

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO PARA DISMINUIR EL NIVEL DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN LA EMPRESA DE PLÁSTICOS TECMAHPLAST S.A.C., LIMA, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Lisset Aracely Chana Lopez

Asesor:

M.Sc. Marco Antonio Diaz Diaz

Lima - Perú

2020



DEDICATORIA

Hace años atrás decidí iniciar mi formación en la carrera de Ingeniería Industrial y en el transcurso del camino se presentaron muchos retos, metas, fracasos y éxitos, los cuales me brindaron conocimientos para desarrollar el contenido de la tesis en cuestión. Sin embargo, ello hubiera sido inexistente sin la guía de Dios acompañando mi camino y elevando mi constancia de superación, tampoco hubiera sido posible sin el apoyo moral, económico, material y técnico proporcionado por mis familiares, amigos, compañeros, docentes y asesores durante esos años; por las razones expresadas dedico esta tesis a los mencionados porque permitieron que el presente contenido haya podido desarrollarse en su totalidad.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a familiares, amigos, docentes y asesores por el soporte que me brindaron para que sea posible desarrollar la presente tesis. En especial agradezco a Dios y a mi tía que desde el cielo protegen y brindan salud en mi hogar en épocas tan difíciles que atraviesa el país.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	29
CAPÍTULO III. RESULTADOS	55
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	104
REFERENCIAS	111
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de Servicios Brindados en el 2018	16
Tabla 2	Matriz RACI del proceso de Producción	57
Tabla 3	Muestra Preliminar	60
Tabla 4	Rango y Media	61
Tabla 5	Toma de Muestras	62
Tabla 6	Toma de Muestras	63
Tabla 7	Costos de Reparación	67
Tabla 8	Costos en los días Inoperativos	68
Tabla 9	Análisis de los Modos de Falla y Cuantificación de la Criticidad y sus Efectos	68
Tabla 10	Análisis de la Causa de Falla e Individualización del Componente Crítico	69
Tabla 11	Plan de Mantenimiento Preventivo	70
Tabla 12	Cálculo del VAN del Escenario Pesimista	95
Tabla 13	Cálculo del TIR del Escenario Pesimista	95
Tabla 14	Cálculo del VAN del Escenario Normal	96
Tabla 15	Cálculo del TIR del Escenario Normal	97
Tabla 16	Cálculo del VAN del Escenario Optimista	98
Tabla 17	Cálculo del TIR del Escenario Optimista	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Categorías de empresas encuestadas	12
Figura 2 Porcentaje de empresas encuestadas por país	12
Figura 3 Montos no percibidos por la empresa	17
Figura 4 Flujo del Proceso de Servicios Tercerizados de producción	18
Figura 5 Las cinco fases en la realización de un proyecto 6 sigma	30
Figura 6 Flujograma	34
Figura 7 Matriz RACI	35
Figura 8 Diagrama de Pareto	39
Figura 9 Diagrama de Ishikawa o de Causa-Efecto.....	41
Figura 10 Cuadro de Análisis de Causa de Falla e Individualización del componente crítico	43
Figura 11 Plan de Mantenimiento productiva	44
Figura 12 Lista de comprobación de auditoria	47
<i>Figura 13</i> Lista de comprobación de auditoria.....	48
Figura 14 Flujo de Caja.....	50
Figura 15 Formato de Flujograma	51
Figura 16 Matriz RACI	52
Figura 17 Formato de Project Charter.....	53
Figura 18 Formato de Diagrama de Ishikawa	54
Figura 19 Flujo del Proceso de Producción en TECMAHPLAST S.A.C.....	56
Figura 20 Diagrama de Pareto del tipo de productos defectuosos.....	64
Figura 21 Gráfico del Diagrama de Pareto de productos defectuosos.....	64
Figura 22 Diagrama de Ishikawa de la Deformación del Balde de 2L	65

Figura 23 Diagrama de Pareto de Causas de la Deformación de los Baldes 2L	66
<i>Figura 24</i> Gráfico de Diagrama de Pareto de las Causas de la Deformación de los Baldes 2L	66
Figura 25 Matriz de Relación de las propuestas de Mejora con las causas a mitigar	67
Figura 26 Plan de Mantenimiento Preventivo	71
Figura 27 Plan de Mantenimiento Preventivo	72
Figura 28 Procedimiento de Mantenimiento previo a la propuesta de mejora	73
Figura 29 Personal a Ejecutar el Mantenimiento	74
Figura 30 Evidencia de Mantenimiento Preventivo del 01 de Junio del 2019	76
Figura 31 Evidencia de Mantenimiento Preventivo del 01 de Junio del 2019	76
Figura 32 Cronograma de Implementación de la Propuesta de Estandarización	78
Figura 33 Cronograma de Implementación de la Propuesta de Estandarización	79
Figura 34 Elaboración de la Documentación Fase 1	80
Figura 35 Elaboración de la Documentación Fase 2	81
Figura 36 Programa Anual de Capacitación	82
Figura 37 Programa de Auditorias	83
Figura 38 Formato de Supervisión	84
Figura 39 Especificaciones del Formato de Producción	85
Figura 40 Planificación de Ejecución Semanal	85
Figura 41 Operario revisando propiedades del producto para la programación	86
Figura 42 Operario utilizando el formato para la programación	86
Figura 43 Tablero Programado en Temperatura	87
Figura 44 Ilustración de Programación de Auditorias	88
Figura 45 Estatus de la Auditoría Ejecutada	88
Figura 46 Detalle de Inversión	89

Figura 47 Ingreso Anual.....	90
Figura 48 Cálculo del COK.....	90
Figura 49 Escenario Optimista	92
Figura 50 Escenario Normal.....	93
Figura 51 Escenario Pesimista.....	94
Figura 52 Resumen de Escenarios	95
Figura 53 Gráfico de la Tasa Interna de Retorno del Escenario Pesimista	96
Figura 54 Gráfico de la Tasa Interna de Retorno del Escenario Normal	97
Figura 55 Gráfico de la Tasa Interna de Retorno del Escenario Optimista.....	99
Figura 56 Resumen de los resultados obtenidos del VAN en los 3 escenarios	99
Figura 57 Resumen de los resultados obtenidos del TIR en los 3 escenarios	100
Figura 58 Resumen de los resultados obtenidos del B/C en los 3 escenarios	100
Figura 59 Prueba de Hipótesis-capacidad del proceso.....	101
Figura 60 Prueba de Hipótesis-capacidad del proceso.....	101
Figura 61 Prueba de Hipótesis-Índice de Productos defectuosos.....	103
Figura 62 Prueba de Hipótesis-Índice de Productos defectuosos.....	103

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 VAN	32
Ecuación 2 TIR	32
Ecuación 3 Rango de Tiempos	37
Ecuación 4 Media Aritmética	38
Ecuación 5 Cociente entre el Rango y la Media	38
Ecuación 6 Tiempo promedio de ciclo	38
Ecuación 7 Índice de Cumplimiento de la Planificación	74
Ecuación 8 Desviación media del tiempo planificado	75
Ecuación 9 Tiempo medio de resolución de una O.T.	75
Ecuación 10 Índice de Mantenimiento Programado	75
Ecuación 11 Índice Correctivo	75

RESUMEN

La presente tesis analiza los procesos de Tecmahplast S.A.C; empresa de manufactura plástica que tiene como objetivo general mejorar el proceso productivo para disminuir el nivel de productos defectuosos mediante la aplicación del DMAIC. Con las propuestas de mejora de Mantenimiento Preventivo y Estandarización se llega a mejorar el proceso productivo. Disminuyendo el nivel de productos defectuosos en un 6%, para llegar al objetivo primero se realizó el diagnóstico del proceso productivo en donde se identificó los siguientes factores que originaban los productos defectuosos: falta de mantenimiento (56%), desconocimiento de los procesos (28%), falta de información (9%), especificaciones incompletas (5%) y materiales de baja calidad (1%); utilizando el método exploratorio Flujo del Proceso, Project Charter, Diagrama de Pareto e Ishikawa. Segundo, se plantearon como acciones de mejora el mantenimiento preventivo y la estandarización de procesos que se deben implementar en los procesos, se cumplió un plan de mantenimiento en la máquina, por otro lado, la estandarización de procesos estableció los documentos necesarios para desplegar el conocimiento en la organización, se desarrollaron capacitaciones y se programaron auditorias, de las cuales se observó un cumplimiento mayor del 60% de los registros generados del proceso que demuestran que se estuvieron usando durante el periodo piloto. Finalmente, se estima el beneficio económico, mediante el cálculo de los indicadores económicos VAN, TIR, B/C se demuestra que la propuesta de implementación del Mantenimiento Preventivo y Estandarización de Procesos es económicamente viable, dando como resultado en el escenario Pesimista un VAN de s/. 23,905.98, un TIR de 54% y un B/C de 0.52.

Palabras clave: Proceso productivo, productos defectuosos y metodología DMAIC.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los últimos años la Asociación Empresarial en el Sector de Plástico en Europa, Plastic Europe, ha realizado diversos estudios de la producción de plásticos, el último publicado en el 2018 muestra que el sector ha tenido una tasa de crecimiento anual del 3.7% a nivel mundial y 4% a nivel Latinoamérica a causa de las altas demandas del mercado por productos de limpieza, empaques, automovilísticos, eléctricos, bebidas, construcción, entre otros.

Según los estudios económicos publicados por la Sociedad Nacional de Industrias y por el Ministerio de la Producción, en Perú la actividad industrial manufacturera ha mantenido un nivel de crecimiento solo en el primer bimestre del 2020 en un 3% y en consecuencia produjo que el sector de plástico genere un incremento en la producción del 4.5% (SNI, 2020). Asimismo, el Banco Central de Reserva registró que la capacidad instalada de producción en el sector del plástico tuvo una reducción del 17% a junio del 2020 respecto al 2019 que tuvo un desempeño potencial del 74%, ese porcentaje de producción económicamente representa un aporte al país en impuestos de s/. 157 millones, sin embargo, las cifras de ganancias para el país y para las empresas no pudieron ser mayores debido a problemas en la eficiencia de sus procesos, ya sea con la mano de obra, maquinaria o situaciones externas que los perjudicaron.

En la investigación del Panorama de la Industria del Plástico realizada por el equipo de Tecnología del Plástico en mayo del 2017, muestra la situación que atravesaban 179 empresas que se dedican a la fabricación de productos de plásticos. En las siguientes figuras se muestran que las empresas encuestadas fueron de tipo micro (34%), pequeña (19%), mediana (25%) y gran empresa (22%) y pertenecían al país de México (27%),

Colombia (26%), Argentina (11%), Ecuador (9%), Perú (8%), Venezuela (7%) y otros (12%); (Guevara Cárdenas, 2017).

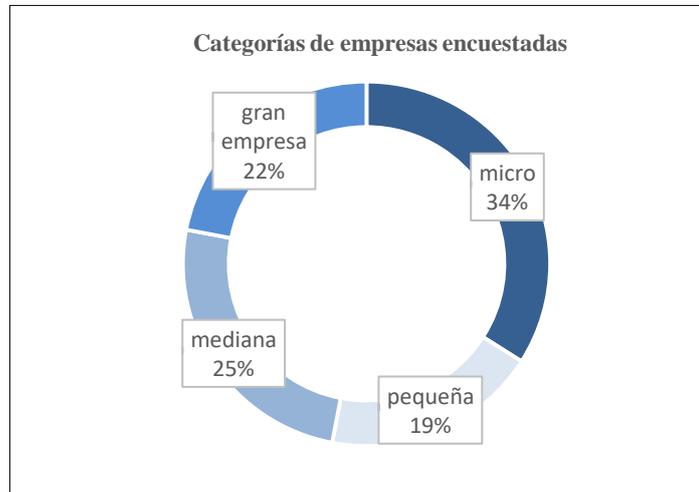


Figura 1 Categorías de empresas encuestadas

Fuente: Revista Tecnología del Plástico del 2017

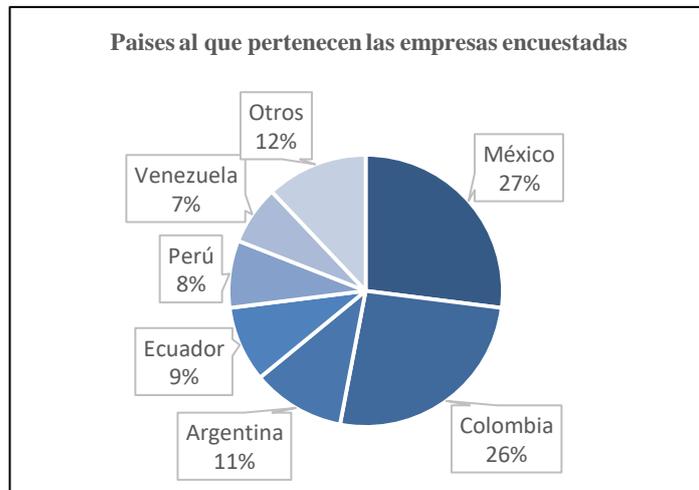


Figura 2 Porcentaje de empresas encuestadas por país

Fuente: Revista Tecnología del Plástico del 2017

El 52% de las empresas respondió que apuntan a ser rentables, el 56% a incrementar sus ventas, el 23% a realizar mejoras asociadas al cuidado del medio ambiente, el 59% a incrementar el consumo de materias primas y en consecuencia el nivel de producción; pero para que logren ese objetivo más de la mitad mencionó que dentro de sus planes

estratégicos esta la incursión en nuevos mercados, diversificación y mejoras en la calidad de los productos (Guevara Cárdenas, 2017). La ISO 9000 menciona que mientras más competitiva sea una empresa mayor es su necesidad de mejorar su productividad tanto como la calidad de los productos o servicios que el cliente requiere para que las oportunidades de esa empresa en el mercado no se reduzcan (ISO 9000, 2005).

Bajo lo descrito se muestra que las empresas de la industria plástica tienen como prioridad mejorar el ciclo de producción y con ello tener la capacidad instalada para cubrir la demanda de los productos con la calidad requerida, asimismo, incrementarían su oportunidad de crecimiento en el mercado. Respecto a la calidad, la dueña de una empresa de plástico en EE.UU llamada Nelly Riverside quien fue reconocida con el premio de “Los 22 más¹”, reafirma la expresión que en la industria del plástico es muy importante la calidad de los productos para que una empresa pueda ser competitiva en el mercado (Riverside, 2017).

Sin embargo, en la industria se presentan significativos niveles de productos defectuosos que son considerados en la calidad como no conformes que son origen de distintas causas como errores administrativos, incumplimiento de los programas de mantenimiento y ausencia del control de los procesos, los cuales finalmente ocasionan que la empresa tenga pérdidas monetarias.

Solo en el departamento de Lima en el 2010, el Ministerio de la Producción en el Análisis Regional de Empresas Industriales indicó que dentro de la actividad económica de Clase CIIU número 2520- Empresas de Fabricación de productos de plásticos, se encuentran 1191 empresas que se dedican a la fabricación de productos de plástico que representan el 1.6 % del total de empresas manufactureras, dentro de ellas 830 son micro

¹ Premio reconocido por la Embajada de Colombia en Estados Unidos mediante el concurso de las 22 colombianas más sobresalientes en ese país.

empresas, 253 son pequeñas empresas y 108 son mediana-grandes empresas (Producción, 2011).

Si nos situamos en el sector de las pequeñas empresas tenemos 253 empresas que están teniendo pérdidas monetarias por los niveles de productos defectuosos que presentan, que en su categoría si el dinero que dejan de percibir es significativo puede llevarlos a quebrar. Dentro de estas pequeñas empresas se encuentra Tecmahplast SAC ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, la cual estudiaremos en la presente tesis. Esta empresa inició sus actividades económicas, el 01 de noviembre del 2008 como Sociedad Anónima Cerrada que fue iniciativa de emprendimiento del Gerente Tomás Carlos Salazar, la situación actual de esta empresa dentro del mercado peruano es activa y los principales productos que ofrece al mercado son los siguientes:

- Tazones plásticos
- Colgadores de ropa
- Baldes 2 L, 5L y 8L
- Jarras
- Jaboneras
- Bandejas medianas
- Organizadores
- Tinas
- Toma-todo
- Tapers

La empresa tiene la visión de ser líder en manufactura de productos plásticos a nivel nacional con competitividad internacional mediante la calidad de sus productos, pero presenta un nivel de 15% de productos defectuosos al mes, en junio del 2019 el Gerente General expresó que en abril del 2019 presentó 935 productos defectuosos en la línea de

Balde de 2Litros, los cuales representaron una pérdida económica de \$ 2805 dólares americanos, y considera que posiblemente fue por falta de capacitación del personal en el proceso de producción, la vida útil de las máquinas o la calidad de la materia prima (Salazar, 2019).

La materia prima más utilizada en la industria del plástico es el polipropileno y se caracteriza por ser de diferentes calidades, en la empresa de estudio se tiene 3 tipos: alta, media y baja calidad, siendo alta cuando el polipropileno se utiliza por primera vez, media cuando fue reprocesado entre 1 o 2 veces, baja cuando fue reprocesado por más de 2 veces. En la media y baja se perdió la calidad de la materia por lo que el producto es ofrecido en venta al mercado con tarifas que no cubren el costo de producción, dentro del cual se considera: mano de obra, energía, maquinaria, entre otros; asimismo, los productos defectuosos que contengan colores oscuros son reprocesados pero previamente debe ser combinado con otros compuestos para que pueda alcanzar las propiedades de temperatura de la máquina en la que se está procesará la pieza, pero pal no ser un material uniforme no permite que la máquina trabaje normal y genera que el producto final sea desechado por no poseer las propiedades de resistencia mínimas que requiere (Espinoza, 2016).

Por todo lo expuesto es de interés en la empresa Tecmahplast SAC reducir los niveles de productos defectuosos que se realizará a través de la identificación de las principales causas que lo ocasionan, definiendo las mejoras en el proceso, los controles y la estandarización de los mismos.

1.1.1 Justificación del problema

En la industria del plástico se presenta niveles de productos defectuosos debido a diversas posibles causas que se dan dentro del proceso. En la empresa Tecmahplast SAC desde que inició sus actividades económicas el 01 de

noviembre del 2008 el Gerente Tomás Carlos Salazar inicia con la fabricación de productos de plásticos y con un objetivo de incrementar anualmente su producción para abastecer la demanda de sus potenciales clientes. La empresa tiene como giro de negocio brindar el servicio de producción a solicitud de su cliente y también fabrica los productos de su propia gama, dentro de ellos se tienen tapas, baldes, tinas, colgadores, jaboneras, entre otros; pero desde el 2010 fue presentando niveles de productos defectuosos que actualmente representan una pérdida económica significativa en la empresa.

En la Tabla 1, se puede observar como la empresa de 6 servicios brindados en el 2019 dejó de percibir \$1,798 por no haber cumplido con la cantidad de productos esperados para el servicio.

Tabla 1
Tabla de Servicios Brindados en el 2018

Fecha	Servicio de producción	Empresa	Monto del Contrato (\$)	Monto Facturado (\$)
Enero-18	Balde 1 L	Emp.A	\$ 458	\$ 315
Febrero-18	Gancho Cucharita	Emp.B	\$ 1321	\$ 756
Agosto-18	Arenero de gatos	Emp.C	\$ 740	\$ 421
Setiembre-18	Bandejas	Emp.B	\$ 244	\$ 132
Noviembre-18	Comedero de pollos	Emp.C	\$ 337	\$ 207
Diciembre-18	Jarra de 1 L	Emp.A	\$ 952	\$ 423
Total			\$ 4,052	\$ 2,254
Diferencia			\$ 1,798	

Nota. Descuentos en la factura de algunos servicios brindados por la empresa Tecmahplast (Fuente: Empresa Tecmahplast S.A.C.)

En la Figura 3 se muestra lo que la empresa dejó de percibir en 3 años, el monto que se muestra en cada año fue estimado por la empresa entre la cantidad de productos defectuosos que se presentaron por el precio unitario del tipo de producto, en su totalidad representan \$ 13 k.

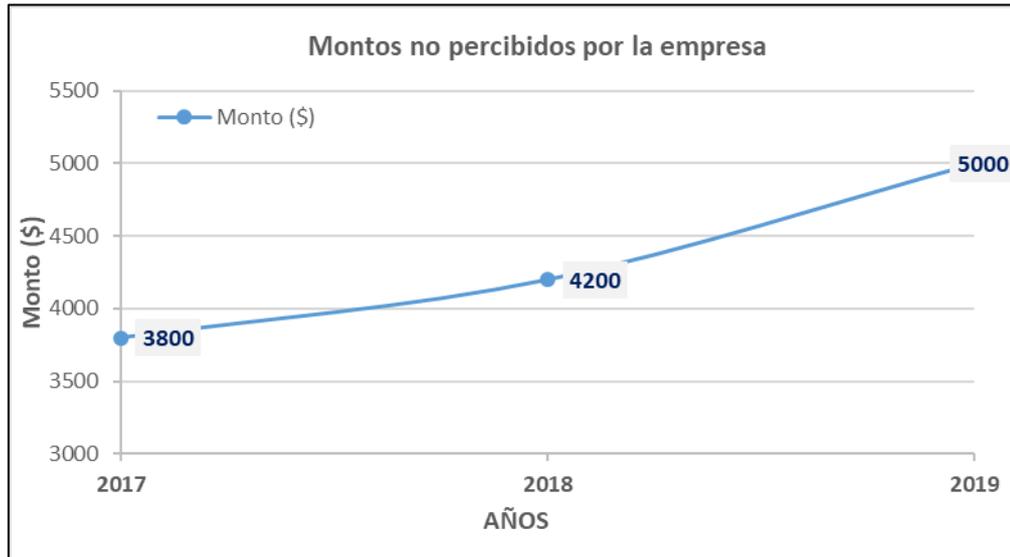


Figura 3 Montos no percibidos por la empresa

Fuente: Propia

El servicio tercerizado de producción inicia luego de cerrar el contrato, luego el cliente envía los moldes de la línea de productos asimismo los sacos de materia prima que se van a utilizar por la prestación de servicios. La empresa inició a brindar estos servicios comprando materia prima, pero al presentar inconvenientes con la calidad de los productos, considera como una cláusula del contrato que el cliente deba enviar su propio material y especificaciones de la producción de ese tipo de producto, sin embargo luego de la entrega de la producción se llega a facturar menos del valor del servicio ya que la materia prima utilizada es mayor por algunos desperdicios que se producen por inconvenientes con la máquina o la programación que ejecutan los operarios. En la Figura 4, se muestra el flujo del proceso cuando se brinda servicios tercerizados de producción.

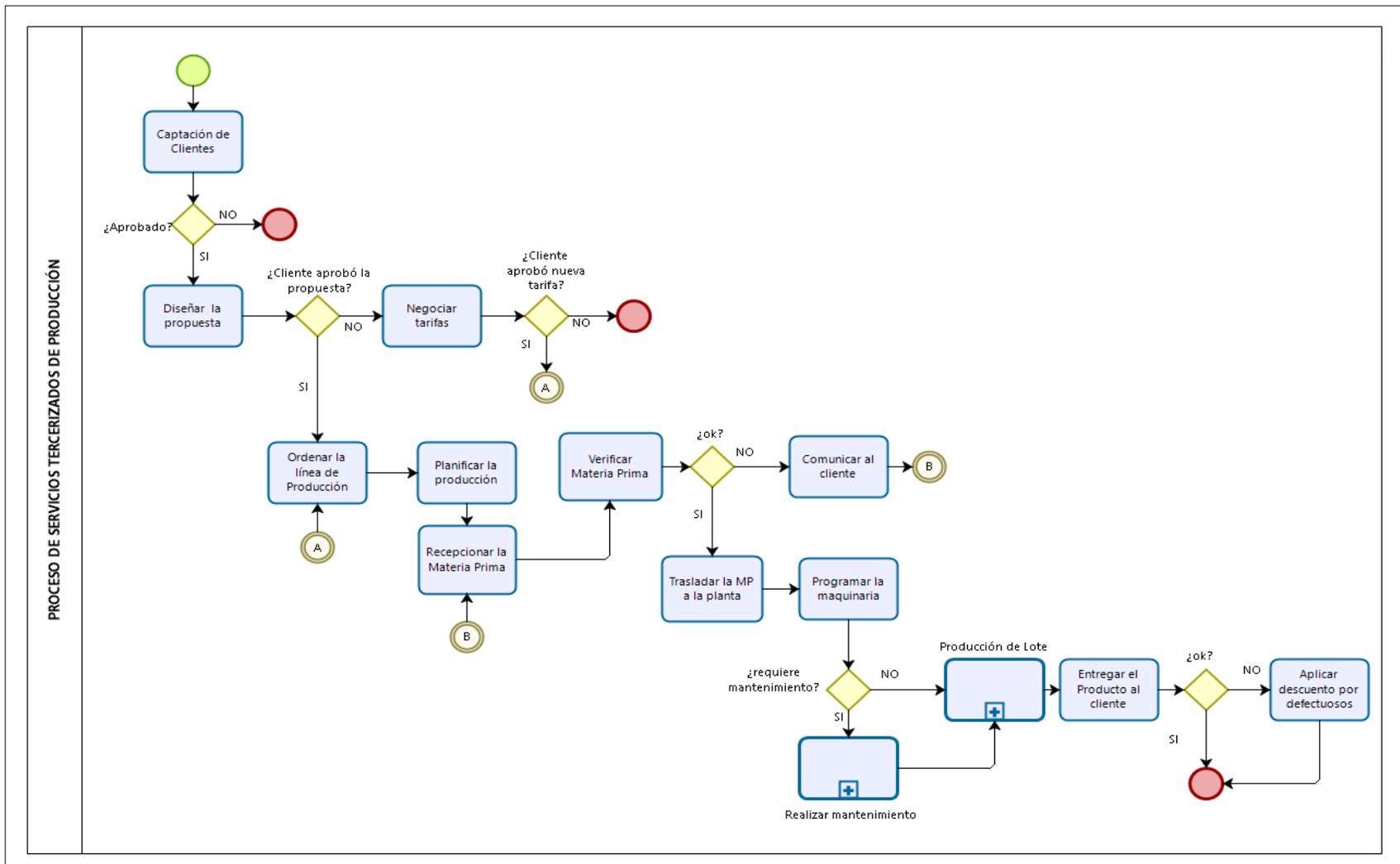


Figura 4 Flujo del Proceso de Servicios Tercerizados de producción

Fuente: Propia

Desde el punto de vista teórico es importante reducir los niveles de productos defectuosos en la empresa de estudio porque no tiene la capacidad de abastecimiento de la demanda de sus clientes, y es importante analizar las causas principales en el proceso que lo está originando, asimismo medir esas causas, mejorarlas y establecer un control con el soporte de la estandarización, además la reducción de niveles de productos defectuosos implica mejorar los procesos y a su vez la calidad de los productos, ello permite disminuir los costos de fabricación y aumentar sus beneficios económicos; incrementando los márgenes de rentabilidad y elevando el número de ventas por la satisfacción de los clientes.

