

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



MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE UTENSILIOS DE ACERO ESMALTADO EN MANUFACTURA DE METALES Y ALUMINIO RECORD S.A.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Eric Hector Ramirez Deza

Código 20081703

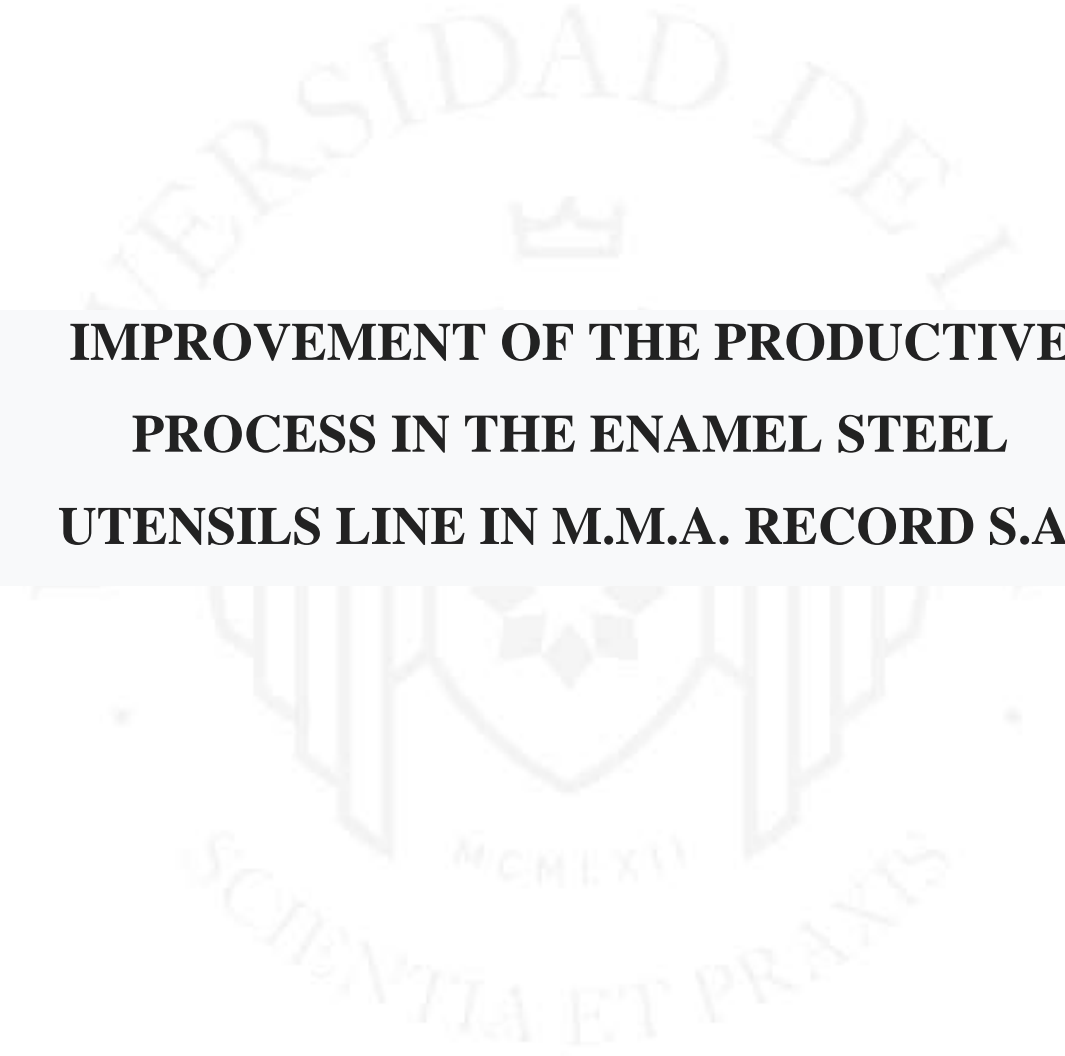
Asesor

Carlos Augusto Lizárraga Portugal

Lima – Perú

Diciembre de 2021





**IMPROVEMENT OF THE PRODUCTIVE
PROCESS IN THE ENAMEL STEEL
UTENSILS LINE IN M.M.A. RECORD S.A.**

TABLA DE CONTENIDO

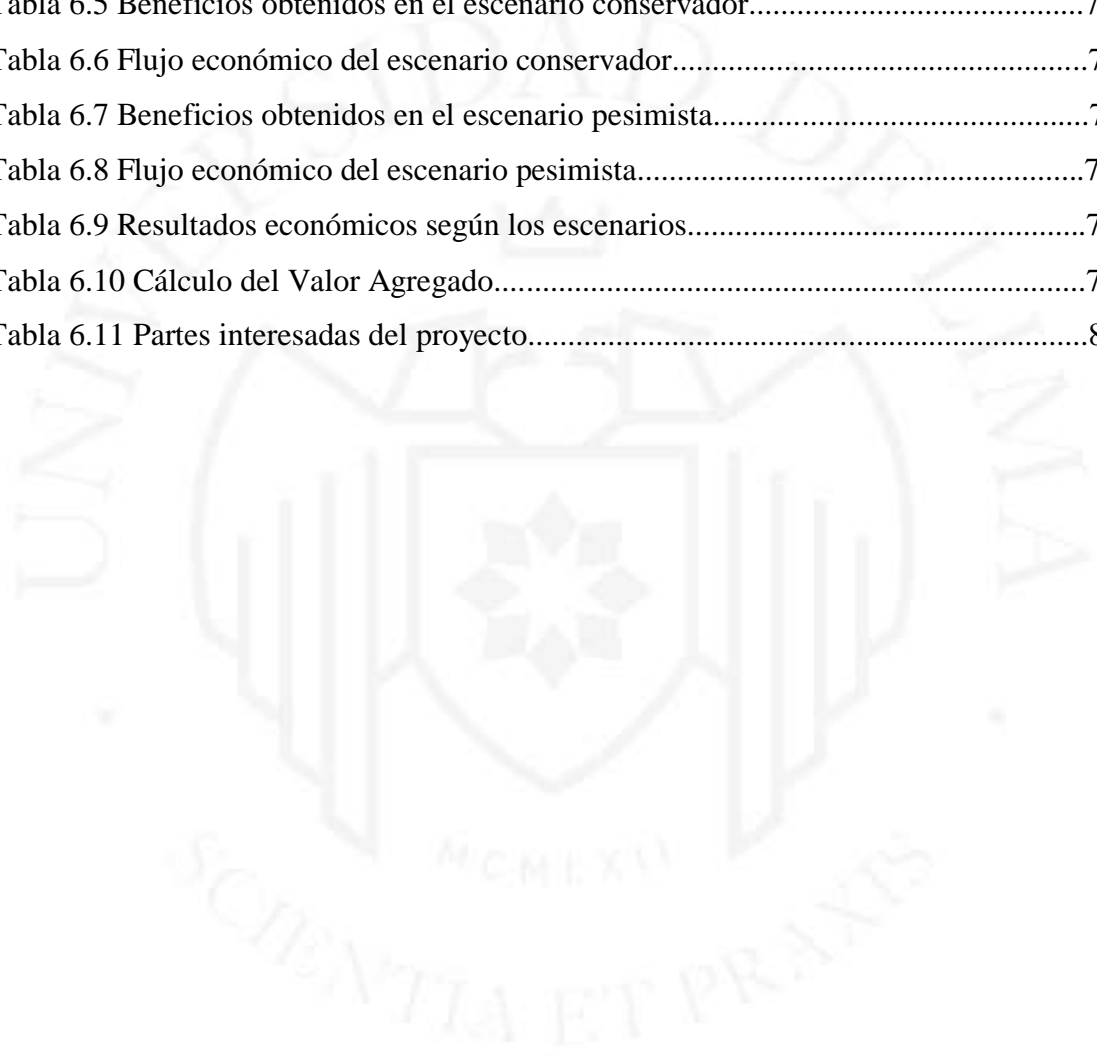
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes de la empresa	1
1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica	1
1.1.2. Descripción de los productos o servicios ofrecidos	2
1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa por línea de negocio	5
1.1.4. Estrategia general de la empresa	5
1.1.5. Descripción de la problemática actual	7
1.2. Objetivos de la investigación	8
1.3. Alcance y limitaciones de la investigación	9
1.4. Justificación de la investigación	10
1.5. Hipótesis de la investigación	10
1.6. Marco referencial de la investigación	10
1.7. Marco conceptual	12
CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO	16
2.1. Análisis Externo de la Empresa	16
2.1.1. Análisis del entorno global	16
2.1.2. Análisis del entorno competitivo	18
2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno	22
2.2. Análisis Interno de la Empresa	25
2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales	25
2.2.2. Análisis de la estructura organizacional	27
2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves	27
2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de las actividades clave	30
2.2.5. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa	34
2.2.6. Selección del sistema o proceso a mejorar	35

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.	38
3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio	38
3.1.1. Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio	38
3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso	42
3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados	44
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	48
4.1. Planteamiento de alternativas de solución	48
4.2. Selección de alternativas de solución	48
4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas	48
4.2.2. Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución	50
4.2.3. Priorización de soluciones seleccionadas	52
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN	53
5.1. Ingeniería del proyecto de solución	53
5.2. Diseño de la solución	53
5.3. Desarrollo de la solución	55
5.4. Plan de implementación de la solución	69
5.4.1. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución	69
5.4.2. Cronograma de implementación del proyecto solución	70
5.5. Aseguramiento de la solución	70
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN	73
6.1. Evaluación económica de la solución	73
6.2. Determinación de los escenarios para la solución propuesta	73
6.4. Evaluación social y ambiental de la solución	78
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS	84
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Canales de distribución.....	6
Tabla 2.1 Análisis del Entorno Global - Matriz PEST.....	18
Tabla 2.2 Cuadro de enfrentamiento para las oportunidades.....	23
Tabla 2.3 Cuadro de enfrentamiento para las amenazas.....	23
Tabla 2.4 Evaluación de factores externos - Matriz EFE.....	24
Tabla 2.5 Análisis de la visión y misión de RECORD S.A.....	25
Tabla 2.6 Evaluación de factores internos - Matriz EFI.....	34
Tabla 2.7 Cantidad y costos por reprocesos mensual.....	35
Tabla 2.8 Número de contenedores enviados vs observados.....	35
Tabla 2.9 Criterios de evaluación.....	36
Tabla 2.10 Matriz de priorización para la selección.....	37
Tabla 3.1 Resultados de inspección.....	45
Tabla 3.2 Tipos de defectos y su frecuencia relativa.....	46
Tabla 4.1 Matriz de diseño de la solución.....	49
Tabla 4.2 Matriz de alternativas de la solución.....	49
Tabla 4.3 Criterios de evaluación.....	50
Tabla 4.4 Matriz de enfrentamiento.....	50
Tabla 4.5 Alternativa 1: Fortalecer el proceso de control de calidad.....	51
Tabla 4.6 Alternativa 2: Implantar un programa de mantenimiento	51
Tabla 4.7 Selección de las alternativas de solución.....	52
Tabla 5.1 Objetivos y metas del proyecto de solución.....	53
Tabla 5.2 Matriz de causas asignables a los principales defectos.....	58
Tabla 5.3 Desarrollo del procedimiento de inspección y limpieza.....	59
Tabla 5.4 Desarrollo del procedimiento estándar de control de calidad.....	63
Tabla 5.5 Plan de muestreo para variables.....	62
Tabla 5.6 Plan de muestreo para atributos.....	66
Tabla 5.7 Criterios de cambios para tipos de inspección.....	67
Tabla 5.8 Resultado prueba piloto – Espesor de esmalte.....	68
Tabla 5.9 Resultado prueba piloto control de calidad – atributos.....	69
Tabla 5.10 Cuadro comparativo entre la situación inicial y resultados de prueba piloto.....	69

Tabla 5.11 Presupuesto general de la propuesta de mejora.....	70
Tabla 5.12 Cronograma de implementación del proyecto de solución.....	71
Tabla 5.13 Plan para el aseguramiento del proyecto de solución.....	72
Tabla 6.1 Inversión inicial y costo mensual de la solución.....	73
Tabla 6.2 Resultados hipotéticos según escenarios.....	74
Tabla 6.3 Beneficios obtenidos en el escenario optimista.....	74
Tabla 6.4 Flujo económico del escenario optimista.....	75
Tabla 6.5 Beneficios obtenidos en el escenario conservador.....	75
Tabla 6.6 Flujo económico del escenario conservador.....	75
Tabla 6.7 Beneficios obtenidos en el escenario pesimista.....	76
Tabla 6.8 Flujo económico del escenario pesimista.....	76
Tabla 6.9 Resultados económicos según los escenarios.....	77
Tabla 6.10 Cálculo del Valor Agregado.....	79
Tabla 6.11 Partes interesadas del proyecto.....	81



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Productos de acero inoxidable.....	3
Figura 1.2 Productos de acero esmaltado.....	3
Figura 1.3 Tipos de productos en Aluminio.....	4
Figura 1.4 Modelos de lavaderos de acero inoxidable.....	4
Figura 1.5 Diversos electrodomésticos.....	5
Figura 1.6 Estrategias genéricas de Michael Porter.....	7
Figura 2.1 Importaciones de bienes de consumo de utensilios domésticos.....	19
Figura 2.2 Índice de importaciones de acero al Perú.....	20
Figura 2.3 Análisis de las cinco fuerzas del modelo de Porter.....	22
Figura 2.4 Mapa estratégico de RECORD S.A.....	26
Figura 2.5 Organigrama de RECORD S.A.....	27
Figura 2.6 Mapa de Macroprocesos de RECORD S.A.....	28
Figura 2.7 Balance Score Card de RECORD S.A.....	31
Figura 2.8 Evolución del indicador de Productividad de Mano de Obra, 2018-2019.....	32
Figura 2.9 Evolución del indicador de eficiencia, 2018-2019.....	33
Figura 2.10 Evolución del indicador de reprocesos, 2018-2019.....	33
Figura 2.11 Evolución del indicador de mermas, 2018-2019.....	34
Figura 2.12 Diagrama de bloques del proceso de producción de la línea esmaltado.....	36
Figura 3.1 Operación de Decapado.....	38
Figura 3.2 Operación de Soldadura.....	39
Figura 3.3 Operación de Molienda, Bañado base y cubierta.....	40
Figura 3.4 Operación de Vitriificación - Estufa y Horno.....	40
Figura 3.5 Diagrama de operaciones del Proceso para la fabricación de ollas de acero esmaltado.....	41
Figura 3.6 Evolución del indicador productividad de mano de obra (Kg/HH).....	42
Figura 3.7 Evolución del indicador productividad de mano de obra (Unid/HH).....	43
Figura 3.8 Evolución del indicador de reprocesos en unidades (%).....	43
Figura 3.9 Evolución del indicador de reprocesos en minutos (%).....	44
Figura 3.10 Tipos de defectos y su frecuencia relativa.....	45

Figura 3.11 Diagrama de Relaciones de Causa Efecto.....	46
Figura 5.1 Análisis del subproceso acabado de los productos de la línea Esmaltado....	56
Figura 5.2 Matriz de defectos del producto.....	57
Figura 5.3 Matriz del Plan de Control de Calidad de la línea esmaltado.....	60
Figura 5.4 Medidor de espesor.....	62
Figura 5.5 Tabla A-2 Letras de código para el tamaño de la muestra.....	64
Figura 5.6 Fórmulas del plan de muestreo para variables.....	65
Figura 5.7 Tabla B-1, MIL-STD 414 Tabla maestra para a inspección normal y rigurosa para planes basados en una variabilidad desconocida (Método de la desviación estándar) (Límite de la especificación único – Forma 1).....	65
Figura 5.8 Tabla 14-4 Letras de código para el tamaño de la muestra).....	66
Figura 5.9 Tabla II-B, MIL-STD 105E Tabla maestra para a inspección normal – muestreo único.....	67
Figura 6.1 Simulación del VAN proyectado.....	77
Figura 6.2 Simulación del TIR proyectado.....	78
Figura 6.3 Análisis de Tornado.....	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Carta de autorización de la empresa	89
Anexo 2: Tablas para el cálculo del valor NPR.....	90
Anexo 3: Formatos de inspección y limpieza.....	91
Anexo 4: Cotización de equipos e instrumentos de medición.....	94



RESUMEN

El presente proyecto desarrollado en Manufactura de Metales y Aluminio RECORD S.A. (RECORD S.A.); la cual cuenta con más de 85 años en el mercado nacional, tiene como finalidad plantear una propuesta de mejora en la línea de acero esmaltado debido a que presenta gastos extras generados por un alto índice de productos reprocesados y consumo de horas extraordinarias, afectando la satisfacción de los clientes internos y externos; impactando en los objetivos estratégicos establecidos por RECORD S.A.

En primer lugar, se realizó un análisis de la situación actual del proceso productivo (proceso clave) y, por medio de un análisis preliminar a los indicadores resultantes de cada línea productiva, se determinaron las oportunidades de mejora que están afectando a la rentabilidad de la empresa. Se realizó la selección de la línea productiva y mediante un diagnóstico interno, se identificó al subproceso acabados de productos de la línea esmalte para aplicar la mejora. Dicha línea tiene un aporte especial a la empresa; ya que cerca del 75% de su producción es exportado. En segundo lugar, se realizó un análisis a los indicadores del objeto en estudio, a fin de conocer las causas raíces de los problemas principales, para luego determinar sus posibles soluciones; seguido, se realizó una selección cualitativa y cuantitativa mediante criterios de evaluación para obtener la mejor solución. Como resultado, se desarrolló la solución “Establecer un proceso de control de calidad” mediante la implementación de un procedimiento estándar de control de calidad involucrando a la matriz de plan de control de calidad de la línea esmaltado y planes de muestreo.

En último lugar, mediante los indicadores económicos, tales como el VAN y TIR, en 3 distintos escenarios se realizó la evaluación económica del proyecto. El valor obtenido del VAN fue de S/ 46 824,11 y un valor TIR de 46%, es importante mencionar que en los 3 escenarios se obtuvo valores VAN mayores a cero y valores TIR superiores a la tasa COK mensual establecida por la empresa.

Palabras clave: estandarización de procesos, acero esmaltado, control de calidad, planes de muestreo.

ABSTRACT

The present project developed in M.M.A RECORD S.A., which has been in the national market for more than 85 years, aims to propose an improvement proposal in the enameled steel line due to the fact that it presents extra expenses generated by a high rate of reprocessed products and consumption of overtime, affecting the satisfaction of internal and external customers; impacting on the strategic objectives established by RECORD S.A.

Firstly, an analysis of the current situation of the production process (key process) was carried out and, by means of a preliminary analysis of the resulting indicators of each production line, the opportunities for improvement that are affecting the profitability of the company were determined. The production line was selected and through an internal diagnosis the sub-process to apply the improvement was identified, being the area of product finishing of the enamel line. This line makes a special contribution to the company, as around 75% of its production is exported.

Secondly, an analysis was made of the indicators of the object under study, in order to identify the root causes of the main problems, and then determine possible solutions, followed by a qualitative and quantitative selection using evaluation criteria to obtain the best solution. As a result, the solution "Establish a quality control process" was developed by implementing a standard quality control procedure involving the quality control plan matrix of the enameling line and sampling plans.

Finally, by means of the economic indicators, such as Net Present Value (NPV) and Internal Ratio of Return (IRR), in 3 different scenarios, the economic evaluation of the project was carried out. The NPV value obtained was S/ 46 824,11 and an IRR value of 46%. It is important to mention that in the 3 scenarios NPV values greater than zero and IRR values greater than the monthly COK rate established by the company were obtained.

Keywords: standardization of processes, enameled steel, quality control, sampling schemes.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica

RECORD S.A., es una sólida empresa peruana, con más de 85 años uniendo a las familias peruanas. Realiza sus actividades económicas bajo el Código CIU N° 2599 “*Fabricación de otros productos elaborados de metal N.C.P*”; identificada con el RUC N° 20100074371, y la comercialización de sus productos, tales como: utensilios de cocina, lavaderos, electrodomésticos y servicios para la industria.

Fue fundada el 17 de agosto de 1934 con el nombre de “*Fábrica de Aluminio Record*”. Inició sus actividades en el distrito de Breña, fabricando utensilios para la cocina en aluminio, lanzando al mercado su primera línea de ollas “*Duralum*”. Posteriormente, adicionó otros diseños; como la famosa olla bombeada, y demás categorías de productos: ollas a presión, asaderas, sartenes y teteras.

En 1945, se modificó la razón social a “Manufactura de Metales y Aluminio RECORD S.A.”, debido a que se incluyó en su fabricación, otros utensilios elaborados con metales siendo: acero al carbono, acero inoxidable, cobre, entre otros.

En 1970, se incorporó una nueva línea de productiva de lavaderos en acero inoxidable y, hasta hoy, es la única empresa peruana productora de ellos.

RECORD S.A., se convirtió en la empresa líder del mercado nacional, funcionando en dos plantas, en el distrito de Breña y Ate, aplicando tecnología alemana y generando fuente de trabajo para muchos peruanos.

En 1995, unificó todas sus actividades en la Planta de Ate, ubicada en la Av. Los Frutales 298; teniendo un área física de 25 000 m² aproximadamente.

En el 2011, incursionó en la importación y comercialización de pequeños electrométricos (PED’S) importados del mercado asiático.

RECORD S.A. cuenta con 189 trabajadores, entre la mano de obra operativa y administrativa. Por otro lado, su participación total de ventas en las diversas categorías es la siguiente: utensilios representa un 57%, lavaderos un 30%, un 10% los pequeños electrodomésticos (PED'S) y 3% otros productos. La distribución se realiza por el canal mayorista en un 41%, por canal moderno un 38%, canal institucional un 10% y venta al exterior un 9% y venta promocional un 2%.

1.1.2. Descripción de los productos o servicios ofrecidos

RECORD S.A. se orienta a diseñar, producir y comercializar productos que faciliten las tareas en la cocina y el hogar; permitiendo a la familia compartir y disfrutar de grandes momentos. A continuación, se detalla las categorías de productos que la organización ofrece:

- **Utensilios de cocina de acero inoxidable**

En esta categoría se emplea tres tipos de acero inoxidable de diferentes grados: 200, 300 y 400; los cuales son destinados a la cocción de los alimentos de acuerdo a la clasificación AISI¹; por otro lado, los utensilios de acero inoxidable presentan ventajas, tales como, nula porosidad, no reacciona al contacto con los alimentos, de fácil limpieza, buena conductividad térmica, de naturaleza ferromagnética y no se deforma al contacto con calor.

En la Figura 1.1, se puede apreciar diversos juegos de utensilios que se ofrecen en esta categoría.

- **Utensilios de acero esmaltado**

En esta categoría se emplea acero al carbono, el cual es recubierto con esmalte que al ser sometido a altas temperaturas forma una capa vitrificada; cabe resaltar sus principales beneficios, buena conductividad térmica y propiedades electromagnéticas, de fácil limpieza y de fabricación ecológica; ya que, el esmalte es elaborado a partir de elementos minerales extraídos de la naturaleza. Ver Figura 1.2.

¹ American Iron and Steel Institute. Ver más en: www.steel.org

Figura 1.1

Productos de acero inoxidable



Figura 1.2

Productos de acero esmaltado



- **Utensilios de aluminio en diferentes presentaciones**

En esta categoría se emplea aluminio de grado 98 al 99% de pureza; sin embargo, existen diferentes tipos de productos en esta categoría cuyas ventajas son: no tiene reacción en la composición de los alimentos, de fácil limpieza, durables, resistente a ralladuras y livianos. Ver Figura 1.3.

Figura 1.3

Tipos de productos en Aluminio



- **Lavaderos de acero inoxidable**

Se emplea dos series de acero inoxidable 304 y 430; de acuerdo a la clasificación AISI. Ver Figura 1.4.

Figura 1.4

Modelos de lavaderos de acero inoxidable



- **Pequeños electrodomésticos (PED'S)**

Estos productos son importados del mercado asiático y comercializado, bajo la marca RECORD S.A., en la Figura 1.5 se puede observar algunos PED'S que se encuentran dentro de la cartera de productos a ofertar.

Figura 1.5

Diversos electrodomésticos



Otros servicios

- Esmaltado: pintura resistente a altas temperaturas.
- Metalmecánica: productos diseñados de acuerdo a los requerimientos y estándares técnicos del cliente.

1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa por línea de negocio

RECORD S.A., ofrece su gama de productos por diversos canales de distribución, segmentación socioeconómica y geográfica; por consiguiente en la Tabla 1.1 se explica a detalle los diferentes canales de distribución, segmentación socioeconómica y geográfica; además, algunos clientes importantes y la categoría de productos ofrecidos en cada canal.

1.1.4. Estrategia general de la empresa

De acuerdo con los autores Collier y Evans (2015) mencionan que una ventaja competitiva denota la habilidad de una empresa para lograr una superioridad en el mercado y financieramente sobre su competencia; por ello, la ventaja competitiva es una característica que difiere a la organización de sus competidores, en otras palabras, dicha estrategia debe ser única, percibida por el cliente y mantenerse en el tiempo.

