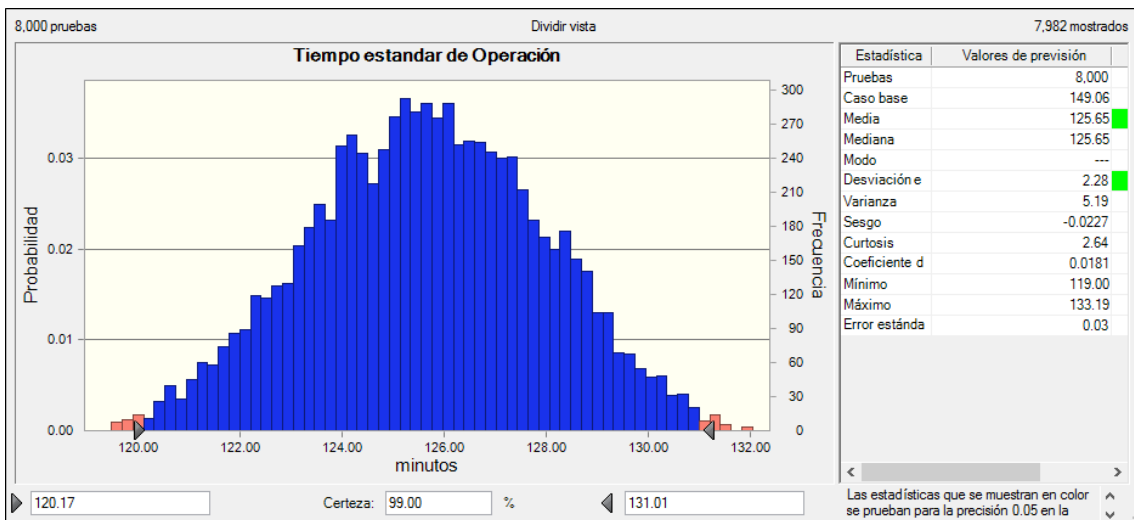
Fuente: Oracle Crystal Ball.

Figura 25. Cálculo del tiempo estándar de operación al 95% de intervalo de confianza



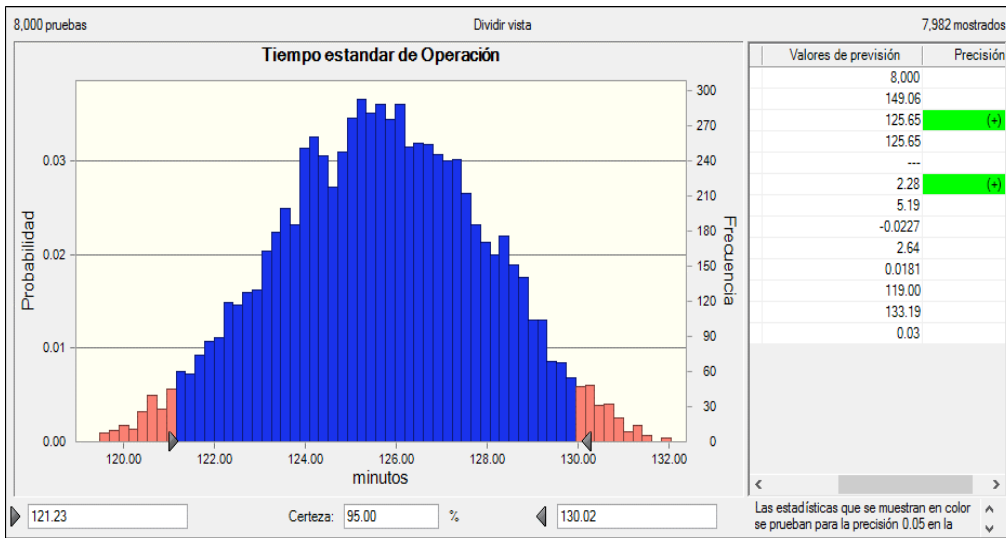
Fuente: Oracle Crystal Ball.

Figura 26. Cálculo del tiempo estándar de operación al 99% de intervalo de confianza



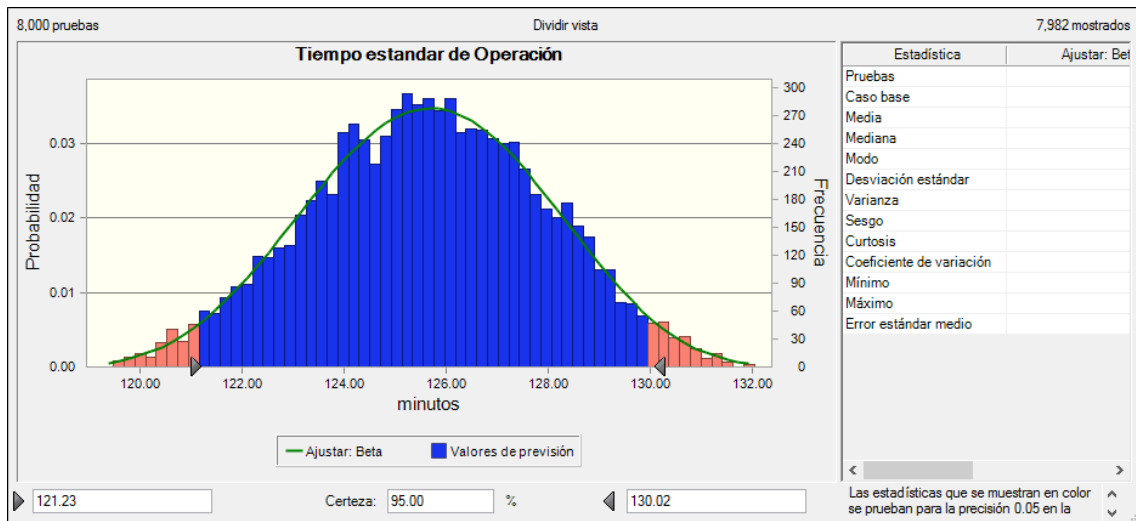
Fuente: Oracle Crystal Ball.

Figura 27. Corrida de simulación 8000 veces



Fuente: Oracle Crystal Ball.

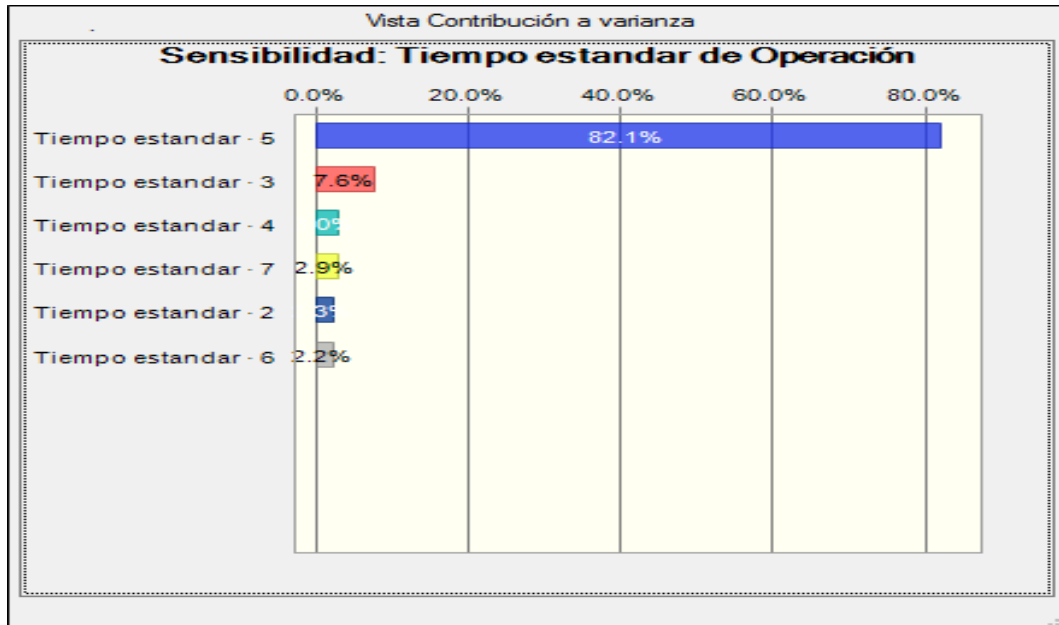
Figura 28. Distribución Beta del tiempo estándar de la Operación Post test



Fuente: Oracle Crystal Ball.

En el Análisis de sensibilidad, la actividad que contribuye (afecta) más al tiempo estándar de la Operación que se trata de reducir o controlar es la actividad Verificar el sello que resista (actividad 5), este mismo es el cuello de botella en este estudio.

Figura 29. Análisis de sensibilidad



Fuente: Oracle Crystal Ball.

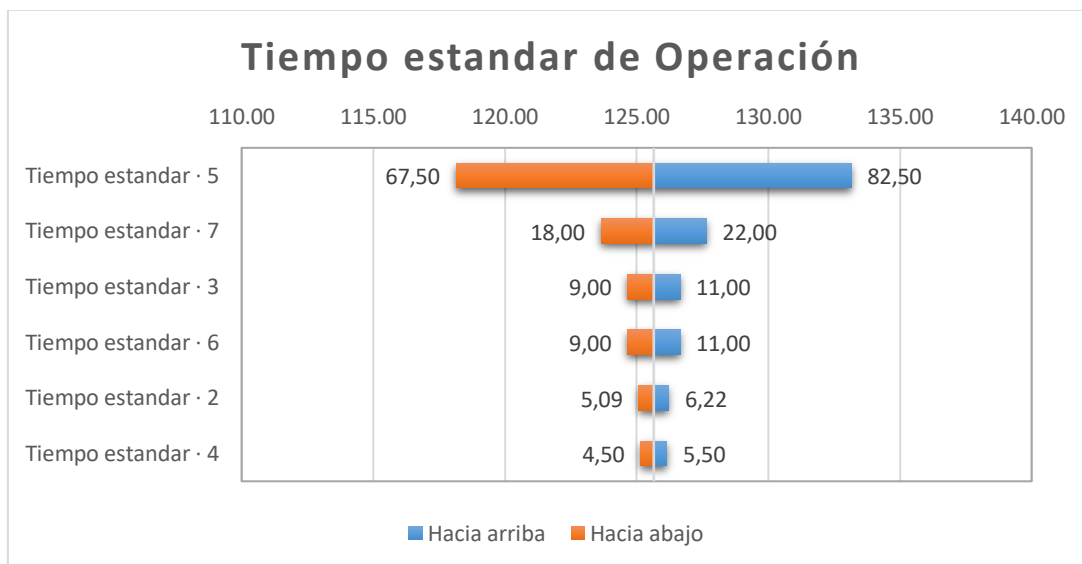
Figura 30. Estadísticas de simulación del tiempo estándar Post Test

Previsión: Tiempo estándar de Operación			
8,000 pruebas Vista de estadísticas Hoja 1 D10			
Estadística	Valores de previsión	Precisión	
Pruebas	8,000		
Caso base	149.06		
Media	125.65	(+) 0.05	
Mediana	125.65	0.07	
Modo	---		
Desviación estándar	2.28	(+) 0.03	
Varianza	5.19		
Sesgo	-0.0227		
Curtosis	2.64		
Coficiente de variación	0.0181		
Mínimo	119.00		
Máximo	133.19		
Error estándar medio	0.03		

Fuente: Oracle Crystal Ball.

En el Análisis Tornado del Tiempo estándar de Operación se observa que es el tiempo estándar de la actividad 5 (Verificar que el sello resista) la que aporta en el tiempo estándar del proceso, por tanto, es el cuello de botella a mejorar el proceso.

Figura 31. Análisis Tornado del Tiempo estándar de Operación



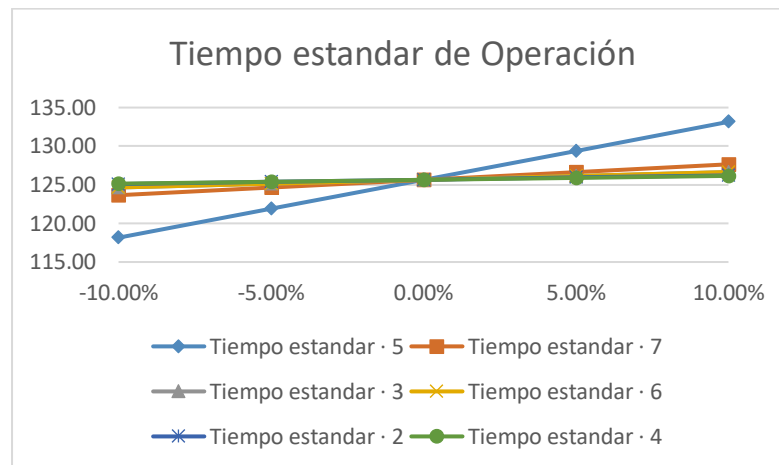
Fuente: Oracle Crystal Ball.

El Gráfico Spider (Araña) sirve para observar aquellas actividades que contribuyen (con pendiente positiva) o negativamente en el objetivo de la simulación (tiempo estándar de la Operación en la planta)

Se observa, que el tiempo estándar de la operación 5 es la que tiene pendiente positiva y contribuye a que el tiempo estándar de la operación sea grande.

Si el objetivo de la simulación es modelar experimentalmente en la computadora, se puede concluir entonces que se debe concentrar esfuerzos especiales en la actividad que afecta mayormente en el tiempo estándar. El estudio Post Test con el simulador Crystal Ball nos ha permitido encontrar el mejor tiempo estándar y para nada se ha afectado los recursos en la empresa y podemos finalmente determinar el nuevo tiempo estándar Post test.

Figura 32. Gráfico Spider

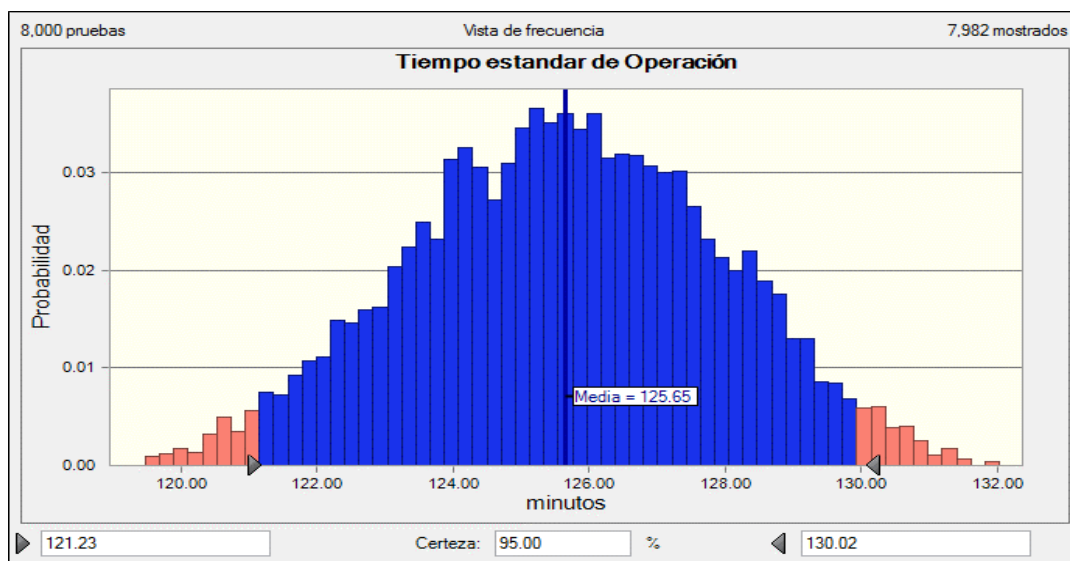


Fuente: Oracle Crystal Ball.