La empresa Tecmahplast S.A.C. está en la necesidad de tener niveles de producción sin desperdicios innecesarios evitando los productos defectuosos mediante el uso correcto de recursos materiales, técnicos y humanos que se necesitan para llevar a cabo el proceso productivo de plásticos.

El presente trabajo justifica de manera práctica que la empresa en estudio se ve en la necesidad de desarrollar un análisis de todo el proceso de producción que involucra medir los niveles de productos defectuosos ocasionados por las maquinarias, mano de obra y métodos en el área de producción, ya que al 2020 la empresa presenta productos defectuosos que representan una pérdida de \$11, 964.00 (dólares americanos) de 9, 000 unidades defectuosas (Salazar, 2019).

Pese a que estos productos son reprocesados no se mantiene las propiedades originales del producto final perdiendo la calidad el cual representa la mitad del precio original.

Además, esta investigación valorativamente ayudará a incrementar la eficiencia de la producción en la empresa Tecmahplast S.A.C. ayudando a que pueda percibir de manera mensual los ingresos totales por los servicios que brinda, el cual representa el 47% en la utilidad de sus facturaciones que a la fecha son descontados. De igual manera la investigación apoyará a la empresa a generar mayor competitividad practicando la mejora continua en sus procesos de fabricación para satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes.

Por último, del punto de vista académico el trabajo permitirá encontrar soluciones específicas a problemas en el proceso productivo, que conllevan a evitar los productos defectuosos en la empresa Tecmahplast S.A.C; con los resultados se brindará una información que sirva para la aplicación de mejoras en los procesos de la industria de los plásticos.

1.1.2 Definiciones Conceptuales

Productividad

Según (Freivalds & Niebel, 2009), la mejora de productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida. Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos y diseño de trabajo.

Según, (Heizer & Render, 2009) la productividad es la relación que existe entre las salidas (bienes y servicios) y una o más entradas como recursos de mano de obra y capital.

Moldeo por inyección

Según (Guevara, 2017), el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo en el que se va inyectar un polímero en estado fundido en un molde que está cerrado bajo presión y frío y se realiza la inyección a través de un orificio pequeño

llamado compuerta. Cuando el material está solidado la pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.

Capacidad de Producción

Según (Freivalds & Niebel, 2009), la capacidad de producción se define como la capacidad productiva máxima en el nivel de actividad que puede obtenerse con una estructura productiva estipulada. El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial si es que permite analizar el grado de uso de los recursos en la organización para su optimización. Los incrementos y disminuciones de la capacidad productiva provienen de decisiones de inversión o desinversión como es el caso de compra de algún bien.

Operarios de Producción

(Freivalds & Niebel, 2009), dan a entender por operador u operadores a aquel trabajador que por lo general se encarga de realizar algún tipo de actividad relacionada con maquinarias o tecnología de cualquier modelo.

Un operador es por lo general un rango relativamente bajo dentro de una empresa, institución o empleo ya que está a las órdenes de los superiores y desempeña más que nada actividades técnicas que implican repetición y destrezas físicas más que intelectuales o de organización.

Calidad

Según (Heizer & Render, 2009), definen a la calidad como la totalidad de rasgos y características de un producto o servicio que respaldan su habilidad para satisfacer necesidades establecidas o implícitas. Si se mejora la calidad incrementa la productividad, se tienen menores costos de trabajo repetido y se reducen desperdicios.

Productos defectuosos

Según (Heizer & Render, 2009), indican que los productos tradicionales tienen metas limitadas aceptando la producción de algunas partes defectuosas y mantienen inventarios. Los productos esbeltos no contemplan partes defectuosas, solo actividades que agregan valor y ningún desperdicio. Cualquier actividad que no agrega valor es un desperdicio y si el cliente no quiere pagar por el producto porque está defectuoso se convierte en un desperdicio.

1.1.3 Antecedentes

1.1.3.1 Antecedentes Internacionales

(André Constantine, 2015) Realizó la tesis titulada como: **“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA RABE S.A. INDUSTRIA PLÁSTICA”**, el autor identifica que se generan desperdicios en el proceso de extrusión de 2,929.15 kilos por turno en un trimestre, para mejorar el proceso y disminuir los desperdicios que se generan aplica la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar); asimismo planteó como objetivo generar un beneficio económico que beneficie a la empresa por ahorro en el proceso de extrusión. En la fase de definición identificaron el problema que existía en la organización mediante un cuadro de mando que permitió la visualización de indicadores de desempeño (KPI Key Performance Indicator), mostraron el proceso de producción mediante el Diagrama de Flujo del Proceso y definieron el proyecto indicando los responsables y actividades. En la fase de medir se determinó el estado de las variables del proceso que ayudaron a determinar las posibles causas del problema, para ello el autor usó muestreo, diagrama

de Pareto, gráficos de barra, entre otros. En la fase de analizar revisan toda la información que recopilaron para ello se aplicó lluvia de ideas con el equipo de trabajo de la empresa para la identificación de las posibles causas, luego utilizó el Diagrama de Ishikawa para clasificar las ideas y para hallar el fondo del problema usó la técnica de los 5 porqués. En la fase de mejora definió los planes de mejora con la aprobación de los responsables del proceso y realizó una prueba piloto. En la fase del control estableció las acciones de cambio que deberán sufrir los procedimientos para que se actualicen o desarrollen en caso no exista y estableció auditorias periódicas para asegurar el cumplimiento de lo establecido. La propuesta desarrollada fue planteada a la empresa para su aplicación con una inversión de \$6,000.00, quienes optaron por la implementación de las mejoras en búsqueda de reducir aproximadamente 18,376.60 kilos de desperdicios que significaban \$43,962.57 de ahorro. Por todo lo detallado la tesis de este autor apoyará en el desarrollo de la metodología DMAIC que se alinea al objetivo de reducir los niveles de productos defectuosos generados dentro de un proceso de producción.

(Roa Aravena, 2016) Realizó la investigación titulada como: **“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC AL PROCESO DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES, CASO APLICADO A LA EMPRESA GOODYEAR CHILE”**, el autor tiene como objetivo general reducir las pérdidas de material disminuyendo los costos de aproximadamente de \$819.574 que se generan por los desperdicios,

mediante la aplicación de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar); dentro de sus objetivos específicos están definir las causas del exceso de producción de material, establecer un plan que mejore el proceso y la estimación del ahorro generado.

Previo a desarrollar la metodología, el autor realiza un análisis para evaluar las posibles causas potenciales mediante un diagrama de Ishikawa considerando 6 M: Medición, Métodos, Mano de Obra, Materia Prima, Máquinas y Medios con ello el autor identificó la causa general, luego desarrolló la fase de definir para identificar las causas particulares y utilizó el Diagrama de Pareto y SIPOC; asimismo en esa fase definió la directriz del proyecto para ello utilizó el Project Charter.

En la etapa de medir desarrolló un diagrama de flujo de proceso para mostrar cómo debería de ser el proceso y realiza una recolección de datos para medir las pérdidas físicas producidas durante 12 semanas, para lo cual usó una ficha de toma de datos, luego plasmó la data obtenida en gráficos de control para que se muestren las cantidades de desperdicios de manera gráfica y aplicó el diagrama de Pareto para identificar las causas más frecuentes de los desperdicios en el proceso de producción.

En la etapa de analizar realizó un diagrama de Ishikawa y en la etapa mejorar priorizó las mejoras potenciales en una matriz de priorización de mejoras como Alto y Bajo impacto del esfuerzo sobre las acciones a tomar, luego se implementó las mejoras potenciales iniciando por las de alto impacto, dentro de las mejoras se realizaron capacitaciones, instalación de un nuevo sistema en las máquinas, entre otros.

En la etapa de controlar aplicó seguimiento usando planillas de verificación, asimismo utilizó gráficos de control para el monitoreo trimestral del desperdicio de material en la producción. En el análisis económico en un escenario neutro el VAN obtenido por la aplicación de la propuesta fue de \$14,453.

El desarrollo de la metodología DMAIC, mejoró el promedio de pérdidas de material de 552 kg por semana en el caso de tela y de acero 934 kg por semana durante el periodo no existió ningún tipo de incidente de calidad que afectara los valores de materiales a eliminar, las reducciones respecto al inicial fueron de 275 kg en tela y 405 kg en el caso de acero. Por todo lo detallado la tesis de este autor apoyará en el desarrollo de la metodología DMAIC que se alinea al objetivo de reducir los niveles de productos defectuosos generados dentro de un proceso de producción.

1.1.3.2 Antecedentes Nacionales

(García, 2017) realizó un estudio nombrado de la siguiente manera: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA PLANTA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA INDUSTRIAS PLÁSTICAS REUNIDAS S.A.C.”**, en la tesis el autor tiene como objetivo reducir y eliminar las paradas de las máquinas que tiene la empresa Reunidas S.A.C. mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo. Por ello desarrolla un diagnóstico de la situación actual de la empresa donde determina que la disponibilidad de mantenimiento se encuentra en 84% y se tiene 90 horas en promedio por

mantenimientos correctivos. Identifica las máquinas críticas del proceso usando un formato de evaluación de criticidad; para la implementación de mantenimientos elabora fichas técnicas de las máquinas, un plan anual de mantenimiento, elabora registro de trabajos de mantenimiento y elabora un plan de cumplimiento. Como resultado logró disminuir las paradas que generaban pérdidas en la producción, en 66.5% en un año, logró reducir las paradas por cambio de resistencia de unidad de inyección que estaba con 89 horas, Limpieza de filtros con 148 horas y falla de intercambiador con 176 horas a paradas de 29, 37 y 54 horas respectivamente para las fallas mencionadas.

También, logró una disponibilidad de 94.4%, reduciendo los desperdicios de 1.8% a 1.5%. Por ello, esta tesis apoyará en el desarrollo del plan de mantenimiento que tenga impacto en la reducción de los niveles de productos defectuosos.

(Chavez Chavez & Quiroz Mercado, 2018), realizó un estudio nombrado de la siguiente manera: **“ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA NEGOCIACIONES MINERA CHAVEZ S.A.C.”**, tiene como objetivo general determinar el impacto de la estandarización de procesos y tiene como objetivo específico estandarizar los procesos en la empresa además de evaluar el impacto económico de la implementación. Los autores elaboran fichas de los procesos entre ellos están: ficha de proceso contable, ficha de proceso de selección, ficha de proceso de envase, ficha de proceso de compra ficha de proceso de venta, ficha de control de tiempos, ficha de compra de material, ficha de registro de stock,

entre otros. Lograron determinar la estandarización de los procesos impactando en la productividad en un 75% de sacos por hora.

Las fichas permitieron tengan una estructura del grado de cumplimiento de los procesos y optimizarlos, en la evaluación de rentabilidad obtuvieron VAN= 98, 453.60 soles. TIR=141% y B/C= 3.65. Debido a ello se toma como antecedente para el desarrollo de la presente tesis por la necesidad de desarrollar la propuesta de estandarización de los procesos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema Principal

¿Cómo mejorar el proceso productivo para disminuir el nivel de productos defectuosos que se presentan en la empresa Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020?

1.2.2. Problemas Específicos

1.2.2.1.¿Cómo realizar el diagnóstico del proceso productivo para identificar los factores que originan productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020?

1.2.2.2.¿De qué manera se puede plantear las acciones de mejora que se deben implementar en los procesos productivos para reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020?

1.2.2.3.¿Cómo estimar cuál es el beneficio económico que se obtiene de la implementación de la propuesta de reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Mejorar el proceso productivo para disminuir el nivel de productos defectuosos que se presentan en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

1.3.1.1 Realizar el diagnóstico del proceso productivo para identificar los factores que originan productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020.

1.3.1.2 Plantear las acciones de mejora que se deben implementar en los procesos productivos para reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020.

1.3.1.3 Estimar posible beneficio económico que se obtiene de la implementación de la propuesta de reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Con la mejora en el proceso de producción se tiene un impacto positivo en la disminución de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020.

1.4.2. Hipótesis específicas

1.4.2.1 El diagnóstico del proceso productivo permite identificar los factores que originan productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020.

1.4.2.2 La implementación de la propuesta de mejora en los procesos productivos permite reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020.

1.4.2.3 El beneficio económico que se obtiene de la implementación de la propuesta reduce el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Materiales, Instrumentos y Métodos

2.1.1. Tipo de Investigación

El autor Roberto Hernández Sampieri en su libro Metodología de la Investigación menciona que los estudios explicativos abarcan más que solo la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, se enfocan en responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. Asimismo, menciona que la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural para que puedan ser analizados (Hernández Sampieri, 2014).

La presente tesis tiene el tipo de investigación explicativa porque busca causas y analiza efectos, el enfoque de la investigación es cuantitativo y el diseño es no experimental de corte longitudinal (antes y después).

2.1.2. Población

En el libro Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma 2da Edición 2009, los autores Humberto Gutiérrez y Román de la Vara; mencionan que la población es un conjunto formado por la totalidad de individuos, objetos o medidas de interés sobre los que se realiza el estudio.

2.1.3. Muestra

En el libro Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma 2da Edición 2009, los autores Humberto Gutiérrez y Román de la Vara; mencionan que la muestra es la parte de la población seleccionada que conserva las características más importantes de dicha población.

2.1.4. Principales Definiciones

- **DMAIC:** Según la Guía de Six Sigma creado por el Consejo para la Certificación Six Sigma (CSSC) 2018, DMAIC es una metodología parte del Six Sigma que permite tener la estructura para el éxito de proyectos que son destinados a mejorar un proceso existente. Se divide en cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar; como se muestra en la figura 5. Las principales actividades incluyen la identificación de las entradas o causas críticas que están creando el problema, verificación de esas causas, selección de soluciones, implementación de soluciones y creación de un plan de control para garantizar que se mantengan en el estado mejorado.

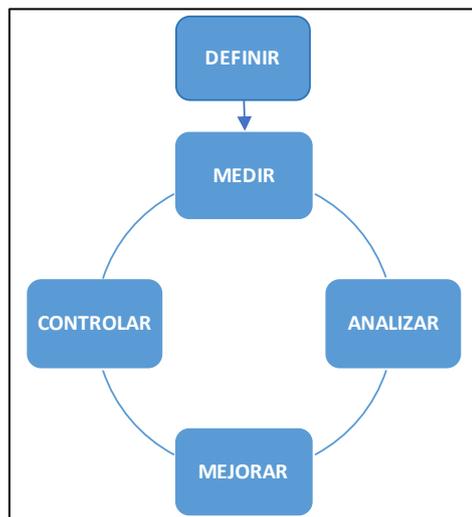


Figura 5 Las cinco fases en la realización de un proyecto 6 sigma

Fuente: Libro Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2da Edición (2009)

- **Mantenimiento Preventivo:** El Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, (2005) el autor Adolfo Arata y Luciano Furlanetto mencionan que el mantenimiento preventivo tiene como objetivo reducir la probabilidad de ocurrencia de falla evitando detenciones repentinas en la producción. Esta estrategia posee una gama de herramientas para la definición de tareas de mantenimiento y reemplazo de equipos basadas en el tiempo de operación o la etapa en el ciclo de vida en que se encuentran.
- **Estandarización:** En el libro Método MR: maximización de resultados para la pequeña empresa de servicios, (2005) el autor Mauricio Rodríguez, indica que la estandarización es fundamental para el crecimiento de una empresa y obtenga el resultado esperado de sus procesos. La estandarización abarca condiciones, materiales, maquinaria, equipo, métodos, procedimientos, conocimientos y habilidades del equipo de trabajo; ello consiste en establecer la forma de hacer algo en un sistema documentado y cada que se encuentre una mejora se debe actualizar la documentación incluyendo esa información, los formatos que se utilicen para estandarizar las actividades deben indicar información del elaborador, aprobador, versión y fecha en la que entra en vigencia el documento.
- **Flujo de caja:** En el libro Compitiendo para crear valor, (1998), el autor Juan Perez Carballo menciona que el flujo de caja operativo mide los fondos de efectivo generados por la actividad económica de la empresa, calculados por la diferencia entre los ingresos y desembolso, basándose en la rentabilidad.

En el presente estudio se utilizará el flujo de caja para mostrar el movimiento de efectivo en los años en que el proyecto se efectuará mediante el cálculo de las siguientes variables:

Valor Actual Neto (VAN): Es el valor de beneficios que genera el proyecto, asimismo es la tasa con la que se resta los costos de oportunidad (COK).

Ecuación 1 VAN

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FCN_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (1)$$

FCN: Flujo de Caja Neto-Beneficios netos del periodo (f)

i: Tasa de descuento (tasa de interés o costo de oportunidad del capital (COK))

I₀: Inversión en el período cero

N: Vida útil del proyecto

Tasa de Interés de Retorno (TIR): El valor del TIR determina si un proyecto es rentable cuando es mayor al costo de oportunidad.

Ecuación 2 TIR

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FCR_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0 \quad (2)$$

FCR: Tasa de Rendimiento esperado

Índice de Rentabilidad o Beneficio Costo (B/C): Cociente entre el valor absoluto de los costos y beneficios, actualizados al valor presente; ambos se actualizan con la misma tasa de descuento.

2.1.5. Materiales, instrumentos y métodos que soportaron el objetivo de realizar el diagnóstico del proceso productivo para identificar los factores que originan productos defectuosos

A continuación, se muestran los materiales, instrumentos y métodos que se empleó para el desarrollo del objetivo mencionado en el **acápite 1.3.2.1**, el cual es realizar el diagnóstico del proceso productivo para identificar los factores que originan productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C., Lima, 2020.

- DMAIC

Fase 1: Definir

El primer objetivo se desarrolló en esta fase, con la cual se realizó el mapeo de procesos y se estableció las variables del proceso productivo, para identificar los siguientes puntos:

- Actividades que existen en el proceso de producción
- Responsables de las actividades y del proceso
- Indicadores de desempeño del proceso
- Plasmar el proyecto resumen
- Definir la población y tamaño de muestra

En esta fase se utilizó las técnicas de observación directa, flujograma del proceso, Matriz RACI y Project Charter; las cuales se detallan a continuación:

Observación directa: En el libro de la Metodología de la Investigación 5ta Edición, Roberto Hernández, Carlos Fernandez y María del Pilar Baptista (2010), menciona que desde el punto de vista del método es una forma específica visual que tiene por objeto recolectar datos para una investigación y tiene como propósito comprender los procesos, vinculaciones entre

personas y sus circunstancias, identificar problemas y generar hipótesis para futuros estudios. Por lo indicado por los autores se tomó la herramienta para soportar el levantamiento de información del proceso productivo de plásticos y los procesos que están relacionados al mismo.

Flujograma del proceso: En el libro *Calidad Total y Productividad*, 3ra Edición. Humberto Gutiérrez (2010), menciona que los flujogramas de procesos son una representación gráfica de los pasos de actividades de un proceso, donde se muestra en qué consiste el proceso y cómo se relaciona con las diferentes actividades, en especial para analizar y mejorar el proceso. En la Figura 6 se muestra los símbolos más usados en la construcción del flujograma; con un rectángulo se identifica el paso o tarea del proceso, la flecha indica la dirección de las actividades y el círculo el fin o inicio del proceso.

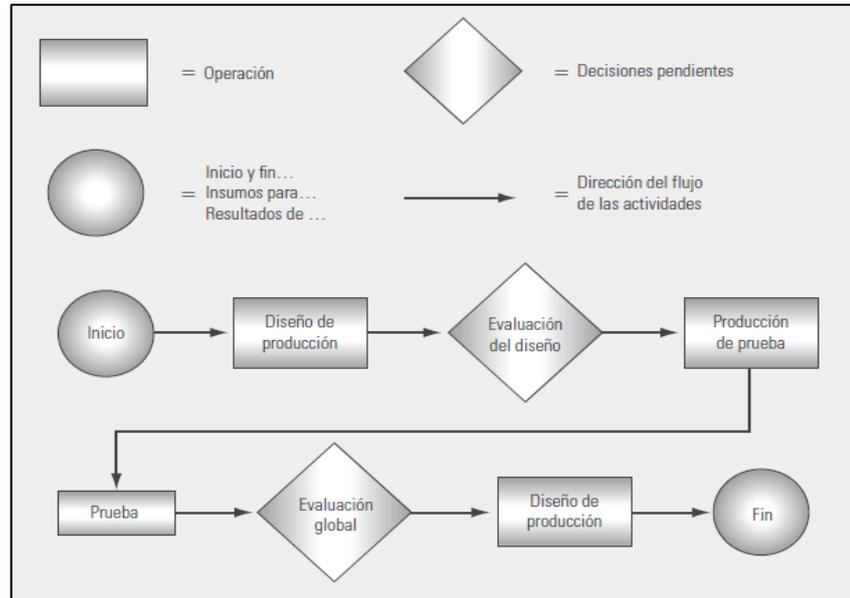


Figura 6 Flujograma

Fuente: Libro *Calidad Total y Productividad*, 3ra Edición. Humberto Gutiérrez (2010)

Esta técnica apoyó a esta tesis a plasmar las actividades macro del proceso desde la selección del material hasta la obtención del producto final, con sus principales entradas y salidas por cada actividad.

Matriz RACI: En la guía del PMBOK 6ta Edición, (2017) menciona que esta matriz es una herramienta que ayuda a identificar las relaciones entre las actividades y los miembros de la empresa, esto asegura que exista un solo responsable para una determinada tarea o actividad, esta matriz está compuesta por los roles del responsable (R), aprobador (A), consultado (C) e informado (I) por cada entregable del proceso en un cuadro, como se muestra en la figura 7.

Diagrama RACI	Persona				
Actividad	Ann	Ben	Carlos	Dina	Ed
Crear acta de constitución	A	R	I	I	I
Recopilar requisitos	I	A	R	C	C
Presentar solicitud de cambio	I	A	R	R	C
Desarrollar plan de pruebas	A	C	I	I	R
	R = Responsable (persona responsable de ejecutar la tarea)	A = Accountable (persona con responsabilidad última sobre la tarea)	C = Consult (persona a la que se consulta sobre la tarea)	I = Inform (persona a la que se debe informar sobre la tarea)	

Figura 7 Matriz RACI

Fuente: Guía del PMBOK 6ta Edición (2017)

Esta herramienta soportó al primer objetivo para plasmar los responsables de las actividades que forman parte del proceso de producción.

Project Charter: La Guía de Six Sigma creado por el Consejo para la Certificación Six Sigma (CSSC) 2018, indica que con la herramienta del Project Charter se delimita el proyecto, se indica el objetivo, alcance, los beneficios y las personas que intervienen en el proyecto. En esta tesis se usó

esta herramienta para delimitar la problemática de nivel de productos defectuosos.

2.1.6. Métodos que soportaron el objetivo de plantear las acciones de mejora que se deben implementar en los procesos productivos para reducir el nivel de productos defectuosos

A continuación, se muestran los métodos que se emplearon para desarrollar el objetivo mencionado en el **acápite 1.3.2.2**, el cual es plantear las acciones de mejora que se deben implementar en los procesos productivos para reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C, Lima, 2020.