Tabla 1.1*Canales de distribución*

Canales de distribución	Clientes importantes	Categoría de Productos	Segmentación NSE	Segmentación Geográfica
Ventas institucionales.	La República, El Comercio, Nestlé, Gloria.			
Tiendas por departamento.	Ripley, Saga, Oeschle, Paris. Promart, Sodimac, Maestro.			
Supermercados.	Tottus, Wong, Metro, Plaza Vea, Makro.	Utensilios Lavaderos PED's.	A-B-C-D-E.	Nivel Nacional.
Mayoristas.	Unión Yshikawa.			
Market place (Web).	Linio, Mercado Perú.			
Retails.	Minoristas, Tiendas Record.			
Venta de carpa.	Consumidor Final.			
Exportaciones.	North (Colombia), Indalum (Ecuador), Adelco (Chile).	Utensilios Lavaderos.	B-C.	Países Latinoamericanos.

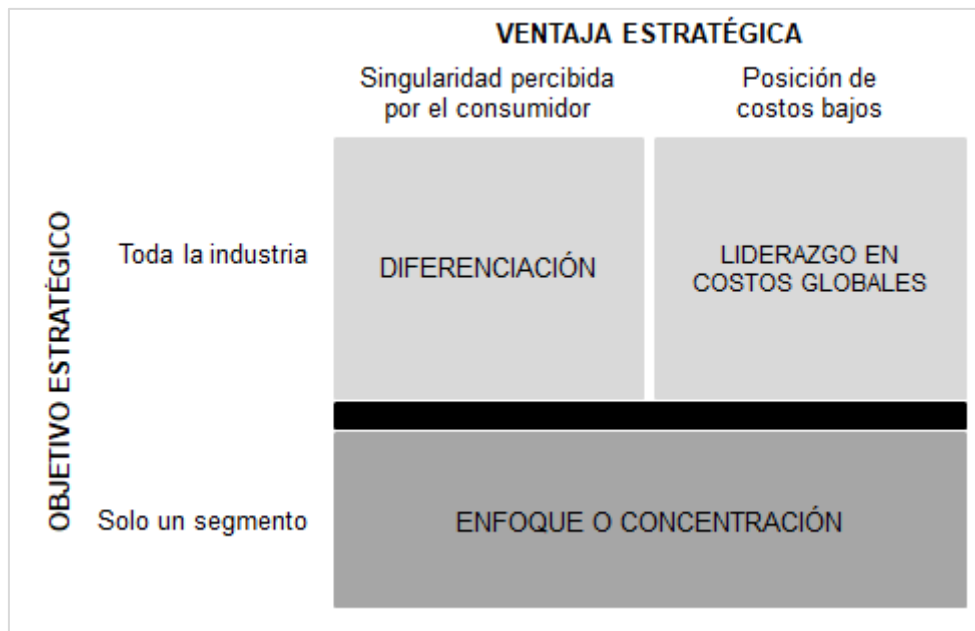
Porter (2015), declara en su libro, que se dispone de tres estrategias genéricas eficaces para lograr un mejor desempeño que los competidores; a continuación, en la Figura 1.6, se muestra dichas estrategias genéricas.

Como se puede ver en la figura anterior, RECORD S.A. tiene como principal estrategia competitiva la diferenciación de sus productos, ofreciendo diseños innovadores y calidad garantizada en las cocinas peruanas; además, la materia prima utilizada cuenta con certificaciones internacionales, siendo de uso exclusivo para la cocción de los alimentos; por otra parte, el servicio post venta, tiene personal capacitado para solucionar consultas o reclamos de manera efectiva.

Cabe mencionar que con los clientes industriales, tales como Gloria, Nestlé, Grupo El Comercio, La República, Belia, entre otros; se trabaja de manera directa desde el diseño y desarrollo del producto, almacenamiento, distribución y servicios post venta.

Figura 1.6

Estrategias genéricas de Michael Porter



Nota. Adaptado de *Estrategia competitiva Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*, por Porter, 2015.

1.1.5. Descripción de la problemática actual

RECORD S.A. ha sobrevivido a momentos muy duros a lo largo de la historia de nuestro país; sin embargo, supo superar los altibajos. Hoy en día, cuenta con el 45% de participación del mercado, un valor que en los últimos años está decreciendo. La alta exigencia de los consumidores y la competencia extranjera hacen que los procesos internos deban ejecutarse de manera eficiente para lograr un buen desempeño, y así ser competitivos.

No obstante, se ha evidenciado la falta de estandarización en sus procesos, el incumplimiento de los controles y la falta de compromiso de los trabajadores afectan a los objetivos estratégicos de la empresa. De acuerdo a una entrevista con el jefe de producción, menciona que dentro de las cuatro líneas productivas, la línea de acero esmaltado muestra un alto índice de reprocesos, lo cual representa 223,8 toneladas y expresado en soles es una pérdida de S/ 178 709 anual.

Por otra parte, el jefe de comercio exterior menciona que no puede incrementar el portafolio de clientes debido a los retrasos de entrega de los pedidos, lo que conlleva a reprogramar las fechas de entrega. Además, menciona que aproximadamente el 30% de las órdenes actuales presentaron modificaciones en dichas fechas.

Por otro lado, la gerente de desarrollo organizacional indica que el consumo de horas extras se incrementó en un 52%; lo cual representa la suma de S/ 220 343,12.

Según lo mencionado anteriormente, se considera proponer acciones que permitan mejorar el proceso productivo de la línea de acero esmaltado para hacerlo más eficiente y competitivo a la demanda actual del mercado; en ese sentido, resulta pertinente plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿Es factible la mejora del sistema productivo de la línea de utensilios de acero esmaltado de la empresa RECORD S.A. por medio de la estandarización de sus procesos?

1.2. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Demostrar que es factible la mejora del sistema productivo de la línea de utensilios de acero esmaltado de la empresa RECORD S.A, por medio de la estandarización de sus procesos.

El objetivo general está conformado de objetivos específicos como:

Objetivos específicos

- Estudiar la situación actual de la línea de utensilios de acero esmaltado para seleccionar las actividades que presenten oportunidades de mejora.
- Determinar las causas raíces de los problemas identificados para proponer alternativas de solución.
- Plantear y priorizar las alternativas de solución a las causas para proponer el proyecto de mejora más idóneo.
- Realizar una evaluación del proyecto de mejora demostrando su viabilidad técnica, económica y social.

1.3. Alcance y limitaciones de la investigación

El presente proyecto de investigación se desarrolló entre los años 2019 y 2020; además, se realizó a nivel descriptivo y explicativo. El alcance descriptivo consiste en explicar su origen y manifestación de los fenómenos, situaciones contextos y sucesos; de modo que se busca especificar las propiedades, características y perfiles del proceso en estudio, mediante la recolección de información de manera independiente o conjunta de las variables. Por otra parte, el alcance explicativo trata de enfocarse en contestar por las causas de los eventos o fenómenos del proceso; además, su principal 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 (Hernández et al., 2014).

El objeto de estudio de investigación se enfocó en las instalaciones de la empresa ubicada en la avenida Los Frutales N° 298, distrito ATE de la ciudad de Lima contando con el apoyo de los directivos de la empresa.

En cuanto a las limitaciones de la investigación, se explica lo siguiente:

- **Limitaciones Físicas**

En cuanto a las limitaciones físicas, el presente estudio está sujeto a la disposición del personal responsable del proceso productivo para brindar el acceso al área física y proporcionar información relevante del proceso; es por ello, que se programó un horario de visitas y entrevistas; de al menos seis horas semanales, de preferencia, se manejó un horario por la tarde.

- **Limitaciones de acceso a la información**

Referente a este punto, se solicitó información vía correo electrónico a los responsables de las áreas de producción, ventas, contabilidad y recursos humanos para la recopilación de información de la base de datos de la empresa, debido al acceso restringido a dichos módulos.

- **Limitaciones Económicas**

Para llevar a cabo la implementación de las soluciones propuestas se requiere de una inversión moderada para facilitar el desarrollo del proyecto, y debido a los resultados en los últimos años existe probabilidad para su realización.

1.4. Justificación de la investigación

Justificación Técnica

La investigación realizada se justifica técnicamente en la medida que cuenta con el respaldo de la gerencia general para el acceso y las facilidades correspondientes para efectuar el trabajo de campo; siendo lo más importante, que el investigador cuenta con las competencias y métodos de ingeniería industrial necesarios para realizar el proyecto de investigación.

Justificación Económica

Un aspecto importante para justificar económicamente, es que mediante la mejora de las oportunidades presentadas se puede generar una reducción de los reprocesos y horas extras de aproximadamente del 40%, lo cual tendría un gran impacto en la rentabilidad de la empresa.

Justificación Social

El proyecto presenta una justificación social, debido al impacto positivo generado por insertar un nuevo método de trabajo en los trabajadores de la empresa, otorgándoles mayor responsabilidad, controles y opinión en la toma de decisiones; contribuyendo a mejorar el clima laboral. Además, conllevará a generar un impacto positivo mediante la contratación de nuevo personal, cumplimiento con las partes interesadas y, en lo ambiental, la reducción de productos mermados.

1.5. Hipótesis de la investigación

Por medio de la estandarización de procesos se generará mejoras en el sistema productivo de la línea de utensilios de acero esmaltado de la empresa RECORD S.A.

1.6. Marco referencial de la investigación

A continuación, se presentan las de las investigaciones referenciales:

Mejía, S. (2013). “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”.

El proyecto de investigación mencionado tiene como similitud la búsqueda de la mejora de su sistema productivo desarrollando una metodología basada en el análisis, diagnóstico y planteamiento de posibles soluciones para el logro de los objetivos y metas mediante el cumplimiento de los indicadores establecidos por la empresa.

Se resalta el uso de herramientas de Lean Manufacturing para obtener impactos positivos.

Cacho Meza, S.P. (2016). “Estudio de mejora del proceso de producción de mayonesa de la empresa ALIEX”.

Tiene como principal semejanza realizar mejoras en una planta manufacturera dentro de su sistema productivo, incrementando su productividad; lo cual, no es lejano al objetivo general planteado en el presente proyecto de investigación; aunque las diferencias encontradas son los procesos y productos finales para la elaboración de la mayonesa.

Yep, T. (2011). “Propuesta y aplicación de herramientas para la mejora de la calidad en el proceso productivo en una planta manufacturera de pulpa y papel tisú”.

Ambos proyectos tienen como similitud el análisis al proceso productivo y determinar cuál sub proceso presenta mayor oportunidad de mejora.

A diferencia del presente trabajo, el producto y su sistema productivo tienen controles de mayor rigurosidad; sin embargo, las técnicas utilizadas, en relación a los controles en el proceso y producto final fueron de gran aporte para el desarrollo de la solución planteada.

Pin, J. (2019). “Análisis del proceso del área de moldeado en la Empresa Induollas S.A. y propuesta de mejora.”

Dicho proyecto se enfoca en la producción de ollas, siendo un producto similar producido por la empresa donde se está elaborando el proyecto actual. Además, contribuye al estudio en el análisis de los procesos para determinar las principales causas y proponer mejoras en base a la carencia de controles de calidad durante el proceso y producto final.

Rodriguez, C. y Tarrillo, K. (2020). “Mejora de procesos de producción de suelas de poliuretano en la empresa Pionnisan S.A.C.”

Tiene como similitud el planteamiento de mejora en el proceso productivo; él cual está presentando grandes oportunidades de mejora. Ambos proyectos buscan reducir gastos y costos extras por el alto índice de reprocesos y/o mermas generadas.

Se difieren por el tipo de producto producido y el proceso de fabricación; sin embargo, la solución planteada fue de gran aporte y base para el presente proyecto.

Pinto, A. (2020). “Propuesta de mejora en una empresa agroindustrial”

El proyecto anterior contribuye, al estudio actual, mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial; el análisis para determinar las posibles causas del problema, y así proponer mejoras a partir de herramientas de control de calidad y estandarización de procesos.

Por otra parte, se difieren notoriamente en los procesos y productos finales. Parte del desarrollo de la implementación sobre los planes de calidad sirvió como ejemplo para el presente trabajo.

1.7. Marco conceptual

Referente al marco conceptual se tiene los siguientes conceptos:

Diagnóstico empresarial: Es una herramienta que permite conocer la situación actual de una organización y las oportunidades de mejora que dificultan su progreso. Es importante partir desde la visión, misión y los objetivos definidos por la empresa. Posteriormente, realizar un análisis de los componentes y sus procesos utilizando herramientas, técnicas e información de encuestas, procesos documentos y/o entrevistas con expertos. (Portugal, V., 2017)

Mapa estratégico: Es una herramienta visual de la estrategia de una organización donde se describe al proceso de creación de valor relacionando las cuatro perspectivas: finanzas, clientes procesos y aprendizaje por medio de la relación causa y efecto. Además, permite que los colaboradores de una organización puedan conocer el impacto de sus labores o actividades realizadas para cumplir con los objetivos estratégicos de la empresa.

Balance Score Card (BSC): Es una herramienta de implantación estratégica integral, traduce lo que gráficamente observamos en el mapa estratégico añadiendo los indicadores, metas, los objetivos, iniciativas propuestas y los responsables. El liderazgo y seguimiento es realizado por la alta gerencia; sin embargo, es muy importante la participación activa de todos los involucrados en la ejecución para lograr su éxito.

Mapa de procesos: Es la representación gráfica de los procesos relevantes de una empresa segmentados en tres tipos de procesos necesarios para lograr la satisfacción de los clientes y conseguir los objetivos estratégicos de la empresa. Muestra las interacciones importantes bajo un enfoque por procesos.

Diagrama de relaciones causa-efecto: Es una herramienta que representa gráficamente la relación cualitativa e hipotética de ciertos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado.

Matriz de defectos de los productos: Es un diagrama gráfico que muestra la relación entre los defectos en los productos o causas originadas en cada operación, actividad, máquina o proceso, determinando su correlación existente. Permite plantear posibles soluciones al proceso de mayor criticidad.

Plan de control de calidad: Es un documento donde se tiene especificado las operaciones, actividades o tareas, los parámetros de control y límites de control establecidos, responsable de ejecutar los controles, la frecuencia de medición, los registros y los procedimientos asociados. Con ello, se garantiza el cumplimiento de los requisitos establecidos y su realización.

Mejora continua de los procesos: La mejora continua en los procesos se realiza mediante un análisis de todos sus elementos; actividades, entradas, salidas y la interacción entre ellos, con la finalidad de conocer los procesos y sus detalles; para así, optimizar los recursos utilizados en función de una reducción en los costos, incremento en la calidad del producto o servicio ofrecido y satisfaciendo a los clientes. (Krajewski et al., 2013).

La mejora de los procesos se debe aplicar a todos los procesos de una organización; dado que, en el lapso del tiempo un proceso se vuelve obsoleto con el tiempo, por varias razones. Es por ello, que las organizaciones deben realizar mejoras de sus procesos enfocándose en la solución proactiva de los problemas para evitar la etapa de obsolescencia de los procesos.

Cómo expresan Rajadell y Sánchez (2010), existen diferentes tipos de mantenimiento que se pueden aplicar al sector industrial y tienen impacto óptimo en la disponibilidad de las maquinarias; por lo tanto, a continuación, se describen los tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento planificado:** Es un tipo de mantenimiento rutinario y periódico; así mismo, es planificado en función de las prioridades y recursos de la organización y está orientado a la corrección, prevención y predicción de fallas en las máquinas.
- **Mantenimiento preventivo:** Se busca reducir el número de paradas por fallas imprevistas mediante paradas programadas para realizar inspección a detalle y sustitución de piezas que se encuentren desgastadas; por ese modo, para la realización de este mantenimiento se deberá programar una parada en la producción.
- **Mantenimiento predictivo:** Consiste en detectar y diagnosticar las fallas antes que se produzcan con el fin de realizar una programación de paradas de producción en momentos oportunos; además, tiene como objetivos principales reducir las fallas y accidentes de trabajo, reducir tiempos y costos de mantenimiento, incrementar los tiempos operativos y de producción; y mejorar la calidad de los productos.

Procesos estables y estandarización: Según Hernández y Vizán (2013), la estandarización es considerada una herramienta potente, los estándares son descripciones escritas y/o gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas de manera más eficaces y fiables que nos proveen de conocimientos precisos sobre las personas, las máquinas, los materiales, los métodos, las mediciones e la información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápido.

Es por ello, que se ha convertido en el inicio y fin de la mejora continua, siendo probablemente la principal herramienta de éxito en un sistema de producción; cabe precisar que está compuesta por cuatro condiciones básicas; primero, se debe definir un estándar para el modo de realizar actividades; segundo, se debe mejorar; posteriormente, se debe verificar el efecto de la mejora y finalmente, se estandariza el nuevo método que ha demostrado eficacia.

Glosarios de términos:

Espesor de esmalte: Es la capa de esmalte vitrificado adherido al sustrato metálico (cuerpo del artículo). La unidad de medición es las micras.

Decapado: es un proceso de limpieza y desoxidación del material metálico por medios de soluciones químicas y agua.

Acero esmaltado: También conocido como acero vitrificado o vítreo, es un recubrimiento inorgánico de larga duración en base a boroaluminio silicatos obtenidos por fundición a altas temperaturas sobre el acero, puede ser en una o varias capas de recubrimiento.

Frita: De nombre químico fluoruro de aluminio boro silicato de carácter alcalino. Es la materia prima principal para la obtención del esmalte base y cubierta; su presentación es en escamas transparentes.



CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO

2.1. Análisis Externo de la Empresa

2.1.1. Análisis del entorno global

Dentro del marco global existen factores externos que pueden afectar a la organización, por ese motivo fue necesario realizar el análisis PEST.

En el aspecto Político-Legal, la inestabilidad política en los últimos años ha sido un factor negativo para el crecimiento del país. En septiembre del 2019, se llevó a cabo el cierre del Congreso, por el entonces presidente el Ing. Martín Vizcarra, el cual casi un año después fue vacado por incapacidad moral por un nuevo Congreso elegido por el pueblo peruano a principios del 2020; cabe resaltar que dicha destitución fue realizada en un estado de emergencia sanitaria debido a la pandemia mundial del COVID-19, esto es una amenaza para la empresa, pues la incertidumbre de la inmovilización social generó problemas a los trabajadores.

Referente al aspecto Económico, (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2019), el PBI cerró con un crecimiento de 1,8% interanual en el último trimestre, con lo cual presentó un crecimiento 2,2% en el mismo año; en relación al PBI sectorial, se tiene una contracción en algunos sectores primarios como la pesca y la minería, en especial durante el primer semestre, junto a un moderado crecimiento de los sectores no primarios; lo cuales contribuyeron a un crecimiento por debajo de lo esperado; además, fue el primer año desde el 2014 en que los sectores no primarios lideran el crecimiento y se prevé que continuará durante el 2020.

Por otro lado, la producción industrial en el sector metalmecánico y en relación a la actividad económica: producción de productos metálicos, mostró un crecimiento de 7,2%, cabe precisar que fue menor al del año 2018 (11,7%). Este sector provee de bienes de capital como maquinarias, equipos e instalaciones, así como artículos y suministros para la industria, minería, construcción, transporte, entre otros sectores.

Según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2019) consideró que este mejor desempeño del sector fue impulsado por la mayor demanda interna generada por el crecimiento de la inversión pública y privada.

Con respecto al aspecto social, la tasa de empleo formal creció 3,4% en el primer trimestre del 2019, por encima del crecimiento en el último trimestre del año anterior (1,7%); asimismo, las contribuciones sociales al seguro ESSALUD y el impuesto a la renta de quinta categoría, continuaron dinámicos durante el 2019 y muestran una notable recuperación desde noviembre del 2018; además, los buenos resultados del empleo están acompañados por una mejora en los ingresos, lo cual se traduce en mayores niveles de consumo de las familias (BCRP, 2019).

RECORD S.A. pertenece al sector manufacturero, el cual aporta un 9,0% del empleo formal, este porcentaje representa solo el 38,1% de la tasa de empleo formal; siendo el 61,9% informal; además, la empresa tiene una importante participación en la población, ya pertenece al 20,1 % de empresas con 51 a más trabajadores laborando de manera formal recibiendo todos los beneficios que contemplan en la ley peruana (INEI, 2019).

Por último en el aspecto tecnológico, las ventas por medio del *ecommerce* ascendieron a USD 4 000 millones en el 2019, representando un 2,3% del total del retail; siendo el grueso del volumen de compras online en Lima y Callao (65%). En el 2020, esta actividad tuvo un incremento de manera significativa, debido al confinamiento obligatorio por la COVID-19 en el país; ya que las compras online fueron una opción para la adquisición de productos, cifra que se elevó en 240% desde el mes de abril a mayo (Cámara Peruana de Comercio Electrónico [CAPECE], 2020). Esto originó a la empresa a tomar ciertas medidas para continuar generando ingresos mediante la venta de sus productos por medios digitales.

Otro aspecto importante fue la migración del trabajo presencial al trabajo remoto (Decreto de Urgencia N. ° 026, 2020), durante la vigencia de la emergencia sanitaria a nivel nacional, se tuvo que optar por trabajar de manera remota en cada hogar; cerca del 50% de empresas del país ya estaba tomando esta medida debido a la pandemia mundial del COVID-19 (Gestión, 2020). La empresa no fue ajena a ello, y tuvo que implementar ciertas herramientas tecnológicas para la continuidad del negocio.

Finalmente, se muestra la Tabla 2.1 a modo de resumen del análisis realizado anteriormente.

Tabla 2.1

Análisis del Entorno Global - Matriz PEST

Factores	Contexto	Oportunidad/ Amenaza
Político - Legal	Incertidumbre política del país por conflicto de los poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado.	Amenaza
	Estancamiento del sector manufacturero por orden del Estado debido a la pandemia. (Decreto Supremo N° 044-2020-PCM).	Amenaza
	Normativas legales sobre Estado de Emergencia por Coronavirus para la reactivación de la industria – Fase 2 (Decreto Supremo N° 044-2020-PCM).	Oportunidad
Económico	Incremento del precio del dólar (BCRP, 2020).	Amenaza
	Estancamiento de las importaciones de Asia por la pandemia (SUNAT, 2020).	Oportunidad
	Decrecimiento del PBI (BCRP, 2020).	Amenaza
	Plan del Estado Reactiva Perú, el cual fue un bono con beneficios de financiamiento otorgado a las empresas nacionales.	Oportunidad
Social	Cambios en el comportamiento del consumidor en relación a utensilios de cocina por confinamiento.	Oportunidad
	Aumento exponencial de contagios, que conllevaron al colapso del sector salud y limitando el acceso a este servicio tan importante. Ministerio de Salud (MINSA, 2020).	Amenaza
	Confinamiento de personal vulnerable por la ola de contagios.	Amenaza
Tecnológico	Nuevas tendencias de mercado con respecto a la comercialización online y redes sociales (CAPECE, 2020).	Oportunidad
	Cambio de paradigma en la forma de trabajo (Gestión, 2020).	Oportunidad

2.1.2. Análisis del entorno competitivo

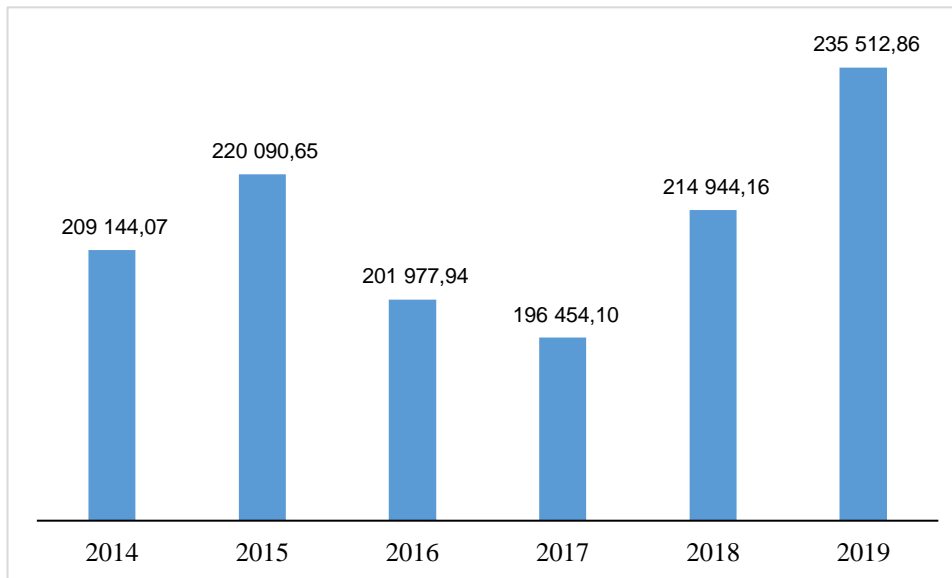
En este punto, se emplea el modelo de las cinco fuerzas competitivas para realizar el análisis del sector manufacturero correspondiente (Porter, 2015).

- **Rivalidad entre los competidores existentes: Medio**

Actualmente, existen pocas empresas nacionales dedicadas a la fabricación y comercialización de utensilios para la cocina; sin embargo, las importaciones de utensilios domésticos al mercado nacional se han incrementado en los últimos años. Ver Figura 2.1.

Figura 2.1

Importaciones de bienes de consumo de utensilios domésticos.



Nota. Los valores están expresados en Millones de US dólares. Adaptado de *Declaración aduanera de mercancía registrada*, por Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, 2020 (https://www.sunat.gob.pe/estad-comExt/modelo_web/boletines.html)

Cabe precisar, que por la coyuntura vivida debido a la pandemia mundial por el COVID-19, se han estancado las importaciones del mercado asiático hacia nuestro país.