Finalmente, se puede afirmar que simulando 8000 veces los tiempos estándares de las seis actividades en la empresa, encontramos un Tiempo Estándar Post Test de 125.65 minutos y, además, concluir con un 95% de confianza que el tiempo simulado tiene un intervalo de 121,23 a 130,02 minutos.

La distribución de probabilidades que aporta el programa Crystal Ball, permite evaluar que cuando se realicen las operaciones correctivas especialmente en la actividad de Verificar que el sello resista (5) se logrará alcanzar el tiempo estándar post test entre 121 y 130 minutos aproximadamente.

Figura 33. Vista de frecuencia Tiempo estándar



Fuente: Oracle Crystal Ball.

En este caso será necesario simular la data de la eficacia para obtener la eficiencia y productividad respectivamente.

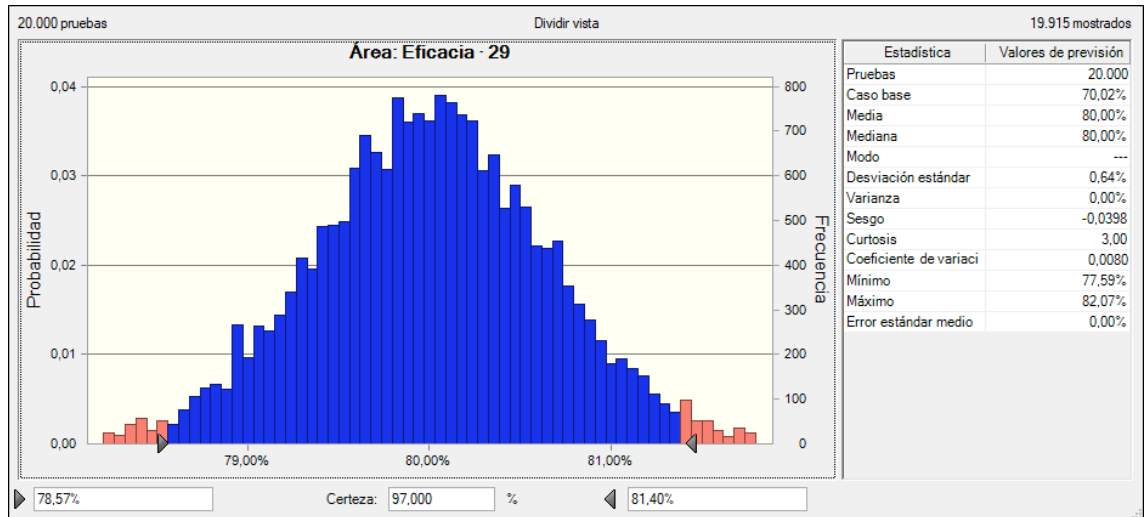
Tabla 23. Proceso de simulación data Eficacia (Pre Test)

FICHA DE REGISTRO DE LA PRODUCTIVIDAD							
DATOS GENERALES							
Elaborado por:		Sebastián Claudio Jara				Área:	Corte y Sellado
Observación	Tiempo Real	Tiempo Programado (min)	Eficiencia	Producción lograda	Producción planificada	Eficacia	Productividad
0						0	0
1	2980,99	4320	69,00%	4000	5000	80,00%	55,20%
2	3055,52	4320	70,73%	4100	5000	82,00%	58,00%
3	2515,21	4320	58,22%	3375	5000	67,50%	39,30%
4	2235,74	4320	51,75%	3000	5000	60,00%	31,05%
5	2608,37	4320	60,38%	3500	5000	70,00%	42,27%
6	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
7	2980,99	4320	69,00%	4000	5000	80,00%	55,20%
8	2515,21	4320	58,22%	3375	5000	67,50%	39,30%
9	2962,36	4320	68,57%	3975	5000	79,50%	54,52%
10	2701,52	4320	62,54%	3625	5000	72,50%	45,34%
11	2757,42	4320	63,83%	3700	5000	74,00%	47,23%
12	2422,06	4320	56,07%	3250	5000	65,00%	36,44%
13	2645,63	4320	61,24%	3550	5000	71,00%	43,48%
14	2403,42	4320	55,63%	3225	5000	64,50%	35,88%
15	2720,16	4320	62,97%	3650	5000	73,00%	45,97%
16	2328,90	4320	53,91%	3125	5000	62,50%	33,69%
17	2235,74	4320	51,75%	3000	5000	60,00%	31,05%
18	2291,64	4320	53,05%	3075	5000	61,50%	32,62%
19	2552,47	4320	59,09%	3425	5000	68,50%	40,47%
20	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
21	2403,42	4320	55,63%	3225	5000	64,50%	35,88%
22	2738,79	4320	63,40%	3675	5000	73,50%	46,60%
23	2310,27	4320	53,48%	3100	5000	62,00%	33,16%
24	2552,47	4320	59,09%	3425	5000	68,50%	40,47%
25	2533,84	4320	58,65%	3400	5000	68,00%	39,88%
26	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
			60,40%			70,02%	42,64%

Fuente: Elaboración propia.

Se inicia el proceso de simulación para así obtener los resultados de la eficacia Post Test.

Figura 34. Simulación Eficacia Post Test



Fuente: Crystal Ball.

En el anterior grafico después de 20,000 pruebas de simulación se puede decir que la eficacia Post Test va de 78,47% a 81,40% con una certeza del 97 %, se puede decir que hubo una posible mejora de 70,02% a 80,00%, este resultado de Post Test se observa en la media.

Figura 35. Verificación de la media de la Eficacia Post Test

Estadística	Valores de previsión
Pruebas	20.000
Caso base	70,02%
Media	80,00%
Mediana	80,00%
Modo	---
Desviación estándar	0,64%
Varianza	0,00%
Sesgo	-0,0398
Curtosis	3,00
Coefficiente de variaci	0,0080
Mínimo	77,59%
Máximo	82,07%
Error estándar medio	0,00%

Fuente: Crystal Ball.

Por lo tanto, la eficacia en el Pre Test era de 70,02% y ahora con la simulación probada 20,000 veces se puede decir que el Post Test es de 80,00%.

Al obtener todos los datos de las 20,000 corridas que se programó en el Crystal Ball, en Bandejas de Gráficos, se podrán observar los resultados de la eficacia y se toma en cuenta que al trabajar con una distribución triangular se obtendrán valores mínimos y máximos. Estos datos estarán reflejados para los 26 días de evaluación que se consideraron.

Figura 36. Resultado de la bandeja de gráfico (Eficacia)

Bandejas de gráficos	Área: Eficacia · 29			Área: Eficacia · 10			Área: Eficacia · 11			Área: Eficacia · 12
	Mínimo	Máximo	Frecuencia	Mínimo	Máximo	Frecuencia	Mínimo	Máximo	Frecuencia	Mínimo
1	77,59%	77,68%	8	72,03%	72,35%	18	72,07%	72,38%	23	72,07%
2	77,68%	77,77%	0	72,35%	72,66%	51	72,38%	72,70%	55	72,39%
3	77,77%	77,86%	0	72,66%	72,98%	84	72,70%	73,02%	84	72,70%
4	77,86%	77,95%	4	72,98%	73,30%	107	73,02%	73,34%	117	73,02%
5	77,95%	78,04%	8	73,30%	73,61%	150	73,34%	73,66%	150	73,34%
6	78,04%	78,13%	6	73,61%	73,93%	174	73,66%	73,97%	181	73,66%
7	78,13%	78,21%	35	73,93%	74,25%	205	73,97%	74,29%	209	73,97%
8	78,21%	78,30%	34	74,25%	74,56%	237	74,29%	74,61%	244	74,29%
9	78,30%	78,39%	64	74,56%	74,88%	274	74,61%	74,93%	272	74,61%
10	78,39%	78,48%	60	74,88%	75,20%	298	74,93%	75,24%	310	74,93%
45	81,53%	81,62%	52	85,96%	86,27%	186	86,05%	86,37%	181	86,03%
46	81,62%	81,71%	26	86,27%	86,59%	160	86,37%	86,68%	145	86,35%
47	81,71%	81,80%	50	86,59%	86,91%	117	86,68%	87,00%	117	86,67%
48	81,80%	81,89%	12	86,91%	87,22%	96	87,00%	87,32%	83	86,99%
49	81,89%	81,98%	8	87,22%	87,54%	62	87,32%	87,64%	49	87,30%
50	81,98%	82,07%	8	87,54%	87,86%	32	87,64%	87,95%	22	87,62%
	79,78%	79,87%		79,79%	80,10%		79,85%	80,17%		79,84%

Fuente: Excel 2016.

Al tener el promedio mínimo y máximo de cada eficacia, se pudo calcular la data Post Test, a partir de las medias simuladas obtenidas.

Tabla 24. Eficacia (Post Test)

	MÍNIMO	MÁXIMO	EFICACIA POST TEST
1	79,83%	80,15%	79,99%
2	79,87%	80,18%	80,02%
3	79,85%	80,17%	80,01%
4	79,87%	80,18%	80,02%
5	79,84%	80,16%	80,00%

6	79,87%	80,18%	80,03%
7	79,83%	80,15%	79,99%
8	79,79%	80,10%	79,94%
9	79,85%	80,17%	80,01%
10	79,84%	80,16%	80,00%
11	79,84%	80,16%	80,00%
12	79,84%	80,16%	80,00%
13	79,84%	80,16%	80,00%
14	79,79%	80,11%	79,95%
15	79,81%	80,13%	79,97%
16	79,89%	80,21%	80,05%
17	79,81%	80,13%	79,97%
18	79,86%	80,18%	80,02%
19	79,82%	80,14%	79,98%
20	79,87%	80,19%	80,03%
21	79,82%	80,14%	79,98%
22	79,85%	80,16%	80,01%
23	79,85%	80,17%	80,01%
24	79,83%	80,15%	79,99%
25	79,87%	80,18%	80,03%
26	79,86%	80,18%	80,02%
	79,84%	80,16%	80,00%

El promedio de la eficacia Post Test, a partir de la simulación de la data Pre Test es de 80,00%.

A partir de la data Post de la eficacia, se procede a calcular la eficiencia ya que la producción lograda multiplicado con el tiempo estándar me da el tiempo real, lo cual dividido con el tiempo programado da el valor de la eficiencia, teniendo así los dos valores para obtener el valor final de productividad.

Se procede a calcular la capacidad instalada con el nuevo tiempo estándar

Tabla 25. Cálculo de la Capacidad instalada Post Test

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA			
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C/TRAB (min)	TIEMPO ESTÁNDAR	CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA
6	720	125,65	34 bobinas

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la producción programada se considera el factor valoración de un 85 % debido a los paros repentinos de máquina, inasistencias, entre otros factores.

Tabla 26. Producción programada Post Test

PRODUCCIÓN PROGRAMADA POR DÍA		
CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA	FACTOR VALORACIÓN	PRODUCCIÓN PROGRAMADA
34	85%	29 bobinas

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se determina la cantidad de paquetes que se producen a partir de una bobina, este valor viene a ser la nueva producción programada

Tabla 27. Total de Producción programada Post Test

1 bobina	200 paquetes
29 bobinas	5800 paquetes

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Cálculo de la productividad (Post Test)

EFICIENCIA POST TEST			EFICACIA POST TEST			PRODUCTIVIDAD
2914,78218	4320	67,47%	4640	5800	79,99%	53,97%
2915,96969	4320	67,50%	4641	5800	80,02%	54,02%
2915,43848	4320	67,49%	4641	5800	80,01%	54,00%
2915,98084	4320	67,50%	4641	5800	80,02%	54,02%
2915,09181	4320	67,48%	4640	5800	80,00%	53,98%
2916,01437	4320	67,50%	4641	5800	80,03%	54,02%
2914,66168	4320	67,47%	4639	5800	79,99%	53,97%
2913,0222	4320	67,43%	4637	5800	79,94%	53,91%
2915,46634	4320	67,49%	4641	5800	80,01%	54,00%
2915,21146	4320	67,48%	4640	5800	80,00%	53,99%
2914,99689	4320	67,48%	4640	5800	80,00%	53,98%
2914,95479	4320	67,48%	4640	5800	80,00%	53,98%
2915,13104	4320	67,48%	4640	5800	80,00%	53,98%
2913,16369	4320	67,43%	4637	5800	79,95%	53,91%
2913,99788	4320	67,45%	4638	5800	79,97%	53,94%
2916,93381	4320	67,52%	4643	5800	80,05%	54,05%
2913,9313	4320	67,45%	4638	5800	79,97%	53,94%
2915,69611	4320	67,49%	4641	5800	80,02%	54,01%
2914,31631	4320	67,46%	4639	5800	79,98%	53,95%
2916,20831	4320	67,50%	4642	5800	80,03%	54,02%
2914,23692	4320	67,46%	4639	5800	79,98%	53,95%
2915,26367	4320	67,48%	4640	5800	80,01%	53,99%
2915,42736	4320	67,49%	4641	5800	80,01%	54,00%
2914,78966	4320	67,47%	4640	5800	79,99%	53,97%
2916,00118	4320	67,50%	4641	5800	80,03%	54,02%
2915,90531	4320	67,50%	4641	5800	80,02%	54,01%
						53,98%

Fuente: Elaboración propia

El promedio de la productividad, a partir del producto entre la eficacia y eficiencia Post Test, en porcentaje se tendría un promedio del 53,20%. Asimismo, es importante precisar que el tiempo estándar Post Test 125,65 minutos en este caso es por una bobina, pero el estudio requiere del análisis por paquetes es por ello que al valor se le divide por 200 ya que es la cantidad de paquetes que salen de una bobina, por lo cual el valor sería 0,62825 min/paquete.

1. En base a los cálculos obtenidos, se ha identificado el modelo matemático que permite la simulación de la data que es la distribución Beta.

En la siguiente figura se expresará las fórmulas correspondientes.

Figura 37. Fórmulas de la Distribución Beta

$$f(x) = \frac{(x)^{(\alpha-1)}(1-x)^{(\beta-1)}}{\left[\frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta)} \right]} \quad \text{para } \alpha > 0; \beta > 0; x > 0$$

$$\text{Media} = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$$

$$\text{Desviación estándar} = \sqrt{\frac{\alpha\beta}{(\alpha + \beta)^2(1 + \alpha + \beta)}}$$

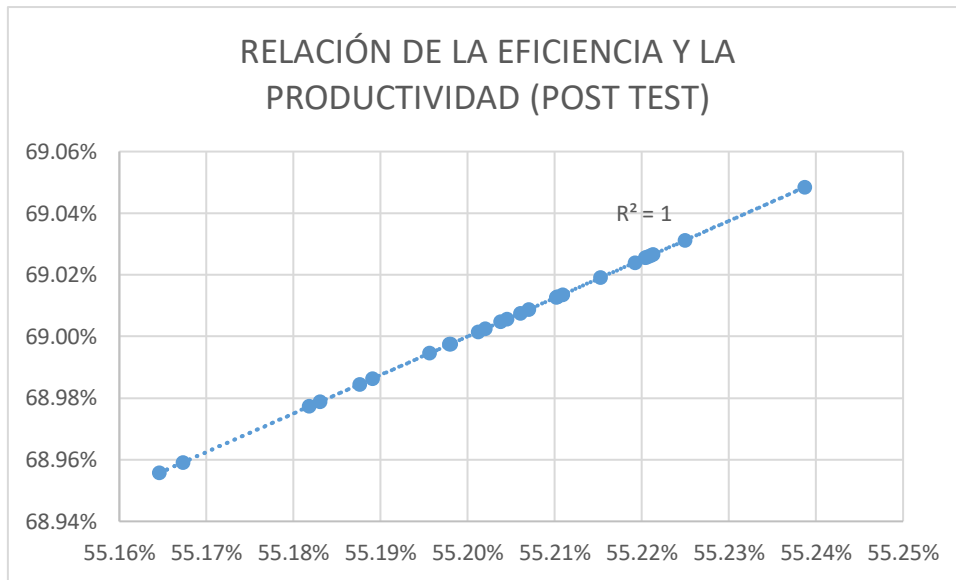
$$\text{Asimetría} = \frac{2(\beta - \alpha)\sqrt{1 + \alpha + \beta}}{(2 + \alpha + \beta)\sqrt{\alpha\beta}}$$

$$\text{Exceso de curtosis} = \frac{3(\alpha + \beta + 1)[\alpha\beta(\alpha + \beta - 6) + 2(\alpha + \beta)^2]}{\alpha\beta(\alpha + \beta + 2)(\alpha + \beta + 3)} - 3$$

Fuente: Libro de simulador de riesgo.