2.1.6.1.DMAIC

Fase 2: Medir

En esta fase se estableció y se realizó la medición del tamaño de los datos, asimismo los parámetros aceptables de nivel de productos defectuosos al mes, para lo cual esta fase utilizó el estudio de tiempos y el diagrama de Pareto, a continuación, se muestra el detalle:

Estudio de Tiempos: En el libro Introducción al estudio del trabajo 4ta edición, George Kanawaty (1996); menciona que el estudio de tiempos es un estudio de métodos que consiste en perfeccionar el método con el que se desarrolla una tarea. Las etapas que conforman el estudio de tiempos son:

- a) Obtener y registrar la información
- b) Registrar una descripción del método
- c) Examinar los métodos
- d) Medir el tiempo y registrarlo

- e) Determinar la velocidad de trabajo
- f) Convertir los tiempos observados en tiempos básicos
- g) Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico
- h) Determinar el tiempo propio de la operación

Para la presente investigación se tomará la etapa “d” Medir el tiempo y registrarlo, para ello es necesario calcular el valor promedio representativo de un elemento, que acorde a lo que menciona el libro de Introducción al estudio del trabajo 4ta edición, George Kanawaty (1996); consiste en determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, para ello se efectúa el método tradicional aplicando un nivel de confianza de 95 % y un margen de error de +/- 5%, teniendo previamente un número de muestras preliminares. El método tradicional consiste en seguir el siguiente procedimiento:

- a) Realizar la muestra preliminar de 10 lecturas en un determinado tiempo.
- b) Estimar el rango de los tiempos de ciclos calculados mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 3 Rango de Tiempos

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (3)$$

R=Rango

Xmax=Valor máximo de la muestra preliminar

Xmin=Valor mínimo de la muestra preliminar

c) Calcular la media aritmética o promedio mediante la siguiente

fórmula:

Ecuación 4 Media Aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (4)$$

$\sum x$ =Sumatoria de los tiempos de muestra

N= Número de ciclos tomados

X=Media o promedio

d) Hallar el cociente entre el Rango calculado en el punto b y la Media

calculada en el punto c, mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 5 Cociente entre el Rango y la Media

$$\frac{R}{\bar{x}} \quad (5)$$

R= Rango

X=Media o promedio

e) Encontrar el cociente del número de muestras ideales que se deben de realizar.

f) Calcular el tiempo promedio de ciclo mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 6 Tiempo promedio de ciclo

$$Tp = \frac{\sum \text{Tiempos observados}}{\text{Nro. de Observaciones}} \quad (6)$$

Tp= Tiempo promedio

\sum = Sumatoria

Diagrama de Pareto: En el libro Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma 2da Edición 2009, el autor Humberto Gutiérrez y Román de la Vara indican que el diagrama de Pareto es un gráfico de barras que ayuda en identificar las causas principales, ya que como se muestra gráficamente en la *Figura 8* se muestran por orden de importancia de los diferentes problemas presentes en el proceso y tiene como objetivo soportar en la identificación de los problemas principales, así como sus causas basándose en el principio de Pareto. El principio de Pareto refiere a la “ley 80/20” que consiste en identificar el 20% de los elementos que generan parte del efecto (80%) y el resto propicia muy poco del efecto total, el nombre del principio es por el economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923).

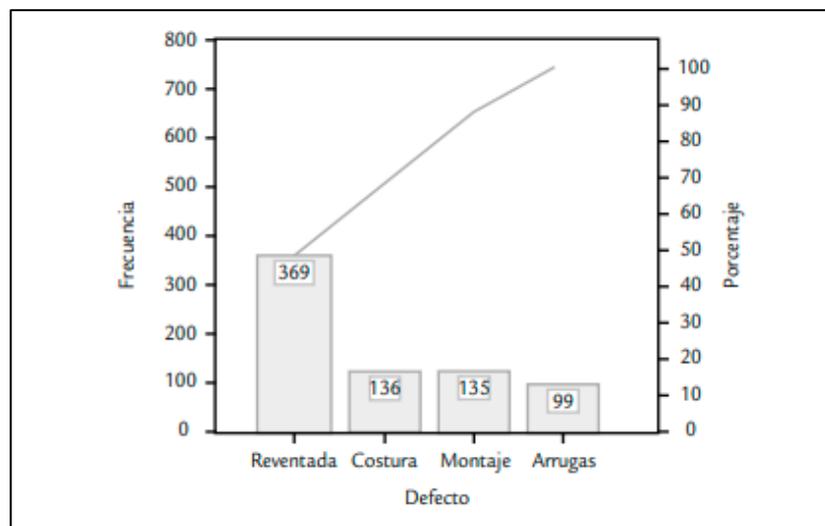


Figura 8 Diagrama de Pareto

Fuente: Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2da Edición (2009)

El principio ayuda a que cuando se quiera mejorar un proceso no se ataquen todas las causas, sino que basándose en un análisis estadístico se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde estos tengan mayor impacto, por esta razón esta herramienta ayudó a esta tesis a poder

identificar ese 20% de causas principales que generaban el mayor porcentaje de productos defectuosos de la empresa en estudio.

Fase 3: Analizar

En esta fase se va obtener los factores que están interviniendo en la generación de productos defectuosos, ayudando a obtener:

- Desempeño del proceso
- Actividades controladas en el proceso
- Actividades de mejora en el proceso

En esta fase se utilizó el diagrama de Ishikawa con los 5 W1H (los cinco porqués), el detalle del diagrama se muestra a continuación:

Diagrama de Ishikawa o de Causa-Efecto: En el libro Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma 2da Edición 2009, el autor Humberto Gutiérrez y Román de la Vara indican que el diagrama de Ishikawa o de Causa-Efecto es un método que relaciona un problema o efecto con sus posibles causas, el nombre es en honor al doctor Kaoru Ishikawa quien fue quien impulsó la calidad y usó el diagrama de manera sistemática, para la construcción del diagrama se usa el método de las 6M, consiste en agrupar las causas potenciales en 6 ramas: Método, Máquina, Materiales, Mano de Obra, Medición y Medio Ambiente como se muestra en la siguiente Figura 9:

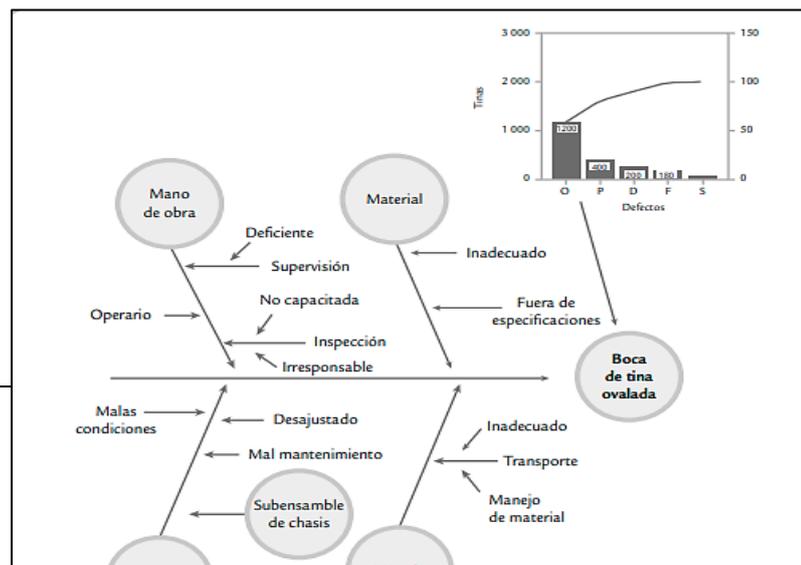


Figura 9 Diagrama de Ishikawa o de Causa-Efecto

Fuente: Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2da Edición (2009)

En esta tesis esta técnica se utilizó para relacionar las causas y efectos de los niveles de productos defectuosos y dado que en la industria plástica enfocaba problemas en el proceso de producción por maquinaria y mano de obra, se tomó 4 ramas para el análisis: Método, Máquina, Materiales y Mano de Obra.

Fase 4: Mejorar

En esta fase se va plantearon mejoras en el desempeño del proceso para reducir el nivel de productos defectuosos dentro de las cuales se utilizó el método de Mantenimiento Preventivo y la Estandarización del proceso, por cada método se realizó una prueba piloto, los métodos se detallan a continuación:

- **Mantenimiento Preventivo**

En el Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento, (2005) el autor Adolfo Arata Furlanetto menciona que muchas actividades de mantenimiento preventivo son realizadas innecesariamente o incorrectamente, pudiendo generar otros inconvenientes en la ejecución de actividades preventivas; por ello se debe tener los planes de mantenimiento optimizados pero debe basarse en las causas básicas de las fallas, lo cual deriva de metodologías de análisis de fallas y confiabilidad de sistemas; para ello se debe analizar las causas de las fallas e individualización de los componentes críticos, la Figura 10 permite establecer la relación entre la causa de falla y el componente que lo origina.

Subsistema	Análisis de la causa de falla e individualización del componente crítico							
Código	Criticidad del proceso	Indice de criticidad	Tipo de falla componente	Causa de falla componente	Parte de repuesto	Código repuesto	Sintomas observables	Sintomas externos

Columna	Detalle
Criticidad del proceso	Criticidad en el servicio. Ajustar valor de criticidad de acuerdo a la tabla de valores de criticidad.
Índice de criticidad	Se obtiene multiplicando el valor de la criticidad por la indisponibilidad de la máquina.
Tipo de falla del componente	Descripción del tipo de falla a la que está sujeto el componente.
Causa de falla del componente	Se indica cuál es la causa que produce la falla en el componente
Parte de repuesto y Código repuesto	Se describe la parte de repuesto adecuada para el reemplazo en caso de falla
Síntomas observables	Síntomas inherentes a la falla Se reporta en esta columna la "señal débil" observable directa o indirectamente de los primeros síntomas que surgen de la falla.
Síntomas externos	Se reportan las señales o síntomas externos a la falla

<i>Índice</i>	TABLA DE VALORES DE CRITICIDAD (Sugerencias)
1	Ninguna criticidad cualitativa. El tipo de falla no influye sobre la calidad del producto /servicio
2	Marginalmente crítica. Calidad aceptable al límite de lo estándar.
3	Poco crítica. Calidad no aceptable.
4	Crítica.
5	Muy crítica. Calidad no aceptable, riesgo de enviar al cliente el producto fuera de estándar Peligro para el personal.

Figura 10 Cuadro de Análisis de Causa de Falla e Individualización del componente crítico

Fuente: Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento (2005)

Luego de tener el análisis de causa de falla e individualización del componente crítico, el autor menciona que con esa información es posible establecer el Plan de Mantenimiento productiva (Figura 11), en el que debe indicar los componentes críticos a realizar el mantenimiento, frecuencia, pautas de inspección, entre otros.

Componente					Inspección / prevenciones cíclicas								Acción correctiva
Código nivel II	Código	Descripción Nivel II	Código	Descripción Nivel IV	Descripción	Frecuencia	Tiempo	MD	MF	O	M	Señal débil	Acción Correctiva

MD: Máquina detenida **MF:** Máquina funcionando **O:** Acción realizada por el operador **M:** Acción realizada por el mantenedor

Figura 11 Plan de Mantenimiento productiva

Fuente: Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento (2005)

Este método ayudó a la presente tesis a analizar los tipos de fallas que presentaban las máquinas en los últimos meses y con ello se estableció un programa y plan de mantenimiento preventivo para las máquinas principales del proceso.

- **Estandarización**

Acorde al libro Método MR: Maximización De Resultados Para La Pequeña Empresa de Servicios, Mauricio Rodríguez (2005) citado previamente en el **acápito 2.1.1** Principales definiciones, el método de estandarización abarca establecer la forma de hacer algo mediante un sistema documentado que debe especificar las condiciones, materiales, maquinaria, equipo, métodos, procedimientos, conocimientos y habilidades del equipo de trabajo.

En la presente tesis, el método de estandarización estableció la documentación de los lineamientos y estrategias en el proceso de producción para asegurar que no se presenten niveles de productos defectuosos fuera de los límites permitidos, para ello se siguió los siguientes puntos:

- Plantear los procesos que deben documentarse
- Desarrollar un programa de difusión y capacitación
- Desarrollar un programa de auditorías

A continuación, se encuentra el detalle en capacitaciones y auditorías:

Programa de Capacitaciones: El libro de Capacitación y desarrollo de personal 4ta Edición, Alfonso Siliceo Aguilar (2004); indica que la capacitación es un elemento que forma parte de una empresa y es continuo, el cual debe desarrollarse por los todos los colaboradores de la organización para que se pueda lograr mejorar los resultados, lograr el cambio y el crecimiento de los colaboradores; con ello se genera el desarrollo de la empresa.

La capacitación de debe planear, realizar y evaluar de manera cuantitativa, por ello es importante tener un programa de capacitación que ayude a plantear las capacitaciones que se van a realizar asimismo desarrollar evaluaciones que midan el nivel de aprendizaje obtenido por el personal.

El programa de capacitaciones soportó al método de la estandarización dentro de la fase de control (DMAIC), dentro del programa se detalló el tipo de capacitación que se debe ejecutar, el riesgo al que está asociada la capacitación, la cantidad de grupos que arman, el tipo de modalidad interna si será dentro de la empresa y las horas en el mes en el que se tiene programada la capacitación.

Desarrollo de las Auditorias: El libro de Introducción al Control de Calidad, Kaoru Ishikawa (1989) indica que la auditoria de control de calidad es un procedimiento de diagnóstico en el que se comprueba la calidad, consiste en examinar los procesos y métodos por medio de los cuales se desarrolla el control de calidad, señalando los puntos débiles de los métodos para que se puedan corregir y tomar medidas, cuando la auditoria abarca a toda la empresa es Auditoria de Control de Calidad Total (CCT). Esta auditoria se desarrolla mediante una lista de comprobación de auditoría que se muestra en la Figura 12.

Elemento	Punto de comprobación
1. Política	(1) Políticas de dirección, calidad y control de calidad. (2) Métodos para establecer las políticas. (3) Adecuación y coherencia de las políticas. (4) Uso de herramientas. (5) Difusión e impregnación de las políticas. (6) Verificación de las políticas y su grado de puesta en práctica. (7) Relación con los planes a largo y corto plazo.
2. La organización y su dirección	(1) Autoridad y responsabilidad claras. (2) Delegación adecuada de la autoridad. (3) Cooperación entre diferentes departamentos. (4) Actividad de los comités. (5) <i>Uso del staff.</i> (6) Uso de las actividades de los círculos de CC (grupos pequeños). (7) Auditorías de control de calidad.
3. Educación y difusión	(1) Programas educativos y sus resultados. (2) Concienciación en calidad, concienciación en control, grado de comprensión del control de calidad. (3) Educación y grado de impregnación del enfoque estadístico y sus métodos. (4) Identificación de resultados. (5) Educación de subcontratistas y de otras organizaciones externas. (6) Actividades de los círculos de calidad (grupos pequeños). (7) Sugerencias para mejorar.
4. Recogida, comunicación y utilización de la información	(1) Recogida de la información de fuera de la empresa. (2) Transmisión de la información entre departamentos. (3) Velocidad de la transmisión de la información (uso de ordenadores). (4) Organización de los datos, análisis estadístico y su utilización.
5. Análisis	(1) Selección de los problemas y temas importantes. (2) Adecuación de los métodos analíticos. (3) Uso de las herramientas estadísticas. (4) Relación con la tecnología específica. (5) Análisis de la calidad y análisis de procesos. (6) Uso de los resultados analíticos. (7) Positividad de las sugerencias para mejorar.

Figura 12 Lista de comprobación de auditoría

Fuente: Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento (2005)

Elemento	Punto de comprobación
6. Normalización	(1) Sistemas de normas. (2) Métodos para establecer, revisar e interrumpir las normas. (3) Trazado de registros cuando se establecen, revisan e interrumpen las normas. (4) Contenido de las normas. (5) Uso de los métodos estadísticos. (6) Acumulación de la tecnología. (7) Utilización de las normas.
7. Control	(1) Sistemas de control para los costes de calidad y los relacionados, cantidades, etc. (2) Puntos de control y elementos de control. (3) Uso del enfoque estadístico y las herramientas estadísticas tales como los gráficos de control. (4) Contribución de las actividades de los círculos de CC (grupos pequeños). (5) Estado de las actividades de control. (6) Estado de control.
8. Garantía de Calidad	(1) Procedimientos para el desarrollo de nuevos productos. (2) Despliegue de la calidad y análisis, fiabilidad, revisiones de diseño. (3) Seguridad, prevención de la responsabilidad civil por productos. (4) Control de procesos y mejora. (5) Capacidad de procesos. (6) Medidas e inspección. (7) Control de equipos, subcontratación, compras y servicios. (8) Sistema de garantía de calidad y su auditoría. (9) Uso de herramientas estadísticas. (10) Evaluaciones y auditorías de calidad. (11) Estado de la garantía de calidad.
9. Resultados	(1) Medida de los resultados. (2) Resultados tangibles: calidad, servicio, plazo de entrega, coste, beneficio, seguridad, entornos, etc. (3) Resultados intangibles. (4) Acuerdo entre los resultados previstos y los reales.
10. Planes futuros	(1) Concreción e identificación del <i>statu quo</i> (2) Estrategias para superar los puntos débiles. (3) Planes futuros de promoción. (4) Conexión con los planes a largo plazo.

Figura 13 Lista de comprobación de auditoría

Fuente: Introducción al Control de Calidad, Kaoru Ishikawa (1989)

Esta herramienta soportó el método de la estandarización dentro de la fase de control (DMAIC), para ello se utilizó la lista de comprobación de auditoría planteada por la referencia, solo se tomó el punto 7. Control mencionado en la lista.

Fase 5: Controlar

En esta fase se va estableció cuáles debieron ser los planes de controles para mantener el control de los parámetros que originaban productos defectuosos, para ello se usaron reporte del estado de las auditorías y el reporte del estado de capacitaciones.

2.1.7. Métodos que soportaron el objetivo de estimar cuál es el beneficio económico que se obtiene con la propuesta de implementación para reducir las pérdidas económicas que presenta la empresa

A continuación, se muestran los métodos que se emplearon para desarrollar el objetivo mencionado en el **acápito 1.3.2.3**, el cual es estimar cuál es el beneficio económico que se obtiene con la implementación de la presente propuesta.

2.1.7.1. Flujo de Caja

El libro *Compitiendo para crear valor*, Juan Perez Carballo (1998), citado anteriormente en el **acápito 2.1.1**, este método utiliza el flujo de caja para mostrar el movimiento de efectivo en los años en que el proyecto se efectuará mediante el cálculo del VAN, TIR y B/C, para ello nos basaremos en las fórmulas indicadas previamente.

En el presente estudio este método se utilizó para detallar las inversiones y proyectar los ingresos que se obtendrán con las mejoras que se van a plantear, asimismo para determinar la factibilidad económica de la propuesta. El flujo de caja contiene lo siguiente:

cálculo de inversión, cálculo de ventas, cálculo de gastos, participación de trabajadores, depreciación, entre otros, para ello se va usar el formato que se muestra en la Figura 14.

Meses	Mes 0	Mes 1
INVERSIÓN INICIAL		
Propuesta de implementación 1		
Propuesta de implementación 2		
Propuesta de implementación 3		
FLUJOS OPERATIVOS		
Ventas de servicio tercerizado		
Costo de Servicios tercerizados		
Materiales		
Herramientas		
UTILIDAD BRUTA		
Gastos en Ventas		
Gastos Marketing		
Gastos Administrativos		
UTILIDAD OPERATIVA		
Participación de trabajadores %		
Impuesto a la renta		
FLUJO DE CAJA OPERATIVO		
FLUJO DE CAJA TOTAL		
COK		
VAN		
TIR		
B/C		

Figura 14 Flujo de Caja

Fuente: Compitiendo para crear valor (1998)

2.2. Procedimiento

Para lograr los objetivos de la presente tesis, los cuales fueron descritos en el **acápito 1.3.** se detalla la población, muestra tomada para el análisis de datos de la presente tesis; también los formatos e herramientas utilizados en cada objetivo:

- **Población:** Se tomó el tiempo de producción del producto de plástico “Balde de 3L” porque es el producto que más demanda tiene en la empresa, primero se tomó la muestra preliminar de 10 observaciones por día durante 26 días en el que opera la empresa que representan un mes de producción, luego se estimó el rango de los

tiempos de ciclos, después se calculó la media, luego el cociente entre el rango y la media y finalmente se calculó el número de muestras ideales.

- **Muestra:** En la presente tesis la muestra es igual que la de la población, es decir, las 10 observaciones preliminares tomadas por día durante 26 días que representan un mes de producción, luego se estimó el rango de los tiempos de ciclos, después se calculó la media, luego el cociente entre el rango y la media y finalmente se calculó el número de muestras ideales.
- El primer objetivo específico de esta tesis comprende realizar el diagnóstico del proceso productivo para identificar los factores que originan productos defectuosos, dicho objetivo abarcó la fase de Definir, en el cual fue necesario mapear el proceso de producción de la fabricación de “Balde de 3L” desde la selección de la materia prima hasta obtener el producto final, para ello se utilizó el siguiente flujograma del proceso:

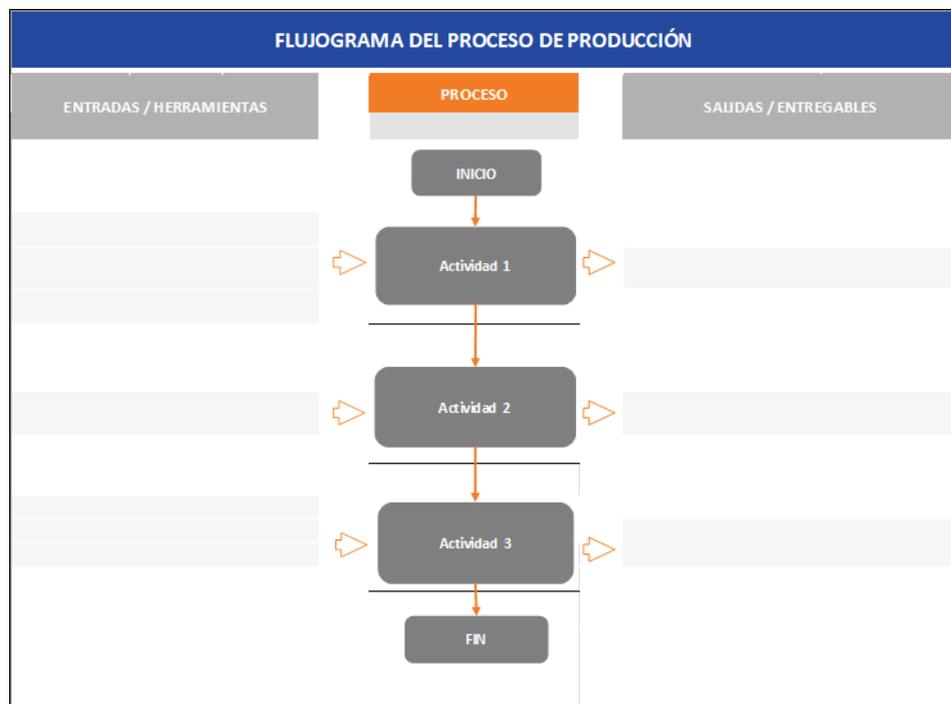


Figura 15 Formato de Flujograma

Fuente: Propia

Después de ello fue necesario identificar quienes eran los responsables de las actividades del proceso que se mapeó y para ello se usó la siguiente Matriz RACI:

	ENTREGABLES	RESPONSABLES			
		RESPONSABLE A	RESPONSABLE B	RESPONSABLE C	RESPONSABLE D
ACTIVIDAD 1					
ACTIVIDAD 2					
ACTIVIDAD 3					

Figura 16 Matriz RACI

Fuente: Propia

Luego de haber completado la matriz se tuvo la información del proceso que se ejecutaba en ese momento, por lo que se identificó parte de los líderes responsables de la producción de los baldes y se propuso al gerente trabajar las propuestas de mejora para reducir los productos defectuosos con un representante del área Comercial, Operaciones y Mantenimiento, Finanzas, RRHH y Alquileres, en conjunto con esas áreas se planteó el objetivo y el posible ahorro que se tendría por la reducción de baldes defectuosos en un año; se utilizó el siguiente formato:

PROJECT CHARTER			
Project Title:		SAVINGS annualized (PEN)	\$0,000.00
Project Leader:		Team Members:	
Problem Statement		Department	Name Time
		Comercial	0%
		Operaciones y Mantenimiento	0%
		Finanzas	0%
		RRHH	0%
		Alquileres y Transporte	0%
Business Case (Importance)		Goal Statement	
Project Scope (Constraints)		Deliverables	
Resources			
Preliminary Plan:			
PHASE	MILESTONES	TARGET START DATE	TARGET COMPLETION DATE
Definir		00/00/2019	00/00/2019
Medir		00/00/2019	00/00/2019
Analizar		00/00/2019	00/00/2019
Control		00/00/2019	00/00/2019
Mejora		00/00/2019	00/00/2019

Figura 17 Formato de Project Charter

Fuente: Propia

- El segundo objetivo específico en esta tesis busca plantear las acciones de mejora que se deben implementar en el proceso, por ello se usó la fase de Medir, Analizar y Mejorar; para su desarrollo se aplicó las siguientes herramientas:

Estudio de tiempos: El estudio de tiempos se utilizó en la fase Medir del DMAIC para calcular el tiempo promedio de producción, dentro de esta fase se registraron los tiempos que tomaba producir un balde de 3L bajo un 95% de nivel de confianza y un margen de error 5 +/- . para el levantamiento de la data se utilizó el formato del

ANEXO n.º 1; luego de obtenidos los datos se plasmó los números en un diagrama de Pareto con las posibles causas e identificó el 20% de las causas que estaban ocasionando el nivel de productos defectuosos.