Además, durante los últimos años, la competencia por los precios de los productos ofertados es bastante competitivo; por lo cual, la empresa se ha visto obligada a mejorar sus procesos, aumentando su productividad y utilizando de manera más eficiente sus recursos con la finalidad de reducir sus costos productivos.

A pesar de ello, RECORD S.A., ha sabido mantenerse activo en el mercado debido a la gama de productos diferenciados a ofertar, lealtad de los clientes con la marca y a los más de 85 años de experiencia en el sector; así mismo, la empresa en los últimos años se ha encontrado en búsqueda de nuevos nichos de mercados internacionales y fortaleciendo los actuales. Es por ello, que se concluye que la rivalidad entre los competidores existentes dentro del sector es media.

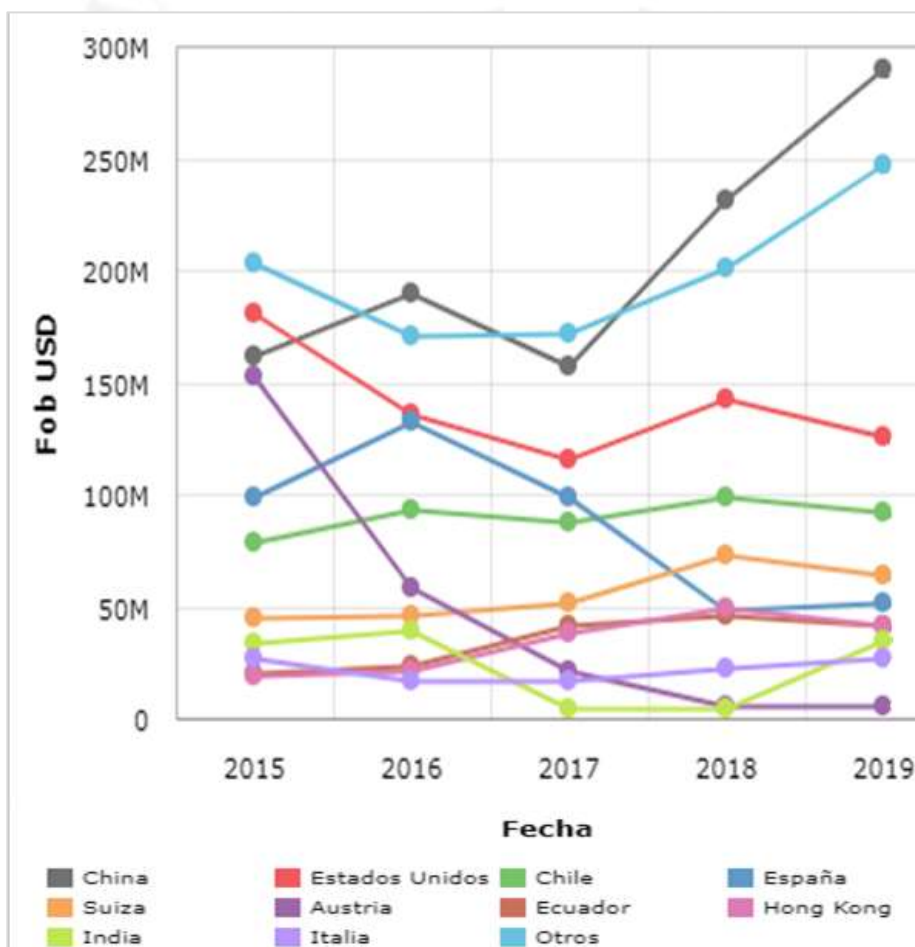
- **Poder de negociación de los proveedores: Medio**

Dentro de la industria nacional, no se cuenta con proveedores que proporcionen la materia prima con propiedades mecánicas, químicas y físicas para la producción y el uso exclusivo para la funcionalidad de carácter doméstico.

Uno de los principales materiales en RECORD S.A. es el acero, dicho material proviene de China o Brasil; sin embargo, de acuerdo con la Figura 2.2, en los últimos años se observa a China como el principal proveedor del acero al Perú, obteniendo más de US\$ 250 millones y presenta una tendencia ascendente para los próximos años; por otro lado, en el 2019 el precio del acero ha disminuido a US\$ 499 por tonelada métrica (Díaz, 2020).

Figura 2.2

Índice de importaciones de acero al Perú



Nota. Los valores están expresados en Millones de US dólares. Adaptado de *Índice de importaciones de acero al Perú*, por <https://trade.nosis.com/es>, 2020. (<https://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Peru/manufacturas-de-fundicion-hierro-o-acero/PE/73>)

Debido a las características del material, en cuanto a calidad de la materia prima, volumen de ventas, tiempo de entrega y la situación financiera de la empresa, el poder de negociación de los proveedores tienen un poder de negociación medio.

- **Poder de negociación de los clientes: Medio**

Los clientes tienen a su disposición una gama de productos a demandar, variación en los precios y calidad; además, se incluye los diversos canales de venta y el servicio post-venta, los cuales juega un rol importante en la decisión de la compra; sin embargo, RECORD S.A., es una marca que acompaña en las cocinas de los hogares peruanos desde hace 85 años, otorgando productos de calidad y garantía, lo cual hace que la lealtad hacia la marca prevalezca. En ese sentido, cabe señalar que el poder de negociación de los clientes es medio.

- **Amenaza de los nuevos competidores entrantes: Bajo**

La formación de una nueva empresa perteneciente al sector requiere de una alta inversión, acceso a los diferentes canales de distribución y años de prestigio. Actualmente, RECORD S.A., es una empresa líder y pionera en el mercado, que se basa en la diferenciación de sus productos y busca enfrentar esta amenaza con la entrega de productos con garantía, calidad y siempre está en la búsqueda de la mejora continua de sus procesos productivos; es por ello que, la amenaza de los nuevos competidores se considera de intensidad baja.

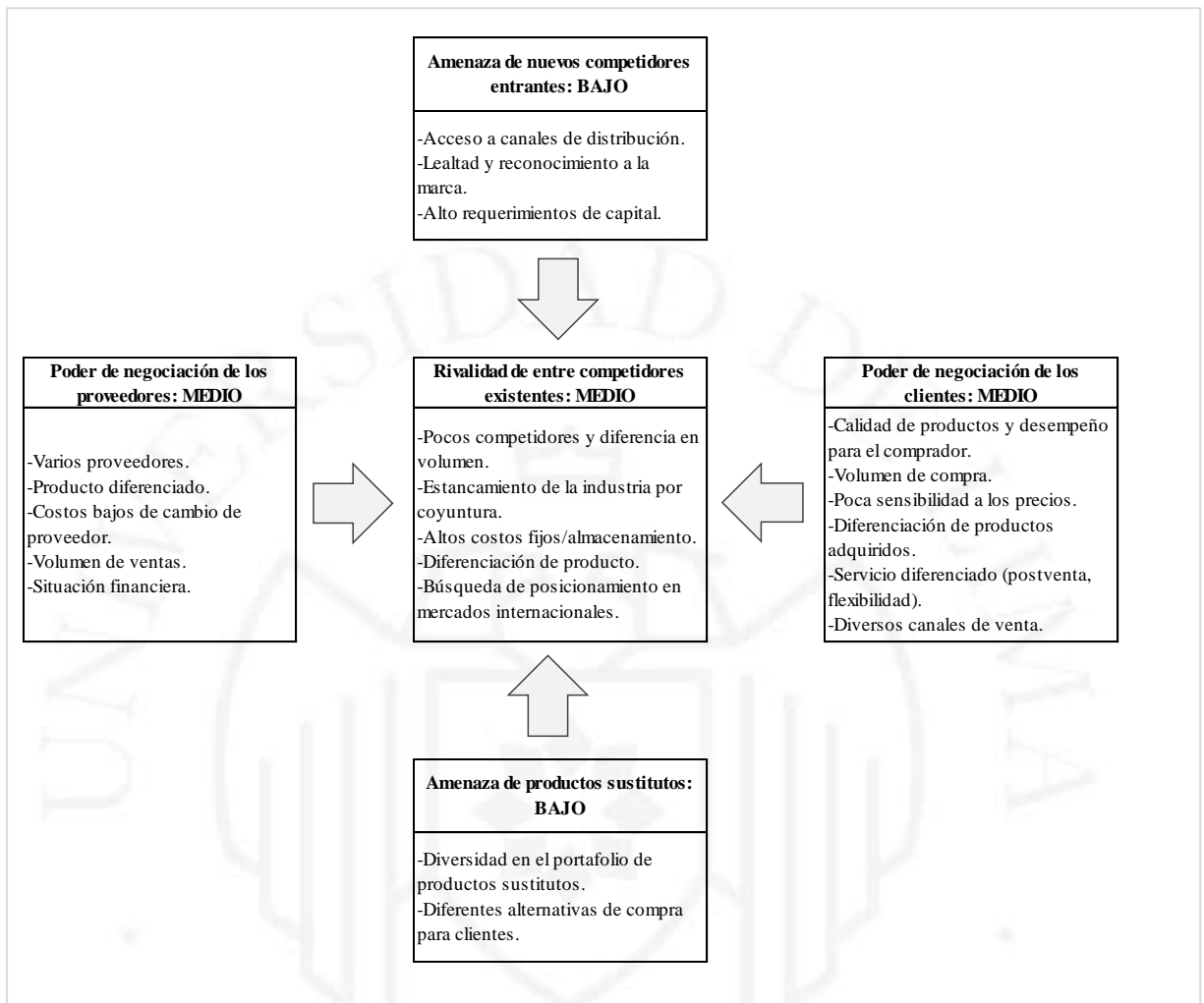
- **Amenaza de los productos sustitutos: Bajo**

En la industria culinaria existe diversidad de productos sustitutos al acero con la finalidad de realizar la cocción de los alimentos; los cuales varían en precio y calidad; características que se consideran, por los clientes, al momento de tomar una decisión de compra. RECORD S.A., cuenta con una diversidad de productos domésticos de diferentes materias prima, tales como acero inoxidable, aluminio, acero al carbono, cerámica y hierro fundido; cabe mencionar, los productos ofertados pueden ser usados en diferentes cocinas: gas, eléctricas, vitrocerámicas e inducción; siendo la cocina de gas la más común en los hogares limeños. En conclusión, se considera de una intensidad baja.

En resumen, en la Figura 2.3 se muestra el análisis de las cinco fuerzas del modelo de Michael Porter.

Figura 2.3

Análisis de las cinco fuerzas del modelo de Porter



Nota. Adaptado de *Estrategia competitiva Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*, por M. Porter, 2015.

2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

De acuerdo con la matriz PEST, mostrados en la Tabla 2.1, se han identificado las oportunidades y amenazas principales que enfrenta la organización; para la evaluación se utilizó la matriz de evaluación de factores externos o matriz EFE; para ello, antes de realizarla, se procedió a realizar el enfrentamiento de cada factor. Ver Tabla 2.2 y 2.3.

Tabla 2.2*Cuadro de enfrentamiento para las oportunidades*

	FACTORES	O1	O2	O3	O4	O5	O6	Peso	%
O1	Normativas legales sobre Estado de Emergencia por Coronavirus para la reactivación de la industria		0	1	0	0	1	2	13%
O2	Estancamiento de las importaciones de Asia por la pandemia	1		1	1	1	1	5	31%
O3	Plan del Estado Reactiva Perú	0	0		1	1	1	3	19%
O4	Cambios en el comportamiento del consumidor en relación a utensilios de cocina por confinamiento	1	0	0		1	1	3	19%
O5	Nuevas tendencias de mercado con respecto a la comercialización online y redes sociales	1	0	0	0		1	2	13%
O6	Cambio de paradigma en la forma de trabajo	1	0	0	0	0		1	6%
TOTAL								16	50%

Tabla 2.3*Cuadro de enfrentamiento para las amenazas*

	FACTORES	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Peso	%
A1	Incertidumbre política del país por conflicto de los poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado.		1	1	0	0	0	2	13%
A2	Estancamiento del sector manufacturero por orden del Estado debido a la pandemia	0		0	1	0	1	2	13%
A3	Incremento del precio del dólar	0	1		1	0	1	3	19%
A4	Decrecimiento del PBI	1	0	0		0	1	2	13%
A5	Aumento exponencial de contagios	1	1	1	1		1	5	31%
A6	Confinamiento de personal vulnerable por la ola de contagios	1	0	0	0	0		1	6%
TOTAL								15	50%

Luego, se calificó cada factor con la puntuación de 1 al 4 teniendo en cuenta lo siguiente: 1= Debilidad Mayor, 2= Debilidad Menor, 3= Fuerza Menor y 4= Fuerza Mayor. En la Tabla 2.4, se muestra la Matriz EFE, para el cálculo de cada ponderado de los factores se obtuvieron de la multiplicación del peso y su calificación respectivamente; posteriormente se realizó la suma de cada uno de los factores para hallar el resultado final.

Tabla 2.4*Evaluación de factores externos - Matriz EFE*

FACTORES	PESO	CALIF.	TOTAL
OPORTUNIDADES			
Normativas legales sobre Estado de Emergencia por Coronavirus para la reactivación de la industria	13%	3	0,38
Estancamiento de las importaciones de Asia por la pandemia	31%	4	1,25
Plan del Estado Reactiva Perú	19%	4	0,75
Cambios en el comportamiento del consumidor en relación a utensilios de cocina por confinamiento	19%	4	0,75
Nuevas tendencias de mercado con respecto a la comercialización online y redes sociales	13%	4	0,50
Cambio de paradigma en la forma de trabajo	6%	3	0,19
Total			3,81
AMENAZAS			
Incertidumbre política del país por conflicto de los poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado.	13%	2	0,3
Estancamiento del sector manufacturero por orden del Estado debido a la pandemia	13%	2	0,3
Incremento del precio del dólar	19%	1	0,2
Decrecimiento del PBI	13%	2	0,3
Aumento exponencial de contagios	31%	1	0,3
Confinamiento de personal vulnerable por la ola de contagios	6%	2	0,1
Total			1,4
RESULTADOS			2,59

En relación a la interpretación de los resultados, el promedio ponderado menor a 2,5 caracterizan a las organizaciones que son débiles en sus fuerzas internas y con el promedio ponderado mayor a 2,5 indican que son fuertes internamente; de acuerdo al resultado obtenido en la matriz EFE es de 2,59; lo cual se interpreta que las estrategias internas de la empresa responden bien a las oportunidades y minimizan las amenazas del sector industrial.

2.2. Análisis Interno de la Empresa

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

En la Tabla 2.5, se puede apreciar el análisis de la visión y misión actual de RECORD S.A.

Tabla 2.5

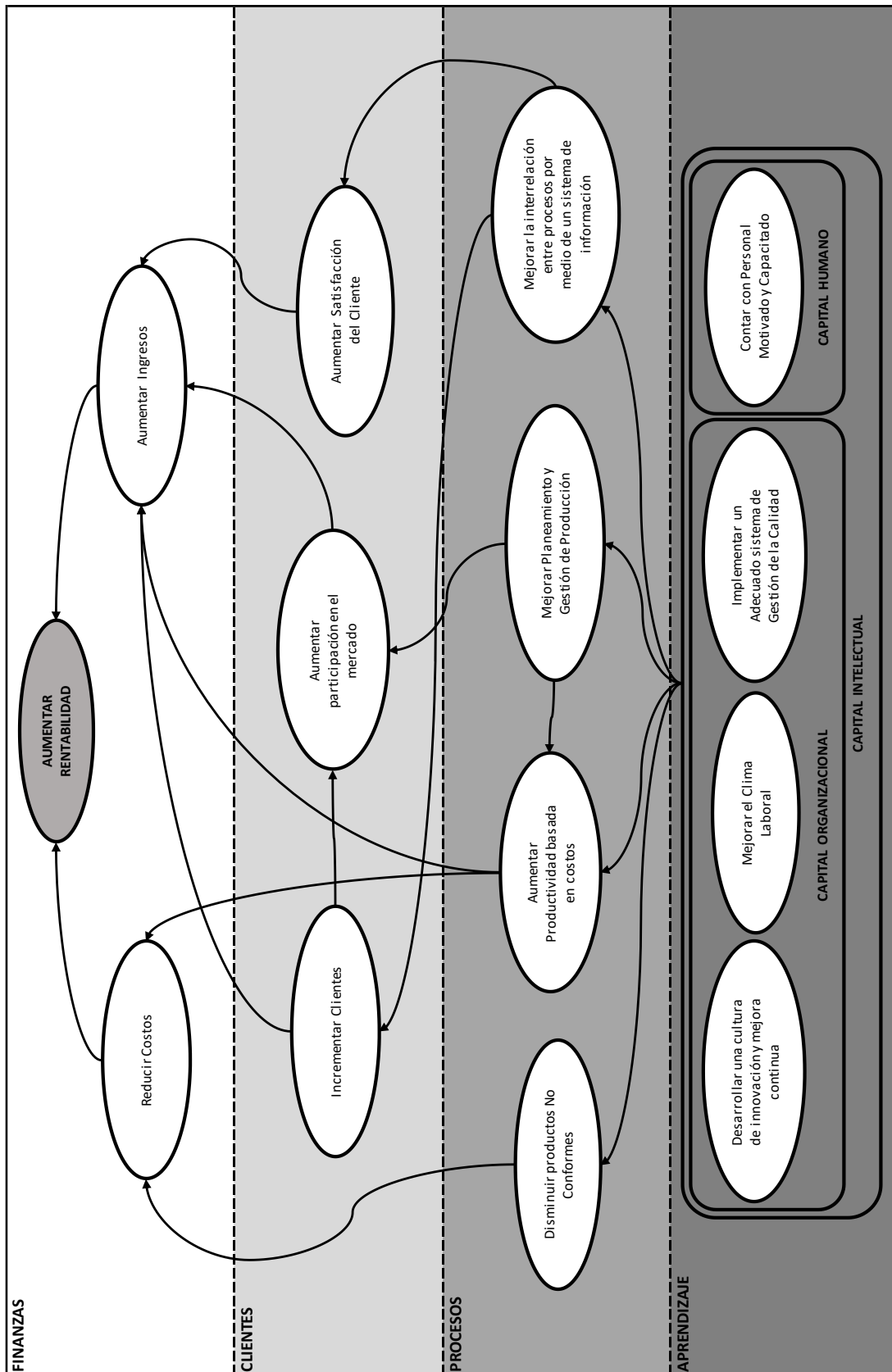
Análisis de la visión y misión de RECORD S.A.

Visión	Misión
"Mantener el liderazgo en el mercado nacional e incrementar nuestra participación a nivel internacional"	"Somos una empresa que ofrece productos durables y modernos para la cocina. Contamos con un equipo humano comprometido, competente e innovador y realizamos procesos productivos que contribuyen a preservar el medio ambiente, generando valor para nuestros clientes, colaboradores y todas las partes interesadas"
Análisis de la Visión	Análisis de la Misión
El objetivo fundamental de la empresa es claro, mantenerse firme como líderes en el mercado peruano e incrementar el porcentaje de participación en el mercado internacional, pero no menciona el rubro del negocio; fabricación y comercialización de utensilios para el hogar, y el tipo de ventaja competitiva que aplica para lograr este liderazgo.	La misión actual de la empresa nos detalla los siguientes puntos: - No explica claramente quién es RECORD S.A.; una empresa manufacturera. - Explica correctamente sus productos son para la cocina. - Su ventaja es contar con un equipo humano comprometido, competente e innovador y procesos productivos contribuyen a preservar el medio ambiente. - Su propósito es generar valor para sus clientes, colaboradores y todas las partes interesadas.

En cuanto, a los objetivos organizacionales de la empresa en la Figura 2.4, se muestra el mapa estratégico en función a cuatro perspectivas: Aprendizaje, Procesos, Clientes y Finanzas; esto se traduce en el conocimiento del personal interno realizando correctamente los procesos para satisfacer a los clientes y generar rentabilidad a la empresa y partes interesadas.

Figura 2.4

Mapa estratégico de RECORD S.A.



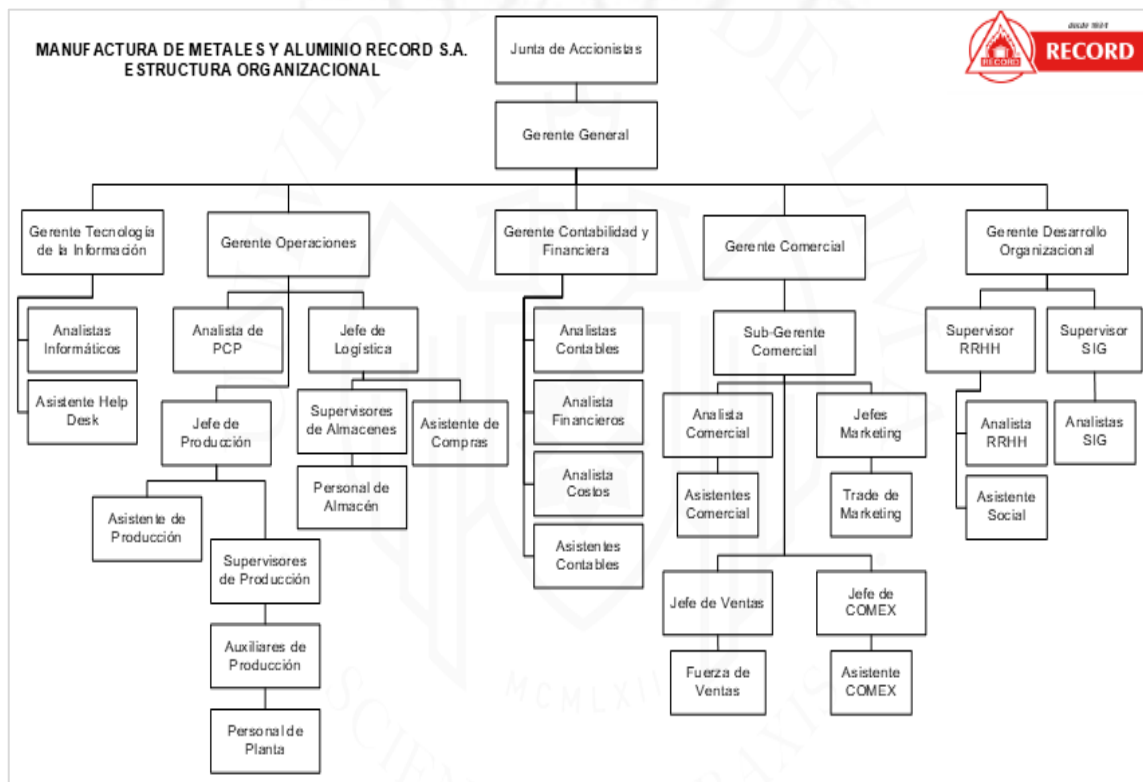
2.2.2. Análisis de la estructura organizacional

En la Figura 2.5 se observa que las áreas que conforman la organización se encuentran debidamente detalladas, las cuales son lideradas por gerentes de línea y a su vez estos son liderados por un gerente general.

Además, se ha identificado que los puestos de supervisión de mecánica y mantenimiento no se encuentran detallados bajo la jefatura de producción.

Figura 2.5

Organigrama de RECORD S.A.



2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves

Mediante el mapa de procesos; el cual es la representación gráfica de los procesos relevantes que interactúan en cualquier organización, en la Figura 2.6 se muestra los tres procesos principales y necesarios para satisfacer a los clientes y cumplir los objetivos de RECORD S.A.

- **Proceso de Gestión Comercial:**

Es considerado uno de los procesos claves dentro del core de negocio. Tiene como objetivo principal comercializar los productos a los clientes por medio de los diversos canales de distribución mencionados en la Tabla 1.1. La fuerza de ventas es la encargada de la elaboración, revisión y aprobación de los pedidos; además, supervisan la facturación y el despacho de la mercadería. También se encuentra el área de Marketing, la cual es la encargada de impulsar promociones y brindar publicidad a la marca con la finalidad de generar mayores consumos. Dicho proceso se encuentra liderado por un gerente comercial y sub-gerente comercial, se cuenta con dos jefes de ventas, tanto para las ventas nacionales y exportaciones, dos jefes de marketing, quienes lideran las fuerzas de ventas y marketing correspondientes.

Figura 2.6

Mapa de Macroprocesos de RECORD S.A.



- **Proceso de Gestión de Compras:**

Considerado como un proceso core dentro del negocio, se establecen los criterios para todo el proceso de compra de materia prima e insumos y de subcontratación de servicios tercerizados necesarios para la elaboración de los productos. Tiene como objetivo la búsqueda de mejores precios sin afectar la calidad requerida para cada producto a producir.

- **Proceso de Producción:**

Al igual que el proceso de gestión comercial, es considerado uno de los procesos principales dentro del core de negocio de la empresa. Este proceso es el encargado de realizar la planificación de la producción y fabricación de los productos nacionales para su posterior comercialización. Como principal objetivo, tiene que maximizar su productividad, utilizando los recursos de manera eficiente evitando reprocesos y minimizando las mermas en sus cuatro líneas productivas (utensilios de acero inoxidable, aluminio, acero esmaltado y lavaderos de acero). Además, debe satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes mediante la gama de productos ofertados. Este proceso, está al mando de la gerencia operacional y tiene como mano derecha al jefe de producción, quién es el encargado de responder por cualquier desviación de las cuatro líneas mencionadas. Cada línea, cuenta con un supervisor y auxiliares de producción.