2. Por último, se utiliza el diagrama de dispersión ya que el valor numérico del r^2 mientras más cercano sea a la unidad más relación habrá entre variables, en este caso se observa que las variables eficiencia y productividad tiene una relación de 1.

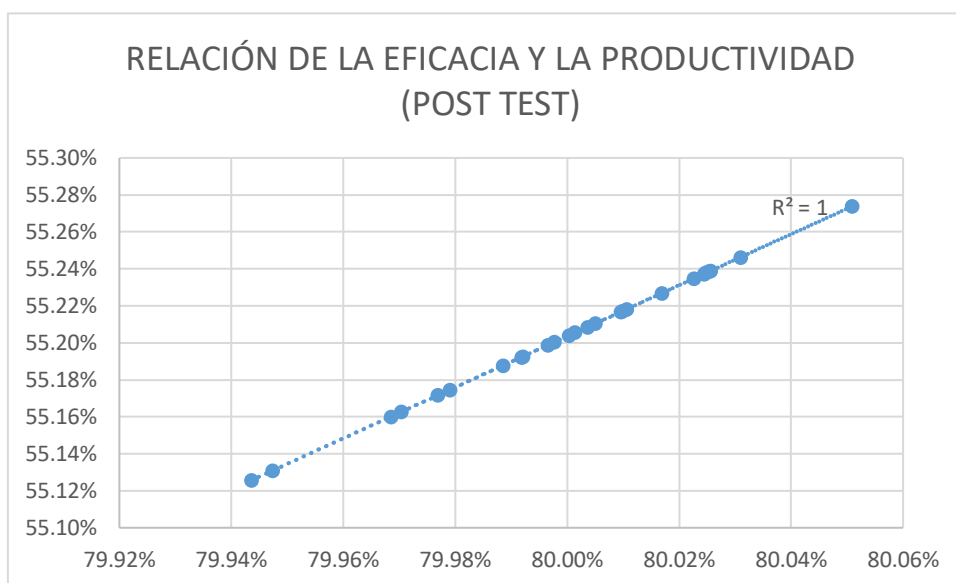
Figura 38. Relación Eficiencia - Productividad (Post Test)



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto, a la siguiente grafica se puede observar que la eficacia y la productividad tienen una relación de 1.

Figura 39. Relación Eficacia – Productividad (Post Test)



Fuente: Elaboración propia.

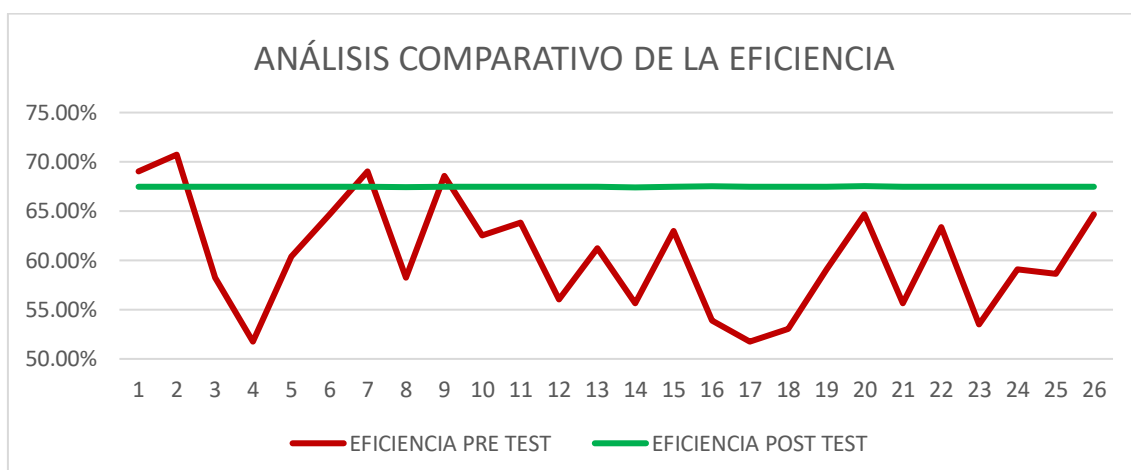
Análisis comparativo

Tabla 29. Comparación de la eficiencia Pre y Post Test

DÍA	EFICIENCIA PRE TEST	EFICIENCIA POST TEST
1	69,00%	67,47%
2	70,73%	67,50%
3	58,22%	67,49%
4	51,75%	67,50%
5	60,38%	67,48%
6	64,69%	67,50%
7	69,00%	67,47%
8	58,22%	67,43%
9	68,57%	67,49%
10	62,54%	67,48%
11	63,83%	67,48%
12	56,07%	67,48%
13	61,24%	67,48%
14	55,63%	67,43%
15	62,97%	67,45%
16	53,91%	67,52%
17	51,75%	67,45%
18	53,05%	67,49%
19	59,09%	67,46%
20	64,69%	67,50%
21	55,63%	67,46%
22	63,40%	67,48%
23	53,48%	67,49%
24	59,09%	67,47%
25	58,65%	67,50%
26	64,69%	67,50%
	60,40%	67,48%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40. Gráfica de la eficiencia Pre y Post Test



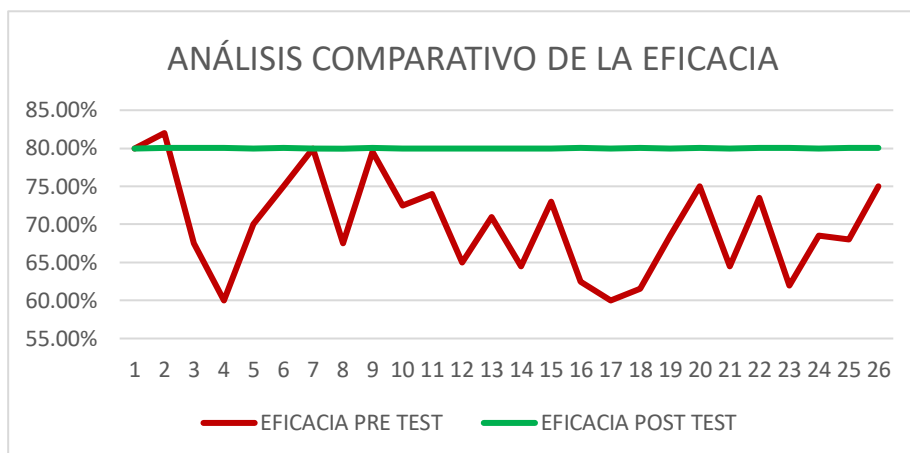
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Comparación de la eficacia Pre y Post Test

DÍA	EFICACIA PRE TEST	EFICACIA POST TEST
1	80,00%	79,99%
2	82,00%	80,02%
3	67,50%	80,01%
4	60,00%	80,02%
5	70,00%	80,00%
6	75,00%	80,03%
7	80,00%	79,99%
8	67,50%	79,94%
9	79,50%	80,01%
10	72,50%	80,00%
11	74,00%	80,00%
12	65,00%	80,00%
13	71,00%	80,00%
14	64,50%	79,95%
15	73,00%	79,97%
16	62,50%	80,05%
17	60,00%	79,97%
18	61,50%	80,02%
19	68,50%	79,98%
20	75,00%	80,03%
21	64,50%	79,98%
22	73,50%	80,01%
23	62,00%	80,01%
24	68,50%	79,99%
25	68,00%	80,03%
26	75,00%	80,02%
Promedio	70,02%	80,00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. Gráfica de la eficacia Pre y Post Test



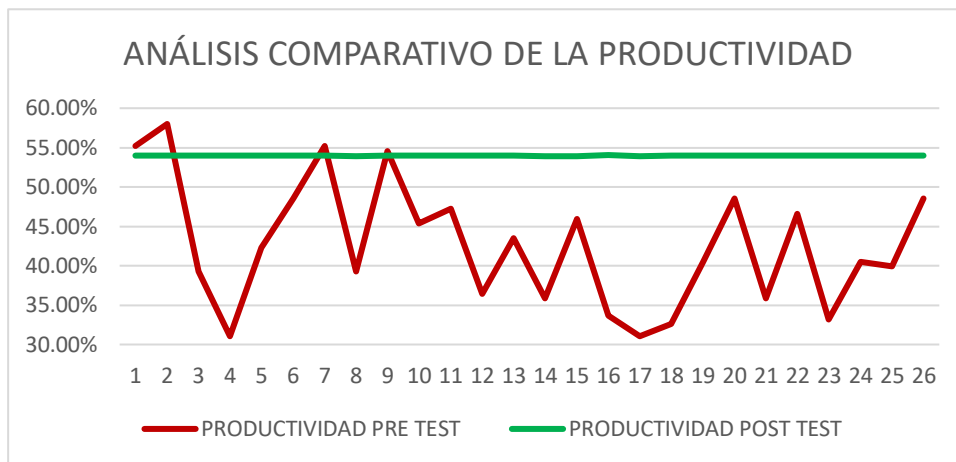
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Comparación de la productividad Pre y Post Test

DÍA	PRODUCTIVIDAD PRE TEST	PRODUCTIVIDAD POST TEST
1	55,20%	53,97%
2	58,00%	54,02%
3	39,30%	54,00%
4	31,05%	54,02%
5	42,27%	53,98%
6	48,52%	54,02%
7	55,20%	53,97%
8	39,30%	53,91%
9	54,52%	54,00%
10	45,34%	53,99%
11	47,23%	53,98%
12	36,44%	53,98%
13	43,48%	53,98%
14	35,88%	53,91%
15	45,97%	53,94%
16	33,69%	54,05%
17	31,05%	53,94%
18	32,62%	54,01%
19	40,47%	53,95%
20	48,52%	54,02%
21	35,88%	53,95%
22	46,60%	53,99%
23	33,16%	54,00%
24	40,47%	53,97%
25	39,88%	54,02%
26	48,52%	54,01%
	42,64%	53,98%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Gráfica de la productividad Pre y Post Test



Fuente: Elaboración propia.

Análisis económico financiero

El análisis económico financiero permitirá evaluar y comprender la situación financiera de la empresa con la influencia del ciclo PHVA. Este análisis permitirá observar que tan comprometido puede estar la gerencia de la empresa con respecto a la influencia que puede generar el ciclo PHVA, por lo que se tendrá una evaluación de ciertos requerimientos para poder establecer la relación beneficio costo y de la misma manera poder saber lo viable que puede ser el proyecto. Cabe resaltar que cada uno de los elementos mencionados en la tabla 34 hubieran sido parte de la aplicación, pero igual se mencionan al ser una propuesta.

Tabla 32. Costo de implementación

Aplicación del Ciclo PHVA				
TANGIBLES				
ACTIVIDADES	CANTIDAD	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CAPACITACIONES				
Lapiceros	10	Und	S/ 0,50	S/ 5,00
Tablero	1	Und	S/ 4,00	S/ 4,00
Registro de asistencia	5	Und	S/ 0,20	S/ 1,00
USB 64 GB	1	Und	S/ 40,00	S/ 40,00
MATERIALES E INSUMOS				
Cronómetro	1	Und	S/ 29,00	S/ 29,00
MATERIALES DE BIOSEGURIDAD POR COVID-19				
Mascarilla	1	Und	S/ 5,00	S/ 5,00
Alcohol	2	Und	S/ 9,00	S/ 18,00
Careta facial	1	Und	S/ 15,00	S/ 15,00
Traje de poliéster anti covid-19	1	Und	S/ 50,00	S/ 50,00
OTROS				
Proyector Multimedia	1	Und	S/ 300,00	S/ 300,00
INVERSION TOTAL DE TANGIBLES				S/ 467,00
INTANGIBLES				
Capacitador Especialista	1	-	S/ 2.000,00	S/ 2.000,00
Capacitación de operarios	6	Sueldo / Hr	S/ 32,05	S/ 384,62
INVERSION TOTAL DE RECURSOS HUMANOS				S/ 2.384,62
INVERSION DEL CICLO DE ESTUDIO	INVESTIGADOR	SEMESTRES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
		2	S/ 1.000,00	S/ 2.000,00
INVERSION TOTAL DE CICLO DE ESTUDIOS				S/ 2.000,00
TIEMPO INVERTIDO	INVESTIGADOR	INVERSION		TOTAL
		S/	1.000,00	S/ 1.000,00
INVERSION DE TIEMPO INVERTIDO				S/ 1.000,00
	COSTO	MESES		TOTAL
SERVICIO DE INTERNET	S/ 80,00	9		S/ 720,00
SERVICIO DE AGUA Y DESAGÜE	S/ 100,00	9		S/ 900,00
SERVICIO DE SUMINISTRO DE ENERGIA	S/ 100,00	9		S/ 900,00
INVERSION DE SERVICIOS				S/ 2.520,00
INVERSION TOTAL DE INTANGIBLES				S/ 7.904,62
INVERSION TOTAL DE CICLO PHVA				S/ 8.371,62

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 35, se observan los gastos que se requiere para poder realizar la implementación del ciclo PHVA del área de sellado de la empresa de plásticos, donde se obtuvo un resultado de S/ 8.371,62 soles.

Tabla 33. Datos del área

DESCRIPCIÓN	MONTO	UNIDAD
Precio del producto	7,5	Soles/Paquete
Costo de fabricación	6,9	Soles/Paquete
Costo de implementación	S/ 8.371,62	Soles
Día laborable	12	Hora/Día
Mes laborable	26	Día/Mes
Año laborable	12	Meses/año

Fuente: Elaboración propia.

Análisis económico de la producción Pre y Post Test

En la tabla 36, se detalla las cantidades de la producción Pre y Post Test.

Tabla 34. Análisis económico de la producción Pre y Post Test

BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN	
PRE TEST	POST TEST
Productividad	
0,426376969	0,552039294
Incremento	0,125662325
% Incremento	12,566232%
La productividad incrementa	12,566232%
Producción diaria	
2132	2760
Incremento diario	628
Costo unitario	
6,9	6,03292996
Precio de Venta	
7,5	7,5
Ingresos	
15989,13635	20701,47352
0	384,6153846
BENEFICIO	
15989,13635	20316,85814

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Cálculo del VAN y TIR

	MESES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo de ingresos (INCLUYE AHORRO)		S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86	S/ 20.316,86
Flujo de egresos		S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00	S/ 6.000,00
Flujo efectivo	-S/ 8.371,62	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86	S/ 14.316,86
Flujo efectivo neto	-S/ 8.371,62	S/ 22.688,47	S/ 37.005,33	S/ 51.322,19	S/ 65.639,05	S/ 79.955,91	S/ 94.272,76	S/ 108.589,62	S/ 122.906,48	S/ 137.223,34	S/ 151.540,20	S/ 165.857,05	S/ 180.173,91
VAN	S/ 147.789,59												
TASA	1,5%												
TIR	171%												
B/C	2,43												

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 37, se realizó el análisis económico del presente proyecto, donde se estimó un tiempo de 12 meses de flujo de caja, donde la tasa anual fue de 19.78% (ver anexo 11), además de ello los resultados se obtuvieron de la diferencia de la producción PRE TEST y POST TEST, se consigue el resultado del VAN que es de S/147789.59, esto se refiere a que el proyecto es aceptado, debido a que es mayor que 0, se tuvo en cuenta el criterio que se observara a continuación:

- Si el VAN es mayor a 0, el proyecto es aceptado.
- Si el VAN es menor a 0, el proyecto será rechazado.