Diagrama de Ishikawa: esta herramienta se utilizó para la fase de analizar tomando el 20% de causas de los baldes defectuosos y se tomó el problema de mayor incidencia para el análisis de las causas de los mismos agrupándolo en 4 ramas: Método, Máquina, Materiales y Mano de Obra, para ello se usó el siguiente formato:

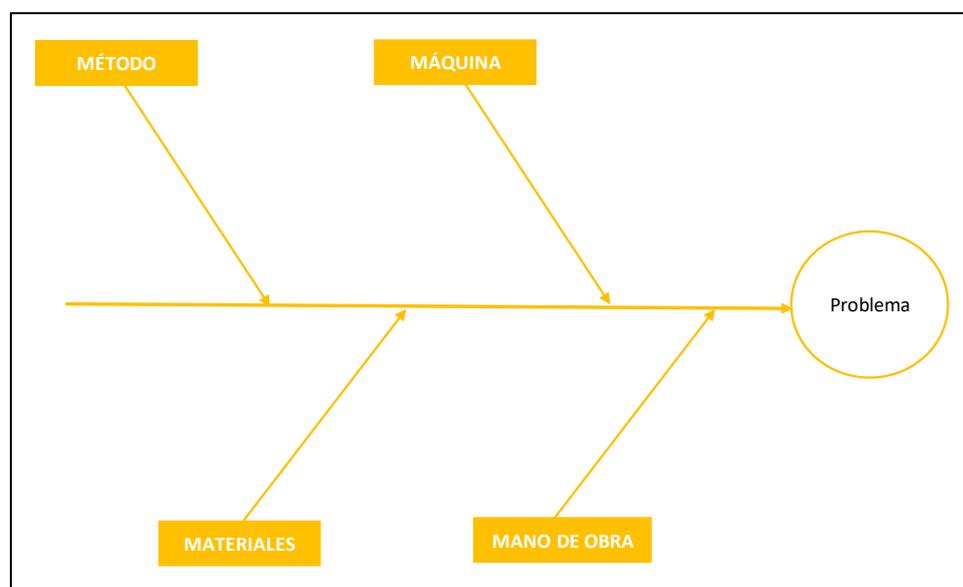


Figura 18 Formato de Diagrama de Ishikawa

Fuente: Propia

Análisis de Causas de Fallas y componentes: esta herramienta se utilizó en la fase de mejorar en donde se identificó la causa de la falla de la temperatura y posición de los moldes del balde, luego se estableció su nivel de criticidad acorde a la tabla de valores, como se obtuvo un rango alto se elaboró un plan de mantenimiento preventivo donde se establecen los materiales, responsables y actividades para ejecutarlo, se desarrolló acorde al formato que se muestra en el **ANEXO n.º 2**.

Programa de Capacitaciones: esta herramienta ayudó a tener establecido las fechas y los tipos de capacitaciones que se ejecutarán cada mes con la finalidad de que el

personal vaya adquiriendo conocimientos, para ello se utilizó el formato que se muestra en el **ANEXO n.º 3**.

Auditorias: En esta fase se planteó una herramienta que permita examinar el cumplimiento de los procesos mediante auditorias, para ello se propuso un programa donde se plasmó las fechas que se debían ejecutar, el formato del programa es acorde al **ANEXO n.º 4** y conforme se van ejecutando las auditorias se estableció en el proceso enviar un reporte del estado de la auditoria para ello se utilizó un formato que contempla un porcentaje de cumplimiento de lo auditado, para ello se usó el formato mostrado en el **ANEXO n.º 5**.

- El tercer objetivo en esta tesis buscó estimar el beneficio económico que se obtendría por la implementación de la propuesta, para ello se investigó datos del sector manufacturero, en la industria del plástico con la finalidad de obtener los datos del riesgo del país y plasmar información en el formato de flujo de caja que se muestra en el **ANEXO n.º 6** para el cálculo del VAN, TIR y COK.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

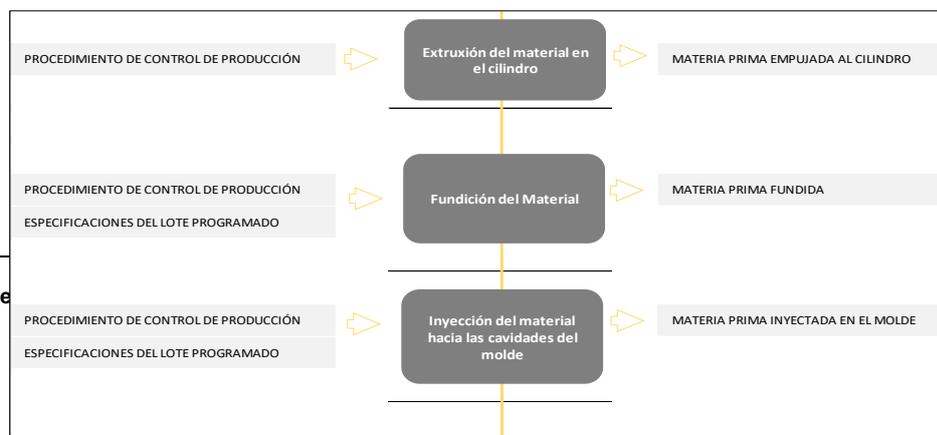
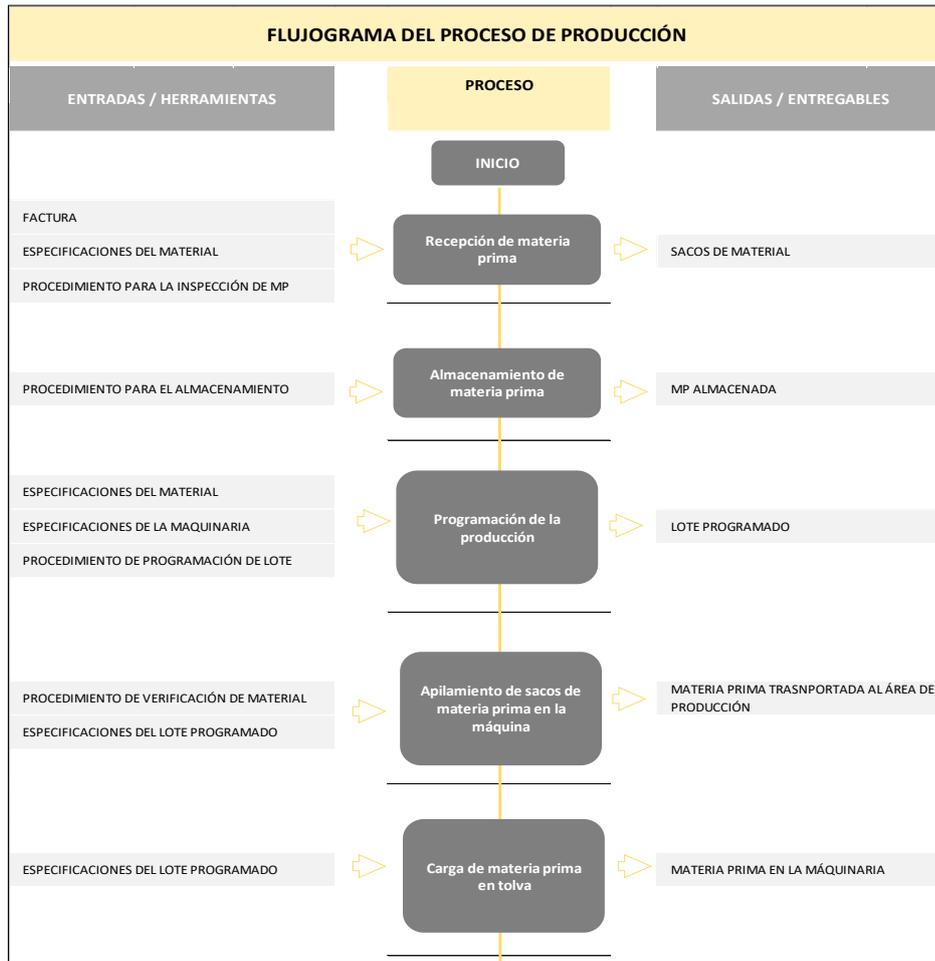
3.1 Resultados para el objetivo 01: Realizar el diagnóstico del proceso productivo para identificar los factores que originan productos defectuosos

A continuación, se muestran los resultados que se obtuvieron del diagnóstico del proceso productivo con la metodología aplicada.

- DMAIC

Fase 1: Definir

En esta fase se utilizó la observación directa en la planta de producción y se elaboró un flujo del proceso del cual se identificó que se tiene un proceso del tipo de moldeo por inyección que se detalla a continuación:



El proceso de producción desde la programación hasta el embalaje del producto dentro del cual intervienen diferentes responsables, para poder identificar las causas propias de la producción es importante mapear los responsables del mismo, por esa razón se utilizó la matriz RACI, es esta matriz se muestra al Jefe de producción como “R” Responsable de la programación, al Maquinista como responsable del control de la producción, al Operario como responsable de la verificación, limpieza y embalaje del producto y al Asistente Administrativo como verificador del material que llega a la empresa, el detalle se encuentra a continuación:

Tabla 2
Matriz RACI del proceso de Producción

Actividad	Jefe de Producción	Gerente General	Maquinista	Operario	Asistente Administrativo
-----------	--------------------	-----------------	------------	----------	--------------------------

Verificación de materia prima	A/C/I	I	I	I	R
Programación de la producción	R	A/C/I	I	I	
Control de la producción	A/C/I	I	R	I	
Verificación y limpieza del producto	I	I	A/C/I	R	
Limpieza y Embalaje del producto	A/C/I	I	I	R	

Nota. Especificaciones de los responsables del proceso productivo en la empresa Tecmahplast S.A.C. (Fuente: Propia)

Una vez identificadas las etapas del proceso y los responsables involucrados dentro del mismo, se definió el Acta de Constitución del Proyecto, más conocido como Project Charter, en el cual se detalla el *saving* anualizado de \$28 960.00 que se obtendría con la propuesta y quienes serían los involucrados en el desarrollo de la aplicación del DMAIC, los cuales son: el Gerente General en apoyo del Jefe de Producción, Asistente Administrativo, Maquinistas y Operarios. A continuación de muestra el formato:

PROJECT CHARTER			
Project Title:	Mejorar el proceso productivo para disminuir el nivel de productos defectuosos	SAVINGS annualized (PEN)	\$28 960.00
Project Leader:	Gerente General	Team Members:	
Problem Statement		Department	Name
Char La empresa Tecmahplast en los meses de Octubre 2018 a Enero del 2019 a incurrido en pérdidas económicas por productos defectuosos realizando como subcontratista de servicio de producción, por un monto total de \$ 8494.00, debido a un ineficiente proceso de producción. Los desperdicios representan una pérdida del 37.67% en relación con el monto total, monto que la empresa ha dejado de percibir.		Producción	Jefe de Producción 8%
		Administración	Asistente Administrativo 10%
		Gerencia	Gerente General 8%
		Producción	Maquinistas 15%
		Producción	Operarios 15%

En conjunto con los involucrados del desarrollo del DMAIC, se acordó dar la importancia del caso de negocio que al no desarrollar una mejora se continuaría incurriendo en costos por productos defectuosos en un promedio de \$2123.50 cada mes, asimismo el objetivo de la reducción del 6% de productos defectuosos al mes después de medio año de implementada la propuesta de mejora y el plan preliminar que abarca cada fase con un tiempo determinado para su desarrollo.

3.2 Resultados para el objetivo 02: Plantear las acciones de mejora que se deben implementar en los procesos productivos para reducir el nivel de productos defectuosos

- DMAIC

Fase 2: Medir

En esta fase del DMAIC, se determinó el número de muestras necesarias a analizar para calcular el tiempo promedio del ciclo de producción, para ello primero se tomó una muestra preliminar de 10 observaciones aleatoriamente dentro de 26 días (1 mes).

A continuación, se muestra el detalle de los valores obtenidos:

Tabla 3
Muestra Preliminar

Día	MUESTRAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8.38	7.79	7.03	8.00	8.20	6.17	8.00	7.57	7.12	8.94
2	6.61	7.91	8.95	6.46	8.05	6.71	7.16	7.13	7.98	8.45
3	8.93	6.28	7.82	6.62	6.58	8.91	6.88	6.67	8.28	8.16
4	7.98	7.03	8.43	7.59	7.09	6.25	8.44	7.12	6.95	6.43
5	6.58	6.97	6.23	8.18	7.64	7.28	7.76	8.56	6.18	8.79
6	7.53	6.85	8.76	6.67	6.97	6.68	8.57	8.32	8.24	6.28
7	7.80	8.24	8.11	6.89	8.14	6.55	6.71	7.99	8.76	8.67
8	8.87	8.36	8.04	8.41	7.04	6.72	7.84	8.62	6.85	6.38
9	7.71	6.82	7.68	8.30	8.98	6.57	7.75	6.66	8.68	7.93
10	8.83	7.16	6.40	8.90	6.42	6.15	6.65	8.11	8.46	6.22
11	7.51	8.69	8.96	8.18	8.20	7.55	6.40	8.03	6.48	8.58
12	7.04	7.76	6.85	8.32	7.74	8.32	6.33	6.86	8.62	8.95
13	6.94	8.18	6.04	6.10	6.37	8.24	7.99	6.93	8.16	8.99
14	6.26	6.71	6.12	7.48	6.81	6.82	6.19	6.80	6.06	7.21
15	7.12	8.53	7.05	8.80	6.69	7.11	7.56	8.04	6.24	8.11
16	6.48	6.82	6.72	7.48	6.58	8.27	6.92	6.78	7.18	7.04
17	8.21	7.91	7.79	8.17	8.78	7.54	6.57	7.48	7.41	6.23
18	7.92	7.62	6.55	7.27	7.05	7.70	8.39	7.12	7.20	7.30
19	7.14	7.55	6.16	6.55	8.24	7.67	7.61	7.23	6.14	7.96
20	6.36	7.57	7.58	8.42	8.62	8.65	8.75	6.02	6.04	8.52
21	6.64	7.18	6.57	7.46	6.93	7.26	7.05	6.13	6.01	6.92
22	6.62	6.22	7.93	8.97	6.84	6.84	6.77	8.77	7.90	8.01
23	6.82	6.55	8.40	8.68	7.50	7.93	6.31	7.26	8.98	6.57
24	6.82	7.76	6.55	8.64	7.58	7.59	7.13	6.58	7.41	7.33
25	7.43	7.25	6.48	6.69	8.87	6.33	6.34	7.82	6.57	7.17
26	6.75	8.85	7.12	8.69	7.94	8.16	6.44	8.33	7.77	7.44

Nota. Muestra preliminar del tiempo que toma producir un Balde de 2 L en la empresa Tecmahplast durante 26 días (Fuente: Propia)

Con la muestra preliminar tomada, se puede calcular el número de muestra ideal, para lo cual se halló el Rango y la Media como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4
Rango y Media

R	X	R/X	N
1.35	7.88	0.17	10
2.49	7.60	0.33	34
2.65	7.25	0.37	43
1.41	7.62	0.18	10
1.95	7.12	0.27	23
2.09	7.36	0.28	23
1.35	7.83	0.17	10
1.83	8.14	0.23	13
2.16	7.90	0.27	23
2.50	7.54	0.33	34
1.45	8.31	0.18	10
1.47	7.54	0.19	12
2.14	6.72	0.32	30
1.36	6.68	0.20	12
2.11	7.64	0.28	23
1.00	6.82	0.15	8
1.00	8.17	0.12	4
1.38	7.28	0.19	12
2.08	7.13	0.29	27
2.26	7.71	0.29	27
0.89	6.96	0.13	6
2.75	7.32	0.38	43
2.12	7.59	0.28	23
2.08	7.47	0.28	23
2.40	7.35	0.33	34
2.10	7.87	0.27	23

Nota. Cálculo del Rango y Media para hallar el número de muestra ideal. (Fuente: Propia)

Con los valores hallados de la tabla, se ubicó el número mayor de “N” y se obtuvo como resultado un número de muestra ideal de $n=43$ y se procedió a realizar la toma de muestras del cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 5
Toma de Muestras

Día	MUESTRAS																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	8.19	6.70	7.86	8.09	6.61	6.64	7.16	8.00	9.43	6.33	7.39	6.78	8.68	6.57	8.20	7.52	6.48	7.56	8.90	6.26	7.31	7.49
2	7.98	9.21	8.21	6.55	6.82	8.33	9.69	8.41	6.82	7.13	9.00	7.22	7.74	6.89	8.91	8.49	8.64	6.90	8.96	6.41	8.89	7.60
3	9.73	6.80	8.72	8.99	8.30	6.40	6.70	7.74	7.65	8.51	8.90	6.45	8.86	7.78	7.88	6.73	7.44	8.21	7.41	7.15	7.26	8.47
4	7.17	8.23	7.06	9.13	7.96	7.18	6.38	8.61	8.37	8.40	7.04	7.82	7.42	7.40	7.35	8.27	8.51	7.27	7.23	7.88	7.20	7.01
5	8.23	8.76	6.92	6.67	9.32	8.96	8.01	6.98	8.78	7.24	7.39	8.70	8.94	9.04	7.43	7.02	8.57	8.81	8.41	6.92	6.11	7.09
6	9.23	8.34	8.32	8.26	7.24	8.53	8.77	6.52	8.10	6.43	6.39	6.07	8.92	8.26	8.79	8.56	6.90	9.23	7.33	7.65	8.65	6.18
7	8.11	6.32	7.67	7.66	9.21	8.32	8.58	8.76	6.33	7.82	7.81	8.45	8.76	9.23	7.32	7.74	8.51	8.51	8.70	8.65	6.12	8.19
8	8.73	7.64	8.32	9.21	6.21	7.59	8.69	6.49	9.34	9.24	8.18	7.31	9.21	8.96	7.39	6.33	7.12	6.98	8.43	7.09	8.94	7.87
9	7.45	6.40	7.81	7.61	8.23	7.37	7.92	8.08	6.85	7.18	6.94	7.50	7.63	7.70	6.08	8.34	8.03	7.83	7.38	7.63	6.55	7.52
10	8.43	6.18	8.37	6.54	7.91	6.54	6.66	7.61	8.48	9.23	8.29	8.35	7.36	9.23	6.28	7.92	7.59	6.01	7.44	7.27	6.84	8.43
11	6.97	7.43	6.53	8.11	6.72	7.09	9.34	7.27	6.45	7.49	9.21	7.95	6.87	8.77	8.25	8.22	8.99	7.87	6.95	7.81	6.12	8.79
12	8.28	8.22	7.32	8.13	7.15	8.70	7.24	6.06	6.65	8.31	6.65	9.78	6.32	8.92	7.75	7.67	9.32	7.08	7.11	7.05	7.36	8.64
13	7.23	6.08	7.44	6.83	8.12	8.91	8.40	7.88	7.89	8.97	7.30	7.35	8.67	6.38	8.25	6.60	8.84	7.52	6.49	7.29	8.34	7.25
14	7.62	7.22	7.93	6.52	9.11	6.77	6.37	8.96	6.20	7.06	7.82	8.74	6.30	7.02	8.29	6.21	6.80	6.45	8.09	6.82	8.29	6.63
15	6.55	6.54	8.11	8.65	8.37	8.35	8.51	9.33	7.55	7.35	8.16	6.08	6.66	6.52	7.07	8.93	6.86	8.44	6.22	8.06	7.84	8.81
16	8.57	8.01	7.42	8.25	9.21	9.56	8.07	8.00	7.16	8.41	6.16	7.73	7.10	6.45	7.93	6.64	8.80	7.51	7.46	8.17	8.85	6.21
17	6.95	7.30	6.26	6.19	6.83	7.91	6.62	7.00	7.70	6.09	9.12	6.20	8.30	8.00	6.52	8.19	8.61	8.03	7.60	8.55	6.96	6.91
18	8.84	8.21	8.11	7.59	7.43	8.18	8.21	6.50	6.79	8.04	6.30	7.65	7.23	8.15	8.76	6.82	7.46	8.98	8.06	8.62	6.84	6.00
19	7.79	7.05	6.69	8.49	6.31	7.65	6.75	6.25	6.18	6.35	8.36	7.34	8.32	6.17	6.34	7.26	6.23	6.09	7.93	7.83	7.56	7.11
20	8.25	8.93	7.18	6.32	8.52	8.30	7.23	7.81	7.25	7.55	7.21	8.03	6.67	8.27	7.95	6.15	7.13	6.86	8.27	8.42	7.75	7.90
21	7.51	8.58	8.35	8.06	9.00	6.66	6.97	8.95	8.29	6.70	8.45	6.33	8.57	9.94	7.17	6.21	7.96	7.18	6.98	8.03	8.21	6.37
22	6.41	9.12	9.56	9.21	7.67	8.32	7.83	7.94	7.89	6.54	8.29	7.72	6.09	8.78	6.10	6.46	6.51	7.62	8.61	8.62	7.48	8.40
23	7.16	8.11	8.15	8.08	6.30	8.25	8.10	8.35	6.53	7.48	6.88	8.21	7.39	8.13	9.00	8.93	8.36	6.98	8.94	6.29	6.10	7.18
24	8.22	7.53	8.37	8.92	7.55	7.18	7.75	7.68	6.50	6.16	9.75	9.21	8.41	7.82	7.08	6.56	8.55	6.04	8.54	6.21	9.67	8.44
25	8.04	7.70	6.08	6.57	7.67	7.05	7.64	8.28	7.26	8.34	7.74	7.74	8.78	8.07	8.16	7.71	9.21	6.12	8.02	8.40	8.16	8.99
26	6.92	8.31	7.51	8.10	7.93	8.32	8.44	8.93	6.97	8.90	7.13	6.89	9.21	9.21	7.96	6.86	6.51	7.15	6.07	6.13	8.48	8.19

Nota. Toma de tiempos por día durante 26 días (Fuente: Propia)

Tabla 6
Toma de Muestras

Día	MUESTRAS																				
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
1	8.38	7.95	8.26	6.19	8.56	8.91	6.67	7.39	7.62	8.82	6.88	8.41	8.16	6.22	8.73	7.15	6.45	6.31	6.07	8.24	8.07
2	8.51	8.72	8.92	6.71	7.43	6.78	8.28	8.86	8.02	8.41	7.13	7.40	8.47	7.05	7.69	7.08	7.59	8.15	8.79	6.29	9.21
3	6.08	7.03	7.39	7.54	6.83	7.71	7.95	6.45	6.11	8.03	8.39	6.53	8.87	8.31	7.56	6.06	8.16	6.59	8.83	7.26	8.68
4	6.21	6.12	6.30	7.79	7.45	7.78	8.39	6.01	7.12	8.76	7.45	8.34	7.46	7.24	8.32	6.52	9.80	7.18	8.57	7.65	8.70
5	8.01	8.14	8.13	7.03	7.96	6.81	7.24	7.71	8.17	6.25	7.56	7.86	7.67	7.44	7.18	8.07	7.72	6.16	7.91	7.17	7.24
6	7.25	8.48	9.01	7.22	8.57	6.21	8.79	8.26	6.75	6.70	6.61	6.50	8.50	8.05	8.81	7.47	8.68	8.30	8.44	9.21	8.32
7	7.36	6.49	6.55	7.53	8.10	8.72	8.82	6.62	8.39	8.00	6.46	8.41	6.59	8.44	7.26	8.85	7.34	8.31	8.02	8.50	7.92
8	6.32	8.44	8.21	9.10	7.04	6.83	8.29	7.97	8.26	7.91	7.78	6.74	6.46	8.22	9.23	7.46	7.67	7.48	7.22	6.19	8.38
9	8.72	8.90	7.69	8.68	8.00	7.69	7.10	6.32	8.73	6.93	6.87	7.13	8.53	3.48	7.53	9.21	6.92	8.21	8.12	6.35	6.69
10	8.37	6.51	6.19	6.41	7.93	8.44	7.59	8.84	8.40	8.77	8.41	7.36	7.36	7.30	8.56	7.72	8.48	8.47	7.79	6.67	7.54
11	6.14	6.37	9.21	8.60	7.44	9.11	7.89	8.43	7.55	8.07	6.54	9.21	9.32	7.49	6.79	8.85	6.27	6.26	7.01	7.54	8.32
12	6.97	8.34	8.48	6.45	8.58	7.60	8.97	6.94	7.13	6.10	8.11	8.75	8.15	7.21	7.96	9.25	7.89	8.08	8.68	7.03	7.06
13	6.82	6.47	7.08	7.21	6.92	8.21	7.41	7.05	9.45	7.51	8.35	7.57	7.89	6.14	8.00	8.54	8.19	7.14	6.09	8.92	8.80
14	7.09	7.67	6.18	6.87	8.98	6.67	8.40	8.59	6.65	8.29	6.34	7.06	6.87	8.29	6.65	7.17	8.78	6.69	7.42	8.91	8.96
15	8.60	6.04	8.58	7.97	7.02	9.21	7.69	6.24	7.98	7.98	8.29	8.22	6.47	8.04	7.31	9.44	8.62	8.82	6.17	8.46	6.33
16	6.23	8.30	7.49	8.88	6.41	6.35	7.24	8.19	8.64	6.66	8.97	8.85	8.60	8.61	6.62	8.66	8.34	7.67	7.44	7.64	8.90
17	8.54	7.99	8.46	6.05	8.57	6.17	7.82	7.32	6.68	6.82	6.25	7.73	8.27	8.47	8.79	9.12	7.94	8.34	7.07	6.38	7.33
18	7.90	7.85	8.70	8.88	7.14	8.74	7.53	8.07	8.08	6.83	7.90	7.04	8.94	7.14	7.02	8.64	8.41	7.02	6.06	7.80	7.66
19	7.95	7.52	8.79	7.68	8.81	7.75	8.21	6.78	6.42	8.62	7.92	8.66	8.93	7.49	8.90	9.00	7.83	6.54	7.37	7.26	7.44
20	6.19	8.14	8.40	9.12	6.95	7.12	7.15	8.07	8.47	8.42	8.58	8.43	8.62	7.63	7.13	6.41	6.38	9.31	8.30	7.92	8.65
21	7.56	6.23	6.29	9.21	7.53	6.19	6.91	7.26	7.13	6.78	8.77	7.01	6.63	8.53	7.94	8.24	7.85	6.59	7.90	7.19	6.73
22	7.38	8.08	6.93	8.78	7.48	6.74	6.41	6.81	7.23	6.30	8.68	6.36	6.67	9.23	8.81	6.87	8.88	7.38	8.78	7.91	7.94
23	8.98	8.41	8.20	7.57	6.14	7.62	8.34	7.46	7.93	8.43	8.94	8.44	7.84	6.06	7.59	7.36	7.26	6.14	6.93	7.38	8.03
24	9.12	8.98	7.01	6.71	6.36	6.22	8.92	6.43	6.18	8.94	7.49	7.78	7.24	7.54	8.25	6.69	6.46	8.66	7.03	6.09	6.51
25	6.01	7.02	6.30	7.65	6.88	8.08	8.18	8.45	8.36	8.76	7.82	8.44	7.45	8.47	6.04	6.90	7.03	7.77	7.41	6.42	6.39
26	7.41	8.42	7.79	6.58	8.82	6.07	8.35	7.36	7.81	8.44	7.45	7.35	6.98	7.73	6.05	7.41	7.57	7.34	8.64	7.73	7.35