- **Proceso de Almacenes y Despacho:**

El proceso de gestión de almacenes, tanto de materiales como productos terminados; quienes se encargan de asegurar la correcta recepción de requerimientos conforme a las especificaciones de entrada y salida de productos y control de inventarios. Se encuentra liderada por el gerente operacional; seguido, se a los tiene supervisores y asistentes. La operación de despacho y distribución se encuentran tercerizados, siendo el supervisor de almacén de productos terminados el encargado de supervisar y controlar las actividades.

- **Proceso de Desarrollo Organizacional:**

Este proceso de soporte cuenta con dos frentes, la gestión de recursos humanos y la gestión de calidad, seguridad y medio ambiente. El primer frente, se encarga de gestionar la selección y contratación, desarrollo de las personas de acuerdo a sus potenciales destrezas y habilidades, el bienestar social de los trabajadores y la generación de las planillas de remuneraciones y beneficios. Además, se encarga de manejar un buen clima laboral con el sindicato de trabajadores de la empresa. Por el otro frente, se tiene la gestión de la calidad, seguridad y medio ambiente de la organización. En la gestión de calidad (core del negocio), tiene como objetivo asegurar que los productos cumplan los requisitos establecidos para garantizar la satisfacción de los clientes; mientras que en la gestión de seguridad y medio ambiente se garantiza las

condiciones para proteger la integridad física de los trabajadores y su entorno asegurando el cumplimiento de la normativa legal vigente. Ambos frentes se encuentran liderados por la gerente de desarrollo; dentro de la gestión de recursos se tiene un supervisor, asistente social y analista de compensaciones, y en la gestión de los sistemas integrados de gestión se tiene un supervisor y dos analistas.

- **Proceso de Gestión de Tecnología de la Información:**

Otro proceso de soporte que se encarga de gestionar la infraestructura de tecnología de la información (TI), el soporte de help desk y la seguridad de la información de la empresa. Cuenta con una gerente de TI, dos analistas informáticos y un asistente.

- **Proceso de Mantenimiento:**

Tiene como propósito mantener el correcto funcionamiento y calibración de las máquinas y equipos de forma oportuna. Está liderado por el jefe de producción y tiene un equipo de trabajo de un supervisor y tres técnicos especialistas.

- **Proceso de Gestión Contable:**

Dentro de este proceso de apoyo, están involucrados la tesorería; quién se encarga de realizar pagos de las obligaciones financieras y manejo de la caja chica; por otro lado, la gestión financiera cuenta con una supervisora que se encarga de controlar los ingresos y las cuentas por pagar; además, se tiene la gestión contable donde se controla las operaciones comerciales, operacionales, entre otros de la empresa, y el análisis de costos de producción, donde se regula y controla los costos productivos. Todo el equipo, desde el gerente hasta los analistas, son contadores.

2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de las actividades clave

Mediante el tablero de control o también conocido como Balance Score Card (BSC), la empresa monitorea sus indicadores generales de acuerdo a los objetivos mostrados en el mapa estratégico (Ver Figura 2.4). A continuación, en la Figura 2.7 se muestra los indicadores de la empresa.

Figura 2.7

Balance Score Card de RECORD S.A.

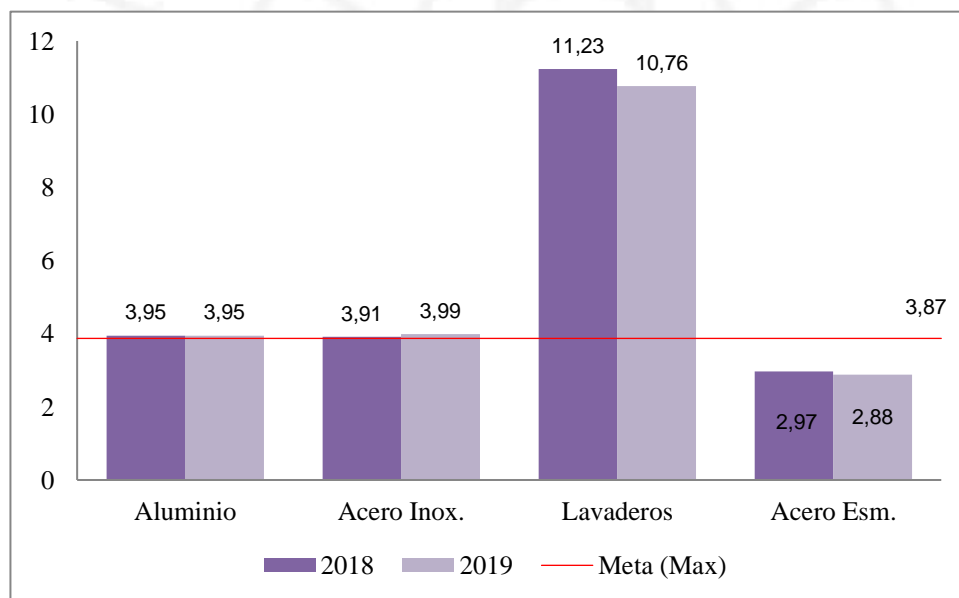
Indicador	Objetivo Estratégico	Indicador	Frec.	Unid.	Fórmula de Cálculo	Meda			Valor Actual	Responsables
						Óptimo	Practicable	Critico		
Finanzas	F1	Ratio de la inversión (ROI)	Anual	%	$\left(\frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}}\right) + 100\%$	>=15%	>7 y <14%	<=0%	25%	Gerente General
	F2	Aumentar Ingresos de Ventas	Mensual	%	$\left(\frac{\text{Ventas actuales} - \text{Ventas anteriores}}{\text{Ventas anteriores}}\right) + 100\%$	>=15%	>7 y <14%	<=0%	18,87%	Gerente Comercial
	F3	Reducir costos productivos	Anual	%	$\left(\frac{\text{Costos unitario actual} - \text{Costos unitario anterior}}{\text{Costos unitario anterior}}\right) + 100\%$	<= 20%	>20 y <=25%	> 25%	25%	Gerente Operaciones
	C1	Aumentar los clientes efectivos	Anual	%	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ Clientes actuales} - \text{N}^\circ \text{ Clientes en el periodo anterior}}{\text{N}^\circ \text{ Clientes en el periodo anterior}}\right) + 100\%$	>=30%	>7 y <30%	<=0%	35%	Gerente Comercial Jefe de Ventas
Clientes	C2	Aumentar Satisfacción del cliente	Mensual	%	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ Clientes satisfechos actuales} - \text{N}^\circ \text{ Clientes satisfechos en el periodo anterior}}{\text{N}^\circ \text{ Clientes actuales}}\right) + 100\%$	>=80%	>70 y <80%	<=70%	83%	Gerente DO Supervisor SIG
	C3	Aumentar la participación en el mercado	Semestral	%	$\left(\frac{\% \text{ Participación actual en el mercado} - \% \text{ Participación en el periodo anterior}}{\% \text{ Participación en el periodo anterior}}\right) + 100\%$	>=70%	>70 y <70%	<=70%	73%	Gerente Comercial Jefe de Marketing
	Procesos	P1	Brindar Productos de Calidad	Mensual	%	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ Producto Reaprove} - \text{N}^\circ \text{ Producto producidos}}{\text{N}^\circ \text{ Producto producidos}}\right) + 100\%$	<1,8%	>=1,8 y <=1,9%	>1,90%	2,05%
P2		Incrementar la eficiencia	Mensual	%	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ Mermas}}{\text{N}^\circ \text{ Producto producidos}}\right) + 100\%$	<1,0%	>=1,0 y <=1,2%	>1,20%	1,54%	
		Incrementar la eficiencia de uso de Recursos	Mensual	%	$\left(\frac{\text{Cantidad de recursos utilizados}}{\text{Cantidad de recursos planificados}}\right) + 100\%$	>=90%	>=85 y <90 %	<85%	81%	Gerente Operaciones
P3		Índice de Productividad de Mano de obra (MDO)	Mensual	Kg PEH unidad/PEH	$\left(\frac{\text{Producción (Kg. unid)}}{\text{Horas Hombre (HH)}}\right)$	>=4,0 >=6	>4,0 y <=3,87 >6 y <=5,50	<3,87 <5,5	3,74 5,92	Jefe de Producción Supervisor de Línea
	Índice de Productividad Energética	Mensual	Kg Kw unidad/Kw Kg m3 unidad/m3	$\left(\frac{\text{Producción (Kg. unid)}}{\text{Energía (Kw. m3)}}\right)$	>=310,88 >=50 >=15,84 >=165	>=305,5 y <310,88 >=430 y <450 >=112,7 y <113,84 >=160 y <165	<305,5 <430 <112,7 <160	300,33 428,58 110,42 158,12		
Apoyo	A1	Mejorar el Clima Laboral	Mensual	%	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ Colaboradores satisfechos}}{\text{N}^\circ \text{ Colaboradores totales}}\right) + 100\%$	>=90%	>=80 y <90 %	<80%	87%	Gerente DO Supervisor Personal
	A2	Desarrollar una cultura de innovación y mejora continua	Trimestral	%	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ S.M.R. presentadas}}{\text{N}^\circ \text{ Trabajadores}}\right) + 100\%$	>=90%	>=80 y <90 %	<80%	80,3%	
	A3	Implementar SIG	Mensual	%	$\left(\frac{\text{Actividades ejecutadas}}{\text{Actividades totales}}\right) + 100\%$	>=90%	>=80 y <90 %	<80%	81%	Gerente DO
	A4	Mejorar la interrelación entre procesos	Mensual	#	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ Acciones Correctivas}}{\text{Mes}}\right)$	<=2	>2 y <=5	>5	2	Supervisor SIG

De la tabla anterior, se puede identificar visualmente mediante la simbología semáforo; siendo el color rojo un nivel crítico, a los indicadores del factor procesos, relacionados al sistema productivo, no están cumpliendo con los objetivos de la empresa. Es importante mencionar que dentro del proceso productivo, se manejan cuatro líneas; es por ello, que a continuación se realizará un análisis de manera detallada de los indicadores medidos en cada línea.

En la Figura 2.8 se puede observar que dentro de las cuatro líneas productivas, la línea de lavaderos presenta el indicador con mayor ratio; ello se puede explicar por lo automatizada que se encuentra la línea. En último lugar, se tiene a la línea de acero esmaltado; siendo los valores obtenidos durante los dos últimos años menores a la meta.

Figura 2.8

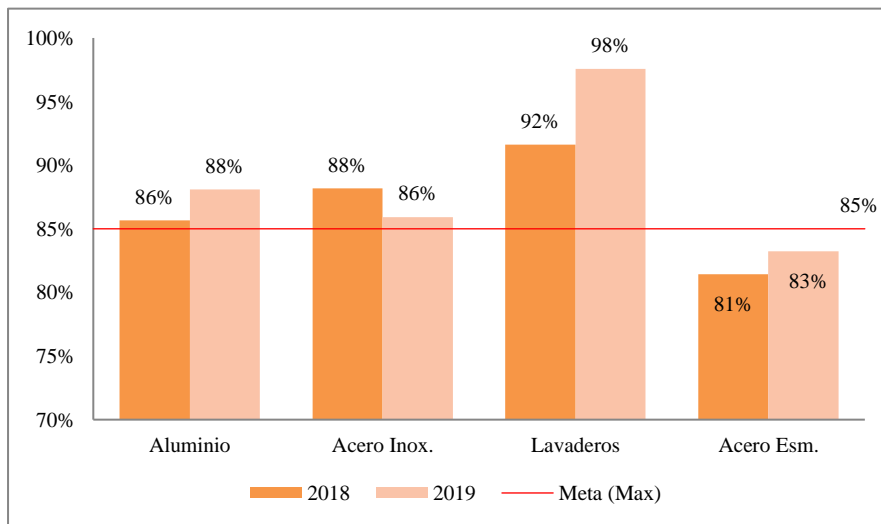
Evolución del indicador de Productividad de Mano de Obra, 2018-2019



La Figura 2.9 muestra los valores obtenidos en cada línea productiva, siendo una vez más la línea de lavaderos la que mejor cumplimiento tiene, en relación al tiempo estándar. La línea de menor eficiencia es la línea de acero esmaltado, la cual afecta, nuevamente, al resultado del indicador general.

Figura 2.9

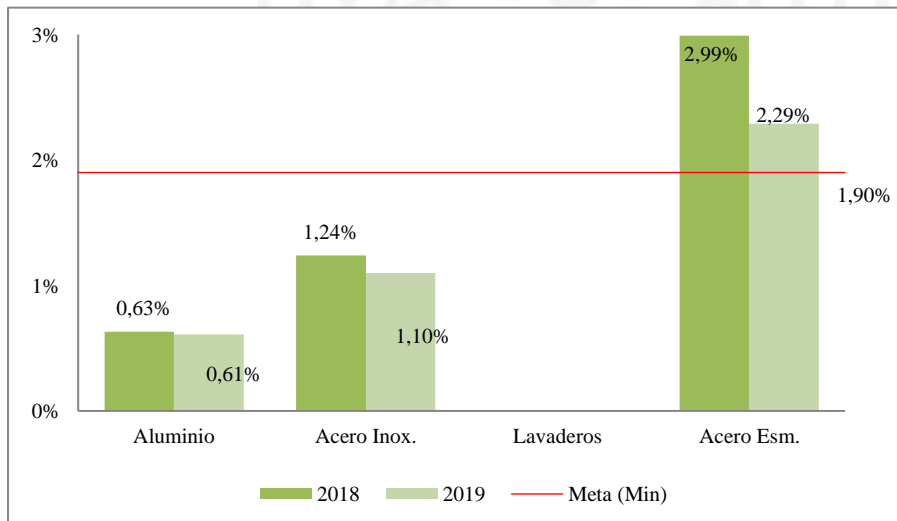
Evolución del indicador de eficiencia, 2018-2019



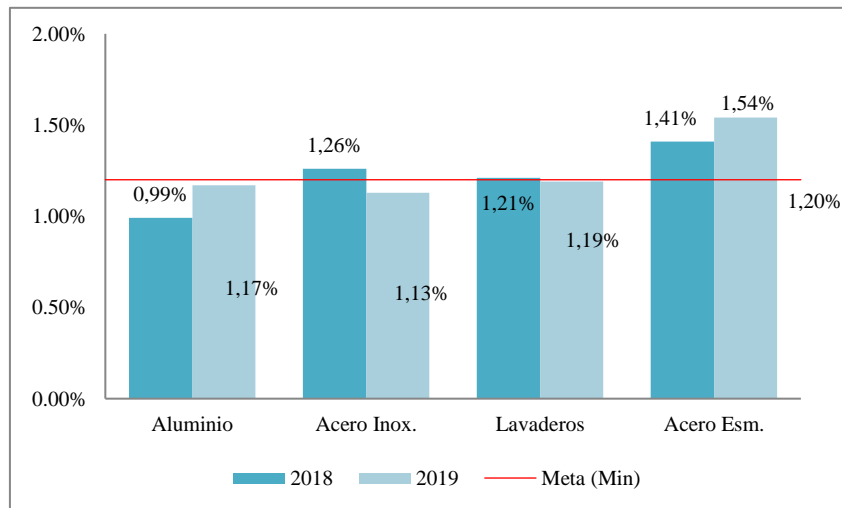
De acuerdo a la Figura 2.10 la línea productiva que está presentando mayor porcentaje de productos defectuosos, y por ende mayor volumen de reprocesos es la línea de acero esmaltado. La línea de lavaderos no presenta volumen de productos reprocesados debido a que no se pueden reprocesar.

Figura 2.10

Evolución del indicador de reprocesos, 2018-2019



Por último, en la Figura 2.11 se muestra el indicador de mermas, siendo la línea de acero esmaltado la que presenta valores mayores durante el 2018 y 2019 afectando los resultados generales.

Figura 2.11*Evolución del indicador de mermas, 2018-2019***2.2.5. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa**

De manera similar al análisis externo evaluado anteriormente mediante la matriz de evaluación de factores externos (EFE), se procederá a realizar la matriz de evaluación de factores internos (EFI). Ver Tabla 2.6.

Según la Tabla 2.6, el resultado obtenido en la matriz EFI es de 2,52 que indica una posición interna fuerte.

Tabla 2.6*Evaluación de factores internos - Matriz EFI*

FACTORES	PESO	CALIF.	TOTAL
FORTALEZAS			
Calidad de los productos	29%	4	1,14
Participación en el mercado	14%	4	0,57
Lealtad a la marca	10%	4	0,38
Portafolio de productos	19%	3	0,57
Experiencia en el mercado	19%	4	0,76
Canales de distribución	5%	3	0,14
Servicio post-venta	5%	3	0,14
Total			3,71
DEBILIDADES			
Competitividad en los precios	33%	1	0,33
Expansión global	17%	2	0,33
Posición financiera	17%	2	0,33
Tecnología	33%	1	0,33
Total			1,33
RESULTADOS			2,52

2.2.6. Selección del sistema o proceso a mejorar

Luego de revisar los indicadores generales de cada la línea productiva y de acuerdo a las entrevistas realizadas al supervisor y el jefe de producción mencionan que el alto índice de reprocesos origina baja productividad; es por ello, se realizó un análisis de control de la línea sobre la cantidad en Kg y costos respectivos de reprocesos durante los últimos meses del año 2019 de todos los productos finales. Ver Tabla 2.7.

Tabla 2.7

Cantidad y costos por reprocesos mensual

Mes	Cantidad (kg)	Costo
Agosto	14 557,15	S/ 8 696,53
Septiembre	21 555,99	S/ 14 634,03
Octubre	20 642,37	S/ 13 945,87
Noviembre	21 163,07	S/ 14 564,44
Total	153 340	S/ 51 840,87

Por otro lado, se solicitó información al área de exportaciones para conocer el número de contenedores observados por motivos de encontrar un elevado número de producto defectuoso o reclamos por partes del consumidor final; es importante mencionar que el análisis se realizó al cliente externo debido a que el 75% de la producción total se exporta a países de américa del sur. En la Tabla 2.8 se muestra los resultados de los contenedores observados por el cliente durante el año 2019.

Tabla 2.8

Número de contenedores enviados vs observados

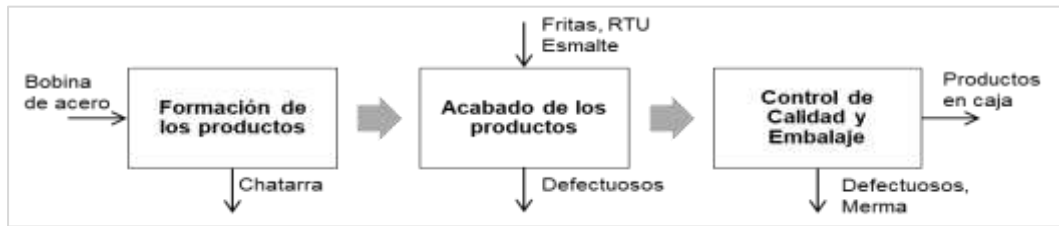
Contenedores	Enviados	Observados
Total	30	9

De acuerdo a la revisión de la información presentada y en concordancia con la gerencia de operaciones y jefe de producción, se determinó que la línea de acero esmaltado está presentando desviaciones en los objetivos de la empresa; por ende, mayores oportunidades de mejora; es por ese motivo que se realizará un análisis de observación al proceso.

En la Figura 2.12 se muestra el diagrama de bloques del proceso productivo de la línea de acero esmaltado.

Figura 2.12

Diagrama de bloques del proceso de producción de la línea esmaltado



Mediante la matriz de selección para elegir el subproceso a mejorar; primero se procederá a seleccionar criterios de acuerdo a la experiencia, entrevistas, encuestas y registros históricos. Luego, se calificará cada criterio con números pares, en el rango del 1 al 5, siendo 1 el número de menor impacto; y 5 de mayor impacto generado. Ver Tabla 2.9.

Tabla 2.9

Criterios de evaluación

N°	CRITERIOS	DETALLES	PESO	%
C1	Impacto en la Satisfacción del cliente (Calidad del producto)	Nivel de cumplimiento de las especificaciones de los productos en procesos o terminado. Impacto directo con los clientes, agregándole mayor valor.	5	29%
C2	Tecnología	Estado de la maquinaria utilizada.	2	12%
C3	Impacto en los costos productivos	Analizar la mejora de un proceso determinado en términos de eficiencia y flexibilidad. De este modo, se deberán analizar los recursos precisos, la variación de costos en los que incurren y las mejoras que se podrían conseguir en términos de tiempos, rendimiento y rentabilidad.	3	18%
C4	Impacto en otros procesos	Grado en que las actuaciones desarrolladas y los resultados obtenidos de la mejora de un proceso podrían ser extrapolables a mejora de otros procesos de la empresa.	4	24%
C5	Impacto en las personas (Impacto en la satisfacción y motivación del personal)	Impactos sobre la satisfacción y motivación de las personas que integran la empresa, así como en el desempeño de su trabajo.	3	18%
TOTAL			17	100%

Posteriormente, en la Tabla 2.10 se procederá a presentar la matriz de priorización para la selección, en la cual se confrontan el peso porcentual de cada criterio por la escala de puntuación, de acuerdo al impacto generado en cada subproceso dentro de la línea. Finalmente, se realiza una sumatoria de los puntajes obtenidos por cada subproceso, y se debe seleccionar el de mayor valor.

Tabla 2.10*Matriz de priorización para la selección*

SUB-PROCESOS	C1		C2		C3		C4		C5		PUNTAJE TOTAL
	Peso: 29%		Peso: 12%		Peso: 18%		Peso: 24%		Peso: 18%		
	PUN	CAL	PUN	CAL	PUN	CAL	PUN	CAL	PUN	CAL	
Formación de los productos	10	3	90	11	30	5	90	21	10	2	42
Acabado de los productos	90	26	90	11	90	16	90	21	30	5	79
Control de calidad y Embalaje	30	9	0	0	30	5	30	7	30	5	26
TOTAL											148

Nota. 0=nada, 10=poco, 30=regular, 90=mucho

De la tabla anterior, se evidencia que el subproceso de acabados de productos presenta el valor mayor; por ende, se considera que este subproceso tiene un gran impacto dentro de la línea de utensilios de esmalte.

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.

3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1. Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio

De acuerdo con el último punto del capítulo 2, el subproceso de acabado de los productos tiene un mayor impacto dentro de la línea de acero esmaltado, y se procederá a realizar un análisis detallado.

El subproceso inicia en la operación de decapado, cuyo objetivo es eliminar los restos de grasa, partículas de óxido y polvo; los cuales son neutralizados con agentes químicos para su eliminación, almacenados en pozas donde se sumerge las canastas con los productos a decapar. En caso los productos no se han decapado de manera correcta, el esmalte no tendrá adherencia al cuerpo del artículo. En la Figura 3.1 se muestra la estación de trabajo de decapado.

Figura 3.1

Operación de Decapado



Posterior a ello, sigue la operación de soldadura, donde los sistemas de sujeción (asas y mangos) se unen mediante choque eléctrico al cuerpo del artículo. Cada tipo de

accesorio a soldar cuenta con una matriz diferente. Se tiene 3 máquinas para realizar la soldadura y cada una es operada por un trabajador. Ver Figura 3.2.

Figura 3.2

Operación de Soldadura



Luego, se tiene la operación de bañado de base y de cubierta; es importante resaltar la operación de molienda, la cual suministra de esmalte a las operaciones mencionadas anteriormente. Dicha operación es autónoma y opera de manera paralela, su producción se planifica de acuerdo a la carga de trabajo de manera semanal; aquí se realiza la molienda de la frita, aditivos y agua, mediante una formulación secreta para obtener el esmalte base y cubierta. En la operación de bañado base, se realiza de manera manual, mediante inmersión del producto, lo cual consta en coger el producto con ganchos especiales y sumergirlo en una batea con esmalte, realizar movimientos giratorios para escurrir el esmalte sobrante y colgarlos en la cadena transportadora, de manera similar ocurre en el bañado cubierta. En la Figura 3.3, se muestra las operaciones descritas anteriormente.

Después de cada bañado, los productos colgados en la cadena transportadora ingresan a la operación de vitrificado, la cual consta de dos partes. La primera tiene como objetivo eliminar el porcentaje de humedad de los productos bañados y como resultado se obtiene a los productos sin humedad conocidos como bizcochos. La máquina utilizada es la estufa, la cual se encuentra a una temperatura de 200°C en

promedio. En la salida, se cuenta con operarios que abastecen las canastas de la otra cadena transportadora para el ingreso a la segunda parte de la operación: Horneado. Los productos se vitrifican a una temperatura de 800 a 830 C°. Es importante mencionar que los productos con bañado cubierta pasan nuevamente por la operación de vitrificado; por otro lado, también es el caso de los productos reprocesados, pasarán nuevamente por la estufa y horno; en este último, pasará a una velocidad mayor.

Figura 3.3

Operación de Molienda, Bañado base y cubierta



Las piezas que cumplen con los estándares de calidad son colocadas en coches transportadores para ser enviados al siguiente subproceso. En la Figura 3.4 se muestran las dos partes de la operación de vitrificado.