Además, se obtuvo el TIR que en el presente proyecto es de 171%, esto quiere decir que el proyecto es aceptado debido a que es mayor a la tasa efectiva, se tuvo en cuenta el criterio que se observara a continuación:

- Si el TIR es mayor o igual que la tasa, el proyecto es aceptado.
- Si el TIR es menor que la tasa, el proyecto será rechazado.

Asimismo, se obtuvo el resultado del Beneficio-Costo de la siguiente manera:

Beneficio

En la tabla 34 se presenta el análisis económico financiero para así obtener el resultado del beneficio de la implementación.

En la tabla 36 se presenta el cálculo beneficio-costos donde se logrará observar que luego de la aplicación se obtendrá un resultado de 2,42687429 lo que indica que al ser mayor que 1 la inversión que se realizó en base a la implementación del ciclo PHVA será factible, por lo que es aceptable.

Tabla 36. Relación Costo - Beneficio

COSTO - BENEFICIO	
DESCRIPCIÓN	TOTAL
BENEFICIO	20316,85814
COSTO	8371,615385
B/C	2,42687429

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Métodos de análisis de datos

En la presente investigación de acuerdo a Hernández, menciona que el análisis se da a cabo tomando en cuenta el nivel de medición de cada variable y mediante la estadística en el cual puede ser descriptiva e inferencial. (Hernandez, y otros, 2014).

Es por lo que se analizó y utilizó la estadística descriptiva y el inferencial debido a que se realizara un análisis cuantitativo, en el cual se basa en emplear métodos estadísticos, con un objetivo de explicar la data del análisis que se maneja. Por ende, se utilizará una hoja de cálculo de Excel y el software SPSS donde se observará la productividad para luego ser sometido a un diagnóstico e interpretación.

Así mismo, se realizó la estadística descriptiva, en la que tiene como función recolectar, procesar y analizar la data recopilada para la investigación. De manera que, el análisis descriptivo se basa en utilizar las medidas centrales como: la media, mediana y moda, además también las medidas de variabilidad las cuales son: el rango, la desviación estándar y la varianza.

Por otra parte, el análisis inferencial es útil para poder estimar los parámetros y así probar la hipótesis por lo que se realiza una prueba de comparación de medias. Así mismo, cuando la muestra es menor o igual a 30 se tomará la prueba

de Shapiro Wilk, pero si esta es mayor a 30, se realizará la prueba de Kolmogorov Smirnov. De tal forma que se procederá a realizar una prueba de T-Student ya que la variable es paramétrica.

3.8 Aspectos éticos

En la presente investigación se realiza datos de una empresa de bolsas de plástico, no se ha tomado el nombre de la empresa ya que, dada la coyuntura del país, la persona que fue el contacto que proporcionó los datos para el Pre Test, debido a una reducción de personal fue despedido y por ende no siguió proporcionando información. Asimismo, la empresa no permite tomar el nombre de ella para seguir elaborando el trabajo de investigación por lo que se hace una propuesta llevando una posible mejora de una empresa de este rubro mediante la simulación con Crystal Ball. Además, esta investigación respeta los aspectos establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, de manera que en el proceso de investigación de este trabajo se asegura la confiabilidad del resultado, respeto de derechos de propiedad intelectual, como política, ética e ideología. También se considera el citado de las fuentes utilizando ISO 690 y a la vez el turnitin con respecto al plagio.

IV. Resultados

4.1. Análisis descriptivo

El presente análisis descriptivo se basó en la comparación de datos adquiridos con respecto a la variable independiente, dependiente y sus dimensiones.

4.1.1 Variable dependiente: Productividad

Se utilizó el software SPSS el cual mostró de manera representativa mediante gráficos y datos recolectados en el presente trabajo de investigación por la empresa de plásticos.

En la tabla 39 se pudo observar la productividad Pre Test y Post Test según la mejora planteada del ciclo PHVA.

Tabla 37. Descriptivos de la productividad Pre y Post Test

		Estadístico	Desv. Error	
productividad_pre	Media	,4264	,01549	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3945	
		Límite superior	,4583	
	Media recortada al 5%	,4246		
	Mediana	,4137		
	Varianza	,006		
	Desv. Desviación	,07899		
	Mínimo	,31		
	Máximo	,58		
	Rango	,27		
	Rango intercuartil	,13		
	Asimetría	,303	,456	
	Curtosis	-,830	,887	
productividad_post	Media	,5398	,00007	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,5397	
		Límite superior	,5400	
	Media recortada al 5%	,5398		
	Mediana	,5399		

Varianza	,000	
Desv. Desviación	,00034	
Mínimo	,54	
Máximo	,54	
Rango	,00	
Rango intercuartil	,00	
Asimetría	-,495	,456
Curtosis	,212	,887

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla 39 gracias a los datos recolectados se obtuvo que la media anterior es de 42,64 y luego de la mejora propuesta del ciclo PHVA, la media incrementará a 53,98. Mostrando además el rango de 27.0 reduciéndose a 0, por lo obtenido gracias al SPSS, la metodología influye en la productividad.

Dimensión 1: Eficiencia

En la tabla 40, se realizó también la comparación de los datos recolectados con respecto a la eficiencia, en donde se muestra que cuando se aplique el ciclo PHVA.

Tabla 38. Descriptivos de la eficiencia PRE TEST Y POST TEST

		Estadístico	Desv. Error	
eficiencia_pre	Media	,6040	,01098	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,5813	
		Límite superior	,6266	
	Media recortada al 5%	,6032		
	Mediana	,5973		
	Varianza	,003		
	Desv. Desviación	,05597		
	Mínimo	,52		
	Máximo	,71		
	Rango	,19		
	Rango intercuartil	,09		
	Asimetría	,158	,456	

	Curtosis		-,923	,887
eficiencia_post	Media		,6748	,00004
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,6747	
		Límite superior	,6749	
	Media recortada al 5%		,6748	
	Mediana		,6748	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,00022	
	Mínimo		,67	
	Máximo		,68	
	Rango		,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		-,496	,456
	Curtosis		,212	,887

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla 40 gracias a los datos recolectados se obtuvo que la media anterior es de 60,40 y luego de la mejora propuesta del ciclo PHVA, la media incrementará a 67,48. Mostrando además el rango de 19,00 reduciéndose a 00,00 por ello los resultados obtenidos presentaron que los datos son más estables en la empresa de plásticos.

Dimensión 2: Eficacia

En la tabla 39 se realizó también la comparación de los datos recolectados con respecto a la eficacia, en donde se muestra que cuando se aplique el ciclo PHVA.

Tabla 39. Descriptivos de la Eficacia Pre y Post Test

		Descriptivos	
		Estadístico	Desv. Error
eficacia_pre	Media	,7002	,01273
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,6740
		Límite superior	,7264
	Media recortada al 5%	,6994	
	Mediana	,6925	

	Varianza		,004	
	Desv. Desviación		,06489	
	Mínimo		,60	
	Máximo		,82	
	Rango		,22	
	Rango intercuartil		,10	
	Asimetría		,158	,456
	Curtosis		-,923	,887
eficacia_post	Media		,8000	,00005
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,7999	
		Límite superior	,8001	
	Media recortada al 5%		,8000	
	Mediana		,8000	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,00026	
	Mínimo		,80	
	Máximo		,80	
	Rango		,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		-,496	,456
	Curtosis		,212	,887

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla 41 gracias a los datos recolectados se obtuvo que la media anterior es de 70,02 y luego de la mejora propuesta del ciclo PHVA, la media incrementará a 80,00. Mostrando además el rango de 22.00 reduciéndose a 00.00 por ello los resultados obtenidos presentaron que los datos son más estables en la empresa de plásticos.

4.2 Análisis inferencial

La presente investigación precisó un contraste de hipótesis con ayuda de estadígrafos el cual permita realizar la respectiva comparación de las medias con el pre y post test.

Así mismo se procedió a realizar la prueba de normalidad para determinar si se haría uso de Kolmogorov Smirnov o Shapiro Wilk.

4.2.1 Análisis de la hipótesis general

Ha: El ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Para el estadístico de medias para esta investigación se utilizó Shapiro Wilk debido a que los datos recolectados son menores a 30, luego se procedió a establecer la regla de decisión:

Regla de decisión:

Si ($p_{valor} \leq 0.05$), los datos no provienen de una distribución normal (no paramétricos).

Si ($p_{valor} > 0.05$), los datos provienen de una distribución normal (paramétricos).

Tabla 40. Prueba de normalidad de hipótesis general (Productividad)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pre_productividad	,108	26	,200	,953	26	,278
post_productividad	,097	26	,200	,967	26	,551

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla 42 de prueba de normalidad se mostró que el nivel de significancia de la productividad del pre test es de 0,278 por lo tanto es mayor 0.05, lo que quiere decir que la muestra proviene de una distribución normal paramétrica. El nivel de significancia de la productividad del post test es de 0,551 lo cual indicó

que es mayor a 0.05, es decir proviene de una distribución normal paramétrica y para este tipo de casos al ser diferentes de su media se realizó el estadígrafo de la T Student.

Contrastación de la hipótesis general:

Ho: El ciclo PHVA no aumenta la productividad con simulación Crystal Ball en una empresa de plásticos, Puente Piedra, 2020.

Ha: El ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación Crystal Ball en una empresa de plásticos, Puente Piedra, 2020.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a: \mu_a < \mu_d$$

Tabla 41. T-Student – Estadísticas de muestras emparejadas de la productividad Pre y Post Test

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	pre_productividad	,4264	26	,07899	,01549
	post_productividad	,5398	26	,00034	,00007

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

De la tabla 43 de estadísticos de muestras relacionadas se puede verificar que la media de la productividad Post Test es mayor que la media de la productividad Pre Test, por consiguiente, según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

Regla de decisión:

Si ($pvalor \leq 0.05$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Si ($pvalor > 0.05$), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 42. Prueba de muestras emparejadas de la productividad Pre y Post Test

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	pre_productividad - post_productividad	-,11346	,07895	,01548	-,14535	-,08157	-7,328	25	,000

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

Asimismo, de la tabla 44 de la prueba de las muestras relacionadas queda demostrado que el valor de la significancia es de 0.000, siendo este menor que 0.05, por consiguiente, se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por ende, el ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

4.2.2 Análisis de la primera hipótesis específica

Ha: El ciclo PHVA aumenta la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Por medio del estadístico de medias del presente trabajo se usó Shapiro Wilk, ya que los datos recolectados fueron menores o iguales a 30, y se procedió con la siguiente regla de decisión.

Regla de decisión:

Si ($p\text{valor} \leq 0.05$), los datos no provienen de una distribución normal (no paramétricos).

Si ($p\text{valor} > 0.05$), los datos provienen de una distribución normal (paramétricos).

Tabla 43. Prueba de normalidad de la primera hipótesis específica (Eficiencia)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pre_eficiencia	,093	26	,200*	,958	26	,359
post_eficiencia	,097	26	,200*	,967	26	,550

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla 45 de prueba de normalidad mostró que el nivel de significancia de la eficiencia del pre test es de 0.359 por lo tanto fue mayor que 0.05, es decir la muestra p de una distribución normal paramétrica. El nivel de significancia de la eficiencia del post test es de 0.550 lo que indica que es mayor a 0.05, esto quiere decir que también proviene de una distribución normal paramétrica y se emplea el estadígrafo de T Student.

Contrastación de la primera hipótesis específica

Ho: El ciclo PHVA no aumenta la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Ha: El ciclo PHVA aumenta la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Regla de decisión: **Ho:** $\mu_a \geq \mu_d$

Ha: $\mu_a < \mu_d$

Tabla 44. T-Student – Estadísticas de muestras emparejadas de la eficiencia Pre y Post Test

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	pre_eficiencia	,6040	26	,05597	,01098
	post_eficiencia	,6748	26	,00022	,00004

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

De la tabla 46 de estadísticos de muestras relacionadas se puede verificar que la media de la eficiencia Post Test es mayor que la media de la eficiencia Pre Test, por consiguiente, según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

Regla de decisión:

Si ($p\text{valor} \leq 0.05$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Si ($p\text{valor} > 0.05$), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 45. Prueba de muestras emparejadas de la eficiencia Pre y Post Test

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	pre_eficiencia - post_eficiencia	-,07084	,05595	,01097	-,09343	-,04824	-6,456	25	,000

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

Asimismo, de la tabla 47 de la prueba de las muestras relacionadas queda demostrado que el valor de la significancia es de 0.000, siendo este menor que 0.05, por consiguiente, se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por ende, el ciclo PHVA aumenta la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

4.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica

Ha: El ciclo PHVA aumenta la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Por medio del estadístico de medias del presente trabajo se usó Shapiro Wilk ya que los datos recolectados los cuales son menos o iguales a 30, y se procederá con la siguiente regla de decisión.

Regla de decisión:

Si ($p\text{valor} \leq 0.05$), los datos no provienen de una distribución normal (no paramétricos).

Si ($p\text{valor} > 0.05$), los datos provienen de una distribución normal (paramétricos).

Tabla 46. Pruebas de normalidad la segunda hipótesis específica (Eficacia)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pre_eficacia	,093	26	,200*	,958	26	,359
post_eficacia	,097	26	,200*	,967	26	,550

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla 48 de prueba de normalidad mostró que el nivel de significancia de la eficacia del pre test es de 0.359 por lo tanto es mayor 0.05, lo que quiere decir que la muestra provino de una distribución normal paramétrica. El nivel de significancia de la eficacia del post test es de 0.550 lo que indica que es mayor a 0.05, esto quiere decir que también provino de una distribución normal paramétrica y se empleó el estadígrafo de T Student.

Contrastación de la segunda hipótesis específica

Ho: El ciclo PHVA no aumenta la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Ha: El ciclo PHVA aumenta la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a: \mu_a < \mu_d$$

Tabla 47. T-Student – Estadísticas de muestras emparejadas de la eficiencia
Pre y Post Test
Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. promedio	Error
Par 1	pre_eficacia	,7002	26	,06489	,01273	
	post_eficacia	,8000	26	,00026	,00005	

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

De la tabla 49 de estadísticos de muestras relacionadas se puede verificar que la media de la eficacia Post Test es mayor que la media de la eficacia Pre Test, por consiguiente, según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

Regla de decisión:

Si ($p\text{valor} \leq 0.05$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Si ($p\text{valor} > 0.05$), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 pre_eficacia post_eficacia	-,09981	,06486	,01272	-,12601	-,07362	-7,847	25	,000

Tabla 48. Prueba de muestras emparejadas de la eficacia Pre y Post Test

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

Asimismo, de la tabla 50 de la prueba de las muestras relacionadas queda demostrado que el valor de la significancia es de 0.000, siendo este menor que 0.05, por consiguiente, se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por ende, el ciclo PHVA aumenta la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020, Puente Piedra, 2020

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación, se da a conocer los principales hallazgos respecto a la variable dependiente. Por lo tanto, se realiza la comparación de diferentes investigaciones para poder evaluar los puntos en las que se asemejan.