Nota. Toma de tiempos por día durante 26 días (Fuente: Propia)

De los datos tomados se calculó el Tiempo promedio del ciclo que obteniendo 7.49 minutos por pieza, durante el proceso de observación de las piezas, en los meses analizados se tenía planificado una producción de 3000 piezas de baldes de 2 L y se obtuvo 2160 piezas de baldes debido a que 840 piezas salieron defectuosas, las cuales equivalen a s/. 4,200 no percibidos en 13 horas de un turno de trabajo, de las piezas defectuosas se encontraron los siguientes defectos:

TECMAHPLAST S.A.C : PRODUCTOS DEFECTUOSOS				
INCIDENTES DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS	Nombre Identificador	Unidades	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Balde deformado	Deformación	678	81%	81%
Balde con otro tono de color	Coloración	65	8%	88%
Producto incompleto	Incompleto	52	6%	95%
Baldes rotos	Roturas	33	4%	99%
Baldes contaminados	Contaminación	7	1%	99%
Otros	Otros	5	1%	100%
TOTAL		840	100%	

Figura 20 Diagrama de Pareto del tipo de productos defectuosos

Fuente: Propia

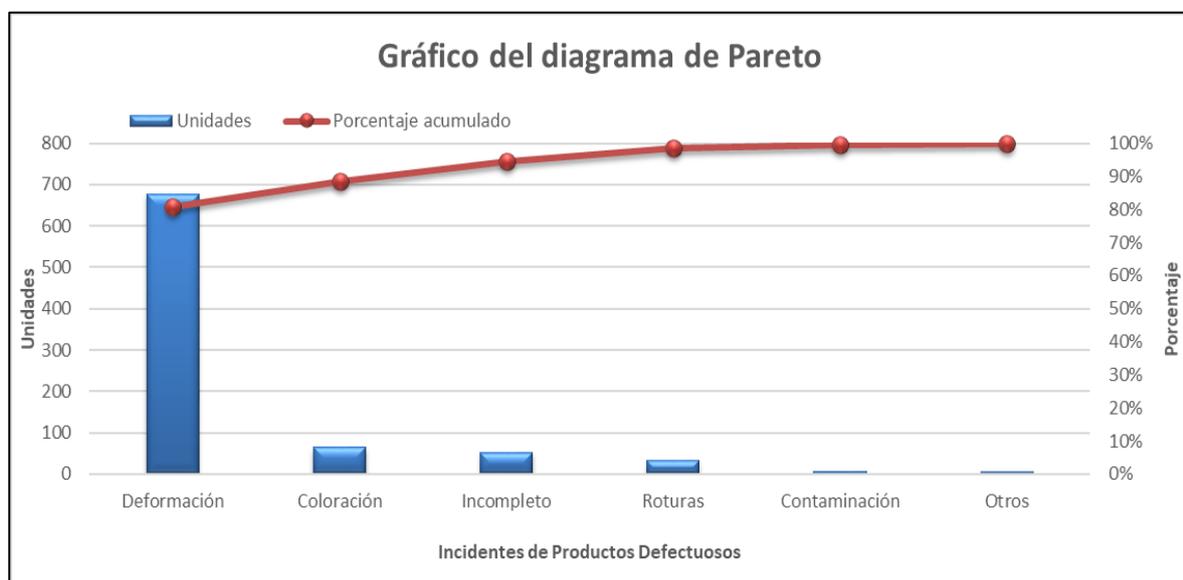


Figura 21 Gráfico del Diagrama de Pareto de productos defectuosos

Fuente: Propia

En el diagrama de Pareto se puede identificar que los productos defectuosos son en su mayoría por deformación que representa un 81% sobre el total.

Fase 3: Analizar

En esta fase se analizó las causas del producto defectuoso por deformación del Balde de 2L en la empresa Tecmahplast S.A.C, para ello se utilizó el diagrama de Ishikawa como se muestra en la siguiente Figura 22:

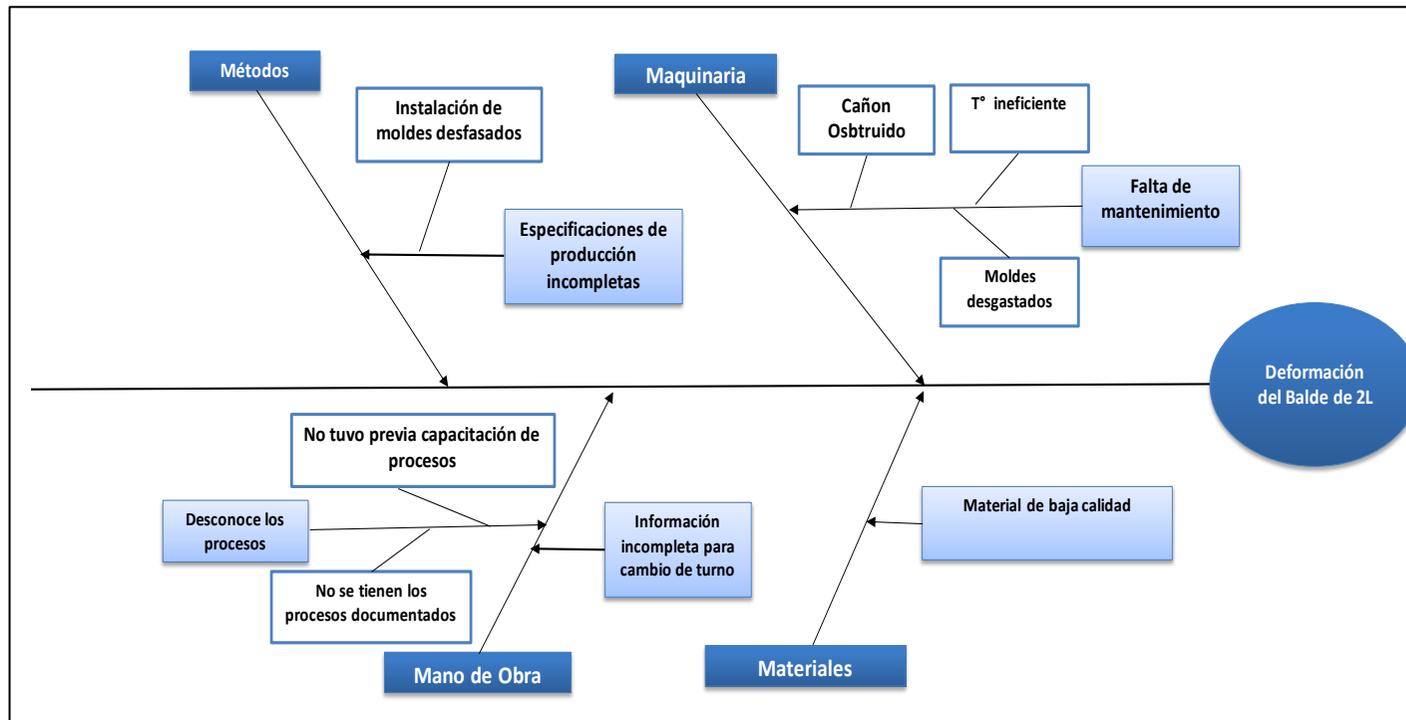


Figura 22 Diagrama de Ishikawa de la Deformación del Balde de 2L

Fuente: Propia

En el diagrama de Ishikawa se obtuvo diferentes causas de la deformación del Balde de 2L, para hallar las principales y poder plasmar una propuesta de mejora se utilizó el diagrama de Pareto, del cual se obtuvo como principal causa la Falta de mantenimiento representando un 56% de defectos y el desconocimiento de los procesos con 28%; como se muestra en las siguientes Figuras 23 y 24:

TECMAHPLAST S.A.C : PRODUCTOS DEFECTUOSOS					
CAUSAS DE DEFORMACIÓN DE BALDE 2 L	TIPO DE "M"	Nombre Identificador	Unidades	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Falta de Mantenimiento	Maquinaria	Mantenimiento	382	56%	56%
Desconoce los procesos	Mano de Obra	Procesos	193	28%	85%
Información Incompleta para cambio de turno	Mano de Obra	Información	59	9%	94%
Especificaciones de producción incompletas	Métodos	Especificaciones	35	5%	99%
Material de Baja Calidad	Materiales	Calidad	9	1%	100%
TOTAL			678	100%	

Figura 23 Diagrama de Pareto de Causas de la Deformación de los Baldes 2L

Fuente: Propia



Figura 24 Gráfico de Diagrama de Pareto de las Causas de la Deformación de los Baldes 2L

Fuente: Propia

Fase 4: Mejorar

Dentro de los problemas identificados en la anterior fase se planteó métodos de ingeniería industrial que mejoren el proceso de producción para la reducción de los defectos del Balde

de 2L, por ello se utilizó una matriz de relación entre el método propuesto y las causas de defectos, la cual se muestra a continuación en la Figura 25:

METODOS DE ING.	CAUSAS				
	C1	C2	C3	C4	C5
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
ESTANDARIZACIÓN					
% Representación de productos defectuosos	56%	28%	9%	5%	1%

Figura 25 Matriz de Relación de las propuestas de Mejora con las causas a mitigar

Fuente: Tecmahplast S.A.C.

En la matriz muestra que ambos métodos propuestos ayudarían con las cinco causas encontradas del nivel de productos defectuosos, por lo que se toma como método al Mantenimiento preventivo y la Estandarización, a continuación de brinda el detalle de cada uno:

Mantenimiento Preventivo

La empresa Tecmahplast en la planta de producción SJL posee 3 máquinas inyectoras de las cuales ninguna tiene un plan de mantenimiento preventivo pese a que un mantenimiento preventivo es intrínseco y toda máquina debería nacer con un mantenimiento preventivo.

La máquina que se utiliza con mayor frecuencia es la WELLTEC para la producción de baldes, durante el mes de Marzo, Abril y Mayo la máquina tuvo que asumir altos costos por mantenimientos correctivos porque presentó fallas.

Tabla 7
Costos de Reparación

Concepto	Fecha	Monto
REPARACIÓN DE MOLDES	19/03/2019	\$700.34
REPARACIÓN DE MOTOR	25/03/2019	\$12,012.45
REPARACIÓN DE TANQUE	15/04/2019	\$150.71
REPARACIÓN DE FILTROS	30/04/2019	\$530.32
REPARACIÓN DE TABLERO	03/05/2019	\$9,678.29
Total		\$23,072.11

Nota: Los costos involucrados fueron generados en el mes de Marzo, Abril y Mayo (Fuente: Tecmahplast S.A.C.)

Tabla 8
Costos en los días Inoperativos

Días Inoperativos	Monto
Costo Personal	\$2,710.84
Costo Energía	\$1,500.00
Costo Alquiler	\$1,000.00
Productos no producidos	\$75,000.00
Total	\$80,210.84

*Nota: Los costos involucrados fueron generados en el mes de Marzo, Abril y Mayo
(Fuente: Tecmahplast S.A.C.)*

Analizar las fallas

Tabla 9
Análisis de los Modos de Falla y Cuantificación de la Criticidad y sus Efectos

Código	Número de elementos	Tipo de falla subconjunto	Frecuencia (veces/año)	Efecto sobre la máquina	Efecto sobre el producto	Reparación provisoria	Tiempo de detención (horas)	Indisponibilidad (horas/año)
F1	1	Funcionamiento del Motor	11	detención	-	Engrase	6	66
F2	1	Variación punto inyección	32	detención	-	-	2	64
F3	1	Rotura de filtro	4	detención	-	Cambio de filtro	1	4
F4	2	Funcionamiento del Tanque	19	calentamiento	detención	Limpieza de tanque	1	19
F5	1	Reprogramación del Tablero	15	rendimiento	-	-	2	30

Nota: Análisis de los modos de falla para la cuantificación de la Indisponibilidad de hrs/año (Fuente: Tecmahplast S.A.C.)

Tabla 10
Análisis de la Causa de Falla e Individualización del Componente Crítico

Código	Criticidad del proceso	Índice de Criticidad	Tipo de falla Componente	Causa de falla componente	Parte de repuesto	Código repuesto	Síntomas observables	Síntomas externos
F1	5	330	Motor	No se engrasa el motor	Motor nuevo	R1	Sonido en la caja del motor	-
F2	5	320	Moldes	No se empalman bien los moldes	Molde nuevo	R2	Coladas en los productos	-
F3	3	12	Filtros	No se da mantenimiento al filtro	Filtro nuevo	R3	Coladas en los productos	-
F4	4	76	Tanque	No dan mantenimiento al tanque	Tanque nuevo	R4	Coladas en los productos	Temperatura del medio ambiente
F5	4	120	Tablero	Valores de programación fuera del alcance	-	-	Coladas en los productos	-

Nota: Análisis de causa de fallas para la identificación de la criticidad del proceso (Fuente: Tecmahplast S.A.C.)

Establecer procedimiento de mejora

De los resultados obtenidos, se planteó como mejora el establecer un plan de mantenimiento preventivo. El cual, fue revisado y aprobado por el Gerente General de la empresa, ver **ANEXO n.º 7**.

Tabla 11
Plan de Mantenimiento Preventivo

PLANTA	MODELO DE MÁQUINA	ZONA DE MÁQUINA	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	FRECUENCIA DE CAMBIO
PLASTICOS TECMAHPL AST SJL	380F2V	Tanque (Zona hidráulica)	Cambio de aceite Hidráulico	5 000 hrs
			Cambio de Filtro Exterior	5 000 hrs
			Lavado de Filtro	5 000 hrs
			Lavado de Tanque	5 000 hrs
		Zona de Intercambiador de Calor	Limpieza interna de agua	2 000 hrs
		Motor de Plastificación	Engrase	24 hrs
			Limpieza de tanque	5 000 hrs
		Tanque (Zona lubricación)	Lavado de filtro de aceite de lubricación	5 000 hrs
			Zona Engranajes	Engrase EP2
		Zona Calefacción	Cambio de Resistencia	50 000 hrs
			Cambio de Contactor	30 000 hrs
			Cambio de Relay	40 000 hrs
			Limpieza de Impurezas	12 hrs
		Tolva de Alimentación	Cambio de Imán	40 000 hrs
			Limpieza de tolva	12 hrs
		Zona Expulsión	Cambio de Resortes	6 000 hrs
			Lubricación	120 hrs
		Zona de Refrigeración	Limpieza de circuito	1 000 hrs
		Zona de Alimentación Eléctrica	Cambiar llave térmica	100 000 hrs
		Torre de Enfriamiento	Limpieza	2 500 hrs
Pozo	Limpieza	5 000 hrs		
	Cambio de Agua	5 000 hrs		

Nota: Plan de Mantenimiento Preventivo aplicado a la máquina WELLTEC modelo 380F2V en el que se describe las tareas a ejecutar en el área específica de la máquina según una cantidad de horas de uso (Fuente: Propia)

PLANTA	MODELO DE MÁQUINA	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	MATERIALES	FRECUENCIA DE CAMBIO	TIEMPO DE ACTIVIDAD	PERSONAL	CÓDIGO DE ACTIVIDAD
PLASTICOS TECMAHPLAST SJL	380F2V	Cambio de aceite Hidraulico	Herramientas: Bomba manual Materiales:Trapo, Cilindro, Aceite EPPS: guantes, Mameluco	5 000 hrs	2 hrs	2	CAMB01
		Cambio de Filtro Exterior	Herramientas: Llave Faja Materiales:Trapo, Filtro nuevo EPPS: guantes, Mameluco	5 000 hrs	10 min	1	CAMB02
		Lavado de Filtro	Herramientas: Pulverizador Sifon,Llave Faja Materiales:Trapo, batea,Petróleo EPPS: guantes, lentes, Mameluco, mascarilla	5 000 hrs	30 min	1	LAVD01
		Lavado de Tanque	Herramientas: Llave Cadena Materiales: Esponja, batea,Petróleo EPPS: guantes, Mameluco	5 000 hrs	1 hr	2	LAVD02
		Limpieza interna de agua	Herramientas: bomba de agua pequeña Materiales: Limpiador antisarro, agua EPPS: guantes, lentes, Mameluco	2 000 hrs	2 hrs	1	LIMP01
		Engrase	Herramientas: engrasador manual Materiales: Grasa EP2 EPPS: guantes, Mameluco	24 hrs	5 min	1	ENGR01
		Limpieza de tanque	Herramientas: Pulverizador sifón Materiales: esponja EPPS: guantes, Mameluco,mascarilla, lentes	5 000 hrs	1 hr	1	LIMP02
		Lavado de filtro de aceite de lubricación	Herramientas: Pulverizador sifón Materiales: Petróleo, esponja EPPS: guantes, Mameluco,mascarilla, lentes	5 000 hrs	30 min	1	LAVD03
		Engrase EP2	Herramientas: engrasador manual Materiales: Grasa EP2 EPPS: guantes, Mameluco	1 000 hrs	10 min	1	ENGR02
		Cambio de Resistencia	Herramientas: Voltimetro, Llave salem Materiales: Resistencia nueva EPPS: guantes, zapato aislado	50 000 hrs	40 min	1	CAMB03
		Cambio de Contactora	Herramientas: Voltimetro, Llave salem, desarmador estrella plano Materiales: Resistencia nueva EPPS: guantes, zapato aislado	30 000 hrs	30 min	1	CAMB04

Figura 26 Plan de Mantenimiento Preventivo

Elaboración: Propia

PLANTA	MODELO DE MÁQUINA	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	MATERIALES	FRECUENCIA DE CAMBIO	TIEMPO DE ACTIVIDAD	PERSONAL	CÓDIGO DE ACTIVIDAD
PLASTICOS TECMAHPLAST SJL	380F2V	Cambio de Relay	Herramientas: Voltmetro, Llave salem, desarmador estrella plano Materiales: Relay nuevo EPPS: guantes, zapato aislado	40 000 hrs	30 min	1	CAMB05
		Limpieza de Impurezas	Herramientas: Llave francesa Materiales: trapo, balde EPPS: guantes, mameluco, lentes	12 hrs	10 min	1	LIMP03
		Cambio de Imán	Herramientas: Llave Faja Materiales: Imán nuevo EPPS: guantes, mameluco	40 000 hrs	15 min	1	CAMB06
		Limpieza de tolva	Herramientas: Llave Francesa Materiales: trapo EPPS: guantes, mameluco	12 hrs	3 min	1	LIMP04
		Cambio de Resortes	Herramientas: Llave salem, Palanca Materiales: Resortes nuevos EPPS: guantes, mameluco	6 000 hrs	2 hrs	2	CAMB07
		Lubricación	Herramientas: Aceitador Materiales: Aceite, trapo EPPS: guantes, mameluco	120 hrs	3 min	1	LUBR01
		Limpieza de circuito	Herramientas: Bomba eléctrica Materiales: Limpiador Antisarro, trapo EPPS: guantes, lentes, mameluco	1 000 hrs	2 hrs	1	LIMP05
		Cambiar llave térmica	Herramientas: Voltmetro, Llave salem Materiales: Llave nueva EPPS: guantes, zapato aislado	100 000 hrs	1 hr	2	CAMB08
		Limpieza Torre	Herramientas: Bomba eléctrica Materiales: Limpiador Antisarro, trapo, agua, balde EPPS: guantes, lentes, mameluco	2 500 hrs	4 hrs	2	LIMP06
		Limpieza Pozo	Herramientas: Bomba eléctrica Materiales: Limpiador Bacteriano, trapo, agua, escoba, balde EPPS: mameluco	5 000 hrs	2 hrs	2	LIMP07
Cambio de Agua	Herramientas: Chek de agua Materiales: Trapo, agua, escoba, balde EPPS: mameluco	5 000 hrs	2 hrs	2	CAMB09		

Figura 27 Plan de Mantenimiento Preventivo

Fuente: Propia

El Plan de Mantenimiento detalla: la máquina en la que se ejecutará el trabajo, las tareas que se ejecutarán en la máquina que abarca desde el cambio de aceite hidráulico hasta la limpieza de pozo y cambio de agua. En cada tarea se establecieron los materiales que se deben utilizar, las frecuencias de ejecución, el tiempo que toma cada tarea, el personal necesario para la ejecución de la misma y el código de la Actividad para que se identifique rápidamente la tarea. Por ejemplo, cada 1000 hrs de utilización de la máquina modelo 380F2V se debe ejecutar la actividad LIMP05 (Limpieza de Circuito) para la cual se debe contar con una bomba eléctrica, limpiador anti sarro, trapo, agua y balde; la actividad debe ser desarrollada por 2 personas capacitadas en la tarea y deben contar con equipo de protección personal de guantes, lentes y mameluco.

Este plan de mantenimiento soporta que la máquina no tenga paradas de producción inesperadas y ayuda a tener un control de las actividades de mantenimiento que se deben ejecutar en una máquina de inyección, esta propuesta ayuda a mejorar el siguiente procedimiento de mantenimiento preventivo que en su actualidad presenta la empresa:

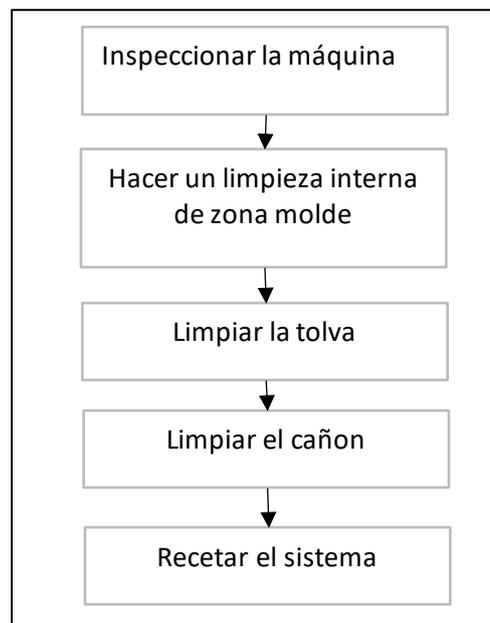


Figura 28 Procedimiento de Mantenimiento previo a la propuesta de mejora

Fuente: Propia

Asignación de Personal

Se debe realizar los mantenimientos preventivos que deben tener una OT aprobada por el Gerente General y debe ejecutarse a cargo del Técnico de Mantenimiento con el Ayudante de turno.

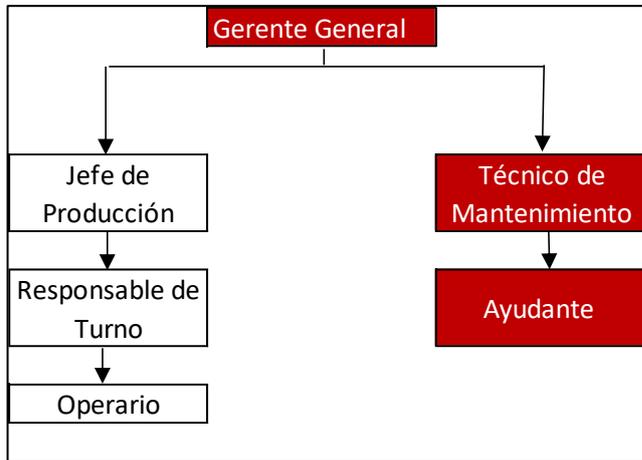


Figura 29 Personal a Ejecutar el Mantenimiento

Fuente: Propia

Establecer Indicadores de Mantenimiento

Índice de cumplimiento de la planificación: Este indicador debe utilizarse de manera mensual teniendo en cuenta la proporción de órdenes que se acabaron en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes totales, con la finalidad de medir el grado de acierto de la planificación.

Ecuación 7 Índice de Cumplimiento de la Planificación

$$\text{Indice Cumplimiento Planificación} = \frac{\text{Órdenes acabadas en la fecha planificada}}{\text{Nº Órdenes totales planificadas}} \quad (7)$$

Desviación media del tiempo planificado: Este indicador debe calcularse de manera mensual con la finalidad de hallar la desviación media sobre el momento de finalización.