Figura 3.4

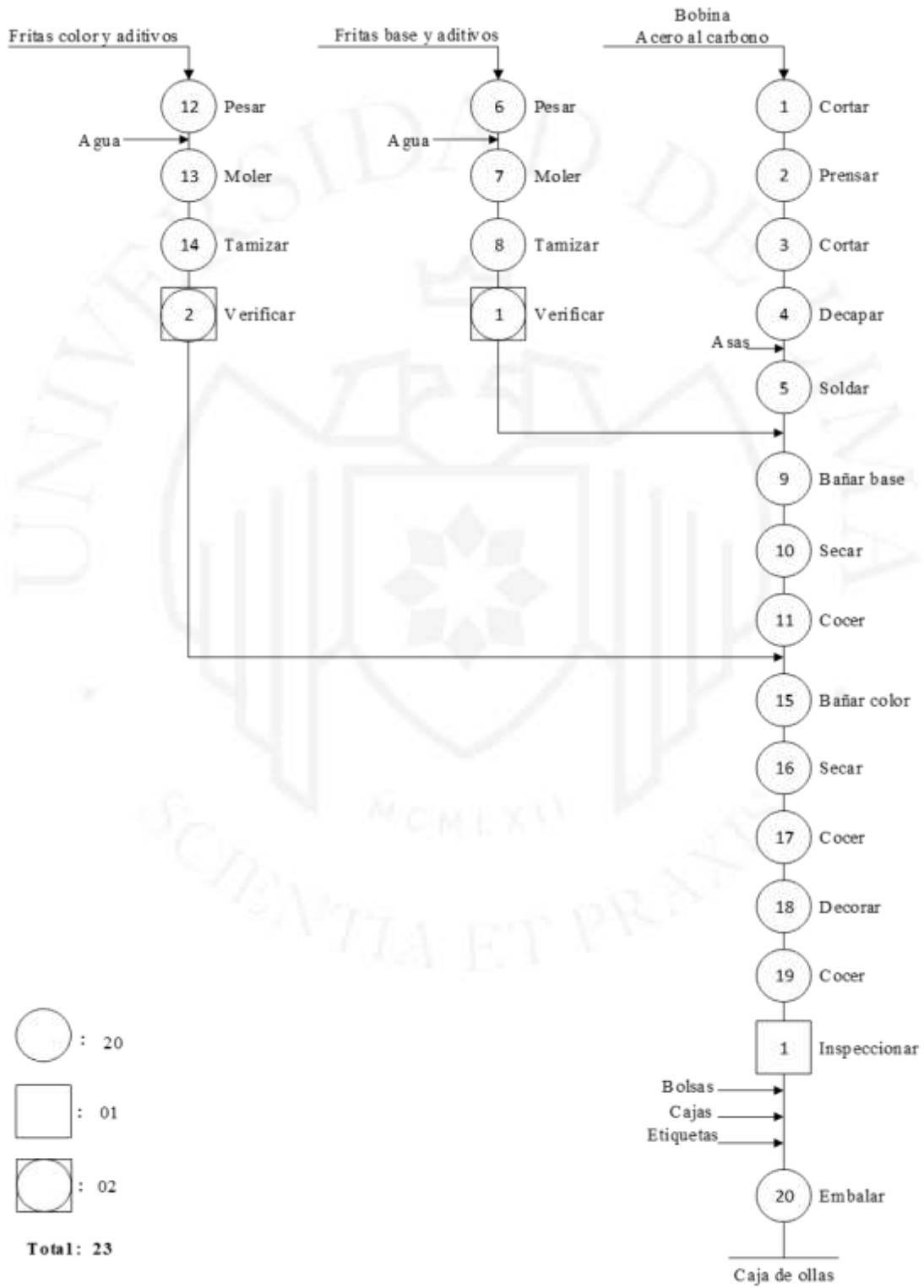
Operación de Vitrificación - Estufa y Horno



Para una mayor comprensión, en la Figura 3.5 se muestra el diagrama de operaciones del proceso para la fabricación de ollas de acero esmaltado; debido a que representa cerca del 20% de la producción total del año 2019.

Figura 3.5

Diagrama de operaciones del Proceso para la fabricación de ollas de acero esmaltado



3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso

Dentro la línea de acabados de la sección esmaltado se analizarán los siguientes indicadores de desempeño.

- Productividad de Mano de Obra (PMO)

Es la relación de los kilogramos o unidades producidas por hora hombre trabajada dentro de un periodo de tiempo mensual. Se tiene establecido una meta de este indicador de 3,87 Kg/HH y 6 unid/HH.

A continuación, se presenta los resultados proporcionados por la sección de esmalte. Ver Figura 3.6 y 3.7.

De las figuras mencionadas anteriormente, se puede observar que el último mes del año 2019, se logró superar el PMO meta. Sin embargo, en meses anteriores los valores se encontraron por debajo de la meta. Existe variabilidad en los resultados obtenidos, no se tiene una tendencia positiva para alcanzar la meta.

Otro indicador que resalta mucho e impacta al indicador anterior es el índice de reprocesos, ya que se asigna recursos para el reproceso a los productos

Figura 3.6

Evolución del indicador productividad de mano de obra (Kg/HH)

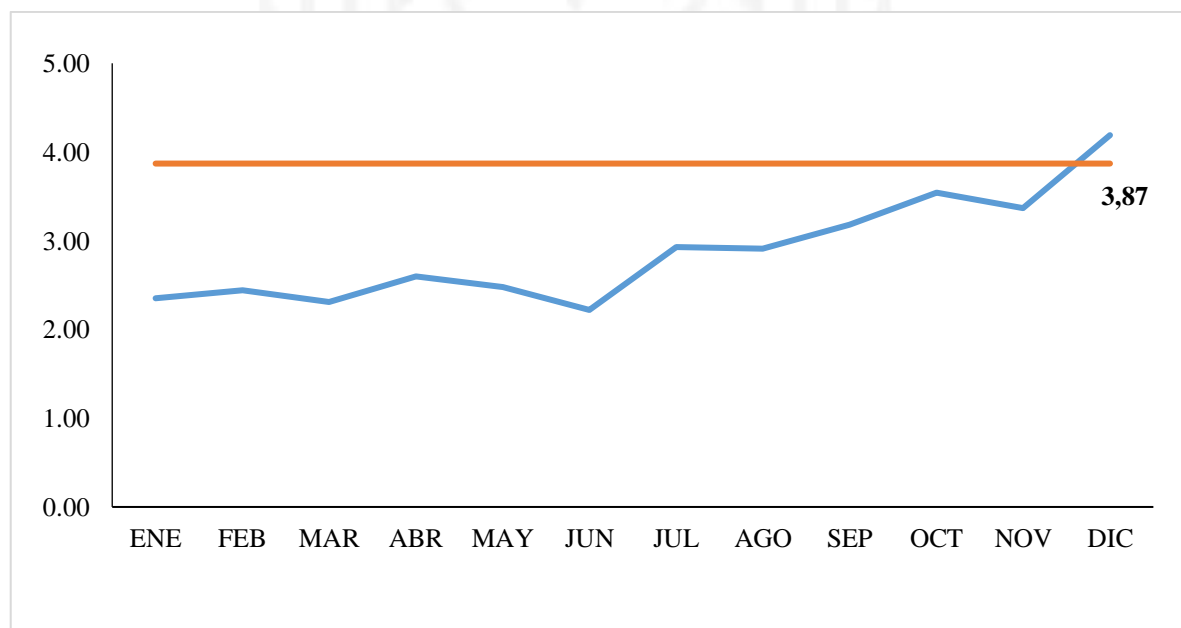
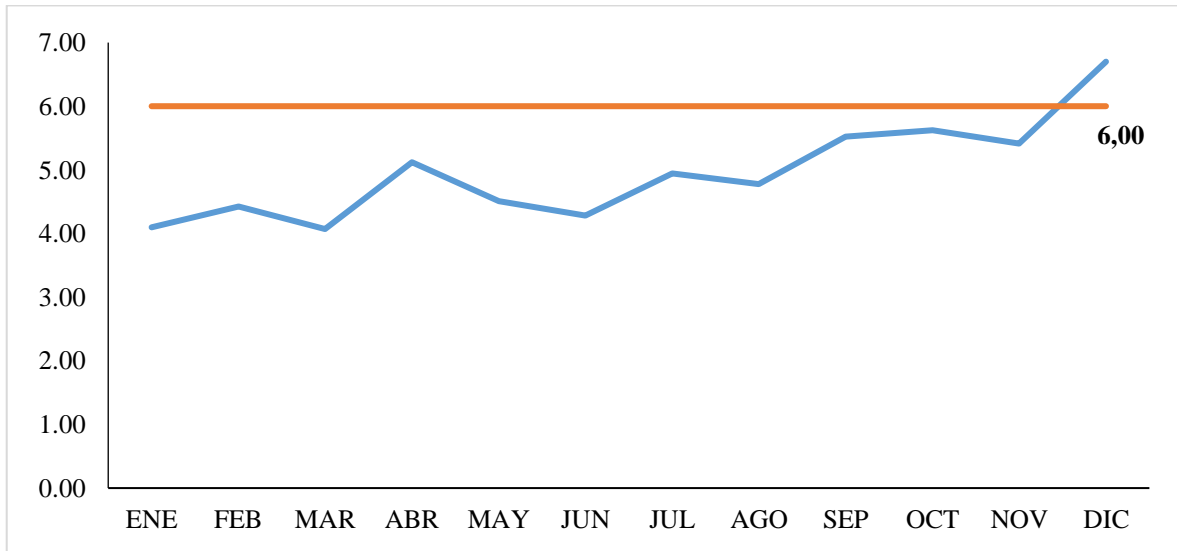


Figura 3.7

Evolución del indicador productividad de mano de obra (Unid/HH)



- Índice de Reprocesos

Es la relación de unidades o kilogramos reprocesados versus la cantidad de unidades o kilogramos producidos sin reprocesar o el tiempo utilizado para reprocesar las unidades entre el tiempo real de producción, cuya medición se realiza de manera mensual; además, se tiene establecido un valor porcentual máximo de 1,9% y 3,65% respectivamente. Ver Figura 3.8 y 3.9.

Figura 3.8

Evolución del indicador de reprocesos en unidades (%)

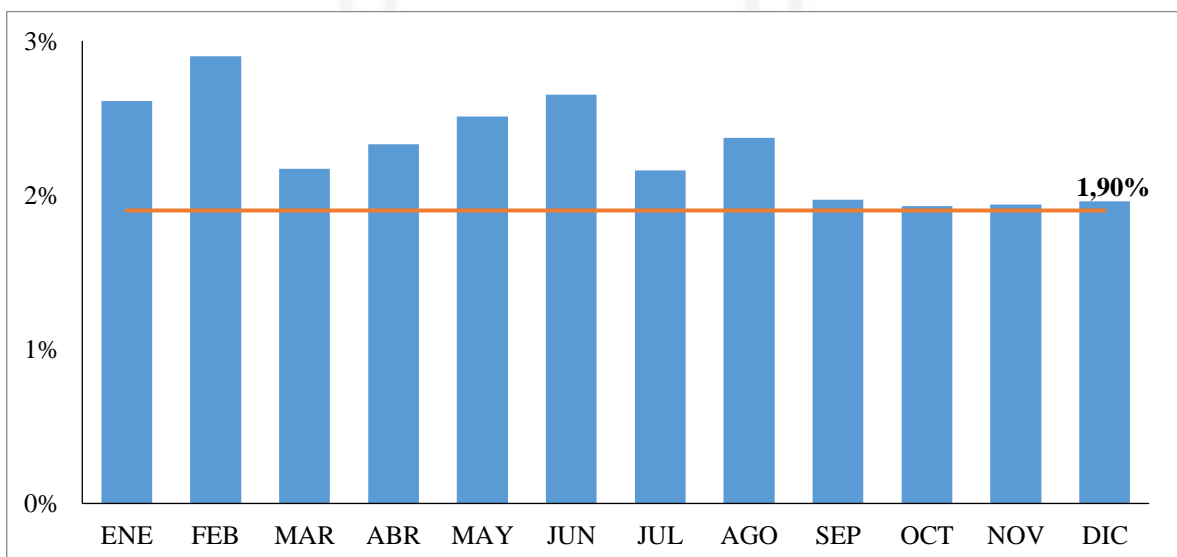
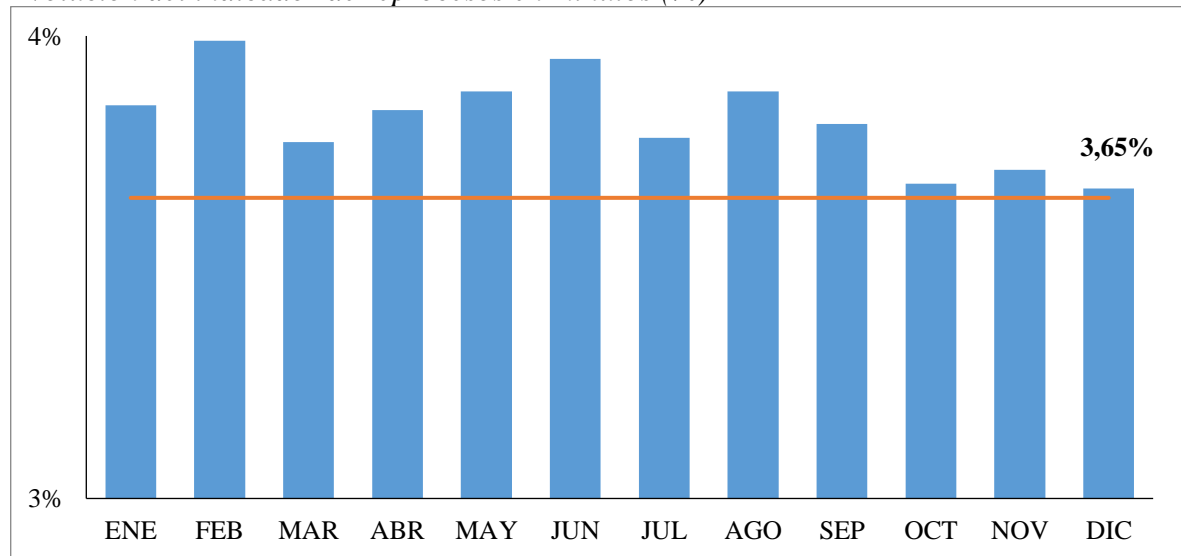


Figura 3.9

Evolución del indicador de reprocesos en minutos (%)



Actualmente, se tiene un promedio de 2,29% de unidades reprocesadas anualmente y en términos de Kilogramos es de 42% representado un mayor porcentaje en base a la meta. Para fines del estudio y de acuerdo a la información entregada por el área productiva los valores de medición serán expresados en kilogramos.

De acuerdo a los indicadores mostrados anteriormente, se pudo observar un alto índice de reprocesos que afectan a los costos productivos y generan una baja productividad.

3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

Antes de determinar las causas raíz del problema, se realizó un control para determinar los tipos y la frecuencia de los reprocesos hallados en la línea.

En la actualidad, los operarios de embalaje solo registran el número de productos reprocesados y productos de primera; sin embargo, se realizó un control estadístico, en conjunto con el supervisor y los operarios de control de calidad-embalaje, realizado en la última etapa del proceso, donde se obtuvo la siguiente información. Ver Tabla 3.1 y Figura 3.10.

Tabla 3.1

Resultados de la inspección

N°	Lote	Productos aceptados	Productos rechazados
1	50	37	13
2	50	44	6
3	50	39	11
4	50	41	9
5	50	32	18
Total		193	57

De los resultados obtenidos y con el apoyo del jefe de producción, se procedió a clasificar los tipos de defectos en los diversos factores, tales como: mano de obra, máquinas, materiales, método, medición y medio ambiente. Ver Tabla 3.2.

Se determinó 3 factores importantes relacionados al problema central, lo que ayudó a determinar las causas raíz, intermedias y sus efectos. Mediante el “Diagrama de Relaciones de Causa Efecto” o también conocido como “Diagrama de árbol del problema”.

Figura 3.10

Tipos de defectos y su frecuencia relativa

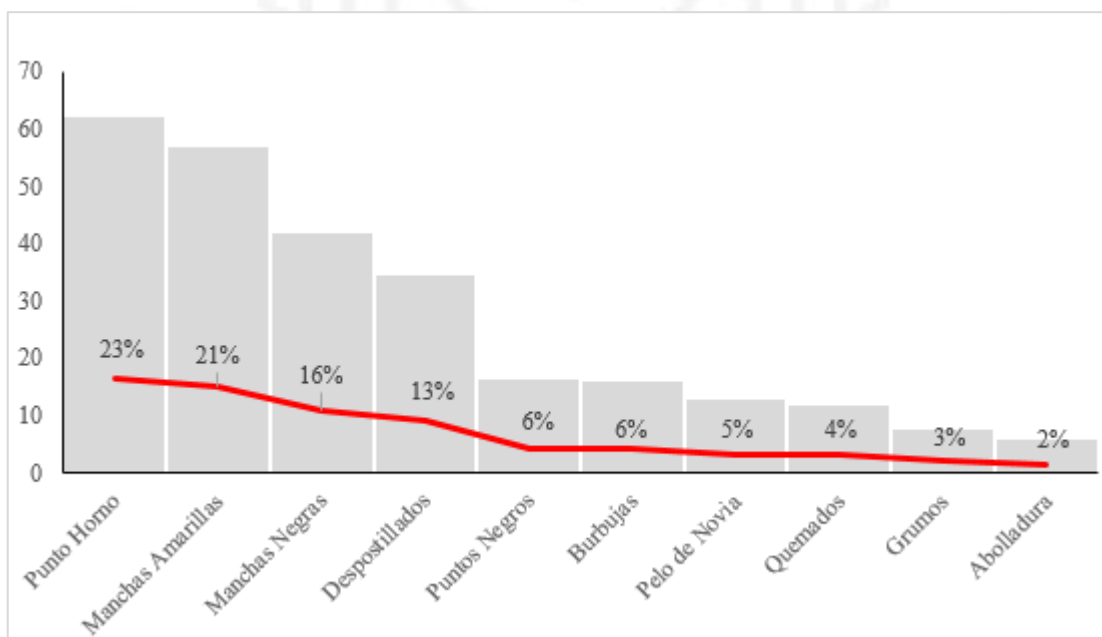


Tabla 3.2

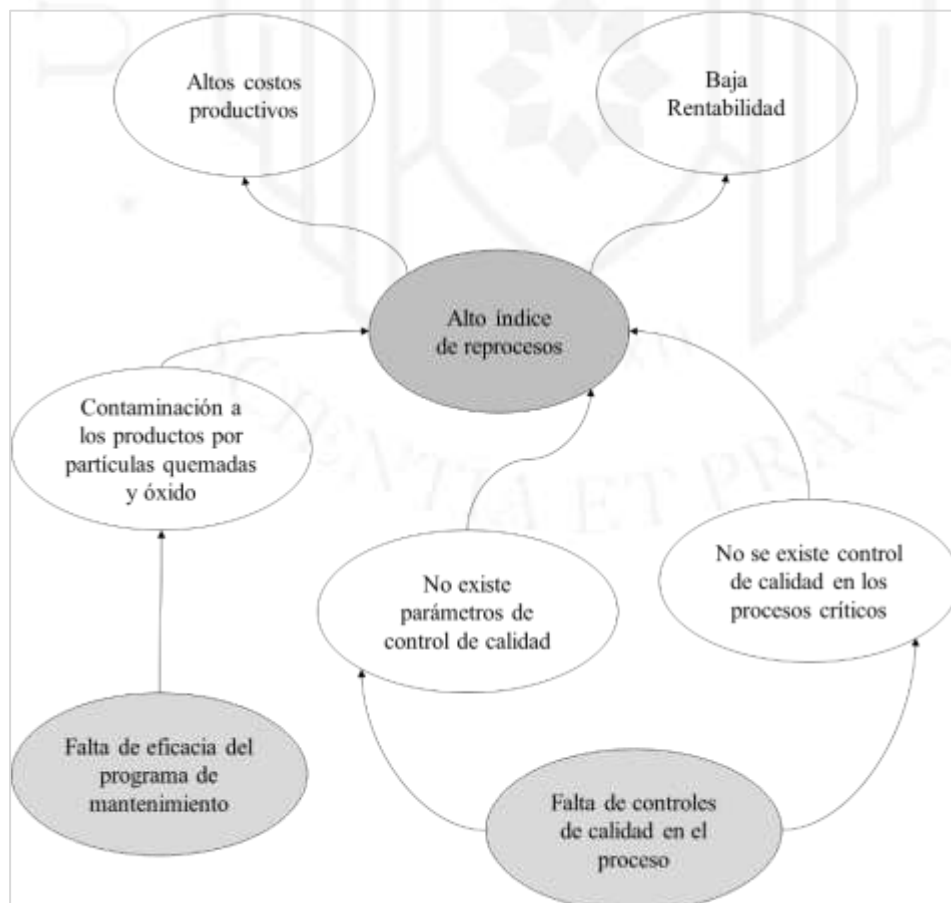
Tipos de defectos y su frecuencia relativa

Tipos de defectos	Factor (6M's)
Punto Horno	Máquina
Manchas Amarillas	Método
Manchas Negras	Mano de obra
Despostillados	Mano de obra
Puntos Negros	Mano de obra
Burbujas	Método
Pelo de Novia	Método
Quemados	Método
Grumos	Método
Abolladura	Método

De acuerdo con la Figura 3.11 se puede observar que el problema principal detectado en la línea productiva de esmalte es el “Alto índice de reprocesos”, considerando que es causado por 2 motivos principales.

Figura 3.11

Diagrama de Relaciones de Causa Efecto



En primer lugar, se tiene una falta de eficacia del programa de mantenimiento de las máquinas del subproceso a mejorar; la cual está relacionada al factor máquina. El actual mantenimiento que se realiza de manera anual o cuando ocurre un problema (correctivo), siendo de carácter básico. No se tiene procedimientos, instructivos y/o registros; es por ello, que los resultados obtenidos no son eficaces y pueden originar defectos en los productos finales.

La segunda causa es la falta de controles de calidad en el proceso; la cual está relacionada al factor método y mano de obra, de acuerdo al DOP de la línea productiva, (ver Figura 3.5) solo se realiza inspección o control de calidad al final del proceso y es realizado por los propios embaladores; quienes realizan una inspección al 100% del lote. Actualmente, el área de calidad cuenta solo con un asistente que se encarga de revisar de manera aleatoria los lotes productivos, no cuenta con un plan de calidad establecido e inspecciona solo los productos encontrados en la mesa de trabajo del embalador. Es importante indicar que no se logra cubrir las inspecciones de calidad de todas las líneas y no realiza inspecciones al proceso o proceso crítico porque no se tiene determinado una matriz de plan de parámetros de control dentro de la línea. Además, no cuenta con un lugar asignado para realizar los controles de calidad; en consecuencia, se tiene un alto porcentaje de reprocesos al final del proceso.

CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Planteamiento de alternativas de solución

En el último punto del capítulo anterior, se determinaron las causas raíces e intermedias que están generando un alto índice de reprocesos, lo cual afecta en la productividad y genera gastos extras de producción aumentando el costo productivo. En la Tabla 4.1 se ha formulado una matriz de diseño de soluciones.

Una de las principales causas raíces, mostrada en la Figura 3.11, es la falta de controles de calidad en el proceso, lo cual genera un alto índice de reprocesos. La detección de los defectos en los productos es detectada al final del proceso. Los reprocesos afectan la productividad, generando demoras y sobrecostos. Se determinó que la variable independiente es el número inspecciones y la variable dependiente es la cantidad de productos defectuosos (Kg) que deberán ser reprocesados.

Otra causa raíz mostrada es la falta de eficacia del programa de mantenimiento de las máquinas; dado que están generando residuos contaminantes como partículas quemadas y oxidadas, generalmente en el horno, que afectan a los productos. Se tiene como variables independientes a las intervenciones de mantenimiento y sustituciones preventivas. La solución propuesta es mejorar el programa de mantenimiento actual y realizar un programa de mantenimiento preventivo; para así reducir el impacto negativo generado a los productos en proceso y aumentar la disponibilidad de la máquina.

En la Tabla 4.2 se detallarán las soluciones planteadas para cada causa raíz y la descripción de alternativa propuesta.

4.2. Selección de alternativas de solución

4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas

En la Tabla 4.3 se muestra los criterios de evaluación considerados para la evaluación de las alternativas y en la Tabla 4.4 se procederá a realizar la matriz de enfrentamiento para determinar el peso y ponderación de los criterios presentados.