De los hallazgos encontrados y del análisis de resultados, con respecto al objetivo general, el trabajo de investigación demuestra que el ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Del análisis descriptivo se pudo constatar que la media obtenida entre el Pre Test y Post Test fue de 42,64 a 53,98. Los resultados muestran que la media del Post Test es mayor a la media del Pre Test por lo cual se cumple que la hipótesis general se acepta $H_0: \mu_{Aa} \leq \mu_{Ad}$, el ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020 y se rechaza la hipótesis nula, el ciclo PHVA no aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Los resultados obtenidos en la investigación guardan relación con lo que menciona Sotelo (2017) en su estudio realizado en 48 días, 24 días antes de la aplicación de la metodología y 24 días para el Post test, aplicando el ciclo PHVA en el área de sellado de la empresa G&S, donde la productividad inicial fue de 55%, y posteriormente a la aplicación tuvo un aumento de 26% teniendo como porcentaje final de productividad un 81%, esto quiere decir que el estudio fue óptimo, que la aplicación de cada una de las etapas sirvió para dar solución a cada una de las causas que perjudicaban la productividad. Los resultados obtenidos en el post test demostraron que la media de la productividad fue 0.5458 mayor a la media del pre test 0.7971, por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula, la implementación del ciclo Deming no mejora la productividad en el área de sellado de la empresa G&S Maquinarias Plásticas, y se aceptó la hipótesis alterna, la implementación del ciclo Deming mejora la productividad en el área de sellado de la empresa G&S Maquinarias Plásticas

Del mismo modo, Roncal (2018) en su estudio donde su objetivo general fue aplicar el ciclo de Deming para incrementar la productividad en el área de extrusión en la empresa Plásticos Perú Alfa S.R.L, asimismo poder solucionar

los declives, tomando en cuenta un plan de mejora en el que se incluyeron capacitaciones para las actividades laborales, asimismo el uso de la herramienta de las 5'S y un plan de mantenimiento. Los resultados se obtuvieron a través del estadígrafo T Student donde se observó que hubo una mejora en la prueba t ya que en el pre test fue de 0.8 y en el post test fue de 0.8525, lo cual significa que se aceptó la hipótesis alterna, la aplicación del Ciclo de Deming PHVA aumenta la productividad del área de Extrusión en la empresa Plásticos Perú Alfa S.R.L., 2018, y se rechazó la hipótesis nula, la aplicación del Ciclo de Deming PHVA no aumenta la productividad del área de Extrusión en la empresa Plásticos Perú Alfa S.R.L., 2018. Asimismo, Cruelles (2013) sustenta que la productividad se puede considerar como un índice, el cual se tiene medir a partir de la asociación que existe entre los productos realizados y los insumos que se utilizarán para conseguirlos.

De los hallazgos encontrados y del análisis de resultados, con respecto al primer objetivo específico, el trabajo de investigación demuestra que el ciclo PHVA aumenta la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020. Del análisis descriptivo se pudo constatar que la media obtenida entre el Pre Test y Post Test fue de 60,40 a 67,48. Los resultados muestran que la media del Post Test es mayor a la media del Pre Test por lo cual se cumple que la hipótesis general se aceptó, el ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020, Puente Piedra, 2020, y se rechazó la hipótesis nula, el ciclo PHVA no aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020, Puente Piedra, 2020.

Asimismo, NIKOLAEVICH Y OTROS (2015) precisan que la eficiencia se da por llegar a los objetivos, pero se requiere utilizar la menor cantidad de recursos, al juntar estas dos capacidades hay la posibilidad de lograr que la organización pueda mejorar día tras día para cumplir con la productividad, y si es posible acudir a la mejora continua.

De los hallazgos encontrados y del análisis de resultados, con respecto al segundo objetivo específico, el trabajo de investigación demuestra que el

Ciclo PHVA aumenta la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020. Del análisis descriptivo se pudo constatar que la media obtenida entre el PRE TEST y POST TEST fue de 70,02 a 80,00. Los resultados muestran que la media del POST TEST es mayor a la media del PRE TEST por lo cual se cumple que la hipótesis general se acepta $H_0: \mu_{Aa} \leq \mu_{Ad}$, el ciclo PHVA aumenta la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020. De modo similar ocurre con QUINTEROS y TAPIA, puesto que en su investigación titulada Implementación de la mejora continua utilizando la metodología PHVA en el área de producción de la empresa Inversiones Macplast S.A.C, Lima, 2015., logra aumentar el índice de la eficacia a partir de desarrollar de forma óptima cada etapa del ciclo Deming, resolviendo paros en la producción por ineficiencia, desorganización del personal, mantenimiento nulo de máquinas y la falta de estandarización del proceso. Asimismo, GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2013) precisan que la eficacia es la magnitud, por la cual, las actividades que se planearán se van a realizar, con la finalidad de conseguir la futura meta propuesta.

VI. CONCLUSIONES

Por consiguiente, en el transcurso de la presente investigación y con el análisis de los datos realizados, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. En síntesis, la investigación con relación al objetivo general demuestra que el ciclo PHVA aumentará la productividad con simulación de Crystal Ball de una empresa de bolsas plásticas, ya que el porcentaje de la productividad, a partir de la simulación, hay una posibilidad de aumento de 42,64% a 53,98%.
2. En síntesis, la investigación con relación al primer objetivo específico demuestra que el ciclo PHVA aumentará la productividad con simulación de Crystal Ball de una empresa de bolsas plásticas, ya que el porcentaje de la eficiencia, a partir de la simulación, hay una posibilidad de aumento de 60,40% a 67,48%.
3. En síntesis, la investigación con relación al segundo objetivo específico demuestra que el ciclo PHVA aumentará la productividad con simulación de Crystal Ball de una empresa de bolsas plásticas, ya que el porcentaje de la eficacia, a partir de la simulación, hay una posibilidad de aumento de 70,02% a 80,00%.

VII. RECOMENDACIONES

Seguidamente, las recomendaciones que se proponen a continuación están relacionadas a los resultados de estas las cuales son las siguientes recomendaciones:

1. Respecto al objetivo general, se recomienda hacer la aplicación de la metodología del ciclo PHVA, para poder generar datos exactos ya que en un escenario real se podrá obtener un porcentaje de mejora, respecto a la productividad.
2. Respecto al primer objetivo específico, se recomienda hacer la aplicación de la metodología del ciclo PHVA, para poder generar datos exactos ya que en un escenario real se podrá obtener un porcentaje de mejora, respecto a la eficiencia.
3. Respecto al segundo objetivo específico, se recomienda hacer la aplicación de la metodología del ciclo PHVA, para poder generar datos exactos ya que en un escenario real se podrá obtener un porcentaje de mejora, respecto a la eficacia.

REFERENCIAS

Arbulu Ballesteros, Marco Agustin. 2012. ISSU. ISSU. [En línea] S/P, S/D de S/M de 2012. [Citado el: 06 de 12 de 2020.] https://issuu.com/marbulub/docs/tesis_modelo_de_simulaci__n_crystal. S/N.

ALBARI, Júnior y EVANDRO, Broday. Adopting PDCA to loss reduction: A case study in a food industry in Southern Brazil. *International Journal for Quality Research*, (2):335-347, 2019.

ISSN: 1800-6450

ALCALDE, Pablo. *Calidad*. 3.^a ed. Madrid: Ediciones Paraninfo, 2019. 343 pp.

ISBN: 978-84-283-4283-4

ALEJANDRO Roncal, Raúl. Aplicación del ciclo de mejora continua de Deming para incrementar la productividad de las líneas de extrusión en la empresa Plásticos Perú Alfa S.R.L. S.J.L., 2018. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2018.

BACA, Gabriel. [et al.]. *Introducción a la ingeniería industrial*. 2.^a edición. México: Grupo Editorial Patria, 2013. 371pp.

ISBN: 978-607-438-919-7

CASTAÑO Alexandra y VELEZ Daniela. Implementación de un plan de calidad en el proceso de inyección de una empresa manufacturera de plásticos, ubicada en la ciudad de Cali. Tesis (Maestría). Cali: Universidad de San Buenaventura Cali. 2016. Disponible en:

http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/3435/1/Implementacion_plan_calidad_casta%C3%B1o_2016.pdf

CHAKRABORTY, Abir. Importance of PDCA cycle for SMEs. *International Journal of Mechanical Engineering*, (5):30–34, 2016.

ISSN: 2348-8360

CONCYTEC, 2018. Normas legales. El peruano, 2018.

CRUELLES, José. Productividad Industrial. 1.^a ed. Barcelona: Marcombo, 2013. 844pp.

ISBN: 978-84-267-1878-5

DOIMEADIOS, Yaima y RODRIGUE, Elisabet. Un análisis comparado de eficiencia y eficacia en el sector público en Cuba. Econ. y Desarrollo [online]. Diciembre 2015, n.o 2 [Fecha de consulta: 27 de abril de 2020]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025285842015000300004&lng=es&nrm=iso

ISSN: 0252-8584

EFFECTS of management commitment and organization of work teams on the benefits of Kaizen: Planning stage por Midiala Oropesa Vento. Dyna [en línea]. Junio 2015, n.o 191. [fecha de consulta 23 de abril de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v82n191.51157>

ISSN: 0012-7353

EL protocolo de investigación III: la población de estudio por Jesús Arias [et al]. Revista Alergia México [en línea]. Junio 2016. n.o 2. [Fecha de consulta: 1 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

ISSN: 0002-5151

FERNÁNDEZ, Esteban. Administración de empresas: un enfoque interdisciplinar. 1.^a ed. Madrid: Paraninfo, 2017. 848 pp.

ISBN: 978-849-732-802-9

GARCÍA, Manuel, QUISPE, Carlos y RÁEZ, Luis. Mejora continua de la calidad en los procesos en Perú. Industrial Data [en línea]. Agosto 2003, n.o 6. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf>

ISSN: 1560-9146.

GONZÁLEZ, Óscar y ARCINIEGAS, Jaime. Sistemas de gestión de calidad: Teoría y práctica bajo la norma ISO. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016. 334 pp.

ISBN: 978-958-771-300-8

GUTIERREZ, Humberto y DE LA VARA, Román. Control estadístico de calidad y seis sigmas. 3.^a ed. México: McGraw-Hill, 2013. 468 pp.

ISBN: 978-607-15-0929-1

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Unión Europea, 2013. 171 pp.

ISBN: 978-84-15061-40-3

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 6.^a ed. México: McGraw Hill, 2014. 634 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

IBAÑEZ, José. Métodos, técnicas e instrumentos de la investigación criminológica. Madrid: Dykinson, 2015. 605 pp.

ISBN: 978-84-9031-848-5

JAGTAP, Madan. PDCA Cycle as TQM Tool-Continuous Improvement of Warranty. *Ijrmee*, (4):1-5, 2015.

ISSN: 2349-7947

JAGUSIAK, Marta. PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company - a case study. *Production Engineering Archivers*, (1):19-22, 2017.

ISSN: 2353-5156

JIN, Ning. Perceptions on the Status of Lean-Manufacturing in Thermoplastics-Manufacturing Industry. Tesis (Maestría). Estados Unidos: Kentucky University. 2017.

KALAW, Antonio. Handbook on Productivity. Japan: Asian Productivity Organization, 2015. 22pp.

ISBN: 978-92-833-2458-4

LASKOWSKI, Stephen. Capacity Utilization and Lean Manufacturing at a Plastic Medical Device Components Manufacturer. Tesis (Maestría). Estados Unidos: Massachusetts Institute of Technology. 2017.

Lira, Julio. 2019. Gestión. Gestión. [En línea] 15 de 12 de 2019. [Citado el: 04 de 18 de 2020.]

LOPEZ, Rafael. Gestion del tiempo, recursos e instalaciones. España: ELEARING S.L, 2015.

ISBN: 978-84-16360-74-1.

MAIA, Laura y ALVES, Anabela. Sustainable Work Environment with Lean Production in Textile and Clothing Industry. International Journal of Industrial Engineering and Management, (3):183-190, 2013.

ISSN: 2217-266.

MANTILLA, Farid. Técnicas de Muestreo: Un enfoque a la investigación de mercados. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, 2015. 425 pp.

ISBN: 978-9978-301-70-8

MARTINEZ, Jose. Investigación Comercial. Madrid: Paraninfo, 2015. 276 pp.

ISBN: 978-84-283-3713-7

MATSUO, Makoto y NAKAHARA, Jun. The effects of the PDCA cycle and OJT on workplace learning. The International Journal of Human Resource Management. (1):195-207, 2013

ISSN: 0958-5192

MEDIANERO, David. Productividad total. 1.^a ed. Lima: Editora Macro EIRL, 2016. 290pp.

ISBN: 978-612-304-415-2

MITREVA, Elizabeta y TASKOV, Nako. Projection and implementation of Total Quality Management Systems within the textile production. *Business Systems and Economics*, (1):20-26, 2014.

ISSN: 2029-8234

MIXTURE experiments in industrial formulations por Diana Ortega Pérez [et al]. *Dyna* [en línea]. Febrero 2015, n.o 189. [fecha de consulta 29 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49635366020>

ISSN: 0012-7353.

PATEL, Pratik y DESHPANDE, Vivel. Application of Plan-Do-Check-Act Cycle for Quality and Productivity Improvement - A Review. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, (1):197-201, 2017.

ISSN: 2321-9653

PHUZAVAT, Kongkiti. *Productivity Management in an Organization*. 1.^a ed. Bangkok: ToKnowPress, 2013. 216pp.

ISBN: 978-961-6914-04-8

PRASHAR, Anupama. Adopting PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle for energy optimization in energy-intensive SMEs. *Journal of Cleaner Production*, (1):277-293, 2017.

ISSN: 0959-6526

QUESADA Palacios, Luis. *Implementación de la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Plásticos del Centro, S.A.C, Santa Anita*, 2018. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2018.

QUINTEROS Cesar y TAPIA Andre. *Implementación de la mejora continua utilizando la metodología PHVA en el área de producción de la empresa Inversiones Macplast S.A.C, Lima*, 2015. Tesis (Doctorado en Ingeniero Industrial). Lima: Universidad San Martín de Porres. 2015.

REA, Antonio y PASPUEL, Víctor. Modelo de gestión empresarial para la conversión de empresas tradicionales a ecoempresas en el Ecuador. Revista Publicando. (11):149-171, 2017

ISSN: 1390-9304

Rodríguez, Karla y Rivas, Cristian. Propuesta de Instrumento para evaluar la producción científica de las universidades en Centroamérica. Revista Legem, (2):1-20, 2018.

ISSN: 2346-2787

ROSALES Jara, Arnaldo. Gestionar la calidad por procesos para mejorar la competitividad en la empresa Global Plastic S.A.C., Los Olivos, 2015. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2015.

RUMANA, Patel. Reducing different type of wastage in plastic bag making process and improving productivity using Six Sigma DMAIC Methodology. Tesis (Maestría). India: G H Patel College of Engineering and Technology. 2015.

SANGPIKUL, Aswin. Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education, (21):83-87, 2017.

ISSN: 1473-8376

SOTELO Tapia, Romel. Implementación del ciclo deming para mejorar la productividad en el área de sellado de la empresa G&S Maquinarias Plásticas, San Martin De Porres-2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo. 2017.

SUN, Xiaomeng. Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement At S Company. Tesis (Maestría). Estados Unidos: Western Kentucky University.

THE Deming Cycle (PDCA) Concept as an Efficient Tool for Continuous Quality Improvement in the Agribusiness por Mihail Nikolaevich Dudin [et al]. Asian Social Science, 11(1):239-246, 2015.

ISSN: 1911-2017

THE deming cycle (PDCA) concept as a tool for the transition to the innovative path of the continuous quality improvement in production processes of the agro-industrial sector por Olga Olegovna Smirnova [et al]. European Research Studies Journal, 20(2):283-293, 2017.

ISSN: 1108-2976

THE FUTURE of Productivity por Dan Andrews [et al.]. París: OECD Publishing, 2015. 120pp.

ISBN: 978-926-4248-53-3

THE Plan-Do-Check-Act Cycle of Value Addition por Birhanu Beshah [et al]. Industrial Engineering & Management, 5 (1):1-5, 2014.

ISSN: 2169-0316

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación. 2.^a ed. Lima: San Marcos, 2013. 495 pp.