Ecuación 8 Desviación media del tiempo planificado

$$\text{Retraso medio} = \frac{\text{Suma de Retrasos de cada OT}}{\text{N}^\circ \text{ de OT}} \quad (8)$$

Tiempo medio de resolución de una O.T.: Este indicador debe calcularse de manera mensual con la finalidad de hallar el tiempo medio.

Ecuación 9 Tiempo medio de resolución de una O.T.

$$\text{Tiempo medio} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de OT resueltas}}{\text{N}^\circ \text{ de hrs de mantenimiento de OT}} \quad (9)$$

Índice de Mantenimiento Programado: Este índice debe calcularse de manera bimestral con la finalidad de obtener el índice de mantenimiento preventivo por medio del porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Programado sobre horas totales.

Ecuación 10 Índice de Mantenimiento Programado

$$\text{IMP} = \frac{\text{Hrs dedicadas a mmtto programado}}{\text{Hrs totales dedicadas a mantenimiento}} \quad (10)$$

Índice Correctivo: Este índice debe calcularse de manera bimestral, usando el Porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Correctivo sobre horas totales.

Ecuación 11 Índice Correctivo

$$\text{IMC} = \frac{\text{Hrs dedicadas a mmtto correctivo}}{\text{Hrs totales dedicadas a mantenimiento}} \quad (11)$$



Figura 30 Evidencia de Mantenimiento Preventivo del 01 de Junio del 2019

Fuente: TECMAHPLAST S.A.C



Figura 31 Evidencia de Mantenimiento Preventivo del 01 de Junio del 2019

Fuente: TECMAHPLAST S.A.C.

Estandarización

La estandarización, acorde a lo mostrado en la Matriz de Relación, tiene la finalidad de eliminar la causa más representativa del nivel de productos defectuosos el cual fue del 28% por desconocimiento de los procesos en el personal, para ello se desarrollaron las siguientes actividades:

Plantear los procesos que deben documentarse: Se estableció un cronograma que abarcó la implementación de la propuesta de estandarización, como se muestra en la Figura 32 y 33 dentro de los cuales se tuvo las siguientes actividades:

1. Levantamiento de la información: Se realizaron reuniones con el personal y se observó el proceso para plasmar las actividades que se ejecutan en la gestión de la producción con la finalidad de proponer la documentación necesaria que se requiere en el proceso sea procedimiento, instructivo, estándar o formatos.
2. Diagnóstico y estrategia de despliegue: Se realizó una reunión con el Gerente General para la presentación de la documentación propuesta, el cual fue aprobado y se desplegó la información a todo el personal mediante una reunión y se envió la información por correo electrónico.
3. Elaboración de la documentación Fase 1: Esta fase consiste en elaborar documentos de los procesos establecidos en el que cada responsable describe en el documento en un paso a paso las actividades, responsables y lineamientos necesarios para ejecutar ese proceso, esta fase se planteó que iniciara desde la cuarta semana de febrero y que culminara a la tercera semana de mayo del 2020, como se muestra en la Figura 34.
4. Elaboración de la documentación Fase 2: Esta fase continua con la elaboración de los documentos, esta fase se planteó que iniciara desde la cuarta semana de mayo y que culminara a la tercera semana de septiembre del 2020, como se muestra en la Figura 35.

6. Difusión y Capacitación: Para lograr que el personal conozca e implemente lo documentado es importante apoyarse con difusión del contenido que puede estar en una plataforma vía web, lanzar comunicados internos para familiarizar al personal con los nuevos términos que se manejarán en los procesos y a la par ir capacitando acorde a un cronograma de capacitación.
7. Retroalimentación: Esta fase consiste en recopilar la información que puedan salir de los procesos o del personal sobre lecciones aprendidas que puedan plasmarse en acciones correctivas que puedan tener como entregables una estrategia o documento que finalmente deberá ser incorporado en los documentos.

ITEM	ACTIVIDAD	2020																																													
		Mes	ABR					MAY					JUN					JUL					AGO					SET					OCT					NOV					DIC				
		Semana	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70							
1	LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	P																																													
	R																																														
2	DIAGNÓSTICO Y ESTRATEGIA DE DESPLIEGUE	P																																													
	R																																														
3	FASE 1: ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN	P																																													
	R																																														
4	FASE 2: ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN	P																																													
	R																																														
5	PRESENTACIÓN DE MANUAL DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	P																																													
	R																																														
6	DIFUSIÓN Y CAPACITACIÓN	P																																													
	R																																														
7	RETROALIMENTACIÓN	P																																													
	R																																														

Figura 33 Cronograma de Implementación de la Propuesta de Estandarización

Fuente: Propia

FASE 1	Envío de documentos	Fecha programada de cierre	Fecha real de cierre de documento	STATUS
Formato de Programación de Auditorias	22/11/2019	29/02/2020	27/11/2019	CERRADO
Formato de Estatus de Auditoría Ejecutada	22/11/2019	29/02/2020	27/11/2019	CERRADO
Formato de reporte de supervisión	3/06/2019	29/02/2020	5/06/2019	CERRADO
Procedimiento Suministro de Equipos y repuestos		14/05/2020		
Procedimiento mantenimiento Preventivo		1/04/2020		
Procedimiento mantenimiento Correctivo		23/05/2020		
Procedimiento de Planificación de la Producción		11/03/2020		
Procedimiento de Programación de la Producción		14/04/2020		
Procedimiento de Control de la Producción		14/04/2020		
Procedimiento de Compras		8/05/2020		
Procedimiento de Control de Inventarios		2/03/2020		
Procedimiento de acciones correctivas y preventivas en la producción		22/04/2020		
Formato de registro de lecciones aprendidas		11/03/2020		
Formato de Reporte de Capacitaciones		2/03/2020		

Figura 34 Elaboración de la Documentación Fase 1

Fuente: Propia

FASE 2	Envío de documentos	Fecha programada de cierre	Fecha real de cierre de documento	STATUS
Procedimiento de Calidad		5/09/2020		
Procedimiento de Seguridad en la Planta		29/08/2020		
Procedimiento de Adquisición de Material		10/07/2020		
Procedimiento de Lubricación de equipos		20/06/2020		
Formato de check list de inspección de equipos		10/07/2020		
Formato de Reporte de Productos Defectuosos		6/06/2020		
Formato de Check List de Verificación de MP		10/06/2020		
Procedimiento de Uso de EPPS		29/08/2020		
Instructivo de Programación de Tablero		10/06/2020		
Formato de orden de trabajo		19/09/2020		
Instructivo de Indicadores y análisis de desempeño de los equipos		24/07/2020		
Formato de registro de información de desempeño de equipos		15/06/2020		
Procedimiento de gestión de auditoría interna		25/06/2020		
Procedimiento de Diseño de un nuevo Lote		19/09/2020		
Procedimiento de Valorización de Servicios Tercerizados		3/07/2020		

Figura 35 Elaboración de la Documentación Fase 2

Fuente: Propia

Desarrollar un programa de difusión y capacitación: El programa de capacitación que se propuso se muestra en la Figura 36, se realizó las capacitaciones de tableros en la máquina de inyección hasta la capacitación en el control de la producción que consiste en el monitoreo de la inyección de productos cuando la máquina está en marcha y la intervención del operario durante la producción, estas capacitaciones se ejecutaron por el Técnico de Mantenimiento o Jefe de Producción a 13 grupos cada uno de 3 personas (operarios y maquinistas) en una modalidad interna es decir dentro de la empresa; ver la evidencia de las capacitaciones realizadas en el **ANEXO n.º 8, 9 y 10**.

		REGISTRO DE FORMATO DE GESTIÓN													Código:	TC-23														
		TÍTULO: PROGRAMA ANUAL DE CAPACITACIÓN													Versión:	00														
															Fecha de vigencia:															
Item	Tema	Riesgo Asociado	Grupos por puesto de trabajo													Modalidad: Externa (E), Interna (I)	Área Responsable / Expositor	Mes de Capacitación (Horas de capacitación / mes)												Total de Horas
			A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
TIPO DE CAPACITACIÓN:																														
1	Capacitación de programación de tablero	Productos defectuosos	X	X		X		X		X		X		X		I	Jefe de Producción	5	4		3		3		1		1			17
2	Capacitación de EPPS	Accidente en el trabajo			X		X						X		I	Jefe de Producción		5			1						1	3	10	
3	Capacitación de Mantenimiento Preventivo	Fallas en Maquinaria	X			X					X		X		E	Técnico en Mantenimiento	3		4				4		3				14	
4	Capacitación de Mantenimiento Correctivo	Maquina parada		X		X		X							E	Técnico en Mantenimiento		4			2								6	
5	Capacitación del proceso de producción	Error en las actividades	X		X						X			X	I	Jefe de Producción	2		3							1			6	
6	Capacitación del proceso de compra de MP	Material de mala calidad	X		X		X		X		X				I	Jefe de Producción		1			6					2		1	2	12
7	Capacitación de control de producción	Altos niveles de productos defectuosos		X		X		X	X				X		I	Jefe de Producción			4			3		4						11
Suma total de horas																														
																	10	14	11	3	9	6	4	5	5	2	2	5	76	

Figura 36 Programa Anual de Capacitación

Fuente: Propia

Debido a la necesidad de la empresa por implementar el formato de supervisión se elaboró con anticipación el cual se muestra en la Figura 38 y pudo cerrarse antes de la fecha planificada, el formato fue validado por la Gerencia General ver **ANEXO n.º 11**.

FORMATO DE SUPERVISIÓN						
Fecha:	Departamento:	Diagrama:	Sub:			
Molde:	Troquel:	Estilo:	Artículo:			
Patrón:	Ins. Espe:	L.spec:	Sub:			
Descripción de la parte:						
Operación:						
DETERMINACIÓN Y DESCRIPCIÓN						
1. Propósito de la operación						
2. Lista Completa de todas las Operaciones						
Nº	Descripción	Estado de Trabajo	Dpt.	Cumplimiento	Capacidad	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
3. Requisitos de Inspección						
a) De operaciones anteriores						
b) De la presente operación						
c) De la siguiente operación						
4. Material						
Descripción del Material	Cantidad	Desperdicios	Tipo	Observaciones		
5. Manejo de Materiales						
a) Movido por Montacargas						
b) Movido por operario						
c) Removido						
6. Herramientas						

Figura 38 Formato de Supervisión

Fuente: Propia

El formato fue propuesto el 26 de marzo y fue aceptado el 05 de junio del 2019, el uso del reporte se inició el 24 de junio del 2019.

Formato Supervisión :1	
Área	Producción
Recurso	Ficha
Actividad	Supervisión
Resp. Verificar	Responsable de Turno
Resp. Llenar	Responsable

Figura 39 Especificaciones del Formato de Producción

Elaboración: Propia

JUNIO: SEMANA 4						
Día	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado
Formato 1	✓		✓		✓	✓
Formato 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 40 Planificación de Ejecución Semanal

Elaboración: Propia

Debido a la necesidad de la empresa también se implementó el formato de Ficha Técnica del producto, el formato fue validado por la Gerencia General ver **ANEXO n.º 12**.

Al inicio la empresa no tenía un documento donde pueda plasmar las propiedades del producto y tenían la necesidad de extraer el producto constantemente para ver sus propiedades, pero actualmente con el formato programan los lotes en el tablero de control de la maquinaria solo con las características que están especificadas en el formato, asimismo mejoró la actividad de relevo de personal del siguiente turno; ahora el personal se alinea al monitoreo del lote según las características plasmadas y no sucede que se deban quedar aproximadamente 30 minutos revisando la programación, atrasando la producción.

Antes de la implementación del formato



Figura 41 Operario revisando propiedades del producto para la programación

Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2018)

Después de la implementación del formato



Figura 42 Operario utilizando el formato para la programación

Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2019)



Figura 43 Tablero Programado en Temperatura

Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2019)

Ver en **ANEXO n.º 13**. la Programación del Tablero en Tiempo de Ciclo del lote de la producción.

Fase 5: Controlar

En esta fase se propuso el uso de reportes para controlar que se ejecuten las auditorías, asimismo se muestre el estatus cuando se audita y el reporte de estado de capacitaciones. Estos reportes muestran un % de Cumplimiento que está asociado a la estructura del proceso auditado, es decir si el proceso debe cumplir con 6 tipo de actividades que contemplan un registro y solo se cumplió con 4, el % de Cumplimiento sería 67%, a continuación, en las Figuras 44 y 45 se muestran los reportes:

PROCESO A AUDITAR	Fecha de Auditoria Planificada	Fecha de Auditoria Ejecutada	N° de Observaciones	% Cumplimiento	STATUS	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				
						S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	
Proceso de Mantenimiento	15/03/2019	16/03/2019	2	80%	EJECUTADO		X															
Proceso de Planificación de producción	22/03/2020	22/03/2020	1	90%	EJECUTADO			X														
Proceso de Control de la Producción	12/04/2019	12/04/2019	4	60%	EJECUTADO						X											
Proceso de Calidad	19/04/2019	24/05/2019	4	57%	EJECUTADO							X										
Procedimiento de Seguridad en la Planta	24/05/2019	24/05/2019	1	90%	EJECUTADO											X						
Procedimiento de Adquisición de Material	31/05/2019	31/05/2019	5	40%	EJECUTADO												X					
Programación de la producción	11/06/2019	11/06/2019	2	83%	EJECUTADO														X			
Mantenimiento preventivo en Máquina WELLTEC360	18/06/2019	18/06/2019	1	96%	EJECUTADO															X		
Control de la producción	25/06/2019	25/06/2019	4	61%	EJECUTADO																	X

Figura 44 Ilustración de Programación de Auditorias

Fuente: Propia

AUDITOR	PROCESO AUDITADO	Tipo de Proceso	FECHA DE AUDITORIA	FECHA DE ULTIMA REVISIÓN	% DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
Jefe de Producción	Programación de la producción	Producción	11-Jun	11-Jun	 83%	Se realizó la primera revisión y se obtuvo un cumplimiento al 83% .
Maquinista	Mantenimiento preventivo en Máquina WELLTEC360	Mantenimiento	18-Jun	18-Jun	 96%	Se realizó la primera revisión y se obtuvo un cumplimiento al 96% .
Jefe de Producción	Control de la producción	Producción	25-Jun	25-Jun	 61%	Se realizó la primera revisión y se obtuvo un cumplimiento al 61% .

Figura 45 Estatus de la Auditoría Ejecutada

Fuente: Propia

3.3 Resultados para el objetivo 03: Estimar cuál es el beneficio económico que se obtiene de la implementación de la propuesta de reducir el nivel de productos defectuosos

Los montos a invertir en la aplicación de las herramientas son los siguientes:

APLICACIÓN DE DMAIC	S/9,413.00
Reuniones con el personal	S/800.00
Capacitación al personal	S/8,613.00
IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	S/24,340.00
Ejecución del plan de mantenimiento	S/12,300.00
Reuniones con el personal	S/900.00
Capacitación al personal	S/10,300.00
Herramientas básicas de mantenimiento	S/840.00
IMPLEMENTACIÓN DE ESTANDARIZACIÓN	S/12,360.00
Plataforma de acceso a los procedimientos	S/5,300.00
Talonarios de Formatos	S/4,000.00
Capacitación al personal	S/3,060.00
TOTAL	S/46,113.00

Figura 46 Detalle de Inversión

Elaboración: Propia

Los ingresos por año de la producción aproximadamente se estipulan por día que tiene la empresa y el costo unitario de producción. Actualmente la empresa produce 6 tipos de productos más representativos.

	Balde 2 lt	Balde 3 lt	Balde 5.5 lt	Balde 6 lt	Balde 8 lt	Tina	Total Año
<i>Producción diaria aprox.</i>	60	40	80	30	25	150	385
<i>Producción anual aprox.</i>	18000	12000	24000	9000	7500	45000	115500
<i>Precio Unit. Producción</i>	S/5.00	S/7.00	S/9.00	S/11.00	S/14.00	S/9.00	-
<i>Ingresos anual</i>	S/90,000.00	S/84,000.00	S/216,000.00	S/99,000.00	S/105,000.00	S/405,000.00	S/999,000.00

Figura 47 Ingreso Anual

Elaboración: Propia

Para desarrollar esta evaluación económica se consideró un COK del 15.18%, obtenido a través de la fórmula $COK = R_f + B(R_m - R_f) + \text{Riesgo País}$, para ello se consideró un beta de 1.60 según las estimaciones por el sector industrial del plástico este informe es de una investigación en Solvencia y Riesgo Financiero (Universidad del Valle, 2019). Los bonos Americanos según el Banco Central de Reserva del Perú-BCR en el resumen informativo publicado el 02 de Mayo del 2019 indica son 2.50% y el EMBI Latam es 4.95% (Banco Central de Reserva del Perú, 2019). El BCR también indica que la industria del plástico tiene un rendimiento en el mercado del 14.01% según las estadísticas de los últimos años.

<i>CÁLCULO DEL COK</i>	<i>INDUSTRIA DEL PLÁSTICO</i>	
Bu	Beta desapalancado	1.06
B	Beta apalancado	1.60
Rf	Bonos del tesoro Americano a 5 años	2.50%
Rm	Rendimiento del mercado	14.01
Riesgo País	EMBI Latam	4.95%
COK		22.45%

Figura 48 Cálculo del COK

Fuente: BCRP (2019)

A continuación, se muestran las Figuras 47, 48 y 49, donde se observa el flujo de caja en el escenario optimista, normal y pesimista, en el periodo de 3 años, también se puede observar los indicadores encontrados del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Beneficio-Costo (B/C).

En los tres escenarios se muestra la Inversión Inicial de las propuestas de mejoras en aplicación del DMAIC, Implementación de Mantenimiento Preventivo, Implementación de Estandarización, Utilidad Bruta que contiene Gastos en Ventas, Gasto en Marketing, Gastos Administrativos, Utilidad Operativa que presenta una participación de trabajadores del 10% y un impuesto a la renta del 28%, Utilidad Operativa Después de Impuestos que contiene la depreciación, Flujo de Caja Operativo y Flujo de Caja Total.

MAS OPTIMISTA				
PERIODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
INVERSION INICIAL	-S/. 46,113	S/. 4,500	S/. 500	S/. 560
Aplicación de DMAIC	S/. 9,413	S/. 300	S/. 500	S/. 134
Implementación de Mantenimiento Preventivo	S/. 24,340	S/. 4,300	S/. 3,200	
Implementación de Estandarización	S/. 12,360	S/. 1,300		
FLUJOS OPERATIVOS				
Ventas de Servicio Tercerizado		S/. 142,000	S/. 148,390	S/. 155,068
Costo de Servicio Tercerizado		S/. 45,500	S/. 47,548	S/. 49,687
Materiales		S/. 20,500	S/. 25,200	S/. 11,600
Herramientas		S/. 25,000	S/. 22,347	S/. 38,087
UTILIDAD BRUTA		S/. 92,000	S/. 100,343	S/. 104,820
Gastos en Ventas		S/. 5,600	S/. 5,600	S/. 5,600
Gasto en Marketing		S/. 0	S/. 0	S/. 0
Gastos Administrativos		S/. 3,200	S/. 3,200	S/. 3,200
UTILIDAD OPERATIVA		S/. 83,200	S/. 91,543	S/. 96,020
Part. De trabajadores %	10%	S/. 9,200	S/. 10,034	S/. 10,482
Imp. A la renta	28%	S/. 25,760	S/. 28,096	S/. 29,350
UTILIDAD OPERATIVA DESPUES DE IMPUESTOS		S/. 57,040	S/. 62,212	S/. 64,989
Depreciación		S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
FLUJO DE CAJA OPERATIVO		S/. 57,040	S/. 62,212	S/. 64,989
FLUJO DE CAJA TOTAL	-S/. 46,113	S/. 57,040	S/. 62,212	S/. 64,989

COK	22.45%
VAN	S/ 77,357.34
TIR	116%
B/C	1.68

Figura 49 Escenario Optimista

Fuente: Propia

NORMAL				
PERIODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
INVERSION INICIAL	-S/. 46,113	S/. 4,500	S/. 500	S/. 560
Aplicación de DMAIC	S/. 9,413	S/. 300	S/. 500	S/. 134
Implementación de Mantenimiento Preventivo	S/. 24,340	S/. 4,300	S/. 3,200	
Implementación de Estandarización	S/. 12,360	S/. 1,300		
FLUJOS OPERATIVOS				
Ventas de Servicio Tercerizado		S/. 93,000	S/. 97,185	S/. 101,558
Costo de Servicio Tercerizado		S/. 4,300	S/. 4,494	S/. 4,696
Materiales		S/. 1,300	S/. 1,300	S/. 1,300
Herramientas		S/. 3,000	S/. 3,194	S/. 3,396
UTILIDAD BRUTA		S/. 84,200	S/. 92,192	S/. 96,303
Gastos en Ventas		S/. 3,400	S/. 3,400	S/. 3,400
Gasto en Marketing		S/. 0	S/. 0	S/. 0
Gastos Administrativos		S/. 1,300	S/. 1,300	S/. 1,300
UTILIDAD OPERATIVA		S/. 79,500	S/. 87,492	S/. 91,603
Part. De trabajadores %	10%	S/. 8,420	S/. 9,219	S/. 9,630
Imp. A la renta	28%	S/. 23,576	S/. 25,814	S/. 26,965
UTILIDAD OPERATIVA DESPUES DE IMPUESTOS		S/. 52,204	S/. 57,159	S/. 59,708
Depreciación		S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
FLUJO DE CAJA OPERATIVO		S/. 52,204	S/. 57,159	S/. 59,708
FLUJO DE CAJA TOTAL	-S/. 46,113	S/. 52,204	S/. 57,159	S/. 59,708

COK	22.45%
VAN	S/ 67,161.19
TIR	105%
B/C	1.46

Figura 50 Escenario Normal

Fuente: Propia

PESIMISTA				
PERIODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
INVERSION INICIAL	-S/. 46,113	S/. 4,500	S/. 500	S/. 560
Aplicación de DMAIC	S/. 9,413	S/. 300	S/. 500	S/. 134
Implementación de Mantenimiento Preventivo	S/. 24,340	S/. 4,300	S/. 3,200	
Implementación de Estandarización	S/. 12,360	S/. 1,300		
FLUJOS OPERATIVOS				
Ventas de Servicio Tercerizado		S/. 83,250	S/. 86,996	S/. 90,911
Costo de Servicio Tercerizado		S/. 6,640	S/. 6,939	S/. 7,251
Materiales		S/. 3,519	S/. 3,678	S/. 3,843
Herramientas		S/. 3,121	S/. 3,261	S/. 3,408
UTILIDAD BRUTA		S/. 72,110	S/. 79,557	S/. 83,100
Gastos en Ventas		S/. 1,200	S/. 1,200	S/. 1,200
Gasto en Marketing		S/. 0	S/. 0	S/. 0
Gastos Administrativos		S/. 1,420	S/. 1,420	S/. 1,420
UTILIDAD OPERATIVA		S/. 69,490	S/. 76,937	S/. 80,480
Part. De trabajadores %	10%	S/. 7,211	S/. 7,956	S/. 8,310
Imp. A la renta	28%	S/. 20,191	S/. 22,276	S/. 23,268
UTILIDAD OPERATIVA DESPUES DE IMPUESTOS		S/. 44,708	S/. 49,326	S/. 51,522
Depresiación		S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
FLUJO DE CAJA OPERATIVO		S/. 44,708	S/. 49,326	S/. 51,522
FLUJO DE CAJA TOTAL	-S/. 46,113	S/. 44,708	S/. 49,326	S/. 51,522

COK	22.45%
VAN	S/ 51,357.16
TIR	86%
B/C	1.11

Figura 51 Escenario Pesimista

Elaboración: Propia

	PESIMISTA	NORMAL	OPTIMISTA
VAN	S/ 51,357.16	S/ 67,161.19	S/ 77,357.34
TIR	86%	105%	116%
B/C	1.11	1.46	1.68

Figura 52 Resumen de Escenarios

Elaboración: Propia

Del escenario pesimista se muestra el detalle del cálculo del VAN del periodo de 3 años, del cual se muestra el detalle de una Tasa de descuento de 60 a 120% (COK):

Tabla 12
Cálculo del VAN del Escenario Pesimista

Número	FNE	$(1 + i)^n$	FNE / $(1 + i)^n$
0	S/. -46,113.00		S/. -46,113.00
1	S/. 44,708.00	1.22	S/. 36,511.23
2	S/. 49,326.00	1.50	S/. 32,897.15
3	S/. 51,522.00	1.84	S/. 28,061.85
TOTAL			S/. 51,357.24

Nota. Cálculo del VAN del escenario pesimista en donde se obtiene en los tres años un total de s/. 97,470.24 (Fuente: Propia)

Tabla 13
Cálculo del TIR del Escenario Pesimista

Tasa de Descuento	VAN
60%	S/. 13,676.08
65%	S/. 10,570.07
70%	S/. 7,740.52
75%	S/. 5,154.31
80%	S/. 2,783.21
85%	S/. 603.01
90%	S/. -1,407.17
95%	S/. -3,265.36
100%	S/. -4,987.25
105%	S/. -6,586.51
110%	S/. -8,075.11
115%	S/. -9,463.58
120%	S/. -10,761.20
TIR	86.5%

Nota. Cálculo del TIR del escenario pesimista (Fuente: Propia)

En la siguiente figura, se muestra el comportamiento del VAN frente a una tasa de descuento de entre 60 a 120 %:

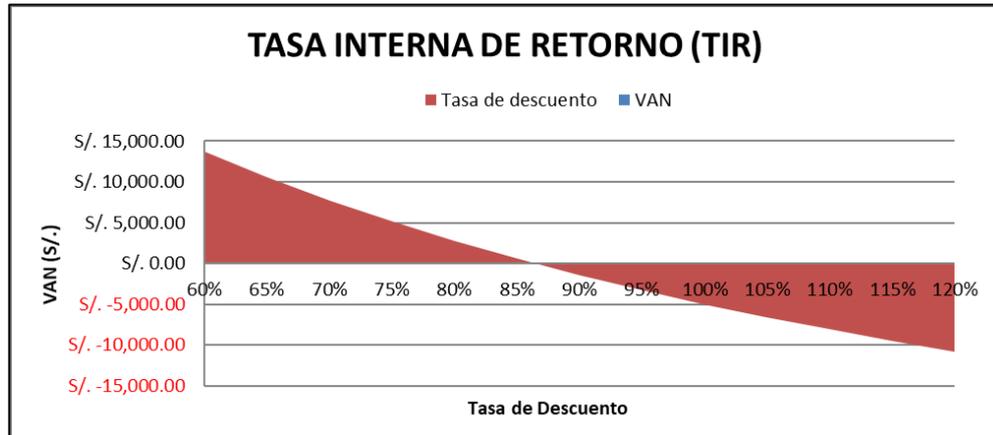


Figura 53 Gráfico de la Tasa Interna de Retorno del Escenario Pesimista

Fuente: Propia

Acorde a lo mostrado del escenario pesimista se detalla que las propuestas de mejoras son viables con una tasa inferior al 86% con lo que se demuestra la viabilidad del proyecto.