Tabla 4.1*Matriz de diseño de la solución*

Alternativa de solución	Causa raíz	Causas intermedias	Variables independientes	Objetivos	Variables dependientes
Establecer un proceso de control de calidad para el aseguramiento del cumplimiento de los controles y reducir los niveles de reprocesos.	Falta de controles de calidad en el proceso	Falta de controles en las etapas críticas del proceso y determinación de parámetros de control	Número de Inspecciones	Reducir la cantidad de productos defectuosos	Cantidad (Kg) de productos reprocesados por defectos
Implantar un programa de mantenimiento preventivo	Falta de eficacia del programa de mantenimiento.	Generación de residuos contaminantes que afectan a los productos.	Programa de limpieza. Sustituciones preventivas.	Reducir el impacto negativo generado a los productos en proceso.	Cantidad (Kg) de productos reprocesados por contaminación

Tabla 4.2*Matriz de alternativas de la solución*

Causas raíces	Solución	Descripción
Falta de controles de calidad en el proceso	Establecer un proceso de control de calidad	Establecer un proceso de control de calidad a la línea productiva, realizando un análisis para identificar el modo de los defectos, el impacto causado y la correlación existente con las operaciones, determinado su criticidad; para así conocer las causas asignables y determinar soluciones rápidas y viables. Establecer un plan de control del proceso de la línea en estudio; con ello, elaborar un procedimiento estándar de calidad para asegurar los controles en cada operación y los productos cumpla las especificaciones requeridas.
Falta de eficacia del programa de mantenimiento.	Implantar un programa de mantenimiento preventivo	Mejorar el programa mediante la estandarización de las actividades de mantenimiento, determinar el tiempo de vida útil de los componentes; a fin de detectar las posibles fallas a tiempo y contar con personal debidamente capacitado y calificado. Con ello se lograría tener la maquinaria disponible y apta; para así reducir el impacto negativo hacia los productos en proceso.

4.2.2. Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución

En relación a las posibles alternativas de solución planteadas a cada causa raíz, mencionados en la Tabla 4.2, se realizará una evaluación cualitativa y cuantitativa en base a los criterios mencionados (ver Tabla 4.3). Luego se procederá a realizar el ranking de factores para seleccionar la mejor alternativa. Ver Tablas 4.5 y 4.6.

Tabla 4.3

Criterios de evaluación

Criterios	Descripción
Escala de complejidad	Es muy importante, ya que existe la probabilidad de variación, con respecto a la otra propuesta de solución. Se debe definir claramente las acciones a llevar a cabo.
Tiempo de implementación	Este factor es importante y está relacionado a la disponibilidad de los recursos necesarios y al compromiso de las áreas para el planteamiento, desarrollo y aseguramiento de las propuestas de mejora.
Nivel de inversión	Considerada muy importante. El objetivo es rentabilizar lo invertido en el corto o mediano plazo.
Impacto en el cliente	De carácter muy importante. El cliente es la razón de ser de toda organización. La empresa como objetivo brindar calidad para toda la vida.
Alineamiento a los objetivos estratégicos de la empresa	No solo se buscará mejorar indicadores de la línea, sino a nivel estratégico de la empresa.

Tabla 4.4

Matriz de enfrentamiento

Criterios	Escala de complejidad	Tiempo de implementación	Inversión	Alineamiento a los objetivos estratégicos de la empresa	Impacto en el cliente	Total	Ponderación
Escala de complejidad	1	0	0	0	0	1	7%
Tiempo de implementación	0	1	0	0	1	2	14%
Nivel inversión	1	1	1	0	0	3	21%
Alineamiento a los objetivos estratégicos de la empresa	1	1	1	1	0	4	29%
Impacto en el cliente	1	1	1	1	1	4	29%
						14	100%

Tabla 4.5*Alternativa 1: Establecer un proceso de control de calidad*

Criterios	Evaluación
Escala de complejidad	Es necesario realizar un análisis del control de calidad actual del proceso. Conocer las variables de control de cada operación. Establecer la operación crítica y definir el modo de control.
Tiempo de implementación	La elaboración, revisión y aprobación podría tomar entre 30 a 45 días. Luego, se tendría que capacitar al personal operativo, a los responsables de realizar los controles y procedimientos o instructivos de trabajo a seguir; en promedio podría durar entre 10 a 30 días.
Nivel de inversión	Para la implementación de esta alternativa, se plantea la contratación de un inspector de calidad, habilitación de una zona específica, calibración de instrumentos y equipos de medición y adquisición de instrumentos de medición necesarios. Además, implica el tiempo invertido para elaboración de los documentos y capacitaciones.
Alineamiento a los objetivos estratégicos de la empresa	Tiene gran impacto en los objetivos estratégicos de la empresa, dado que busca la eficiencia operativa dentro de la línea.
Impacto en el cliente	La reducción en el índice de reprocesos tendría gran impacto. Aumento en la satisfacción de los clientes internos del proceso en estudio y los consumidores finales.

Tabla 4.6*Alternativa 2: Implantar un programa de mantenimiento preventivo*

Criterios	Evaluación
Escala de complejidad	Se requiere realizar análisis de las máquinas de la línea. Plantear el desarrollo de las actividades, recursos necesarios y establecer un procedimiento. Además, compromiso del personal de mantenimiento, y jefaturas.
Tiempo de implementación	El tiempo establecido varía entre 60 a 90 días. Se debe tener en cuenta que se incluiría la capacitación del personal de mantenimiento.
Nivel de inversión	Los costos asignados están relacionados a los repuestos necesarios a comprar, contratación de nuevo personal calificado y capacitaciones.
Alineamiento a los objetivos estratégicos de la empresa	Tiene impacto en los objetivos estratégicos de la empresa, aportándole productividad con la disponibilidad de las máquinas, reducción de paradas imprevistas y evitar la afectación a los productos.
Impacto en el cliente	La reducción en el índice de reprocesos tendría un impacto alto. La relación cliente – proveedor dentro de la línea se verá fortalecida.

Es importante mencionar que las propuestas de alternativas tienen mucha relevancia en el proceso productivo y aseguramiento de la calidad. El desarrollo de las soluciones, de acuerdo a lo conversado con las gerencias de la empresa, será mediante la selección de la mejor alternativa de acuerdo al mayor puntaje obtenido.

4.2.3. Priorización de soluciones seleccionadas

De acuerdo con las alternativas de solución, mostrados en la Tabla 4.2, y a los criterios de evaluación (ver Tabla 4.3), se procederá a seleccionar la mejor alternativa, asignando los puntajes ponderados según la evaluación realizada en la sección 4.2.2, y finalmente se implementará la propuesta que presente mayor puntaje.

De la Tabla 4.7 se concluye que la mejor propuesta a la problemática presentada es establecer un proceso de control de calidad. Para ello, se deberá realizar un análisis del sub proceso elegido de los estándares o controles actuales, identificar los modos de defecto mediante la colección de datos, identificar el impacto y determinar la correlación con cada operación; ello genera una idea de la operación de mayor criticidad y las causas asignables, en relación a los defectos prioritarios. Finalmente, se realizará el plan de control del proceso, desarrollo de un procedimiento estándar de calidad y planes de muestreo para la realización de la inspección; con la finalidad de garantizar un nivel mínimo de productos defectuosos.

Por otra parte, la segunda alternativa no se desarrollará en el presente trabajo; sin embargo, podrá ser ejecutada posteriormente, dado que se considera importante para las áreas de producción y calidad por los impactos causados en sus indicadores de proceso y los objetivos estratégicos de la empresa.

Tabla 4.7

Selección de las alternativas de solución

Factores de selección de solución	Peso	Establecer un proceso de control de calidad		Implantar un programa de mantenimiento preventivo	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
Escala de complejidad	7%	3	0,21	4	0,28
Tiempo de implementación	14%	3	0,42	3	0,42
Nivel de inversión	21%	3	0,63	4	0,84
Alineamiento a los objetivos estratégicos de la empresa	29%	5	1,45	3	0,87
Impacto en el cliente	29%	5	1,45	3	0,87
	100,00%		4,16		3,28

CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN

5.1. Ingeniería del proyecto de solución

La baja productividad obtenida en los últimos años se debe al elevado índice de reprocesos dentro de la línea en estudio debido a productos defectuosos por la falta de control de calidad en el proceso; por lo cual, la solución propuesta está orientada a reducir la cantidad de reprocesos de productos por falta de calidad.

5.2. Diseño de la solución

La solución propuesta consiste en incorporar al proceso productivo, un proceso de control de calidad para reducir el número de reprocesos debido a productos defectuosos.

Se definieron los objetivos y metas del proyecto de solución tal como se aprecia en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1

Objetivos y metas del proyecto de solución

Solución	Objetivos	Meta
Establecer un proceso de control de calidad	Reducir el porcentaje de reprocesos	Reducir el índice de reprocesos en un 10%
	Reducir el número de lotes rechazado	Porcentaje de lote rechazados menor al 5%
	Reducir el consumo (soles) de horas extras	Reducir el monto en un 40%
	Realizar capacitaciones al personal operativo para mejorar su formación	Realizar al menos 4 capacitaciones al año al personal operativo

Actualmente, en la línea productiva de esmalte se realiza una inspección al 100% del lote producido al final del proceso y es realizado por los mismos operarios de embalaje. La inspección consta en revisar los productos terminados, de acuerdo a los parámetros de control de calidad establecido por la empresa (ver Anexo 2); determinando si el producto es aprobado o rechazado.

Los productos rechazados son llevados hacia el área de reprocesos, solo se registran las cantidades; por ese motivo, se plantea recabar información en los puntos de embalaje con la finalidad de determinar los tipos y la frecuencia de los defectos existentes. Luego, se procederá a realizar un estudio al subproceso, determinando los controles existentes y los tipos de defectos originados en cada operación. Para ello, se realizó un análisis observatorio y entrevista a los encargados de cada operación; así mismo, solicitar información sobre la frecuencia de medición, manejo de algún registro para realizar la trazabilidad del lote productivo, y límites de especificación. Así mismo, se revisará si cuentan con información documentada y si están debidamente capacitados.

Posteriormente, se procederá a realizar la matriz de defectos del producto para determinar la operación de mayor criticidad. Luego de determinar la operación crítica y los defectos de mayor riesgo, mediante una entrevista con los expertos de la línea, se determinó las causas asignables y soluciones rápidas para obtener mejores resultados en la solución planteada.

Para la elaboración del plan de control de calidad, fue muy importante el estudio inicial de los controles; y a partir de ello, realizar una estandarización, actualización y mejora de los controles actuales. Dicho plan, se anexará al procedimiento estándar de control de calidad estableciendo tres etapas importantes y el plan de muestreo de calidad a realizar a la variable de mayor criticidad y a los atributos definidos por la empresa. Finalmente, se deberá capacitar al personal responsable y personal operativo en relación al nuevo procedimiento de control de calidad y los métodos de control.

Las fases de la implementación del proyecto de solución a seguir son las siguientes:

- Determinar los tipos y frecuencia de los defectos.
- Realizar un estudio a los controles existentes y el tipo de defecto que se origina en cada operación.
- Determinar el nivel de ponderación de riesgo (NPR) de cada defecto y la correlación con cada operación.
- Definir y establecer soluciones rápidas a las causas asignables de la operación crítica en función a los defectos de mayor ocurrencia.
- Elaboración del plan de control de calidad del proceso.

- Desarrollo del nuevo procedimiento estándar de control de calidad y los planes de muestreo.
- Capacitar al personal operativo en relación al procedimiento de control de calidad.

Después de realizar el plan de control de calidad, es necesario detallar los recursos para llevar a cabo la implementación de la alternativa de solución para controlar la variable crítica y definir una ubicación física para llevar la inspección, sin afectar la producción. Para ello, se establecieron las siguientes actividades:

- Realizar una reunión con el supervisor de la línea esmaltado con la finalidad definir las características y especificaciones de los instrumentos de medición a adquirir, y posible área física para realizar las inspecciones.
- Revisión de los instrumentos o equipos de medición actuales. En caso no estar calibrados, se procederá a cotizar su calibración.
- Aprobación de las cotizaciones por parte del jefe de producción y concretar la compra y habilitación de la zona de control de calidad.

Posteriormente, se procederá al reclutamiento y selección de un inspector de calidad. Se deberá realizar el requerimiento formal al área de Desarrollo Organizacional, para que comiencen su proceso de búsqueda y selección. Es importante precisar, que el proceso de búsqueda es tercerizada. Luego, la persona seleccionada deberá realizar su proceso de inducción y se le realizará capacitación para un óptimo inicio de sus actividades y funciones.

5.3. Desarrollo de la solución

En este punto se presentará el desarrollo de la propuesta de solución seleccionada.

Como punto de partida se realizó una inspección aleatoria para determinar en el proceso de producción la frecuencia relativa y los tipos de defectos asociados a cada uno de ellos; tal como se aprecia en la Figura 3.10, analizando el proceso y contando con el aporte y experiencia de los técnicos a cargo de cada etapa productiva mediante un análisis del proceso, las máquinas y las funciones en donde se originen dichos defectos y mostrar los controles empelados actualmente, tal como se muestra en la Figura 5.1

Figura 5.1

Análisis del subproceso acabado de los productos de la línea Esmaltado



Luego, se procedió a identificar el impacto generado por cada defecto; para ello, fue necesario la frecuencia (O) determinada anteriormente, determinar el nivel de severidad (S) ocasionado y el índice de detectabilidad (D). En el Anexo 3, se detalla las tablas de las variables mencionadas y los valores empleados de acuerdo a la situación actual. Dicho lo anterior, se procedió a hallar el nivel de ponderación de riesgo (NPR), cuyo objetivo nos permite cuantificar el riesgo que origina la falta de controles en los procesos o fallas en las máquinas. El resultado de la multiplicación de las variables nos permite encontrar el NPR de cada modo de defecto. Finalmente, se procedió a realizar la matriz de defectos de los productos.

Figura 5.2

Matriz de defectos del producto

						1	2	3	4	5	6	7	8
		O	S	D	N P R	Molienda	Decapado	Soldadura	Bañados	Cadenas Transportadora	Secado	Cocido	Decorado
1	Abolladura	2	2	7	28	0,0	●	●					
						17,2	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Asas mal soldadas	1	3	5	15	0,0		●					
						0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Burbujas	4	4	7	112	●		▲	●				
						37,3	0,0	18,7	74,7	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Despostillados	5	7	4	140	●			●	●			
						38,9	0,0	0,0	38,9	62,2	0,0	0,0	0,0
5	Grumos	2	1	8	16	●			●				
						8,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Puntos negros	4	1	8	32				●				
						0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Manchas amarillas	8	3	8	192					●			
						0,0	0,0	0,0	0,0	192,0	0,0	0,0	0,0
8	Manchas de sucias	6	3	6	108					●			
						0,0	0,0	0,0	0,0	108,0	0,0	0,0	0,0
9	Puntos de horno (óxido)	8	6	8	384							●	
						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	384,0	0,0
10	Quemados	3	6	6	108							●	
						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	108,0	0,0
TOTAL						84,2	17,2	44,4	153,6	362,2	0,0	492,0	0,0

A partir de la valoración realizada se determinó la importancia de trabajar con los defectos que hayan obtenido el mayor índice de riesgo o impacto, tales como: punto de horno y manchas amarillas; observando que la operación de cocido y la cadena transportadora presentan mayor grado de criticidad generando los dos principales defectos. Se debe establecer mejores controles capaces de reducir su variabilidad, atacando las causas asignables.

Con la información anterior, se realizó una entrevista a los operarios con gran trayectoria y experiencia, jefe de producción y supervisor de la línea, con la finalidad de identificar dichas causas asignables a los dos principales defectos; que representan un gran porcentaje en la cantidad de productos reprocesados y un alto nivel de riesgo. Luego de realizar un análisis para determinar las causas asignables de los principales defectos se tiene como resultado la siguiente matriz. Ver Tabla 5.2.

Tabla 5.2

Matriz de causas asignables a los principales defectos

Principales defectos	Causas Asignables
Puntos de Horno	La frecuencia de inspección y limpieza interna del horno y cadena transportadora es de manera trimestral. En ocasiones, debido a la demanda se posterga.
Manchas Amarillas	Los productos son colgados en ganchos y no cuentan con un cronograma de inspección y limpieza.

Prosiguiendo con el análisis, se realizaron dos propuestas que no implican elevados costos de inversión ni alta demanda de tiempo, lo cual se menciona a continuación:

- Actualizar el procedimiento de inspección y limpieza.
- Establecer una frecuencia de inspección y limpieza de manera semanal (ganchos) y quincenal (horno y cadena transportadora).

En relación a las propuestas, se realizó una revisión actual del procedimiento y sus etapas, detectando un procedimiento desactualizado, desordenado y que no contaba con registros ni reportes finales para conocer el estado de la revisión y/o actividades pendientes.

Dicho lo anterior, se procedió a realizar la actualización del procedimiento y los formatos para registrar los resultados. En la Tabla 5.3 se muestra el desarrollo del procedimiento de limpieza e inspección.

Tabla 5.3

Desarrollo del procedimiento Inspección y Limpieza

Etapas	Pasos	Actividades/Formatos
Inspección externa	Descarga de producto en proceso	<ul style="list-style-type: none"> - Retiro de los productos en proceso encontrados en las canastillas. - Almacenar los productos en las canastas con cobertor para evitar dañarlos.
	Desmontaje de las canastas	<ul style="list-style-type: none"> - Desmontar las varillas, menaje y bastones.
	Limpieza de riel de la cadena	<ul style="list-style-type: none"> - Retiro de las escamas. - Desmontar la cadena. - Lijar el riel de la cadena. - Aspirado y limpieza de las partículas. - Limpieza y lubricación del riel y rodamientos.
	Limpieza del menaje de las canastas	<ul style="list-style-type: none"> - Esmerilado de los bastones, travesaños completos y ranurados.
	Limpieza de las platinas y ganchos	<ul style="list-style-type: none"> - Decapado de las platinas y parantes de las canastas. - Tamboreado de los ganchos (semanal).
	Montaje de las canastas	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar el templado de las canastas. - Ensamblar las escamas. - Armar las canastas. - Prueba de funcionamiento piloto.
Inspección interna	Revisión de los ductos de ventilación	<ul style="list-style-type: none"> - Desmontar los ductos de ventilación (3). - Arenar los ductos. - Montar los ductos.
	Revisión de los motores de ventilación	<ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje de los motores (2). - Lijado de los terminales. - Ensamblar los motores.
	Limpieza de la zona de fuego	<ul style="list-style-type: none"> - Escobillar las resistencias. - Verificar el estado de las resistencias. - Limpieza de las paredes de fibra. - Verificar el estado de las paredes de fibra. - Aspirar y limpiar internamente.
Registrar resultados	Realizar el llenado de los formatos y reportes, los cuales serán llenados por el supervisor de turno.	<ul style="list-style-type: none"> - Formato de inspección y limpieza. - Reporte de la inspección y limpieza.

La elaboración de los formatos a registrar se muestra en el Anexo 4. En paralelo, se realizó el plan de control del subproceso acabado del producto de la línea esmalte. Ver Figura 5.3.

Figura 5.3

Matriz del Plan de Control de Calidad de la línea esmaltado.

		SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD				Código: Por definir	
		Plan de Control de Proceso - Línea Esmaltado				Versión: 01	
						Fecha: 20/11/2020	
OPERACIÓN	ACTIVIDADES	PARÁMETROS DE CONTROL	RESPONSABLE	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	REGISTRO	LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN	
RECEPCIÓN (MP y PP)	Solicitar los certificados de calidad de las MP	Según FT enviado por el proveedor	Supervisor de la Línea	Cada ingreso	Formato de MP	Revisar la cuadro comparativo de MP	
	Controlar los productos provenientes de la línea Prensado	Cantidades de productos	Asistente de producción		ERP- Modulo Producción	No aplica	
DECAPADO	Poza 1: Desengrase	Tiempo	Encargado de decapado	Por Lote	Formato de Decapado	Rango: 12 - 15 min	
		Temperatura				Rango: 50 - 60°C	
		Cantidades de la mezcla para la limpieza.		Trimestral	Formato de tanques	Componentes de la Mezcla: - 125 Kg. SOAK - 125 Kg. CLEAN 46 - Agua (Cap. al 95%)	
	Poza 2: Enjuague	Tiempo		Por Lote	Formato de Decapado	Rango: 3 - 5 min	
	Poza 3: Desoxidación	Tiempo				Rango: 10 - 20 min	
		Temperatura		Rango: 30 - 40°C			
		Cantidades de la mezcla para la desoxidación		Trimestral	Formato de tanques	Componentes de la Mezcla: - 250 L. de Ácido sulfúrico. - 150 L de agua	
	Poza 4: Neutralizado	Tiempo		Por Lote	Formato de Decapado	Rango: 1 - 3 min	
		Temperatura				Rango: 30 - 40°C	
		Cantidades de la mezcla para el neutralizado		Mensual	Formato de tanques	Componentes de la Mezcla: - 06 Kg. Carbonato de Na. - 13 Kg. Borax. - Agua (Cap. al 95%)	
Poza 5: Secado	Tiempo	Cada Canasta	Formato de Decapado	Rango: 25 - 30 min			
	Temperatura			Rango: 70 - 90°C			
SOLDADURA	Unión de asas, picos y mangos a los artículos.	Calidad de soldado	Cada Soldador	Inspección 100%	Formatos de inspección	Revisar parámetros de calidad por atributos	
		Nivel de Presión				Cada 100 unidades del lote	Registro de soldadura
		Nivel de Amperaje					
		Velocidad					
MOLIENDA	Realizar la mezcla para el bañado base y cubierta.	Cantidades de la mezcla del esmalte	Encargado de molienda	Cada molienda	Registro de molienda	Revisar el instructivo de molienda – Sección: Receta del esmalte.	
		Peso específico del esmalte				Rango: 1,62 – 1,75 g/cm ³ .	
		Pegue de esmalte				Rango: 16 – 25 g.	

(continúa)

(continuación)

OPERACIÓN	ACTIVIDADES	PARÁMETROS DE CONTROL	RESPONSABLE	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	REGISTRO	LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN
BAÑADO BASE - CUBIERTA	Recubrir el artículo en esmalte base y cubierta.	Peso específico del esmalte	Encargado de molienda	Dos veces/día	Formato de bañado	Rango: 1,62 – 1,75 g/cm ³ .
		Pegue de esmalte				Rango: 16 – 25 g.
		Tiempo de fraguación				Rango: 5 – 7 seg.
		Esesor del esmalte	Inspector de calidad	Cada Lote (Emplear plan de muestro)	Formato de control de espesores	Esmalte Base: Rango: 90- 170 micras. Esmalte Cubierta: Rango: 240- 330 micras.
	Nivel de calidad de los productos (antes de cada bañado)	Cada bañador	Inspección 100%	Formato de inspección de calidad	Revisar parámetros de calidad por atributos	
DECORADO	Colocar la calcomanía a los productos y realizar inspección.	Nivel de calidad de productos	Cada decorador	Inspección 100%	Formato de inspección de calidad	Revisar parámetros de calidad por atributos
SECADO	Retirar el % de humedad de los artículos bañados	Temperatura	Asistente de producción	Tres veces/día	Formato de secado	Rango: 190 - 210°C
		Velocidad de la cadena				Rango 1,8 - 2 m/min.
COCIDO	Vitrificación del producto (adherencia del esmalte)	Temperatura	Asistente de producción	Cinco veces/día	Formato de cocido	Rango: 800 - 830°C
		Velocidad de la cadena				Producto en proceso: Decorado: 2,4 m/min Base: 1,4 m/min Cubierta: 1,4 m/min Reproceso: 1,9 m/min
EMBALAJE	Inspeccionar y embalar los productos terminados.	Nivel de calidad de productos	Inspector de calidad	Cada Lote (Emplear plan de muestro)	Formato de inspección de calidad	Revisar parámetros de calidad por atributos

Posterior a la elaboración del plan de control de calidad, se llevó a cabo una entrevista con el supervisor de la línea esmaltado y jefe de producción se realizó la revisión de los instrumentos y equipos actuales, estado y fecha última de calibración. Se encontró equipos no calibrados; por ende, se procedió a cotizar la lista de equipos e instrumentos faltos de calibración. Luego, se revisó ubicar la zona física para realizar las inspecciones de calidad sin afectar la producción y finalmente, se determinó que la variable crítica de control es el espesor del esmalte y los parámetros de calidad por atributos actuales, que deberán ser controlados por el inspector de calidad con la finalidad de garantizar cumplimiento de las especificaciones establecidas.

Para la compra del medidor de espesores, se revisó las especificaciones y características del instrumento. Luego, se procedió a realizar un pequeño instructivo del instrumento mostrado a continuación:

Medidor de espesores: realiza las mediciones del recubrimiento del esmalte (espesor de las capas) desde una superficie metálica ferrítica (acero al carbono).

- **Objetivo:** Medir el espesor de la capa de esmalte base y cubierta.
- **Alcance:** Se debe aplicar a todos los productos de la línea esmaltado.
- **Responsabilidad:** Es responsabilidad de los inspector de calidad el cumplimiento adecuado del método de análisis, su correcta aplicación y registro.
- **Descripción:** Colocar el producto sobre una superficie plana y realizar la toma de la medida en 3 puntos diferentes y equidistantes sobre la base del producto. Tomar nota de las mediciones arrojadas en la pantalla del equipo. Los límites de especificación se encuentran en el plan de control de calidad.

Figura 5.4

Medidor de espesor



Nota. Por PCE Instruments, 2021,
(https://www.pce-instruments.com/peru/instrumento-medida/medidor/medidor-de-espesor-pce-instruments-medidor-de-espesor-pce-ct-24fn-det_5928551.htm?_list=kat&_listpos=3)

Luego de realizar el plan de control de calidad, definir los equipos e instrumentos, zona de control de calidad y responsables de ejecución, se procederá a presentar el procedimiento estándar de calidad. Ver Tabla 5.4.

Finalmente, se procederá a la elaboración de los planes de muestreo para la variable crítica y atributos finales del producto de acuerdo a los parámetros de calidad establecidos por la empresa.