ISBN: 9786123028787

ANEXOS

ANEXO 1

Declaración de autenticidad

Yo, Sebastián Giordano Claudio Jara, con DNI N° 73943600 alumno de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado “Ciclo PHVA para influir en la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.” son:

1. De mi autoría.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente.
4. Los resultados presentados en la Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 11 de noviembre del 2020.



Claudio Jara, Sebastián
Giordano

DNI:73943600

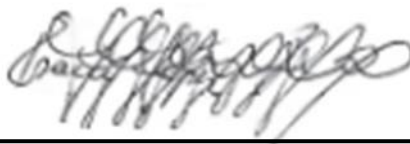
ANEXO 2

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, López Padilla, Rosario del Pilar, docente de la Facultad de ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo Lima Norte, revisor (a) del trabajo de investigación/tesis titulada “Ciclo PHVA para influir en la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.”, del estudiante, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 11 de noviembre del 2020



Firma

Rosario del Pilar López Padilla

DNI: 081402348

ANEXO 3

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
Variable Independiente Ciclo PHVA	Jimeno lo define como el ciclo de mejora de continua ya que señala y desarrolla las cuatro etapas que se debe encaminar para obtener la mejora continua, con la meta de reducir fallos y de mejorar el índice de la eficiencia como de la eficacia. (2013)	El ciclo PHVA es una metodología de mejora continua, su medición se lleva a cabo a partir de sus 4 dimensiones las cuales son: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar y estas serán medidas a través de sus indicadores los cuales son: porcentaje de actividades propuestas, porcentaje de actividades ejecutadas, porcentaje de actividades inspeccionadas y porcentaje de actividades observadas.	Planificar	Porcentaje de Actividades Propuestas (PAP) $PAP = \frac{\text{Actividades propuestas}}{\text{Deficiencias encontradas en el proceso}} \times 100$	Razón
			Hacer	Porcentaje de Actividades Ejecutadas (PAE) $PAE = \frac{\text{Actividades ejecutadas}}{\text{Actividades propuestas}} \times 100$	Razón
			Verificar	Porcentaje de Actividades Inspeccionadas (PAI) $PAI = \frac{\text{Actividades inspeccionadas}}{\text{Actividades ejecutadas}} \times 100$	Razón
			Actuar	Porcentaje de Actividades Observadas (PAO) $PAO = \frac{\text{Actividades observadas}}{\text{Actividades inspeccionadas}} \times 100$	Razón
Variable dependiente Productividad	Baca y otros (2013) sostiene que la productividad se puede entender como una correlación volumétrica entre todos los insumos que se utilizan y los resultados que se producen ya que no se lleva por el lado del dinero sino por la cantidad exacta de la línea en un periodo determinado de tiempo. (p.75)	La productividad indica una medida de servicios y bienes que son producidos por cada factor utilizado; a lo largo de un determinado plazo de tiempo. Su medición se lleva a cabo a partir de sus dimensiones: eficiencia y eficacia, y estas a su vez serán medidos a partir de sus indicadores: porcentaje de eficiencia y porcentaje de eficacia.	Eficiencia	$\text{Porcentaje de eficiencia} = \frac{TR}{TP} \times 100$ <p style="text-align: center;">TR: Tiempo Real TP: Tiempo Programado</p>	Razón
			Eficacia	$\text{Porcentaje de eficacia} = \frac{PL}{PP} \times 100$ <p style="text-align: center;">PL = Producción lograda PP = Producción planificada</p>	Razón

ANEXO 5: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE MEDICIÓN



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Planificar							
	$PAP = \frac{\text{Actividades propuestas}}{\text{Deficiencias encontradas en el proceso}} \times 100$	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2 Hacer							
	$PAE = \frac{\text{Actividades ejecutadas}}{\text{Actividades propuestas}} \times 100$	X		X		X		
3	DIMENSIÓN 3 Verificar							
	$PAI = \frac{\text{Actividades inspeccionadas}}{\text{Actividades ejecutadas}} \times 100$	X		X		X		
4	DIMENSIÓN 4 Actuar							
	$PAO = \frac{\text{Actividades observadas}}{\text{Actividades inspeccionadas}} \times 100$	X		X		X		
Nº	VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD							
5	DIMENSIÓN 5 Eficiencia							
	$\text{Porcentaje de eficiencia} = \frac{TR}{TP} \times 100$	X		X		X		
6	DIMENSIÓN 6 Eficacia							
	$\text{Porcentaje de eficacia} = \frac{PL}{PP} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Molina Vilchez, Jaime

DNI: 06019540.....

Especialidad del validador: Ingeniero industrial CIP 100497.....

Lima, de octubre del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Activar W
Ve a Configu

Activar Wi
Ve a Configu

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Planificar							
	$PAP = \frac{\text{Actividades propuestas}}{\text{Deficiencias encontradas en el proceso}} \times 100$	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2 Hacer							
	$PAE = \frac{\text{Actividades ejecutadas}}{\text{Actividades propuestas}} \times 100$	X		X		X		
3	DIMENSIÓN 3 Verificar							
	$PAI = \frac{\text{Actividades inspeccionadas}}{\text{Actividades ejecutadas}} \times 100$	X		X		X		
4	DIMENSIÓN 4 Actuar							
	$PAO = \frac{\text{Actividades observadas}}{\text{Actividades inspeccionadas}} \times 100$	X		X		X		
N°	VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD							
5	DIMENSIÓN 5 Eficiencia							
	$\text{Porcentaje de eficiencia} = \frac{TR}{TP} \times 100$	X		X		X		
6	DIMENSIÓN 6 Eficacia							
	$\text{Porcentaje de eficacia} = \frac{PL}{PP} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA _____

 Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Margarita Jesús Egusquiza Rodriguez

DNI:08474379

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

30 de Octubre del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Planificar	Si	No	Si	No	Si	No	
	$PAP = \frac{\text{Actividades propuestas}}{\text{Deficiencias encontradas en el proceso}} \times 100$	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2 Hacer	Si	No	Si	No	Si	No	
	$PAE = \frac{\text{Actividades ejecutadas}}{\text{Actividades propuestas}} \times 100$	X		X		X		
3	DIMENSIÓN 3 Verificar	Si	No	Si	No	Si	No	
	$PAI = \frac{\text{Actividades inspeccionadas}}{\text{Actividades ejecutadas}} \times 100$	X		X		X		
4	DIMENSIÓN 4 Actuar	Si	No	Si	No	Si	No	
	$PAO = \frac{\text{Actividades observadas}}{\text{Actividades inspeccionadas}} \times 100$	X		X		X		
N°	VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD							
5	DIMENSIÓN 5 Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\text{Porcentaje de eficiencia} = \frac{TR}{TP} \times 100$	X		X		X		
6	DIMENSIÓN 6 Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\text{Porcentaje de eficacia} = \frac{PL}{PP} \times 100$	X		X		X		

 Activar V
 Ver a Confiq

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

 Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Rosario del Pilar López Padilla

DNI: 06535058

 Especialidad del validador: **Ingeniera alimentaria**
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

10 de noviembre del 2020



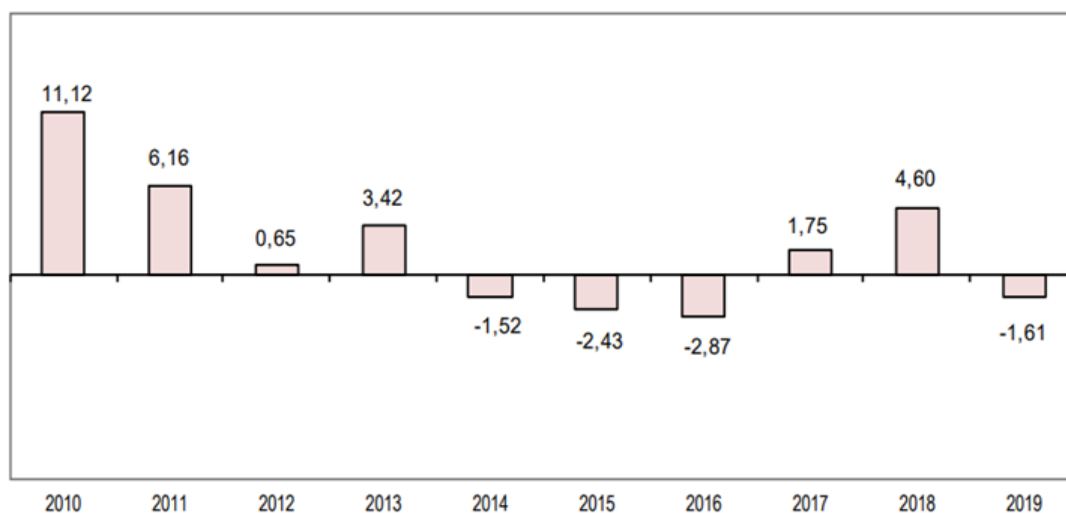
Firma del Experto Informante.

ANEXO 6: Matriz de coherencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis
Generales		
¿De qué manera el ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020?	Determinar cómo el ciclo PHVA aumentará la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.	El ciclo PHVA aumenta la productividad con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.
Específicos		
¿De qué manera el ciclo PHVA aumenta la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020?	Determinar cómo el ciclo PHVA aumentará la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.	El ciclo PHVA aumenta la eficiencia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.
¿De qué manera el ciclo PHVA aumenta la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020?	Determinar cómo el ciclo PHVA aumentará la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.	El ciclo PHVA aumenta la eficacia con simulación de Crystal Ball en una empresa de bolsas plásticas, Lima, 2020.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7: Variación acumulada de la Producción del Sector Manufactura 2010 – 2019 (porcentaje)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

ANEXO 8: Matriz de correlación

CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	TOTAL
Inexperiencia	2	2	2	0	1	1	0	0	0	2	2	1	11
Inspección deficiente	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	9
Estrés Laboral	1	1	2	1	0	1	0	1	1	1	0	0	7
Escasez de materia prima	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Calidad de materia prima	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	2
Mantenimiento deficiente de maquinaria	2	0	1	0	0	2	2	2	1	0	0	0	8
Maquinaria antigua	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	3
Temperatura elevada	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	2
Ruido excesivo	0	0	1	0	0	0	1	2	2	0	0	0	2
Estandarización de procesos	2	2	2	1	1	1	1	0	0	2	2	1	13
Organización de operarios	2	1	2	0	1	1	0	0	0	2	2	1	10
Inadecuada medición de tiempos	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra la relación con un puntaje de 0 a 2 donde:

0 -> No están relacionadas

1 -> Hay ligera relación

2 -> Están completamente relacionadas

ANEXO 9: Ordenamiento de causas según ponderación

CAUSAS	Ponderación	Ponderación acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Estandarización de procesos	12	13	17%	18%
Inexperiencia	11	24	15%	33%
Organización de operarios	10	34	14%	47%
Inspección deficiente	9	43	13%	60%
Mantenimiento deficiente de maquinaria	8	51	11%	71%
Estrés Laboral	7	58	10%	81%
Maquinaria antigua	3	61	4%	85%
Inadecuada medición de tiempos	3	64	4%	89%
Escasez de materia prima	2	66	3%	92%
Calidad de materia prima	2	68	3%	94%
Temperatura elevada	2	70	3%	97%
Ruido excesivo	2	72	3%	100%

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 11: Costo de oportunidad de capital

Tasa Anual (%)	BBVA	Comercio	Crédito	Pichincha	BIF	Scotiabank	Citibank	Interbank	Mibanco	GNB	Falabella	Santander
Corporativos	2.18	-	2.62	4.94	2.80	1.64	-	2.45	-	3.15	-	4.86
Descuentos	2.85	-	2.59	4.48	4.20	3.75	-	4.78	-	-	-	4.63
Préstamos hasta 30 días	0.97	-	2.38	-	2.05	0.37	-	2.04	-	-	-	-
Préstamos de 31 a 90 días	2.63	-	1.29	5.53	5.15	2.69	-	1.22	-	3.15	-	-
Préstamos de 91 a 180 días	1.92	-	3.85	4.94	2.70	0.99	-	1.74	-	-	-	2.23
Préstamos de 181 a 360 días	1.52	-	0.71	-	-	1.39	-	2.25	-	-	-	4.75
Préstamos a más de 360 días	5.79	-	3.52	-	1.94	3.06	-	3.43	-	-	-	8.50
Grandes Empresas	4.34	9.06	4.57	6.13	5.72	5.54	1.71	4.44	-	-	-	6.63
Descuentos	7.88	-	5.31	7.14	5.21	5.07	-	5.23	-	-	-	4.93
Préstamos hasta 30 días	1.26	10.00	5.44	4.92	6.22	6.91	4.80	6.36	-	-	-	5.40
Préstamos de 31 a 90 días	3.79	9.74	4.97	5.49	5.24	4.31	1.11	3.82	-	-	-	5.69
Préstamos de 91 a 180 días	4.41	7.50	3.74	6.01	6.81	4.20	0.60	2.88	-	-	-	7.06
Préstamos de 181 a 360 días	3.16	-	2.49	10.09	4.73	5.58	3.34	0.45	-	-	-	7.42
Préstamos a más de 360 días	4.97	1.00	4.85	4.38	6.74	6.57	-	4.12	-	-	-	7.88
Medianas Empresas	4.09	3.03	6.84	8.23	6.31	7.96	3.74	6.97	14.22	-	-	7.17
Descuentos	8.80	10.95	8.83	7.95	8.08	8.29	-	6.91	-	-	-	5.00
Préstamos hasta 30 días	9.49	-	8.55	9.76	8.10	7.60	-	5.02	-	-	-	4.91
Préstamos de 31 a 90 días	8.55	14.00	8.33	7.72	9.36	8.44	3.60	6.74	15.94	-	-	3.89
Préstamos de 91 a 180 días	7.80	11.05	8.07	7.90	5.60	8.53	-	6.95	18.07	-	-	5.60
Préstamos de 181 a 360 días	1.24	-	7.39	11.39	8.94	9.31	-	8.42	17.02	-	-	5.22
Préstamos a más de 360 días	5.14	1.06	6.02	9.46	4.61	7.39	4.01	7.92	12.48	-	-	7.43
Pequeñas Empresas	6.44	-	14.37	21.00	9.61	8.00	3.79	11.95	20.88	-	-	-
Descuentos	10.03	-	14.56	14.80	11.03	10.67	-	8.63	-	-	-	-
Préstamos hasta 30 días	11.60	-	8.73	39.10	-	2.77	-	-	21.40	-	-	-
Préstamos de 31 a 90 días	11.74	-	9.87	16.13	10.22	10.21	3.79	6.58	29.30	-	-	-
Préstamos de 91 a 180 días	13.28	-	11.88	22.23	8.53	10.12	-	7.66	26.56	-	-	-
Préstamos de 181 a 360 días	13.72	-	10.16	27.35	12.50	10.91	-	29.01	24.95	-	-	-
Préstamos a más de 360 días	6.12	-	14.47	39.84	8.38	7.99	-	11.30	19.78	-	-	-
Microempresas	13.86	1.00	18.16	30.75	10.60	5.85	-	13.64	31.76	-	-	-
Tarjetas de Crédito	35.40	-	25.43	44.50	-	-	-	-	-	-	-	-
Descuentos	-	-	18.58	7.00	-	7.90	-	10.03	-	-	-	-
Préstamos Revolventes	-	-	-	-	10.60	-	-	6.39	-	-	-	-
Préstamos a cuota fija hasta 30 días	14.99	-	-	38.57	-	-	-	-	45.97	-	-	-
Préstamos a cuota fija de 31 a 90 días	13.04	-	-	31.85	-	-	-	-	52.35	-	-	-
Préstamos a cuota fija de 91 a 180 días	15.11	-	31.77	38.15	-	-	-	29.02	49.51	-	-	-
Préstamos a cuota fija de 181 a 360 días	18.43	-	43.38	36.55	-	-	-	29.31	42.26	-	-	-
Préstamos a cuota fija a más de 360 días	4.25	1.00	16.20	30.40	-	5.85	-	2.97	25.46	-	-	-
	35.61	16.97	27.46	40.02	17.01	33.46	-	48.10	42.14	45.74	49.18	-