Del escenario normal se muestra el detalle del cálculo del VAN del periodo de 3 años, del cual se muestra el detalle de una Tasa de descuento de 70 a 130% (COK):

Tabla 14
Cálculo del VAN del Escenario Normal

Número	FNE	$(1 + i)^n$	$FNE / (1 + i)^n$
0	S/. -46,113.00		S/. -46,113.00
1	S/. 52,204.00	1.22	S/. 42,632.91
2	S/. 57,159.00	1.50	S/. 38,121.24
3	S/. 59,708.00	1.84	S/. 32,520.42
TOTAL			S/. 67,161.57

Nota. Cálculo del VAN del escenario normal en donde se obtiene en los tres años un total de s/. 113,274.57 (Fuente: Propia)

Tabla 15
Cálculo del TIR del Escenario Normal

Tasa de descuento	VAN
70%	S/. 16,526.50
75%	S/. 13,522.87
80%	S/. 10,768.89
85%	S/. 8,236.45
90%	S/. 5,901.37
95%	S/. 3,742.70
100%	S/. 1,742.25
105%	S/. -115.84
110%	S/. -1,845.48
115%	S/. -3,458.86
120%	S/. -4,966.76
125%	S/. -6,378.70
130%	S/. -7,703.13
TIR	104.7%

Nota. Cálculo del TIR del escenario pesimista
(Fuente: Propia)

En la siguiente figura, se muestra el comportamiento del VAN frente a una tasa de descuento de entre 70 a 130 %:

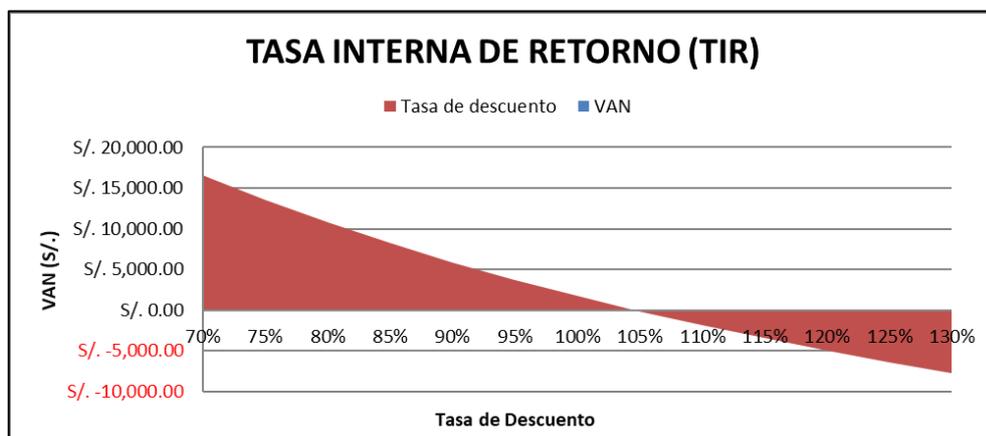


Figura 54 Gráfico de la Tasa Interna de Retorno del Escenario Normal

Fuente: Propia

Acorde a lo mostrado del escenario normal se detalla que las propuestas de mejoras son viables con una tasa inferior al 105% con lo que se demuestra la viabilidad del proyecto.

Del escenario optimista se muestra el detalle del cálculo del VAN del periodo de 3 años, del cual se muestra el detalle de una Tasa de descuento de 80 a 140% (COK):

Tabla 16
Cálculo del VAN del Escenario Optimista

Número	FNE	$(1 + i)^n$	FNE / $(1 + i)^n$
0	S/. -46,113.00		S/. -46,113.00
1	S/. 57,040.00	1.22	S/. 46,582.28
2	S/. 62,212.00	1.50	S/. 41,491.26
3	S/. 64,989.00	1.84	S/. 35,396.76
TOTAL			S/. 77,357.29

Nota. Cálculo del VAN del escenario optimista en donde se obtiene en los tres años un total de s/. 123,470.29 (Fuente: Propia)

Tabla 17
Cálculo del TIR del Escenario Optimista

Tasa de descuento	VAN
80%	S/. 15,920.64
85%	S/. 13,160.98
90%	S/. 10,616.29
95%	S/. 8,263.78
100%	S/. 6,083.63
105%	S/. 4,058.55
110%	S/. 2,173.43
115%	S/. 414.95
120%	S/. -1,228.61
125%	S/. -2,767.62
130%	S/. -4,211.28
135%	S/. -5,567.80
140%	S/. -6,844.47
TIR	116.2%

Nota. Cálculo del TIR del escenario optimista (Fuente: Propia)

En la siguiente figura, se muestra el comportamiento del VAN frente a una tasa de descuento de entre 80 a 140 %:

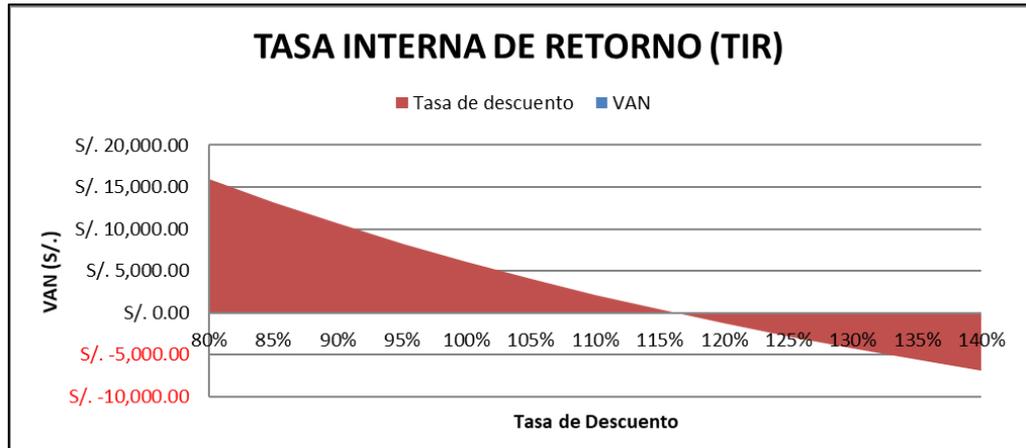


Figura 55 Gráfico de la Tasa Interna de Retorno del Escenario Optimista

Fuente: Propia

Acorde a lo mostrado del escenario normal se detalla que las propuestas de mejoras son viables con una tasa inferior al 116% con lo que se demuestra la viabilidad del proyecto.

De todos los escenarios se muestran los siguientes resúmenes del VAN, TIR y B/C:

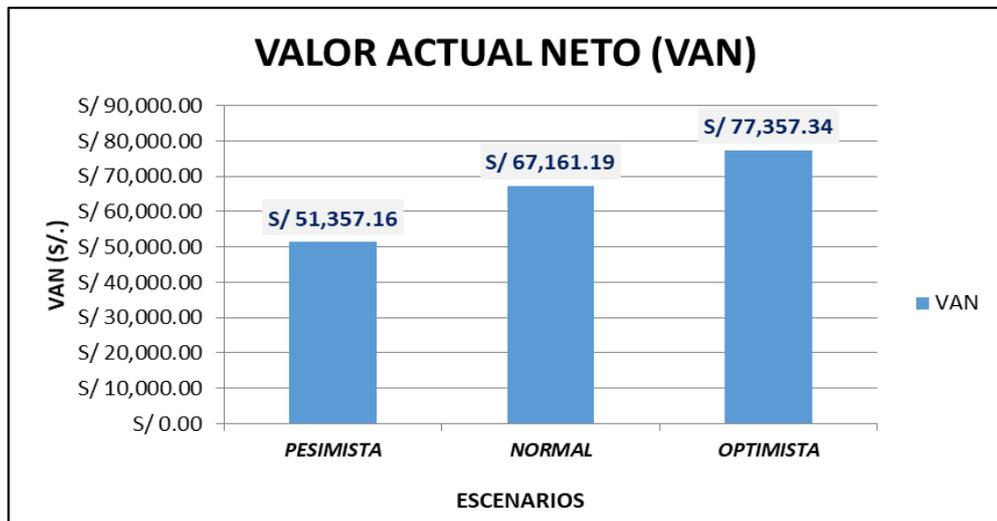


Figura 56 Resumen de los resultados obtenidos del VAN en los 3 escenarios

Fuente: Propia

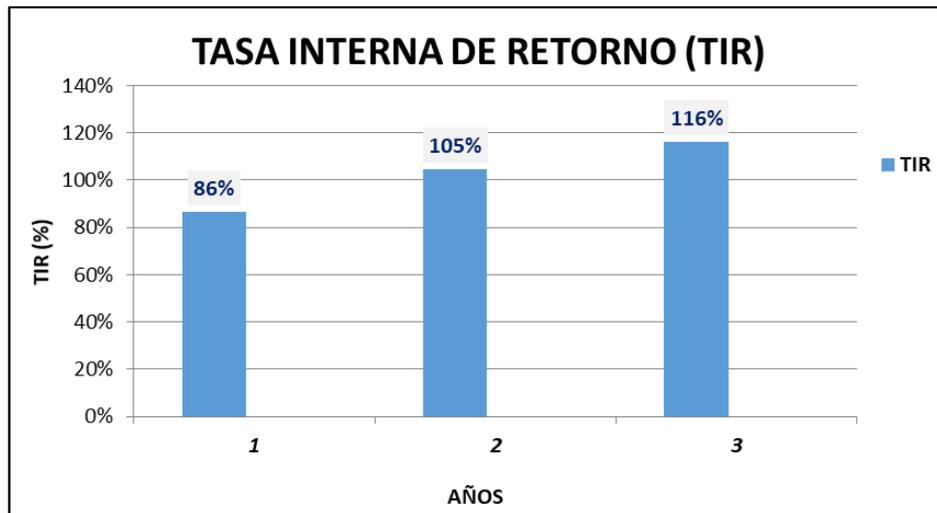


Figura 57 Resumen de los resultados obtenidos del TIR en los 3 escenarios

Fuente: Propia

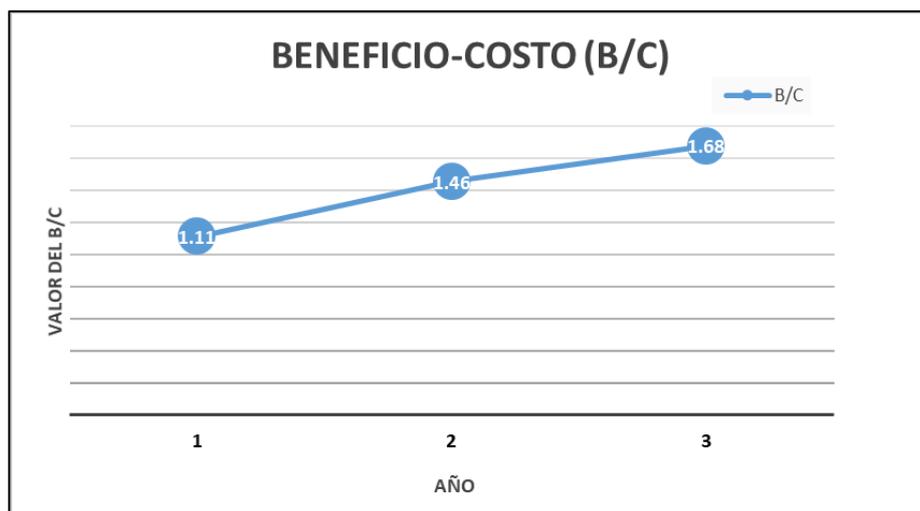


Figura 58 Resumen de los resultados obtenidos del B/C en los 3 escenarios

Fuente: Propia

Acorde al detalle mostrado se demuestra que mediante las propuestas de implementación son viables económicamente y mejoran en el proceso productivo disminuyendo el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C.

3.4 Pruebas de hipótesis

A fin de realizar el análisis estadístico inferencial de comprobación de la hipótesis general del presente estudio, es necesario primero iniciar con las hipótesis específicas.

3.4.1. Prueba de hipótesis en relación a la dimensión de Capacidad del Proceso (CP)

La primera hipótesis específica a evaluar será la concerniente a la relación entre la mejora del proceso productivo y la capacidad del proceso, la cual fue planteada de la siguiente forma:

H0: Con la mejora en el proceso de producción se tiene un impacto positivo en la disminución de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C.

H1: Con la mejora en el proceso de producción no se tiene un impacto positivo en la disminución de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C.

Ello se evaluará con una herramienta vía web estadístico a un nivel de 95% de confianza al valor de alfa de 5%, del que se obtuvo el siguiente resultado:

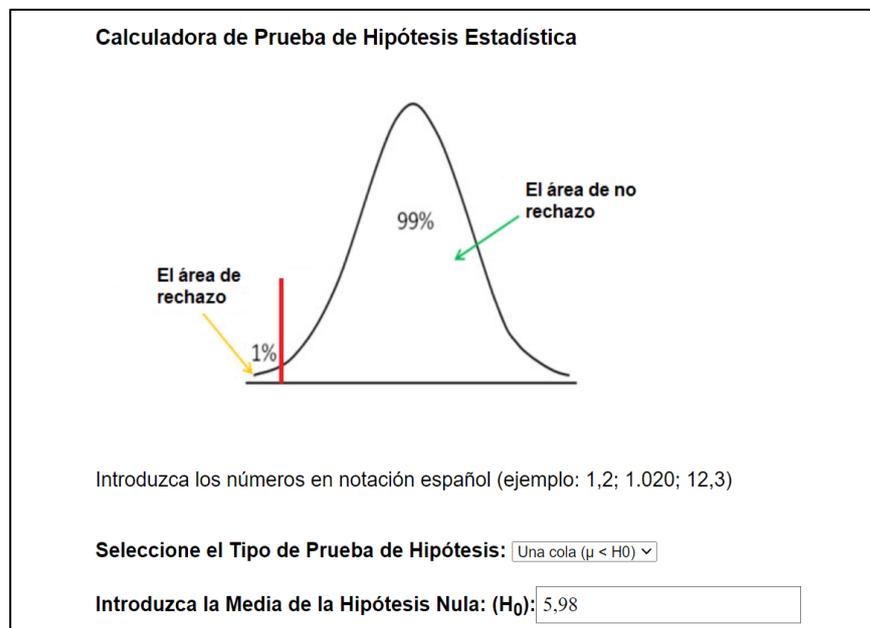


Figura 59 Prueba de Hipótesis-capacidad del proceso

Fuente: Calculadora de Prueba de Hipótesis (2020)

3.4.2. Prueba de hipótesis en relación a la dimensión de Índice de productos defectuosos (IPD)

Esta hipótesis será la concerniente a la relación entre la mejora del proceso productivo y el índice de productos defectuosos, la cual fue planteada de la siguiente forma:

H0: La implementación de la propuesta de mejora en los procesos productivos permite reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C.

H1: La implementación de la propuesta de mejora en los procesos productivos no permite reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C.

Ello se evaluará con una herramienta vía web estadístico a un nivel de 95% de confianza al valor de alfa de 5%, del que se obtuvo el siguiente resultado:

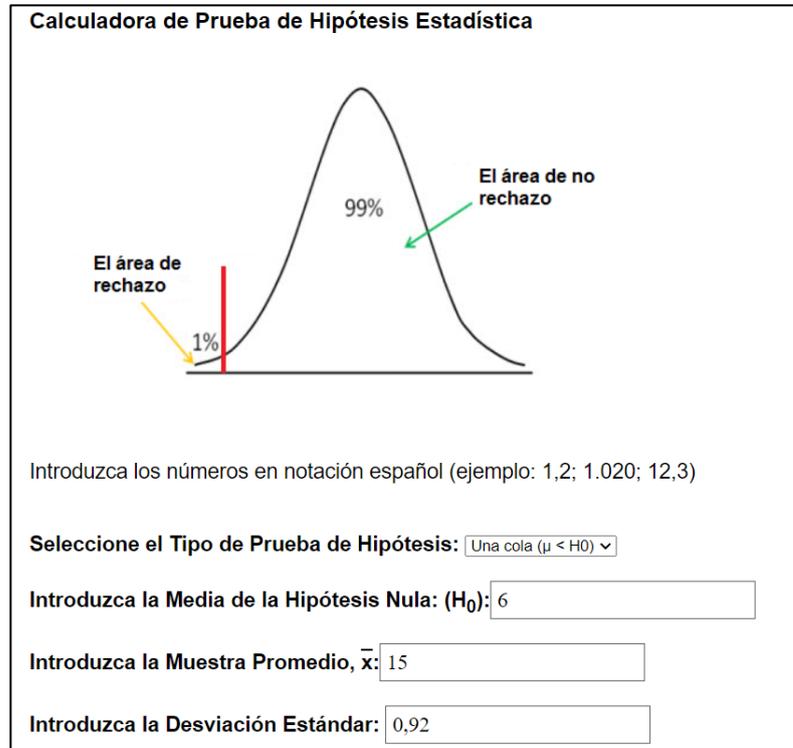


Figura 61 Prueba de Hipótesis-Índice de Productos defectuosos

Fuente: Calculadora de Prueba de Hipótesis (2020)

Introduzca el Tamaño de la Muestra:

Seleccione el Valor de Significación:

Resultado:

Aceptamos la hipótesis nula. El puntaje z de 64,15 se encuentra dentro del área de no rechazo

Explicación:

El punto de corte es 1,645. Se aceptará cualquier puntuación z mayor que 1,645. Dado que 64,15 es mayor que 1,645, aceptamos la hipótesis nula

Figura 62 Prueba de Hipótesis-Índice de Productos defectuosos

Fuente: Calculadora de Prueba de Hipótesis (2020)

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

4.1.1 Respuesta al objetivo central de investigación

Con la aplicación del DMAIC y con la propuesta de mantenimiento preventivo tanto como la de estandarización se llega a mejorar el proceso productivo disminuyendo el nivel de productos defectuosos en un 6% que se presentaban en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C.

4.1.2 Interpretación comparativa con los antecedentes de investigación

Durante el desarrollo de las propuestas de mejoras, se definió desarrollar las pruebas pilotos de las propuestas durante 6 meses para luego ver su viabilidad para ejecutar la implementación del mismo, al finalizar el desarrollo del DMAIC se obtuvo una reducción del 6% de productos defectuosos que representan un ahorro de \$33,870 basándonos para el desarrollo del antecedente internacional “Aplicación de la Metodología Six Sigma para la Identificación y Propuesta de mejoras en el área de producción en la empresa Rabe S.A. Industria Plástica” en donde el autor desarrolla el DMAIC y obtiene la reducción de 18,376.60 kilos que representaron un ahorro de \$43,962.57.

Durante el desarrollo de las propuestas de mejoras, se tuvo como finalidad desarrollar las pruebas pilotos de las propuestas durante 6 meses para luego ver su viabilidad para ejecutar la implementación del mismo, al finalizar el desarrollo del DMAIC se obtuvo una reducción del 6% de productos defectuosos que representan un ahorro de \$33,870 basándonos para el desarrollo del

antecedente internacional “Aplicación de la Metodología DMAIC al proceso de Requerimiento de Materiales, Caso Aplicado a la empresa GOODYEAR Chile”

en donde el autor desarrolla el DMAIC logrando reducir sus desperdicios en un 68% en solo 12 semanas.

Durante el desarrollo de las propuestas de mejoras, se tuvo como finalidad desarrollar las pruebas pilotos de las propuestas durante 6 meses, la primera propuesta de mejora fue mantenimiento preventivo para el cual se elaboró un Plan, se establecieron indicadores y responsables de la ejecución, logrando con ello reducir los productos defectuosos originados por una máquina que no contaba con un mantenimiento preventivo, después de los 6 meses dejaron de presentarse productos deformados evitando la presencia de 678 unidades por mes que se presentaban a un 80 productos en promedio por mes logrando una reducción de productos defectuosos del 80%, para ello nos basamos del antecedente nacional “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para aumentar la disponibilidad de la Planta de Inyección de la empresa Industrias Plásticas Reunidas S.A.C.” en donde el autor desarrolló la implementación de mantenimiento usando las fichas técnicas de las máquinas, un plan de mantenimiento y un registro de los trabajos ejecutados, del cual logra reducir las paradas de las máquinas en un 66.5% al año y obteniendo una disponibilidad de las máquinas en un 94% que como consecuencia redujo los desperdicios.

Durante el desarrollo de las propuestas de mejoras, se tuvo como finalidad desarrollar las el pruebas pilotos de las propuestas durante 6 meses, la segunda propuesta de mejora fue estandarización de procesos para el cual se desarrolló

la documentación principal que era necesario implementar en el proceso, con ello capacitar a los trabajadores del proceso de producción, control y monitoreo del mismo, del cual se obtuvo como resultado la reducción de productos defectuosos por coloración de otros tonos de 65 productos en promedio mensual a 10 productos en promedio mensual, reduciendo un 85%, para el desarrollo de esta propuesta se utilizó como antecedente nacional “Estandarización de procesos y su impacto en la productividad de la empresa Negociaciones Minera Chavez S.A.C.” en donde determinaron los procesos a estandarizar, implementando fichas de control, procedimientos de compra, producción, entre otros, logrando impactar en mejorar su productividad a un 75% por hora.

Durante el desarrollo de la viabilidad propuestas de mejoras, se tuvo como finalidad desarrollar las pruebas pilotos de las propuestas durante 6 meses, la segunda propuesta de mejora fue estandarización de procesos para el cual se desarrolló la documentación principal que era necesario implementar en el proceso, con ello capacitar a los trabajadores del proceso de producción, control y monitoreo del mismo, del cual se obtuvo como resultado la reducción de productos defectuosos por coloración de otros tonos de 65 productos en promedio mensual a 10 productos en promedio mensual, reduciendo un 85%, asimismo para el cálculo del beneficio económico que se obtendría de las propuestas de implementación se utilizó como antecedente nacional “Estandarización de procesos y su impacto en la productividad de la empresa Negociaciones Minera Chavez S.A.C.” en donde determinaron los procesos a estandarizar, implementando fichas de control, procedimientos de compra, producción, entre otros, logrando impactar en mejorar su productividad a un 75% por hora con un TIR=141% y B/C=3.65.

4.1.3 Puntos inciertos o limitaciones de los resultados

En la presente tesis se tuvo como limitación durante el 2019, el seguimiento de los resultados obtenidos debido a la falta de acceso al sistema de la empresa y se tuvo que depender de la disponibilidad de tiempo del personal para que puedan ingresar al sistema e indicar la data, además se debía agendar reuniones para levantar los inputs adicionales que se presentaron en el proceso tales como ausentismos del personal o escasez de material.

Otra limitación fue que se tenía estimado un periodo de prueba de las propuestas de mejora de noviembre del 2019 a mayo del 2020, pero debido a la pandemia se paralizó la prueba durante unos meses.

4.1.4 Implicancias sociales, teóricas, prácticas y metodológicas de los resultados

Desde la etapa de Definir del DMAIC se inició la implicancia social del Jefe de Producción, Gerente General, Asistente Administrativo, Maquinistas y Operarios en la aplicación de la metodología DMAIC.

Durante el inicio de aprobación de las propuestas de mejoras, se contrató un personal con el cargo de Asistente de Proyecto para monitorear la implementación, asimismo, al capacitar a los operarios y maquinistas se obtuvo mayor motivación y compromiso de parte de ellos por aprender más sobre los procesos de producción y 5 de ellos iniciaron las carreras de Administración Industrial en SENATI donde la empresa les brindó la facilidad de horarios para que pudieran trabajar y estudiar al mismo tiempo y mediante ello puedan presentar proyectos innovadores de mejoras en los procesos que puedan seguir repercutiendo en la eficiencia de la gestión logística, administrativa y de producción.