Tabla 5.4*Desarrollo del procedimiento estándar de control de calidad*

Etapa	Actividades
Control de calidad de entrada	<ul style="list-style-type: none"> - Solicitar el Certificado de Calidad de la materia prima, materiales críticos al área de Logística emitida por el proveedor. - Solicitar la ficha técnica de la materia prima y materiales críticos.
Control de calidad durante el proceso	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del Plan de control de calidad. - Registrar en los formatos de estandarización. - Ejecutar los planes de muestreo.
Control de calidad producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> - Medición del espesor del esmalte. - Medición del nivel de calidad de los productos finales.

Plan de muestreo de aceptación para variables

Luego de cada bañado (base o cubierta) se realizará el control al espesor del esmalte para cada lote de cualquier producto; con la finalidad de verificar el nivel de la mezcla y la adherencia al sustrato metálico del esmalte base y cubierta. Para ello, se empleará el siguiente plan de muestreo. Ver Tabla 5.5.

Tabla 5.5*Plan de muestreo para variables*

PLAN DE MUESTREO - VARIABLE	
Tamaño de lote	En promedio se trabaja con lotes de producción de 500 unidades.
Nivel de inspección	IV (cuatro)
Tipo de inspección	Normal
Tipo de muestro	Simple
Nivel de calidad aceptable	De acuerdo a lo conversando con la gerencia, se estableció un AQL de 4,0%.
Variabilidad	Desconocida, con el AQL se determina el valor constante de aceptabilidad.

Por medio de un ejemplo se explicará la aplicación del plan de muestro para la variable. Según la Tabla A-2, Letras código para el tamaño de la muestra (ver Figura 5.5), se deberá seleccionar la letra clave I.

Luego, se procederá a hallar el tamaño de la muestra y el factor K según la Tabla B-1 MIL-STD 414 (ver Figura 5.6). De acuerdo con el AQL establecido por la empresa y la letra código; el tamaño de la muestra es 25 y el valor del factor K es 1,35. Posteriormente, se deberá determinar el límite superior de la especificación; debido a que el espesor del esmalte no debe superarlo, ya que el producto se torna más pesado y se puede despostillar de manera sencilla. En la Figura 5.6 se muestra las fórmulas para realizar el cálculo respectivo.

Finalmente, se procederá a realizar el cálculo de los valores muestrales \bar{x} y s , siendo 282,08 micras y 29,40 respectivamente; con dichos valores, se calculará el Z_{usl} obteniendo un valor de 1,62 y se compara con el valor del factor K (1,35). El lote es aceptado debido a que el valor Z es mayor al factor K.

Figura 5.5

Tabla A-2 Letras de código para el tamaño de la muestra

Tamaño de lote	Niveles de inspección				
	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1,300	E	G	I	K	L
1,301 a 3,200	F	H	J	L	M
3,201 a 8,000	G	I	L	M	N
8,001 a 22,000	H	J	M	N	O
22,001 a 110,000	I	K	N	O	P
110,001 a 550,000	I	K	O	P	Q
550,001 en adelante	I	K	P	Q	C

Nota. De Gestión de Calidad. Guía de tablas, por Sanabria J., 2015, Universidad de Lima

Figura 5.6

Fórmulas del plan de muestreo para variables

$Z_{USL} = (\text{LSE} - \bar{X}) / \sigma$	$Z_{LSL} = (\bar{X} - \text{LIE}) / \sigma$
$K \leq Z_{USL}$ Se acepta.	$K > Z_{LSL}$ Se rechaza.

Nota. De Gestión de Calidad. Guía de tablas, por Sanabria J., 2015, Universidad de Lima

Plan de muestreo de aceptación para atributos

Antes de realizar la última operación de la línea, se realizará la inspección de los productos finales de acuerdo a los parámetros de calidad establecidos, con el objetivo de determinar la aceptación o rechazo del lote productivo. Para ello, en la Tabla 5.6 se muestra el plan de muestro por atributos.

Figura 5.7

Tabla B-1, MIL-STD 414 Tabla maestra para a inspección normal y rigurosa para planes basados en una variabilidad desconocida (Método de la desviación estándar). (Límite de la especificación único – Forma 1)

Letra de código para el tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Niveles de calidad aceptable (Inspección normal)													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1	1.50	2.50	4.0	6.5	10	15.0
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	12	0.958	0.785	0.566	0.341	
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	145	134	117	101	88	0.69	
D	5	↓	↓	↓	↓	2.00	188	175	162	150	133	115	0.955	0.755	0.536
E	7	↓	↓	↓	2.24	2.11	198	184	172	158	141	123	103	0.828	0.611
F	10	2.64	2.53	2.42	2.32	2.20	2.08	191	179	165	147	130	109	0.886	0.684
G	15	2.89	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	196	182	169	151	133	112	0.917	0.695
H	20	2.72	2.61	2.5	2.40	2.26	2.14	198	185	172	153	135	114	0.938	0.712
I	25	2.73	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	186	173	155	136	115	0.946	0.723
J	30	2.77	2.65	2.54	2.45	2.31	2.18	2.03	189	176	157	139	118	0.969	0.745
K	35	2.77	2.66	2.55	2.44	2.31	2.18	2.03	189	176	158	139	118	0.971	0.746
L	40	2.83	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	193	180	161	142	121	100	0.774
M	50	2.90	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	198	184	165	146	124	103	0.804
N	75	2.92	2.8	2.69	2.58	2.43	2.29	2.14	2.00	186	167	148	126	105	0.819
O	100	2.96	2.84	2.73	2.61	2.47	2.33	2.18	2.03	189	170	151	129	107	0.841
P	150	2.97	2.85	2.73	2.62	2.47	2.33	2.18	2.04	189	170	151	129	107	0.845
Q	200	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	

Nota. De Gestión de Calidad. Guía de tablas, por Sanabria J., 2015, Universidad de Lima

Tabla 5.6*Plan de muestreo para atributos*

PLAN DE MUESTREO - ATRIBUTOS	
Tamaño de lote	Lotes de producción de 500 unidades.
Nivel de inspección	II (dos)
Tipo de inspección	Normal
Tipo de muestro	Simple
Nivel de calidad aceptable	AQL 6,5%

De manera muy similar al plan de muestro para variables, primero se procederá a determinar la letra código y así conocer el tamaño de la muestra. La tabla usada para esta ocasión fue la tabla 14-4, Letras de código para el tamaño de la muestra (MIL-STD 105E, tabla 1). Ver Figura 5.8.

Figura 5.8*Tabla 14-4 Letras de código para el tamaño de la muestra*

Tamaño de lote o carga	Niveles de inspección especiales				Niveles de inspección generales		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	F	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 a 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 a 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 en adelante	D	E	H	K	N	Q	R

Nota. De *Gestión de Calidad. Guía de tablas*, por Sanabria J., 2015, Universidad de Lima

Finalmente, se procederá a realizar la capacitación a los operarios y responsables de realizar los controles establecidos de acuerdo a plan de control de calidad.

Validación de los resultados obtenido de prueba piloto

Para la validación técnica de la solución presentada, se realizó una prueba piloto de lo establecido en el nuevo procedimiento estándar de control de calidad y luego de haber realizado las mejoras planteadas anteriormente.

La prueba piloto se desarrolló durante 2 semanas (10 días hábiles), observando durante los primeros días un gran esfuerzo por cumplir el procedimiento de control de calidad y los controles a realizar, poco a poco fueron generando mayor confianza y destreza controlando las variables más importantes. Como resultado de ello, se observó mayor fluidez en la línea productiva y menor cantidad de producto a reprocesar.

Se realizó una inspección aleatoria a 5 lotes de producción siendo equivalente a 500 unidades cada lote. Según los tipos de planes de muestreo (variables y atributos) se tiene lo siguiente.

- Para el plan de muestreo por variables, se tiene una muestra de 25 unidades. A continuación, en la Tabla 5.8 se muestra los resultados de los valores muestrales \bar{x} , s y el valor Z . Todos los valores de Z son mayores al factor K (1,35) en conclusión todos los lotes se encuentran aprobados.

Tabla 5.8

Resultado prueba piloto – Espesor de esmalte

Nº	Lote	Muestra	X-barra	s	Z
1	500	25	293,77	26,71	1,36
2	500	25	292,45	25,94	1,45
3	500	25	288,33	29,01	1,44
4	500	25	285,94	29,43	1,49
5	500	25	284,21	29,12	1,57

Nota. s = desviación estándar.

- Para el plan de muestro por atributos (ver anexo 2) se tiene un tamaño de muestra de 50 unidades. En la Tabla 5.9 se muestra los resultados obtenidos. De los 250 productos escogidos, se aceptaron 238 y 9 fueron rechazados, enviados a reproceso. No se rechazó ningún lote producido.

Tabla 5.9*Resultado prueba piloto control de calidad - atributos*

N°	Lote	Muestra	Productos aceptados	Productos rechazados	Lotes rechazados
1	500	50	47	3	0
2	500	50	47	3	0
3	500	50	49	1	0
4	500	50	47	3	0
5	500	50	48	2	0
Total			238	12	0

Además, se evidenció un aumento del 18% aproximadamente de producción diaria, debido a la reducción del índice de reprocesos. Otro punto importante a mencionar, es el consumo de hora extras expresado en soles; para ello, se realizó una consulta al área de compensaciones, inicialmente se tenía un consumo promedio mensual de S/ 18 361,93 y luego de la prueba piloto, se obtuvo un valor promedio de S/ 11 017,16; obteniendo una disminución de S/ 7 344,77.

En comparación, entre la situación inicial y los resultados obtenidos de la prueba piloto se muestra la siguiente tabla. Ver Tabla 5.10.

Tabla 5.10*Cuadro comparativo entre la situación inicial y resultados de prueba piloto*

	Situación inicial	Resultados obtenidos
% de kilogramos reprocesados	42 %	24 %
Producción diaria (Kg)	2 514,8	2 967,5
Lotes aprobados	0	5

5.4. Plan de implementación de la solución

5.4.1. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución

De acuerdo a la implementación de la solución se estableció el presupuesto general mostrado en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11*Presupuesto general de la propuesta de mejora*

Concepto	Valor (S/)	Tiempo	Cantidad	Monto	Tipo	Total
Medidor de espesor	1 587,24	Fijo	1	1 587,24		
Calibración de los equipos e instrumentos de medición	9 441,30	Anual	-	9 441,30		
Habilitación de zona	2 000	Fijo	1	2 000	Inversión	S/ 19 228,54
Tiempo invertido en el área	50	6	10 personas	3 000		
Capacitaciones	400	5	días	2 000		
Reclutamiento y selección (Inspector de calidad)	1 200	-	-	1 200		
Inspector de calidad (mensual)	1 766,40	-	1	1 766,40	Costos	S/ 1 766,40

Nota. El monto total del inspector de calidad incluye sus beneficios de ley.

Para el cálculo del costo mensual del inspector de calidad, se ha considerado un haber básico de S/ 1 200 y las provisiones correspondientes a sus beneficios de ley; tales como: vacaciones, gratificación, compensación por tiempo de servicio, seguros y SENATI.

5.4.2. Cronograma de implementación del proyecto solución

En la Tabla 5.12 se presenta las actividades a realizar con el cronograma de implantación de la propuesta de mejora.

5.5. Aseguramiento de la solución

En la siguiente tabla, se muestra el plan de aseguramiento de la solución planteada. Ver Tabla 5.13.

Tabla 5.12

Cronograma de implementación del proyecto de solución

Actividades	Duración (semanas)	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Análisis de la línea productiva y el proceso de calidad actual	2	■	■															
Identificación de los defectos y el proceso/máquina crítico	2		■	■														
Análisis de las causas asignables de los defectos principales	1				■													
Planteamiento y desarrollo de soluciones rápidas	2					■	■											
Elaboración del Plan de control de calidad	2						■	■										
Diseño del nuevo procedimiento estándar de calidad y plan de muestreo	3							■	■	■								
Evaluación y compra de los equipos e instrumentos necesarios	2								■	■								
Habilitación del área para el control de calidad	1										■							
Reclutamiento y selección del inspector de calidad	2											■	■					
Sensibilización y capacitación al inspector de calidad	1													■				
Capacitación a los responsables de realizar los controles, inspector de calidad y operarios	2														■	■		
Puesta en marcha y prueba piloto	2																■	■

Tabla 5.13*Plan para el aseguramiento del proyecto de mejora*

Objetivo	Metas	Indicadores	Actividades	Responsables
Establecer frecuencia de inspecciones por parte de los inspectores de calidad.	> 90%	% de lotes inspeccionados	Coordinar con producción para realizar inspección de los lotes.	Inspector de calidad
Realizar seguimiento a los controles realizados por el personal operativo para asegurar la calidad en el proceso.	> 90%	% de auditorías realizadas	Realizar auditorías programadas para revisar verificar llenado de registros y veracidad de controles.	Analista de Calidad
Detallar e informar el resultado de las inspecciones de los lotes.	> 90%	% de lotes aprobados	Registrar el resultado por cada lote establecido. Generar estadísticas mensuales.	Inspector de Calidad
Establecer acciones rápidas en la toma de decisiones para la solución de posibles causas asignables.	> 80%	Eficacia de las acciones tomadas	Reunir a las partes interesadas con la finalidad de tomar acciones correctivas, plantear soluciones y medir su eficacia.	Jefaturas Producción/Calidad
Programa de capacitaciones al personal operativo.	4	Numero de capacitaciones realizadas	Realizar capacitaciones al personal operativo en función a temas de calidad, mejora continua, entre otros.	Supervisor de Línea

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN

6.1. Evaluación económica de la solución

En este capítulo se desarrollará la viabilidad económica del proyecto considerando un periodo de tiempo de 6 meses. Para ello, fue necesario estimar las condiciones en tres posibles escenarios: optimista, conservador y pesimista. Antes de mostrar los resultados obtenidos en cada escenario, es importante indicar los costos de inversión inicial y costos mensuales fijos (ver Tabla 6.1), cuyo detalle se muestra en la Tabla 5.11.

Tabla 6.1

Inversión inicial y costo mensual de la solución

	Monto
Inversión inicial	S/ 19 228,54
Costo mensual	S/ 1 766,40

6.2. Determinación de los escenarios para la solución propuesta

Por medio de la estandarización del proceso mediante un plan de control de calidad y las inspecciones realizadas se podría aumentar la productividad de la línea reduciendo el índice de reprocesos, evitar el consumo excesivo de horas extras, cumplimiento de los pedidos e ingreso de nuevos clientes.

Antes de mostrar los beneficios obtenidos en cada escenario por la reducción e incremento de ciertos conceptos, es importante mencionar que la producción se determinará en Kg; dado que existe una diversidad de productos finales dentro de la línea en estudio. La producción diaria es de 2 514,8 Kg., y se labora 22 días al mes.

Por otro lado, de acuerdo a la información brindada por el analista de costos, se tiene que el costo promedio de reprocesar un kilogramo es de S/ 0,64. También, se conoce que el monto mensual de horas extras es de S/ 18 361,93; en promedio.

A continuación, en la Tabla 6.2 se muestra los posibles escenarios y sus resultados hipotéticos para la evaluación económica.

Tabla 6.2

Resultados hipotéticos según escenarios

	Optimista	Conservador	Pesimista
Porcentaje de reprocesos	Reducir el nivel de porcentaje actual del 42% al 15%.	Reducir el nivel de porcentaje actual del 42% al 24%	Reducir el nivel de porcentaje actual del 42% al 33%.
Consumo de horas extras	Disminución en un 60%	Disminución en un 40%	Disminución en un 20%
Nivel de ventas	Incremento en ventas del 2%	Incremento en ventas del 1%	No hay incremento

Para la elaboración de los escenarios, los resultados de la prueba piloto fueron considerados en el escenario conservador; a partir de ello, para el porcentaje de reprocesos y el consumo de horas extras se realizó un promedio de los resultados obtenidos estableciendo límites para el escenario optimista y pesimista. En el caso del nivel de ventas, de acuerdo a la reducción del índice de reprocesos se obtuvo un aumento (18%) en la producción; es por ello que se realizó el cálculo del incremento en soles, dado que se puede aceptar el envío de nuevas órdenes de compra. En el escenario pesimista, se ha mantenido los niveles de venta actuales.

Luego de mostrar los tres escenarios y sus resultados hipotéticos, se analizará cada uno mostrando los beneficios obtenidos por cada concepto.

Escenario Optimista

Tabla 6.3

Beneficios obtenidos en el escenario optimista

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Ahorro de reducir el reproceso	S/ 2 974	S/ 3 569	S/ 4 015	S/ 4 015	S/ 4 015	S/ 4 015
Ahorro de disminuir las horas extras	S/ 9 181	S/ 10 099	S/ 11 017	S/ 11 017	S/ 11 017	S/ 11 017
Incremento en ventas	S/ 4 725	S/ 9 450	S/18 899	S/18 899	S/18 899	S/18 899
Beneficios totales	S/ 16 880	S/ 23 118	S/ 33 392	S/ 33 392	S/ 33 392	S/ 33 392

Tabla 6.4*Flujo económico del escenario optimista*

Conceptos	0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión	- 19 228,54						
Beneficios totales		16 880	23 118	33 392	33 392	33 392	33 392
Costos		- 1766	- 1766	- 1766	- 1766	- 1766	- 1766
Depreciación (máquinas)		- 4 355	- 4 355	- 4 355	- 4 355	- 4 355	- 4 355
Utilidad antes de impuestos		10 759	16 997	27 811	27 811	27 811	27 811
Imp. Renta (30%)		- 3 228	- 5 099	- 8 343	- 8 343	- 8 343	- 8 343
Utilidad Neta		7 531	11 898	19 467	19 467	19 467	19 467
(+) Depreciación		4 355	4 355	4 355	4 355	4 355	4 355
Flujo Neto	- 19 228,54	11 886	16 253	23 822	23 822	23 822	23 822

Escenario Conservador**Tabla 6.5***Beneficios obtenidos en el escenario conservador*

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Ahorro de reducir el reproceso	S/ 2 379	S/ 2 528	S/ 2 677	S/ 2 677	S/ 2 677	S/ 2 677
Ahorro de disminuir las horas extras	S/ 5 509	S/ 6 427	S/ 7 345	S/ 7 345	S/ 7 345	S/ 7 345
Incremento en ventas	-	S/ 4 275	S/ 9 450	S/ 9 450	S/ 9 450	S/ 9 450
Beneficios totales	S/ 7 888	S/ 13 680	S/ 19 471	S/ 19 471	S/ 19 471	S/ 19 471

Tabla 6.6*Flujo económico del escenario conservador*

Conceptos	0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión	- 19 228,54						
Beneficios totales		7 888	13 680	19 471	19 471	19 471	19 471
Costos		- 1766	- 1766	- 1766	- 1766	- 1766	- 1766
Depreciación (máquinas)		- 4 355	- 4 355	- 4 355	- 4 355	- 4 355	- 4 355
Utilidad antes de impuestos		1 767	7 558	13 350	13 350	13 350	13 350
Imp. Renta (30%)		- 530	- 2 267	- 4 005	- 4 005	- 4 005	- 4 005
Utilidad Neta		1 237	5 291	9 345	9 345	9 345	9 345
(+) Depreciación		4 355	4 355	4 355	4 355	4 355	4 355
Flujo Neto	- 19 228,54	5 592	9 646	13 700	13 700	13 700	13 700

Escenario Pesimista

Tabla 6.7

Beneficios obtenidos en el escenario pesimista

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Ahorro de reducir el reproceso	S/ 1 338	S/ 1 487	S/ 1 785	S/ 1 785	S/ 1 785	S/ 1 785
Ahorro de disminuir las horas extras	S/ 3 672	S/ 4 440	S/ 4 407	S/ 4 407	S/ 4 407	S/ 4 407
Incremento en ventas	-	-	-	-	-	-
Beneficios totales	S/ 5 011	S/ 5 527	S/ 6 191	S/ 6 191	S/ 6 191	S/ 6 191

Tabla 6.8

Flujo económico del escenario pesimista

Conceptos	0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión	- 19 228,54						
Beneficios totales		5 011	5 527	6 191	6 191	6 191	6 191
Costos		- 1766	- 1766	- 1766	- 1766	- 1766	- 1766
Depreciación (máquinas)		- 4 355	- 4 355	- 4 355	- 4 355	- 4 355	- 4 355
Utilidad antes de impuestos		- 1 111	- 595	70	70	70	70
Imp. Renta (30%)		- 333	- 178	- 21	- 21	- 21	- 21
Utilidad Neta		- 1 444	- 773	49	49	49	49
(+) Depreciación		4 355	4 355	4 355	4 355	4 355	4 355
Flujo Neto	- 19 228,54	2 911	3 582	4 404	4 404	4 404	4 404

De las Tabla 6.3, 6.5 y 6.7, se puede observar que en los primeros meses el beneficio obtenido es menor a los meses posteriores; esto se debe a que el incremento se realizó de manera gradual.

Finalmente, se procedió a realizar el cálculo del VAN y el valor TIR; para ello se utilizó un costo de oportunidad (COK) del 20%; dado que la inversión requerida fue capital propio de la empresa, la misma que estuvo de acuerdo con la tasa de descuento. De acuerdo al tiempo del flujo determinado (6 meses) se procedió a realizar el cálculo de la tasa mensual siendo de 1,53%. A continuación, se muestra los valores de la VAN y TIR de cada escenario, para ello fue necesario los flujos netos calculados y mostrados en las tablas anteriores (ver Tabla 6.4, 6.6 y 6.8).

Tabla 6.9

Resultados económicos según los escenarios

Escenarios	VAN	TIR
Optimista	S/ 97 253,73	83%
Conservador	S/ 46 824,11	46%
Pesimista	S/ 3 568,70	6%

De acuerdo a la Tabla 6.9, se observa los resultados del VAN positivos ($VAN > 0$) y con respecto al TIR, los valores porcentuales son superior al COK mensual, ($TIR > 1,53\%$) en todos los escenarios. Como resultado, se tiene que la implementación de la solución es viable económicamente.

El siguiente aspecto trata de la simulación realizada al VAN y TIR resultante del proyecto viable. En cuanto a los ingresos, se tomó el valor promedio de ventas más los beneficios generados por la mejora realizada; y por el lado de costos, se hizo referencia a los costos de ventas incluyendo el costo del inspector de calidad que se contrataría para la mejora; en promedio mensual. Ver Figuras 6.1 y 6.2.

Figura 6.1

Simulación del VAN Proyectado

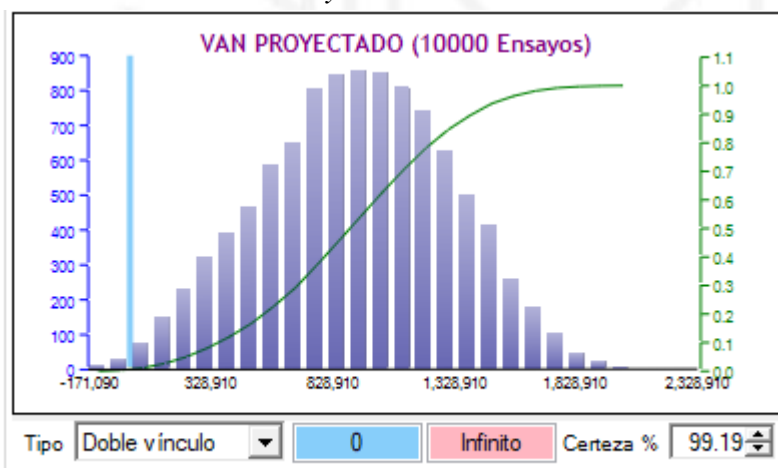
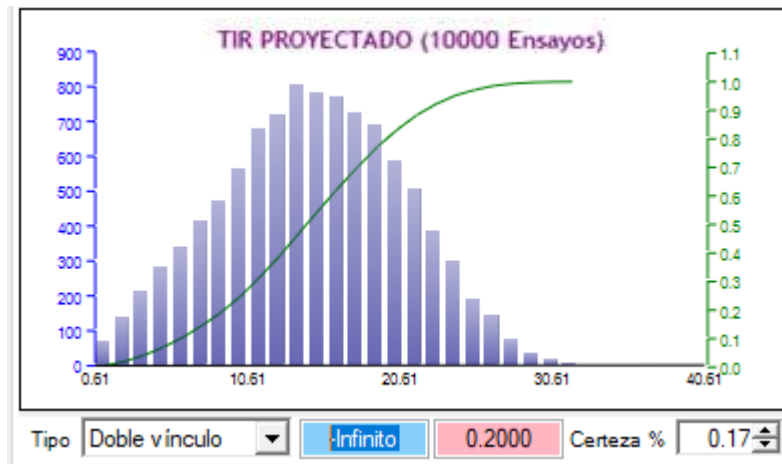


Figura 6.2

Simulación del TIR Proyectado



En la Figura 6.3 se muestra el análisis de tornado para la identificación de las variables sensibles y mejor relación muestran con el VAN del proyecto; las cuales son la producción, el precio y costo de ventas. En conclusión, es importante evitar variaciones en las variables mencionadas para lograr obtener los resultados esperados.