Anexo 12

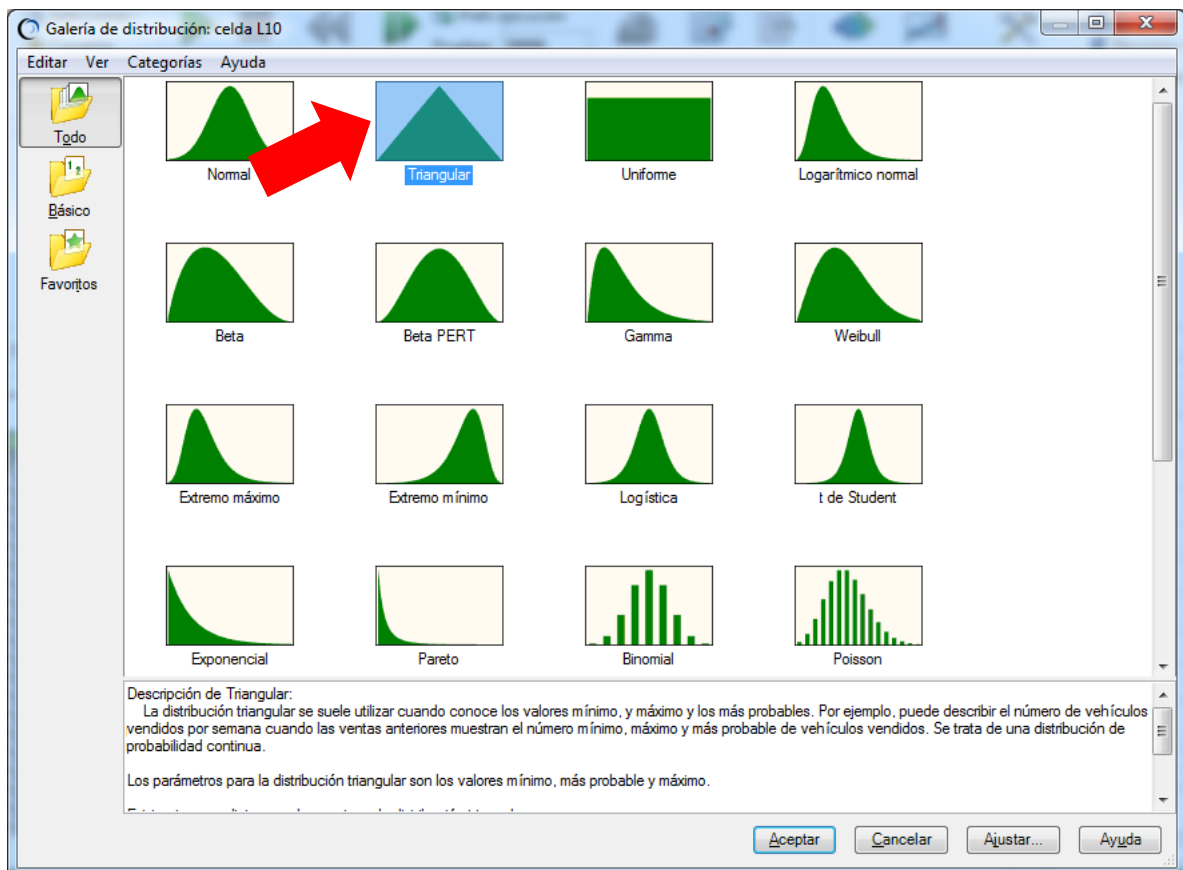
Secuencia para la simulación de la Productividad:

1. Contar con la data Pre Test en una hoja Excel, ya preparada, se debe considerar los resultados de eficiencia, eficacia y productividad, que han sido trabajados con la información histórica proporcionada por la empresa.
2. Calcular los promedios para la eficiencia, eficacia y productividad Pre Test.
3. Definir los criterios para el inicio de la modelación, es decir se debe definir la decisión (considerando el color de la celda amarilla), definir las suposiciones (Data histórica de la productividad diaria, celdas verdes), definir la previsión (Promedio general de los resultados de la productividad evaluados en el periodo de 26 días, representados por el color celeste).
4. La tabla generada con los datos se visualizará de la siguiente forma

FICHA DE REGISTRO DE LA PRODUCTIVIDAD							
DATOS GENERALES							
Elaborado por:		Sebastián Claudio Jara				Área:	Corte y Sellado
Observación	Tiempo Real	Tiempo Programado (min)	Eficiencia	Producción lograda	Producción planificada	Eficacia	Productividad
0						0	0
1	2980,99	4320	69,00%	4000	5000	80,00%	55,20%
2	3055,52	4320	70,73%	4100	5000	82,00%	58,00%
3	2515,21	4320	58,22%	3375	5000	67,50%	39,30%
4	2235,74	4320	51,75%	3000	5000	60,00%	31,05%
5	2608,37	4320	60,38%	3500	5000	70,00%	42,27%
6	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
7	2980,99	4320	69,00%	4000	5000	80,00%	55,20%
8	2515,21	4320	58,22%	3375	5000	67,50%	39,30%
9	2962,36	4320	68,57%	3975	5000	79,50%	54,52%
10	2701,52	4320	62,54%	3625	5000	72,50%	45,34%
11	2757,42	4320	63,83%	3700	5000	74,00%	47,23%
12	2422,06	4320	56,07%	3250	5000	65,00%	36,44%
13	2645,63	4320	61,24%	3550	5000	71,00%	43,48%
14	2403,42	4320	55,63%	3225	5000	64,50%	35,88%
15	2720,16	4320	62,97%	3650	5000	73,00%	45,97%
16	2328,90	4320	53,91%	3125	5000	62,50%	33,69%
17	2235,74	4320	51,75%	3000	5000	60,00%	31,05%
18	2291,64	4320	53,05%	3075	5000	61,50%	32,62%
19	2552,47	4320	59,09%	3425	5000	68,50%	40,47%
20	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
21	2403,42	4320	55,63%	3225	5000	64,50%	35,88%
22	2738,79	4320	63,40%	3675	5000	73,50%	46,60%
23	2310,27	4320	53,48%	3100	5000	62,00%	33,16%
24	2552,47	4320	59,09%	3425	5000	68,50%	40,47%
25	2533,84	4320	58,65%	3400	5000	68,00%	39,88%
26	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
			60,40%			70,02%	42,64%

Fuente: Elaboración propia.

5. Al ejecutar la simulación y asignar la suposición de las productividades se observará un menú de distribuciones de probabilidad, se selecciona la distribución triangular para identificar el comportamiento de los datos. La distribución triangular se utiliza cuando se conoce los valores mínimos, máximo y los más probables. Se trata de una distribución de probabilidad continua.



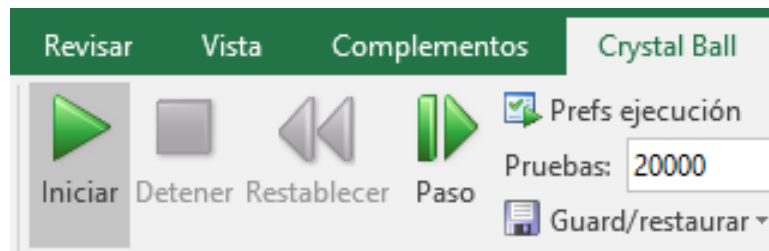
Fuente: Crystal Ball.

6. Se debe definir la previsión, por consiguiente, requiere encontrar el valor numérico mediante una fórmula debido a que si no se realiza dicha ecuación no se podrá realizar la simulación, esta debe realizarse en base a la data histórica, en este caso se trabaja con las productividades diarias para así obtener el promedio que es de un 42,64%, a partir de ahí el software proporcionara resultados que será nuestra data Post Test.

FICHA DE REGISTRO DE LA PRODUCTIVIDAD							
DATOS GENERALES							
Elaborado por:		Sebastián Claudio Jara				Área:	Corte y Sellado
Observación	Tiempo Real	Tiempo Programado (min)	Eficiencia	Producción lograda	Producción planificada	Eficacia	Productividad
0						0	0
1	2980,99	4320	69,00%	4000	5000	80,00%	55,20%
2	3055,52	4320	70,73%	4100	5000	82,00%	58,00%
3	2515,21	4320	58,22%	3375	5000	67,50%	39,30%
4	2235,74	4320	51,75%	3000	5000	60,00%	31,05%
5	2608,37	4320	60,38%	3500	5000	70,00%	42,27%
6	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
7	2980,99	4320	69,00%	4000	5000	80,00%	55,20%
8	2515,21	4320	58,22%	3375	5000	67,50%	39,30%
9	2962,36	4320	68,57%	3975	5000	79,50%	54,52%
10	2701,52	4320	62,54%	3625	5000	72,50%	45,34%
11	2757,42	4320	63,83%	3700	5000	74,00%	47,23%
12	2422,06	4320	56,07%	3250	5000	65,00%	36,44%
13	2645,63	4320	61,24%	3550	5000	71,00%	43,48%
14	2403,42	4320	55,63%	3225	5000	64,50%	35,88%
15	2720,16	4320	62,97%	3650	5000	73,00%	45,97%
16	2328,90	4320	53,91%	3125	5000	62,50%	33,69%
17	2235,74	4320	51,75%	3000	5000	60,00%	31,05%
18	2291,64	4320	53,05%	3075	5000	61,50%	32,62%
19	2552,47	4320	59,09%	3425	5000	68,50%	40,47%
20	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
21	2403,42	4320	55,63%	3225	5000	64,50%	35,88%
22	2738,79	4320	63,40%	3675	5000	73,50%	46,60%
23	2310,27	4320	53,48%	3100	5000	62,00%	33,16%
24	2552,47	4320	59,09%	3425	5000	68,50%	40,47%
25	2533,84	4320	58,65%	3400	5000	68,00%	39,88%
26	2794,68	4320	64,69%	3750	5000	75,00%	48,52%
			60,40%			70,00%	42,64%

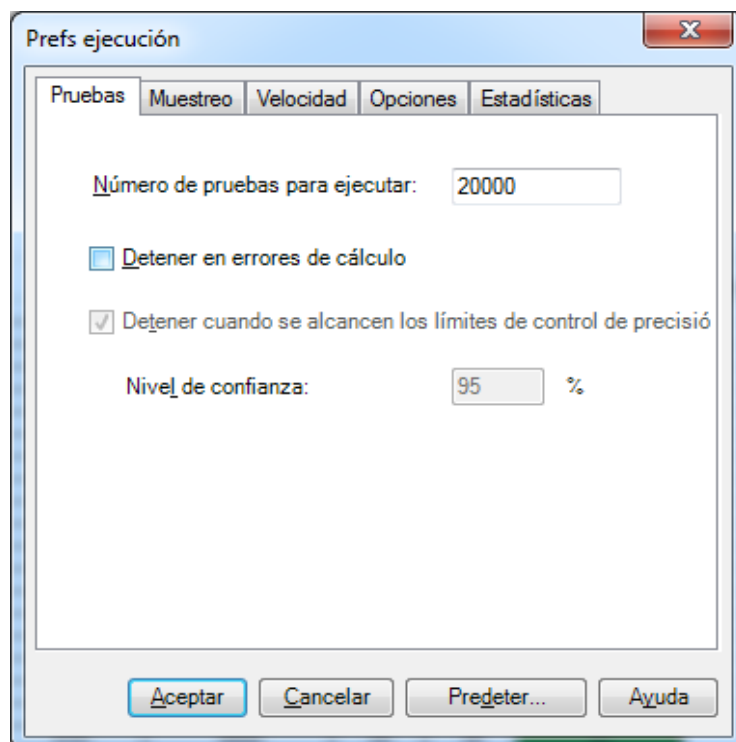
Fuente: Elaboración propia.

- El siguiente paso es ingresar a los prefijos de ejecución ver en la figura 24 que se encuentra en el campo del Crystal Ball.



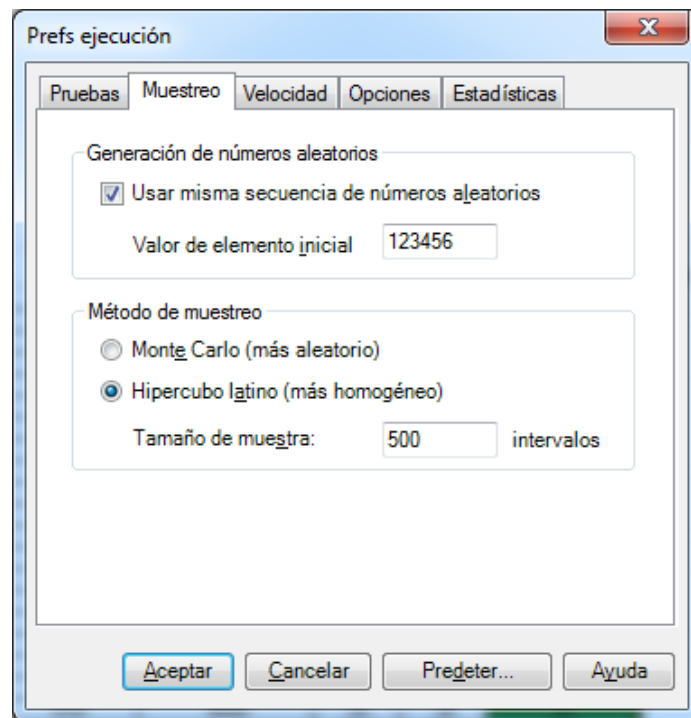
Fuente: Excel 2016.

Aquí se debe definir cuantas pruebas se hará en la simulación para encontrar un resultado confiable, en este caso será un total de 20,000 pruebas que se harán en la data Pre Test para que este brinde información de cómo se comporta en un futuro la productividad Post Test. Cabe señalar que esta variación en el comportamiento, considerando que se trata de una simulación, se debería a la aplicación de la metodología propuesta que es el ciclo PHVA.



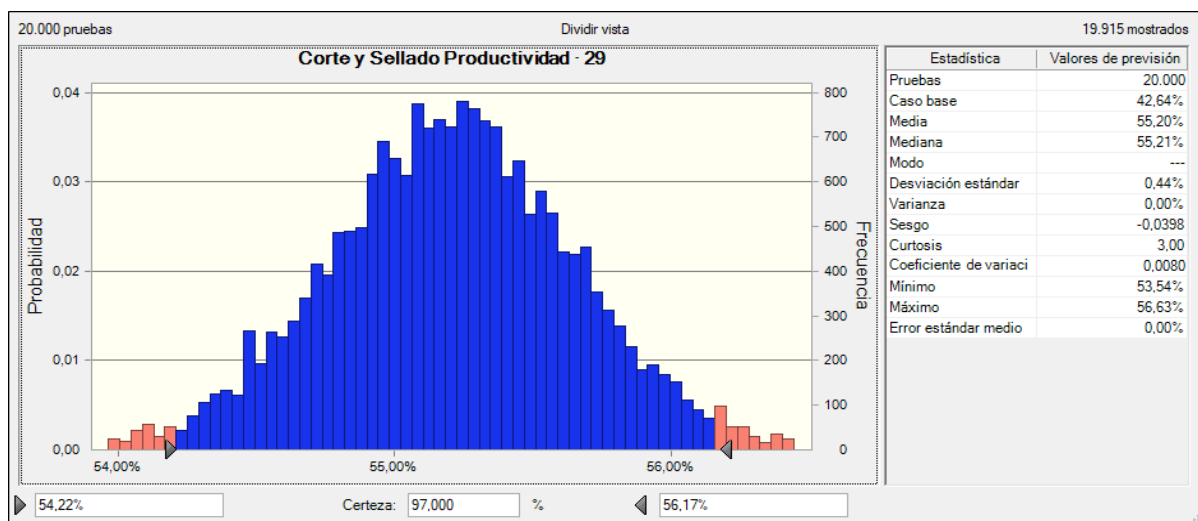
Fuente: Crystal Ball

8. Como parte de los criterios para la ejecución del software, para el muestreo, se selecciona el proceso Hipercubo Latino como se muestra en la figura 26, ya que se considera para valores escasos.