En implicancias ambientales, al no generar productos defectuosos impacta reduciendo los desechos tóxicos propios de la industria asimismo proporciona mayor tiempo de vida y calidad del producto generando que la población no vote los productos a la basura, sino que pueda reciclarlo o que las industrias que generan otro tipo de productos de plásticos que no sean alimentos puedan triturar el producto y convertirlo en otro con una calidad de segunda categoría, sujeta a ser excluida de todo tipo de productos que contengan alimentos.

4.2 Conclusiones

- Se realizó el diagnóstico del proceso productivo en Mayo del 2019 que permitió identificar los factores de productos defectuosos por falta de mantenimiento (56%), desconocimiento de los procesos (28%), falta de información (9%), especificaciones incompletas (5%) y materiales de baja calidad (1%); utilizando el método exploratorio Flujo del Proceso, Project Charter, Diagrama de Pareto e Ishikawa, dichos métodos también fueron empleados por el autor (André Constantine, 2015) quien realizó la tesis de: “Aplicación de la metodología Six Sigma para la identificación y propuesta de mejoras en el área de producción en la empresa Rabe S.A. Industria plástica” y (Roa Aravena, 2016) quien realizó la investigación titulada como: “Aplicación de la metodología DMAIC al proceso de requerimiento de materiales, caso aplicado a la empresa GOODYEAR Chile”, de los cuales se obtuvieron valores similares.
- Se plantearon como acciones de mejora el mantenimiento preventivo y la estandarización de procesos que se deben implementar en los procesos, de los cuales se desarrollaron como parte de una prueba piloto de una duración de 6

meses del que se obtuvo una reducción del 6% del nivel de productos defectuosos para lo cual se elaboró y cumplió un plan de mantenimiento en la máquina modelo 380F2V, las especificaciones de la máquina se pueden consultar en el **ANEXO n.º 14**, en el que a cierta cantidad de horas requiera una actividad específica de mantenimiento con los responsables establecidos y materiales necesarios para su ejecución.

En la estandarización de procesos estableció los documentos necesarios para desplegar el conocimiento en la organización, se desarrollaron capacitaciones y se programaron auditorias, de las cuales se observó un cumplimiento mayor del 60% de los registros generados del proceso que demuestran que se estuvieron usando durante el periodo piloto. Dichos métodos también fueron empleados por el autor (García, 2017) quien realizó la tesis de: “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para aumentar la disponibilidad de la planta de Inyección de la empresa Industrias Plásticas Reunidas S.A.C”, y los autores (Chavez Chavez & Quiroz Mercado, 2018) quienes realizaron la investigación titulada como: “Estandarización de Procesos y su impacto en la productividad de la empresa Negociaciones Minera Chavez S.A.C.”, de los cuales se obtuvieron valores similares.

- Después estimar el beneficio económico, mediante el cálculo de los indicadores económicos VAN, TIR, B/C se demuestra que la propuesta de implementación del Mantenimiento Preventivo y Estandarización de Procesos es económicamente viable, dando como resultado en el escenario Pesimista un VAN de s/. 23,905.98, un TIR de 54% y un B/C de 0.52, dichos análisis también fueron realizados por los autores (Chavez Chavez & Quiroz Mercado, 2018) quien realizó la investigación titulada como: “Estandarización de

Procesos y su impacto en la productividad de la empresa Negociaciones

Minera Chavez S.A.C.”, de los cuales se obtuvieron los siguientes valores:

VAN= 98, 453.60 soles. TIR=141% y B/C= 3.65.

REFERENCIAS

- André Constantine, Y. G. (Marzo de 2015). Aplicación de la Metodología Six Sigma para la identificación y propuesta de mejoras en el área de producción en la empresa RABE S.A. industria plástica. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3460/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-169.pdf>
- Asociación Latinoamericana de la Industria Plástica. (2016). *Reporte estadístico de importaciones de materia prima por partida.*
- Banco Central de Reserva del Perú. (2019). *Resumen Informativo Semanal.* Obtenido de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Nota-Semanal/2019/resumen-informativo-2019-05-02.pdf>
- Benjamin, N., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño de trabajo* (Duodécima ed.). Distrito Federal, México: Mac Graw Hill. Obtenido de <https://www.academia.edu/20379229/137977550-Ingenieria-Industrial-Benjamin-W-Niebel>
- Bright Maynard, H. (1987). *Manual de Ingeniería y organización Industrial* (Tercera ed.). New York: Reverté.
- Chavez Chavez, Z., & Quiroz Mercado, G. (2018). Estandarización de Procesos y su Impacto en la Productividad de la empresa Negociaciones Minera Chavez S.A.C. Trujillo, Trujillo, Perú. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14117/Chavez%20Chavez%20Zully%20Alexandra%20-%20Quiroz%20Mercado%20Gianluca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Espinoza, A. d. (11 de Febrero de 2016). Reducción de Mermas en la producción de sacos de

polipropileno para la mejora de la productividad en la empresa Águila SRL. Chiclayo,

Perú. Obtenido de

[http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/806/TL_%20HerediaEs](http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/806/TL_%20HerediaEspinozaAnais.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[pinozaAnais.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/806/TL_%20HerediaEspinozaAnais.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Freivalds, A., & Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del*

trabajo (Duodécima ed.). México. Obtenido de

[https://www.academia.edu/20379229/137977550_Ingenieria_Industrial_Benjamin_](https://www.academia.edu/20379229/137977550_Ingenieria_Industrial_Benjamin_W_Niebel)

[W_Niebel](https://www.academia.edu/20379229/137977550_Ingenieria_Industrial_Benjamin_W_Niebel)

García, W. C. (2017). Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Inyección

de la Empresa Industrias Plásticas Reunidas S.A.C. Lima, Lima, Perú. Obtenido de

[http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11294/Tesis%20Waldo%20Ch](http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11294/Tesis%20Waldo%20Chavez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[avez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11294/Tesis%20Waldo%20Chavez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Guevara. (2017). Industria de fabricantes latinoamericanos de productos plásticos. *Tecnología*

del plástico: Retos y oportunidades de la Inyección en América Latina, 24-26.

Guevara Cárdenas, D. M. (Septiembre de 2017). Clima de la Industria de fabricantes

latinoamericanos de productos plásticos de consumo mediante moldeo por inyección.

(D. M. Guevara Cárdenas, Ed.) *Tecnología del Plástico*, 24. Recuperado el 13 de

Agosto de 2019, de [https://www.plastico.com/sitio/revista-digital/32-](https://www.plastico.com/sitio/revista-digital/32-5/index.html?e=N000000000#/26/)

[5/index.html?e=N000000000#/26/](https://www.plastico.com/sitio/revista-digital/32-5/index.html?e=N000000000#/26/)

Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (Septima ed.).

México. Obtenido de

[file:///C:/Users/lisse/Desktop/DESCARGA%20DE%20PC%20TRABAJO/libro-](file:///C:/Users/lisse/Desktop/DESCARGA%20DE%20PC%20TRABAJO/libro-Administracion%20de%20Operaciones%207ma%20edicion%20(Jay%20Heizer%20&%20Barry%20Render)%20(1).pdf)

[Administracion%20de%20Operaciones%207ma%20edicion%20\(Jay%20Heizer%20](file:///C:/Users/lisse/Desktop/DESCARGA%20DE%20PC%20TRABAJO/libro-Administracion%20de%20Operaciones%207ma%20edicion%20(Jay%20Heizer%20&%20Barry%20Render)%20(1).pdf)

[&%20Barry%20Render\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/lisse/Desktop/DESCARGA%20DE%20PC%20TRABAJO/libro-Administracion%20de%20Operaciones%207ma%20edicion%20(Jay%20Heizer%20&%20Barry%20Render)%20(1).pdf)

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (sexta ed.). México.

Recuperado el 30 de Octubre de 2020, de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la mejora de la Calidad*.

Montevideo, Uruguay. Obtenido de <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>

ISO 9000. (2005). Norma Europea en Organización Internacional de Normalización.

Producción, M. d. (2011). *Análisis Regional de Empresas Industriales*. Lima. Obtenido de

http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/PRODUCTIVIDAD_COMPETITIVIDAD/Informes/analisis_lima.pdf

Real Academia Española. (Junio de 2019). *RAE*. Obtenido de

<https://dle.rae.es/?id=P1BWqzA>

Riverside, N. (Julio de 2017). *Hispana que sobresale en la Industria Plástica estadounidense*.

(T. d. Plástico, Entrevistador) Obtenido de <http://www.plastico.com/temas/Nelly-Riverside,-hispana-que-sobresale-en-la-industria-plastica-estadounidense+120344>

Roa Aravena, I. C. (Septiembre de 2016). *Aplicación de la Metodología DMAIC al proceso*

de Requerimiento de Materiales caso aplicado a la empresa GOODYEAR. Santiago, Chile. Obtenido de <file:///C:/Users/lisse/Downloads/3560902048740UTFSM.pdf>

Salazar, E. (8 de Mayo de 2019). (L. Chana, Entrevistador)

Secretaria General de Servicios Parlamentarios. (2013). *Ley Aduanera Mexicana*. Mexico.

Obtenido de https://www.ucol.mx/content/cms/13/file/federal/LEY_ADUANERA.pdf

SNI, S. N. (2020). *Reporte Estadístico N°4 de las principales variables económicas de la industria manufacturera*. Económico, Sociedad Nacional de Industrias, Lima, Perú.

Recuperado el 6 de Junio de 2020, de <https://www.sni.org.pe/no-01-abril-2020-2/>

Universidad del Valle. (2019). *Betas Apalancados y Betas no apalancados según sectores*.

Obtenido de

http://www.cashflow88.com/decisiones/Betas_Sectores_Colombia_2004_Bu_y_BL.

pdf

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Tabla de toma de muestras preliminares

Día	Muestras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										

Fuente: Propia

ANEXO n.º 2. Formato del Plan de Mantenimiento

Char	FECHA	NOMBRE DEL EQUIPO				
	SECCION	UBICACIÓN DEL EQUIPO		CODIGO		
	No	DESCRIPCION GENERAL	CODIGO O REFEREN	MATERIAL	CANTID	DIMENSIONES

Fuente: Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento (2005)

ANEXO n.º 3. Formato de programa de capacitaciones

Ítem	Tema	Riesgo Asociado	Grupos por puesto de trabajo												Modalidad: Externa (E), Interna (I)	Área Responsable / Expositor	Mes de Capacitación (Horas de capacitación / mes)												Total de Horas									
																	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic										
TIPO DE CAPACITACIÓN:																																						
																		Suma total de horas								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Propia

ANEXO n.º 5. Formato de estatus de auditoría

AUDITOR	PROCESO AUDITADO	Tipo de Proceso	FECHA DE AUDITORIA	FECHA DE ULTIMA REVISIÓN	% DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
					● 100%	
					● 100%	
					● 100%	

Fuente: Propia

ANEXO n.º 6. Formato de flujo de caja

Meses	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
INVERSIÓN INICIAL														-
Propuesta de implementación 1														-
Propuesta de implementación 2														-
Propuesta de implementación 3														-
FLUJOS OPERATIVOS														-
Ventas de servicio tercerizado														-
Costo de Servicios tercerizados														-
Materiales														-
Herramientas														-
UTILIDAD BRUTA														-
Gastos en Ventas														-
Gastos Marketing														-
Gastos Administrativos														-
UTILIDAD OPERATIVA														-
Participación de trabajadores %														-
Impuesto a la renta														-
FLUJO DE CAJA OPERATIVO														-
FLUJO DE CAJA TOTAL														-
COK														
VAN														
TIR														
B/C														

Fuente: Compitiendo para crear valor (1998)

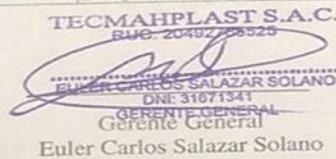
ANEXO n.º 7. Aprobación del Plan de Mantenimiento Preventivo



La empresa Tecmahplast S.A.C. registrada con RUC N° 20492755525, participó en el desarrollo del "Plan de Mantenimiento", en facultad de empresa válida la obtención de los siguientes resultados:

PLANTA	MODELO DE MAQUINA	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	MATERIALES	FRECUENCIA DE CAMBIO	TIEMPO DE ACTIVIDAD	PERSONAL	CÓDIGO DE ACTIVIDAD
PLÁSTICOS TECMAHPLAST S.U.L.	3R0F2V	Cambio de aceite Hidraulico	Herramientas: Bomba manual Materiales: Trapo, Cilindro, Aceite EPPS: guantes, Mameluco	5 000 hrs	2 hrs	2	CAMB01
		Cambio de Filtro Exterior	Herramientas: Llave Faja Materiales: Trapo, Filtro nuevo EPPS: guantes, Mameluco	5 000 hrs	10 min	1	CAMB02
		Lavado de Filtro	Herramientas: Pulverizador Sifon, Llave Faja Materiales: Trapo, bates, Petróleo EPPS: guantes, lentes, Mameluco, mascarilla	5 000 hrs	30 min	1	LAVD01
		Lavado de Tanque	Herramientas: Llave Cadena Materiales: Esponja, bates, Petróleo EPPS: guantes, Mameluco	5 000 hrs	1 hr	2	LAVD02
		Limpieza interna de agua	Herramientas: bomba de agua pequeña Materiales: Limpiador antiherro, agua EPPS: guantes, lentes, Mameluco	2 000 hrs	2 hrs	1	LIMPO1
		Engrase	Herramientas: engrasador manual Materiales: Grasa EP2 EPPS: guantes, Mameluco	24 hrs	5 min	1	ENGR01
		Limpieza de tanque	Herramientas: Pulverizador sifon Materiales: esponja EPPS: guantes, Mameluco, mascarilla, lentes	5 000 hrs	1 hr	1	LIMPO2
		Lavado de filtro de aceite de lubricación	Herramientas: Pulverizador sifon Materiales: Petróleo, esponja EPPS: guantes, Mameluco, mascarilla, lentes	5 000 hrs	30 min	1	LAVD03
		Engrase EP2	Herramientas: engrasador manual Materiales: Grasa EP2 EPPS: guantes, Mameluco	1 000 hrs	10 min	1	ENGR02
		Cambio de Resistencia	Herramientas: Voltmetro, llave esiem Materiales: Resistencia nueva EPPS: guantes, zapato aislado	50 000 hrs	40 min	1	CAMB03
Cambio de Contactor	Herramientas: Voltmetro, llave esiem, desarmador estrella plano Materiales: Resistencia nueva EPPS: guantes, zapato aislado	30 000 hrs	30 min	1	CAMB04		

Lima, 05 de Junio del 2019



TECMAHPLAST S.A.C.
RUC: 20492755525
EULER CARLOS SALAZAR SOLANO
DNE: 31671341
GERENTE GENERAL
Euler Carlos Salazar Solano

ANEXO n.º 8. Evidencia de Capacitación de Programación de Tablero



Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2019)

ANEXO n. 9. Evidencia de Capacitación de Programación de Tablero



Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2019)

ANEXO n.º 10. Evidencia de Capacitación de Programación de Tablero



Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2019)

ANEXO n.º 11. Aprobación del Formato de Supervisión



La empresa Tecmahplast S.A.C. registrada con RUC N° 20492755525, brinda el formato de supervisión de la producción a la srta. Lisset Chana López para fines académicos, se hace mención que la empresa no autoriza usar el formato para otros fines.

FORMATO DE SUPERVISIÓN						
Fecha:	Departamento:	Diagrama:	Sub:			
Molde:	Troquel:	Estilo:	Artículo:			
Patrón:	Ins. Espe:	Lspec:	Sub:			
Descripción de la parte:						
Operación:						
DETERMINACIÓN Y DESCRIPCIÓN						
1. Propósito de la operación						
2. Lista Completa de todas las Operaciones						
N°	Descripción	Estado de Trabajo	Dpt.	Cumplimiento	Capacidad	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
3. Requisitos de Inspección						
a) De operaciones anteriores						
b) De la presente Operación						
c) De la siguiente operación						
4. Material						
Descripción del Material	Cantidad	Desperdicios	Tipo	Observaciones		
5. Manejo de Materiales						
a) Movido por Montacargas						
b) Movido por operario						
c) Removido						
6. Herramientas						

Lima, 05 de Junio del 2019


TECMAHPLAST S.A.C.
 RUC: 20492755525
EULER CARLOS SALAZAR SOLANO
 DNI: 31671341
 GERENTE GENERAL

Gerente General
Euler Carlos Salazar Solano

ANEXO n.º 12. Aprobación del Formato de Ficha Técnica del producto

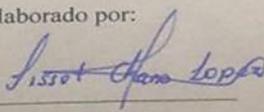


La empresa Tecmahplast S.A.C. registrada con RUC N° 20492755525, acepta como parte de su proceso hacer uso de la ficha técnica propuesto por la estudiante de Ing. Industrial Lisset Chana López.

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO	
Razón Social Cliente	
Nombre Comercial del Producto	
Fotografía	Descripción del Producto
Especificaciones	
Código de Máquina	
Código de Producto	
Turno	
Materia Prima	
Insumo	
Color	
Peso	
Cantidad	
T°	
Velocidad de Inyección	
Capacidad de Plastificación	
Presión del sistema	
Golpe de expulsión	
Dimensión de pieza	
Espesor	
Cantidad de Producción	
_____	_____
Operario de turno	Técnico de Turno

Lima, 10 de Mayo del 2019

Elaborado por:



Lisset Chana López



TECMAHPLAST S.A.C.
RUC 20492755525
EULER CARLOS SALAZAR SOLANO
DNI 81071341
GERENTE GENERAL

Gerente General
Euler Carlos Salazar Solano

ANEXO n.º 13. Programación del Tablero en Tiempo de Ciclo

The image shows a control panel for 'AutoProduct' with a date of 14.05.14 and time 13:03. The panel displays a table of cycle times and various sensor readings.

Variable	Valor	Unidad
Tiempo Actual del Ciclo	13.02	sec
último Tiempo del Ciclo	51.40	sec
Tiempo de Enfriamiento	13.82	sec
Tiempo de Inyección	7.48	sec
Tiempo de Plastificación	0.96	sec
Tiempo de Apertura de la abrazadera	6.92	sec
Tiempo de Cierre de la abrazadera	4.12	sec
Tiempo de Apertura de la abrazadera 1	2.36	sec
Tiempo de Cierre de la abrazadera 2	8.78	sec
Tiempo de Avance hacia delante del Carro	0.12	sec
Tiempo de Avance hacia atrás del Carro	0.80	sec
Tiempo del Ciclo de Ejecución	2.28	sec
Tiempo de Encendido del PLC	6420	Hour
Tiempo en Marcha de la Máquina Eléctrica	4967	Hour
Tiempo en Marcha Automática	518	Hour

Velocidad Abrazadera	7597 mv	Presión Eyector	0.7 mm	Plastificación	6180 mv	Presión del Sensor Cerro	0.0 mm	Presión	3 bar	Presión	70.4 mm
											13.3 mm

Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2019)

ANEXO n.º 14. Especificaciones de la Máquina 380F2V

Item	Unit	Máquina 380F2V	Máquina 120 Tn
Diámetro del tornillo	mm	70	40
Volumen teórico	cc	1239	235
Peso del disparo (PS)	g	1115	211
	oz	39.3	7.5
Relación longitud/ diámetro	L/D	20	20.5
Presión de Inyección	kg/ cm ²	1698	181
Velocidad de inyección	cm ³ /sec	318	113
Golpe de Inyección	mm	322	187
Máx. Velocidad del tornillo	rpm	145	206
Capacidad de plastificación (PS)	kg/hr	196	179
Fuerza de la unidad de inyección	kN	108	57
Golpe de carro	mm	435	300
Fuerza de sujeción	Ton	380	130
Max. Luz	mm	1450	820
Fuerza de sujeción	mm	710	410
Distancia entre Columnas	mm	740x740	410x410
Dimensión mínima del molde	mm	510x510	280x280
Rango de espesor del molde	mm	250~740	150~410
Fuerza eyectora	kN	100	40
Golpe de expulsión	mm	200	100
Nro. De puntas de expulsión	unid	13	5
Motor principal	hp/kw	50/37	15-mar
Presión del sistema	kg/cm ²	160	17
Capacidad de la bomba hidráulica	L/min	203	72
Nro. De zonas de calentamiento	unid	5+1	3+1
Potencia de entrada del calentador	kw	21.59	7.57
Peso neto	Ton	14.4	3.8
Capacidad del tanque	L	750	160

Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2019)

ANEXO n.º 15. Matriz de Operacionalización de Variables

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	FÓRMULA
Problema Principal	Objetivo General	Hipótesis General	V. Independiente		
¿Cómo mejorar el proceso productivo para disminuir el nivel de productos defectuosos que se presentan en la empresa Tecmahplast S.A.C?	Mejorar el proceso productivo para disminuir el nivel de productos defectuosos que se presentan en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C	Con la mejora en el proceso de producción se tiene un impacto positivo en la disminución de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C	Proceso productivo	Capacidad del Proceso (CP)	$CP = \frac{\text{Número de productos producidos}}{\text{TC del producto}} \times 100\%$
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	V. Dependiente		
¿Cómo realizar el diagnóstico del proceso productivo para identificar los factores que originan productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C?	Realizar el diagnóstico del proceso productivo para identificar los factores que originan productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C	El diagnóstico del proceso productivo permite identificar los factores que originan productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C	Nivel de productos defectuosos	Índice de productos defectuosos (IPD)	$IDP = \frac{\text{Número de productos defectuosos}}{\text{Total de la producción}} \times 100\%$
¿De qué manera se puede plantear las acciones de mejora que se deben implementar en los procesos productivos para reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C?	Plantear las acciones de mejora que se deben implementar en los procesos productivos para reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C	La implementación de la propuesta de mejora en los procesos productivos permite reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C.			
¿Cómo estimar cuál es el beneficio económico que se obtiene de la implementación de la propuesta de reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C?	Estimar posible beneficio económico que se obtiene de la implementación de la propuesta de reducir el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C	El beneficio económico que se obtiene de la implementación de la propuesta reduce el nivel de productos defectuosos en la empresa de plásticos Tecmahplast S.A.C		Beneficio Costo de la propuesta (B/C)	$B/C = \frac{VAN}{\text{Flujo de Caja total del año } 0} \times 100$

Fuente: Propia

ANEXO n.º 16. Producción de Balde 2L



Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2019)

ANEXO n.º 17. Sacos de productos defectuosos



Fuente: Tecmahplast S.A.C. (2019)

ANEXO n.º 18. Autorización de Investigación



ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Dirigido a la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Presente.-

Mediante el presente documento la empresa **TECMAHPLAST S.A.C** registrada con **RUC N° 20492755525** hace constar que la **Srta. Lisset Aracely Chana López** identificada con **DNI N° 74141369** tiene la autorización para realizar investigación en la empresa para el desarrollo de su tesis en las instalaciones de la planta ubicada en **Av.Portada del Sol Nro.855, San Juan de Lurigancho**.

Toda información extraída o obtenida dentro de la empresa primero deberá ser revisada y luego ser aprobada por el personal autorizado en **TECMAHPLAST S.A.C.** , de lo contrario la información no será responsabilidad de la empresa.

Lima, 15 de Mayo del 2019

TECMAHPLAST S.A.C.
RUC: 20492755525

EUTER GARRIDO SALAZAR SOLANO
DNI: 31671341
GERENTE GENERAL

Telefax: (01)376 4692 Nextel: 422*6771 rpm. #373742
e-mail: tecmahplast@speedy.com.pe, tecmahplast@hotmail.com

ANEXO n.º 19. Carta de Autorización de uso de información

Formato 04

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA - PARA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL



Yo Euler Carlos Salazar Solano
(Nombre del representante del área de la empresa)

identificado con (DNI/CE/Pasaporte) N° 31671341, en mi calidad de Gerente General
(Nombre del puesto del representante del área de la empresa)

del área de Gerencia
(Nombre del área de la empresa)

de la empresa/institución Tecmahplast S.A.C.
(Nombre de la empresa)

con R.U.C N° 20492755925, ubicada en la ciudad de Lima, distrito San Juan de Lurigancho, urbanización Azcaminaz Bajo en Av. Partido del Sol Nro. 855

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Lisset Aracely Chana López
(Nombre completo del bachiller)

identificado con (DNI/CE/Pasaporte) N° 74141369, bachiller en la carrera de Ingeniería Industrial
(Nombre de la carrera profesional)

para que utilice la siguiente información de la empresa:

Registros de procesos, formatos, plan de producción, fichas técnicas de máquinas, historial del personal, entre otros documentos a base de investigación.
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis () o Trabajo de Suficiencia Profesional () y de esta manera optar al Título Profesional.

... 27 de Junio del 2019.

Adjunto a esta carta, está la siguiente documentación:

() Sólo Para Modalidad Suficiencia Profesional: Adjunta Vigencia Poder del Representante Legal de la Empresa con vigencia no menor a 90 días.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

(x) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

() Mencionar el nombre de la empresa.



Firma y sello del representante de la empresa
Fecha: 27 de Junio del 2019
DNI: 31671341

El Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional son auténticos, y que el Representante que brindó la información estaba facultado para ello. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Bachiller será sometido a un procedimiento disciplinario; y asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma Bachiller
Fecha: 27 de Junio del 2019
DNI: 74141369

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-SA-17.08	NÚMERO VERSIÓN	02
FECHA DE VIGENCIA	11/04/2019	PÁGINA	Página 1 de 1