Fuente: Crystal Ball.

- Al tener definido lo anterior, se inicia al proceso de simulación para así obtener los resultados de la productividad Post Test




Fuente: Crystal Ball.

En el anterior grafico después de 20,000 pruebas de simulación se puede decir que la actividad Post Test va de 54,22% a 56,17% con una certeza del 97 %, es decir 97% de confianza que la productividad Post Test va a estar en un rango de 54% y 56%, en este caso después de 20,000 pruebas se puede decir que hubo

una posible mejora de 42,64% a 55,20%, este resultado de Post Test se puede observar en la media.

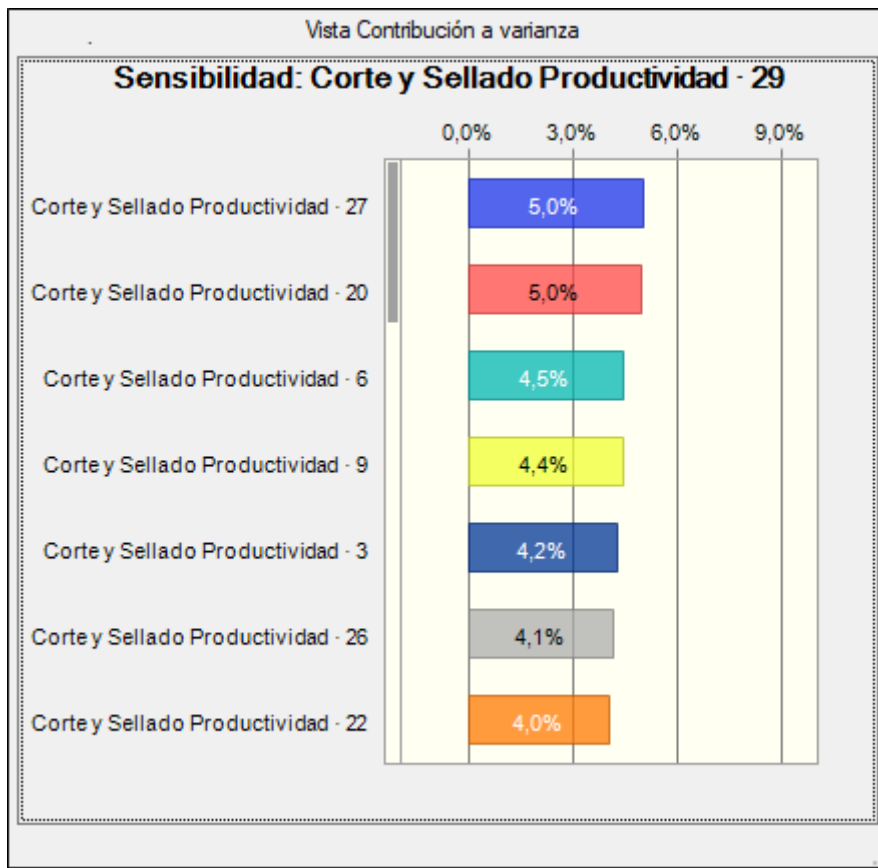
Estadística	Valores de previsión
Pruebas	20.000
Caso base	42,64%
Media	55,20%
Mediana	55,21%
Modo	---
Desviación estándar	0,44%
Varianza	0,00%
Sesgo	-0,0398
Curtosis	3,00
Coefficiente de variaci	0,0080
Mínimo	53,54%
Máximo	56,63%
Error estándar medio	0,00%



Fuente: Crystal Ball.

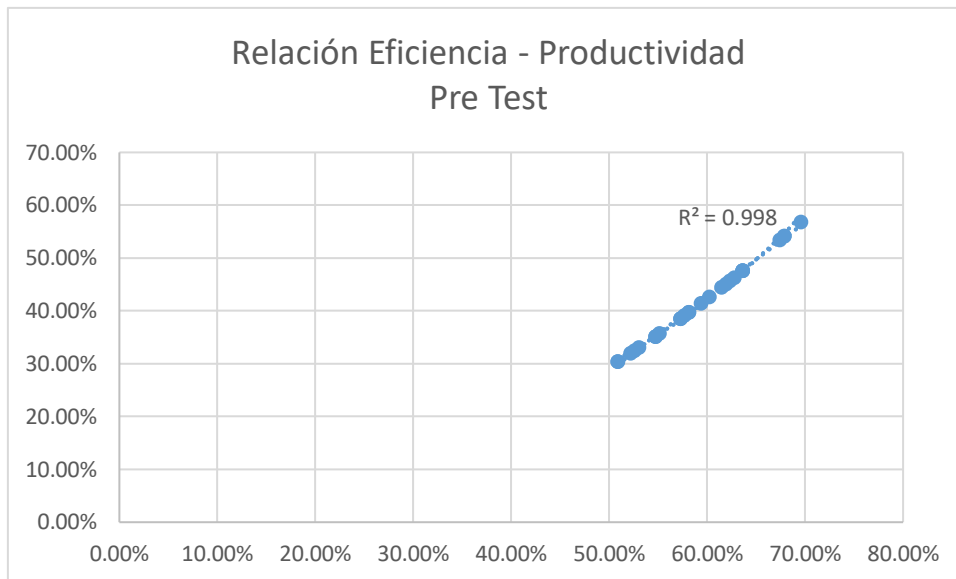
Por lo tanto, la productividad en el Pre Test era de 42,64% y ahora con la simulación probada 20,000 veces se puede decir que el Post Test es de 55,20%.

- 10.El Crystal Ball ofrece un beneficio adicional, que es el análisis de sensibilidad, esto permite identificar los datos y en qué días los resultados son diferentes en relación al resultado Post Test obtenido, por ejemplo, los datos Pre Test de los días 27 y 20 aportan un 5% respectivamente, al resultado de la productividad Post Test.



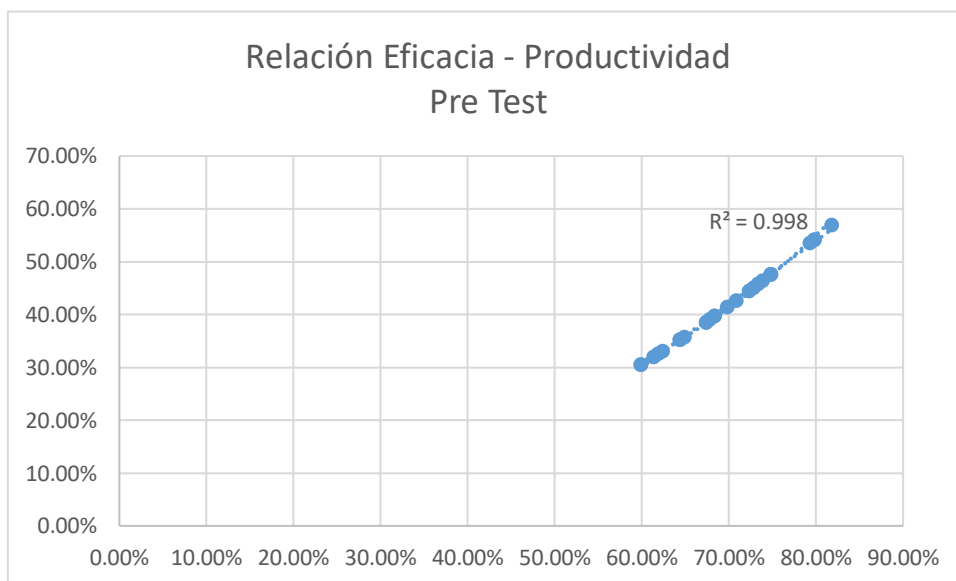
Fuente: Crystal Ball.

11. Para poder establecer la relación entre los datos se realizó un análisis de correlación para calcular el r^2 pues esto demuestra que si el valor está más próximo a 1 existe mayor confiabilidad con la data. Los resultados obtenidos muestran que existe una correlación alta pues es próximo a 1. En el diagrama de dispersión en cuanto al valor numérico del r^2 mientras más cercano sea a la unidad más relación habrá entre variables, en este caso se observa que las variables eficiencia y productividad tiene una relación de 0.998.



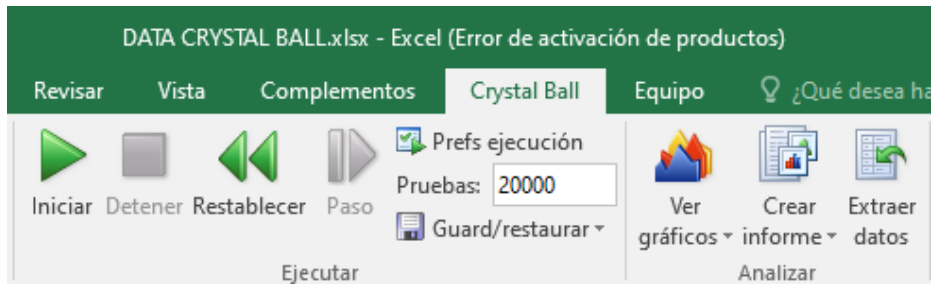
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto, a la siguiente gráfica se puede observar que la eficacia y la productividad tienen una relación de 0.998.



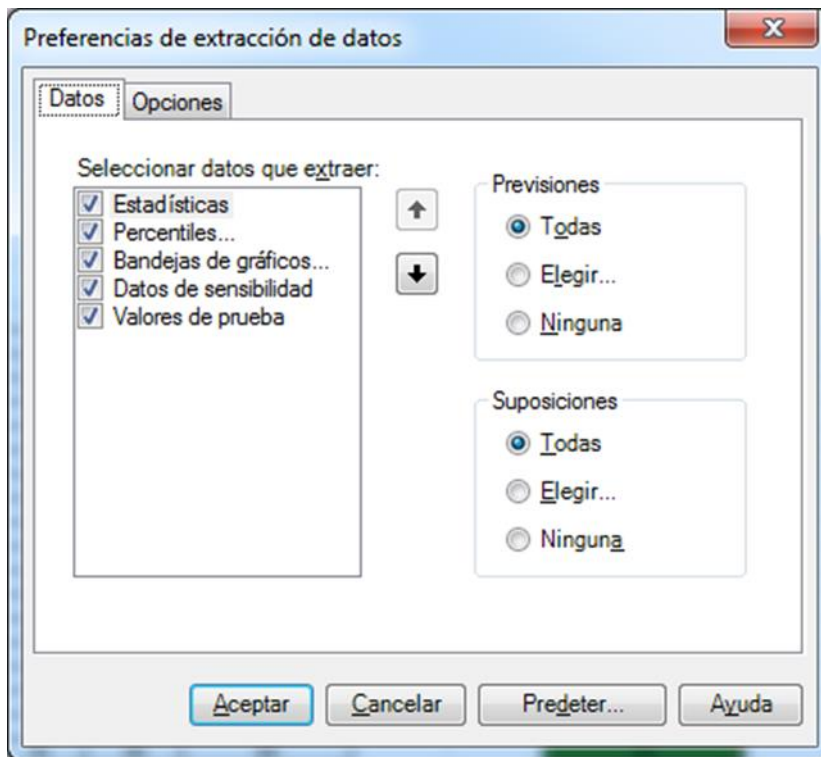
Fuente: Elaboración propia.

12. Para hallar el resultado Post Test, siendo simulado 20,000 veces, se va a proceder a extraer la data esta se encuentra en la barra del Crystal Ball.



Fuente: Excel 2016

13. En el siguiente paso, antes de ejecutar la extracción de datos, se tiene que elegir las preferencias de datos a extraer, en este caso seleccionaremos todas las opciones para la previsión y suposiciones.



Fuente: Crystal Ball

14. Al obtener todos los datos de las 20,000 corridas que se programó en el Crystal Ball, se encuentra la sección Bandejas de Gráficos, donde se pueden observar los resultados de la productividad y se toma en cuenta que al trabajar con una distribución triangular se obtendrán valores mínimos y máximos. Estos datos estarán reflejados para los 26 días de evaluación que se consideraron inicialmente.

	Corte y Sellado Productividad - 29				Corte y Sellado Productividad - 10				Corte y Sellado Productividad	
	Bandejas de gráficos	Mínimo	Máximo	Frecuencia	Mínimo	Máximo	Frecuencia	Mínimo		
31										
32	1	53,54%	53,60%	8	49,70%	49,92%	18	49,73%		
33	2	53,60%	53,66%	0	49,92%	50,14%	51	49,95%		
34	3	53,66%	53,72%	0	50,14%	50,36%	84	50,17%		
35	4	53,72%	53,79%	4	50,36%	50,58%	107	50,39%		
36	5	53,79%	53,85%	8	50,58%	50,80%	150	50,61%		
37	6	53,85%	53,91%	6	50,80%	51,01%	174	50,83%		
38	7	53,91%	53,97%	35	51,01%	51,23%	205	51,04%		
39	8	53,97%	54,03%	34	51,23%	51,45%	237	51,26%		
40	9	54,03%	54,10%	64	51,45%	51,67%	274	51,48%		
41	10	54,10%	54,16%	60	51,67%	51,89%	298	51,70%		
42	45	56,26%	56,32%	52	59,31%	59,53%	186	59,38%		
43	46	56,32%	56,38%	26	59,53%	59,75%	160	59,60%		
44	47	56,38%	56,45%	50	59,75%	59,97%	117	59,82%		
45	48	56,45%	56,51%	12	59,97%	60,19%	96	60,03%		
46	49	56,51%	56,57%	8	60,19%	60,41%	62	60,25%		
47	50	56,57%	56,63%	8	60,41%	60,62%	32	60,47%		
48		55,06%	55,12%		55,06%	55,27%		55,10%		

Fuente: Excel 2016

15. Al tener el promedio mínimo y máximo de cada productividad, se pudo calcular la data Post Test, a partir de las medias simuladas obtenidas.

	MÍNIMO	MÁXIMO	PRODUCTIVIDAD POST TEST
1	55,09%	55,31%	55,20%
2	55,11%	55,33%	55,22%
3	55,10%	55,32%	55,21%
4	55,11%	55,33%	55,22%
5	55,09%	55,31%	55,20%
6	55,11%	55,33%	55,22%
7	55,09%	55,31%	55,20%
8	55,06%	55,27%	55,16%
9	55,10%	55,32%	55,21%
10	55,10%	55,32%	55,21%
11	55,09%	55,31%	55,20%
12	55,09%	55,31%	55,20%
13	55,09%	55,31%	55,20%
14	55,06%	55,28%	55,17%
15	55,07%	55,29%	55,18%
16	55,13%	55,35%	55,24%
17	55,07%	55,29%	55,18%
18	55,11%	55,32%	55,22%
19	55,08%	55,30%	55,19%
20	55,12%	55,33%	55,22%
21	55,08%	55,30%	55,19%
22	55,10%	55,32%	55,21%
23	55,10%	55,32%	55,21%
24	55,09%	55,31%	55,20%
25	55,11%	55,33%	55,22%
26	55,11%	55,33%	55,22%
	55,09%	55,31%	55,20%

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la productividad Post Test, a partir de la simulación de la data Pre Test es de 55,20%.

16. Asimismo, para obtener la eficiencia y eficacia Post Test, se debe hacer el mismo procedimiento de la simulación, se restablece la simulación anterior de la productividad para que no haya confusión de datos.