6.3. Evaluación social y ambiental de la solución

Para la evaluación del impacto social del presente proyecto, se realizó la medición de los principales indicadores sociales:

- **Valor Agregado:** Es un indicador que permite medir la evaluación social y económica de un proyecto. Para realizar el cálculo correspondiente se deberán sumar la utilidad ante de impuestos (UAI), los costos y la depreciación del flujo del proyecto. En este caso se tomara el flujo neto del escenario conservador. Luego, de los valores resultantes serán tratados de manera similar para el cálculo del VAN, con una tasa mensual de 1,53% fijada anteriormente por la empresa. Se obtuvo un valor agregado del proyecto de S/ 93 791,85. Ver Tabla 6.10

Figura 6.3

Análisis de Tornado

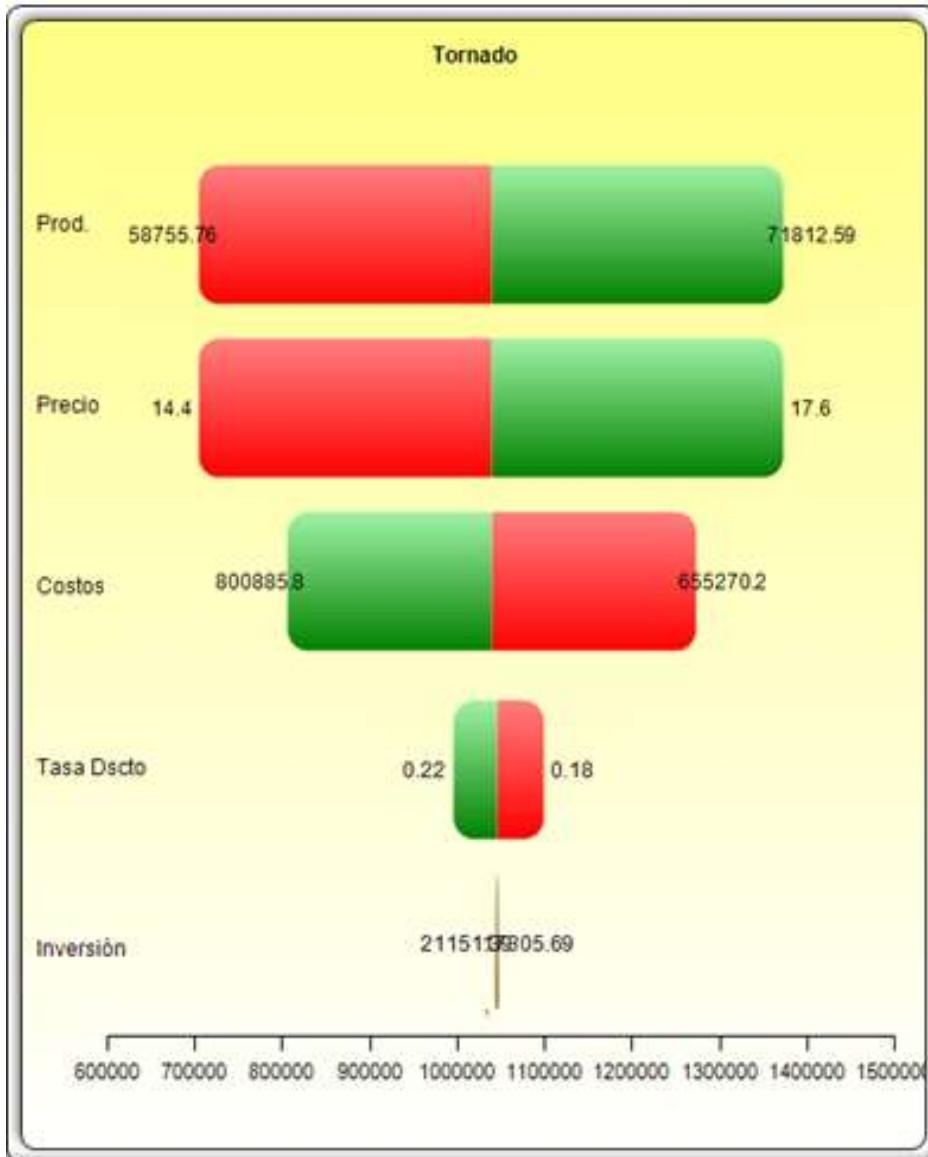


Tabla 6.10

Cálculo del Valor Agregado

Conceptos	1	2	3	4	5	6
Costos	1 766	1 766	1 766	1 766	1 766	1 766
Depreciación	4 355	4 355	4 355	4 355	4 355	4 355
Utilidad antes de impuestos	1 767	7 558	13 350	13 350	13 350	13 350
Valor Agregado	7 888	13 680	19 471	19 471	19 471	19 471

- **Relación Producto Capital:** Indica la relación entre el valor agregado del proyecto y la inversión del capital realizada por los accionistas. De acuerdo al resultado, se interpreta que el valor agregado generado por el proyecto es de 4,88 veces más que la inversión.

$$\text{Relación Producto Capital} = \frac{\text{Valor Agregado}}{\text{Inversión del proyecto}} = \frac{93\,791,85}{19\,228,54} = 4,88$$

- **Intensidad de Capital:** Es la inversa del indicador anterior. Si el valor resultante es mayor a cero, se interpreta que por cada 0,21 soles invertidos se genera 1 sol de valor agregado.

$$\text{Intensidad de Capital} = \frac{\text{Inversión del proyecto}}{\text{Valor Agregado}} = 0,21$$

- **Densidad de Capital:** Este indicador indica la relación entre la inversión del capital del proyecto y el total de empleos generados en el proyecto. La resultante fue de S/ 19 228,54; lo cual se interpreta como el monto invertido por cada puesto de trabajo generado.

$$\text{Densidad de Capital} = \frac{\text{Inversión del proyecto}}{\text{Total de empleos generados}} = \frac{19\,228,54}{1}$$

El siguiente análisis trata de otros indicadores importantes relacionados con las partes interesadas de la empresa en función al proyecto de mejora.

De acuerdo a lo analizado en la Tabla 6.11, la empresa cumple al 100% la normativa legal y tributaria mes a mes, además cuenta con un área legal externa que da soporte para lograr a cabalidad el indicador; por otro lado, la empresa maneja una política de pagos a los proveedores, lo cual ha generado buena relación y facilidad de créditos. Los deberes sociales con sus trabajadores son un punto fuerte; ya que, el pago de beneficios sociales se cumple en las fechas establecidas dentro del marco legal.

En cuanto a los clientes, cuenta con un equipo de servicio técnico capacitado para la resolución de reclamos y/o consultas utilizando diversos medios de comunicación; y para finalizar, como parte de la responsabilidad social, se maneja un trato amable y pacífico con el sindicato de trabajadores; y en lo ambiental, realiza la comercialización de su merma (chatarra), la disposición de residuos sólidos y lodos mediante empresas certificadas para el tratamiento final.

Tabla 6.11

Partes interesadas del proyecto

Partes interesadas	Relación	Naturaleza	Requiere	Indicador
Estado	Generación de políticas y medidas para el desarrollo en la industria manufacturera	Facilita el marco regulador en el sector manufacturero	Cumplimiento de la normativa legal, tributación	% de cumplimiento legal
Sociedad	Desarrollo económico y social	Supervivencia, crecimiento	Responsabilidad social y generación de puestos de trabajo	Contratación de personas con discapacidad, índice de responsabilidad social y ambiental
Clientes	Demanda de consumo de producto de la empresa	Fidelización	Satisfacción y cumplimiento de expectativas	Nivel de satisfacción del cliente, Índice de reclamos resueltos
Trabajadores	Aportan trabajo a la empresa	Necesidad, productividad	Condiciones seguras de trabajo, desarrollo personal	Clima laboral, cumplimiento de beneficios sociales, rotación de trabajadores
Accionistas	Aportan capital y patrimonio	Generar mayores fondos económicos	Continuidad del negocio	Rentabilidad
Proveedores	Trabajo responsable en la cadena de suministros	Cumplimiento responsable	Negociación equitativa	Cumplimiento de pagos, evaluación de proveedores
Competencia	Ética en los negocios	Cumplimiento de normas del sector manufacturero	Competencia justa y responsable	Participación en el mercado

CONCLUSIONES

- De acuerdo con el análisis realizado a la línea de utensilios de acero esmaltado; se concluye que el subproceso de mayor complejidad es el área de acabados del producto; ya que está presentado un alto índice de reprocesos del 42%, lo cual representa un valor de S/ 178 709 de manera anual; por ende, la empresa se ve obligada a consumir horas extras, generar mayor número de operaciones y aumentar el costo productivo. Fue fundamental realizar un plan de trabajo para encontrar propuestas de solución alineada a los objetivos.
- Las causas raíz identificadas dentro del problema detectado fueron la falta de controles de calidad durante el proceso y su estandarización, y la falta de un programa de mantenimiento preventivo a las principales máquinas. Se evidenció la suma de S/ 33 254, haciendo referencia a los costos generados por los problemas dentro del subproceso de acabado, en promedio mensual.
- Es importante mencionar que el apoyo y experiencia de los líderes de producción y las necesidades actuales de la empresa fue fundamental para la elección de la alternativa: Establecer un proceso de control de calidad, permitiendo reducir los costos generados por el problema hasta un 30% manteniendo los niveles de ventas; además, mayor cumplimiento con la ordenes de producción, fabricar productos de calidad generando mayor nivel de satisfacción de los clientes y cumplimiento de los objetivos organizacionales de la empresa.
- De acuerdo a la evaluación del proyecto, se concluye que la propuesta de mejora seleccionada es viable económicamente obteniendo un VAN de S/ 46 824,11 (>0) y un valor TIR de 46%; a su vez técnicamente, dado que luego de las pruebas piloto se obtuvo una reducción en el índice de reprocesos de 42% a 28%; lo cual originó un aumento en la producción diaria 18%; y socialmente, por la generación de un nuevo empleo y satisfacción de las partes interesadas de la empresa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar auditorías programadas e inopinadas con la finalidad de garantizar el cumplimiento los controles establecidos. Además, se sugiere contar con un registro diario de las cantidades y los tipos de defecto detectados para un mejor análisis de causas y generación de soluciones directas.
- Se sugiere formar un comité o círculo de calidad, donde participen los gerentes, jefes y líderes de línea productiva, a fin de revisar los resultados de manera mensual, tales como reclamos internos y externos, anomalías en el proceso y ocurrencias detectas; para así, se generen acciones inmediatas ante cualquier desviación del proceso y se realice una evaluación de la eficacia de la acción tomada.
- Para un mejor aseguramiento de calidad del producto final, se recomienda realizar ensayos técnicos a los utensilios usados para la cocción de alimentos con la finalidad de cumplir requisitos de salud y seguridad de acuerdo a normativas vigentes nacionales e internacionales.
- Se recomienda replicar el procedimiento de calidad estándar y las herramientas usadas, a otras líneas productivas de la empresa, con la finalidad de obtener mejores resultados finales en sus productos y procesos.
- Se sugiere la formación y consolidación de una mejor área de calidad independiente con personal capacitado y entrenado. Además, que manejen un enfoque de mejora continua, gestión por procesos y herramientas de manufactura esbelta con la finalidad de no solo medir al producto final, sino también a los procesos y sus componentes.

REFERENCIAS

- Cacho Meza, S.P. (2016). *Estudio de mejora del proceso de producción de mayonesa de la empresa ALIEX* [tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/5696>
- Cámara Peruana de Comercio Electrónico. (Mayo del 2020). *Avance del ecommerce en el mercado peruano a raíz del COVID-19*. <https://www.peru-retail.com/avance-ecommerce-mercado-peruano-coronavirus/#:~:text=En%20el%202019%20las%20compras,realiza%20en%20Lima%20y%20Callao.>
- Collier, D. A., & Evans, J. R. (2015). *Administración de operaciones*. Cengage Learning, Inc.
- Díaz, A. (18 de Enero de 2020). *Evolución de los precios del acero a nivel mundial de 2016 a 2022*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/634390/precios-del-acero-por-mercado-principal/#statisticContainer>
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-conceptotecnica-e-implantacion>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mac Graw Hill.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2013). *Administración de Operaciones. Procesos y cadena de suministro*. Pearson Educación.
- Mejía Carrera, S. A. (2013). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta* [tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4922>
- Ministerio de Salud. (26 de Junio de 2020). *Ministerio de Salud* [obtenido de Sala Situacional COVID-19]. https://covid19.minsa.gob.pe/sala_situacional.asp
- Pin Rodriguez, J. H. (2019). *Análisis del proceso del área de moldeado en la Empresa Induollas S.A. y propuesta de mejora* [tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46194>

- Pinto Guillén, A. (2020). *Propuesta de mejora en una empresa agroindustrial* [tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/11739>
- Porter, M. E. (2015). *Estrategia competitiva Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. Grupo editoria Patria.
- Portugal, V. (2017). *Diagnóstico empresarial*. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/1489/Diagn%C3%B3stico%20Empresarial.pdf?sequence=1>
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Diaz de Santos. <http://ediciones.diazdesantos.es/>
- Rodriguez Saes, A. C., & Tarrillo Vilca, K. A. (2020). *Mejora en el proceso de producción de suelas de poliuretano en la empresa Pionnisan S.A.C.* [tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/12322>
- Sanabria Villanueva, J. (2015). *Gestión de Calidad. Guía de Tablas*. Universidad de Lima.
- Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. (Junio del 2020). *Declaración aduanera de mercancía registrada*. https://www.sunat.gob.pe/estad-comExt/modelo_web/boletines.html
- Superintendencia Nacional de Administración Tributaria,. (Junio del 2020). *Perú: Importación para el consumo*. <https://www.sunat.gob.pe/orientacionaduanera/importacion/>
- Vargas Ocampo, D., & Cabrera Martínez, D. F. (2011). *Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas Lean Manufacturing. mejora* [tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad de Icesi]. Repositorio institucional de la Universidad Icesi. <http://hdl.handle.net/10906/68069>
- Yep Leung, T. A. (2011). *Propuesta y aplicación de herramientas para la mejora de la calidad en el proceso productivo en una planta de manufactura de pulpa y papel tisú* [tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/804>

BIBLIOGRAFÍA

- Baluis Flores, C. A. (2013). *Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing* [estudio realizado para optar el título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5001>
- Banco Central de Reserva del Perú. (Febrero del 2020). *Encuesta de Expectativas Macroeconómicas*. <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/encuesta-de-expectativas-macroeconomicas.html>
- Chirinos Cuadros, C. R., & Rosado Samaniego, J. F. (2016). Estrategia de diferenciación: el caso de las empresas industriales. *Ingeniería Industrial*, (034), 165-174. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2016.n034.1342>
- Hernandez, H., Martinez, D., & Cardona, D. (2016). *Enfoque basado en procesos como estrategia de dirección para las empresas de transformación*. Saber, Ciencia Y Libertad.
- Hualla Palo, R. N., & Cárdenas Alvarez, C. (2017). *Mejora de procesos en las áreas de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de tubosistemas pvc y pead aplicando herramientas de calidad y lean manufacturing* [tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9372>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (Junio del 2019). *Compendio Estadístico Perú*. <https://www.inei.gob.pe>
- Meléndez, D. M. (2017). *Aplicación de Lean Manufacturing en el proceso de conversión de hojas de planta lijadas en la empresa QROMA S.A.* [tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/5316>
- Pérez Fernandez, J. A. (2009). *Gestión por procesos*. Esic.
- Roure, J., Moñino, M., & Rodriguez, M. (1997). *La gestión estratégica de los procesos*. IESE. <https://www.iese.edu/es/claustro-investigacion/claustro/juan-roure/>
- Soria Saito, D. D. (19 de Marzo de 2020). *Los sectores que más se benefician con el home office*. Gestión. <https://gestion.pe/economia/management-empleo/los-sectores-que-mas-se-benefician-con-el-home-office-noticia/>
- Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing: Guía básica*. Limusa.

https://www.academia.edu/32657061/Manual_de_Lean_Manufacturing_Guia_Basica_Alberto_Villasenor_1ra_Edicion

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*. Simon & Schuster.
<https://www.pdfdrive.com/james-pwomack-lean-thinkingpdf-d33408958.html>

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1991). *The Machine that Changed the World*. Simon & Schuster. <https://es.scribd.com/doc/186526947/The-Machine-That-Changed-the-World>





ANEXOS

Anexo 1: Carta de autorización de la empresa



Lima, 10 de Junio del 2021

Señores:
UNIVERSIDAD DE LIMA

Presente.-

Atención: Solicitud para desarrollar proyecto de investigación.

Estimados Señores:

Es grato dirigirme a ustedes, con la finalidad de dar a conocer que nuestro colaborador, Sr. Eric Héctor Ramírez Deza, se encuentra realizando un Proyecto de Investigación Aplicada para obtener el Título Profesional de Ingeniería Industrial, motivo por el cual estará presentando información de la empresa autorizando su uso para fines académicos.

Asimismo, cualquier comunicación adicional, sírvase hacerla a la suscrita al teléfono 6184100 anexo 224 o al mail GSalyRosas@record.com.pe

Agradecemos su atención a la presente.

Atentamente,

MANUFACTURA DE METALES Y ALUMINIO
RECORD S.A.

GLORIA SALLY ROSAS GONZALEZ
GERENTE DE DESARROLLO ORGANIZACIONAL

MANUFACTURA DE METALES Y ALUMINIO RECORD S.A.
Av. Los Frutales 298 Ate
Central telefónica: (511) 618-4100 Fax: (511) 618-4125
Veritas (511) 6184101 – 6184102 – Fax – 6184103
Servicio al Cliente 0800 - 29430
www.record.com.pe

Anexo 2: Matriz de parámetros de Calidad - Atributos

NO ACEPTABLE **X**



Puntos Negros/Burbujas



Puntos amarillos



Cajas mal impresas,
decoloradas



Acabado disperejo de calcomanía



Mal decorado

NO ACEPTABLE **X**



Diferentes tonalidades



Manchas



Bañado disperejo



Anexo 3: Tablas para el cálculo del valor NPR

Tabla 1: Determinación de la Ocurrencia

Si la probabilidad del modo de defecto es..	PPM's	Entonces O es..
Muy alta: Falla es casi inevitable	> 10 000	10
Alta: Repetidas Fallas	> 5 000	9
	> 2 500	8
Moderada: Fallas Ocasionales	> 1 500	7
	> 1 000	6
Baja: Relativamente pocas fallas	> 750	5
	> 500	4
Remota: Fallas poco probables	> 250	3
	> 100	2
	< 100	1

Tabla 2: Determinación de la Severidad

Si el Modo de Defecto..	Entonces la categoría es..	El índice es..
No es de gran preocupación	Sin importancia	1
Causa molestias debido a ligero o menor retrabajo.	Baja	2, 3
Causa algo de insatisfacción del cliente, algo de deterioro en el producto, algo de pérdida económica o puede causar reparaciones no programadas, retrabajo o daño en el equipo.	Moderada	4, 5, 6
Causa deterioro severo en el producto no involucrando problemas de seguridad (puede interrumpir severamente operaciones subsiguientes. Se puede experimentar pérdida económica significativa)	Alta	7, 8
Causa el uso de un producto potencialmente dañino, que puede afectar la seguridad	Muy Alta	9, 10

Tabla 3: Determinación de la Detectibilidad

Si el Modo de Defecto..	Entonces la categoría es..	El índice es..
Los controles con seguridad detectaran la falla, ejm.: existe un sistema de detección automática y dicho sistema tiene un índice de falla bajo	Muy Alta	1, 2
Se espera que los controles detectaran la falla	Alta	2, 4
Los Controles pueden detectar la falla.	Moderada	5, 6
Los Controles probablemente no detectarán la falla	Baja	7, 8
No se espera que los controles detecten la falla	Muy Baja	9
No hay un sistema para detectar la falla	Sin detección	10

Anexo 4: Formatos de inspección y limpieza

REPORTE N° _____

MANTENIMIENTO INTEGRAL MENSUAL DEL HORNO (MIH)

FECHA: / /

HORA: _____

MANTENIMIENTO EXTERNO HORNO DE ESMALTE	Actividad	CHECK LIST		OBSERVACIONES
		CONFORME	PENDIENTE	
Descarga de productos en proceso	Descarga de artículos en proceso de la cadena del horno			
Desmontaje de canastas del horno	Retiro de ganchos (B. Base) de canastas del horno (51 canastas)			
	Retiro de ganchos (B. Blanco) de canastas del horno (51 canastas)			
	Retiro de varillas y menaje de canastas (51 canastas)			
	Desmontaje de bastones (153 unidades)			
Limpieza del riel de la cadena del horno	Cambio de escamas de acero (152 unidades)			
	Desmontaje de cadena del horno (reagrupamiento)			
	Lijado del riel de la cadena - techo del horno			
	Aspirado del polvo en techo del horno			
Limpieza menaje de canastas del horno	Limpieza y lubricación rodamientos y riel de la cadena del horno			
	Esmerilado de bastones			
	Esmerilado de menaje de canastas (travesaños y traves.ranurado)			
Limpieza platinas y ganchos del horno	Esmerilado de escamas de acero (152 unidades) - juego adicional			
	Tamboreado de platinas y parantes de canastas			
	Tamboreado de ganchos b.base			
Montaje de canastas del horno	Tamboreado de ganchos b.blanco			
	Montaje y templado de la cadena del horno			
	Montaje de bastones (153 unidades)			
	Ensamble de escamas de acero (152 piezas)			
	Armado de canastas del horno (51 canastas)			
	Colocación de ganchos para b.base y b.blanco en las canastas			
	Prueba de funcionamiento de temperatura del horno a 500°C			

MANTENIMIENTO INTERNO HORNO DE ESMALTE	Actividad	CHECK LIST		OBSERVACIONES
		CONFORME	PENDIENTE	
Ductos de ventilación	Desmontaje de ductos de ventilación (3 juegos)			
	Arenado de ductos de ventilación (3 juegos)			
	Montaje de ductos de ventilación (3 juegos)			
Motores de ventilación	Desmontaje y lijado de motores de ventilación (2 piezas)			
Limpieza zona de fuego	Escobillado de resistencias de nicron			
	Limpieza de paredes con fibra de vidrio			
	Limpieza y aspirado del túnel interior del horno de esmalte			

MANTENIMIENTO ESTUFA	Actividad	CHECK LIST		OBSERVACIONES
		CONFORME	PENDIENTE	
Desmontaje de canastas de estufa	Retiro de ganchos y varillas de las canastas (71 unidades)			
	Desmontaje de canastas (20 unidades)			
Limpieza interna de estufa	Limpieza interna de la estufa (aspirado y lavado)			
	Limpieza de las canastas de la estufa con agua (71 unidades)			
Limpieza externa de estufa	Aspirado del techo exterior de la estufa			
	Colocación de ganchos y varillas de las canastas (71 unidades)			

OBSERVACIONES ADICIONALES <hr/> <hr/> <hr/>


RECORD S.A.
VALIDACION DEL TRABAJO REALIZADO

NOMBRE: _____

FIRMA: _____

FORMATO DE INSPECCION Y LIMPIEZA									
(Horno - Estufa - Cadena transportadora)									
INSPECCION OPERACIONAL		SAT	INS	PEN	INSPECCION OPERACIONAL		SAT	INS	PEN
1.- Retiro de canastas del horno					17.- Aspirado del polvo (techo del horno)				
2.- Recojido de la cadena del horno					18.- Aceitado de la cadena del horno				
3.- Desmontaje de ductos de ventilacion					19.- Montaje del menaje de canastas				
4.- Arenado de ductos					20.- Colocacion de ganchos blanco y base				
5.- Montaje de ductos sin polvo					21.- Desmontaje de 10 canastas de secadora				
6.- Desmontaje de escamas					22.- Limpieza interna de secadora (estufa)				
7.- Esmerilado de escamas (153 piezas)					23.- Limpieza de canastas secadora (estufa)				
8.- Cambio de escamas contaminadas					24.- Otros (indicar)				
9.- Desmontaje y limpieza de bastones									
10.- Montaje de bastones (86 piezas)					INSPECCION VISUAL		SAT	INS	PEN
11.- Colocacion y ajuste de pasadores					1.- Validacion de temperaturas a 400°C				
11.- Lijado de canaletas riel (zona fuego)					2.- Menaje y ganchos limpios y completos				
12.- Soldado de resistencias abiertas					3.- Tunel del horno limpio (zona de fuego)				
13.- Limpieza de fibra de vidrio y resist.					4.- Funcionamiento de ventilador/motor				
14.- Limpieza de varillas y ganchos					5.- Otros (indicar)				
16.- Aspirado de polvo (tunel del horno)									
Tipo de horno:	Sistema:	Velocidad de cadena:		Temperaturas de trabajo Zona 1: Zona 2: Zona:3 Zona 4: Zona: 5 Zona 6:		Fecha:	Hora:		
Comentarios:									
Nombre del Operador y Firma:					Nombre del Supervisor y Firma:				
Instrucciones: Marque todos los renglones indicados. SAT = Satisfactorio, INS = Insatisfactorio, PEN = Pendiente En caso de cualquier comentario adicional utilice la parte de atrás de este formato.									

Anexo 5: Cotización de equipos e instrumentos de medición.



Amatrix IQC
Instrumentos de Medición y Control

PRESUPUESTO
"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"

CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Area Comercial
Fecha: 18/09/2019
Página : 1 de 3

R.U.C. 20451696859

PRESUPUESTO N° 941 -2019

INFORMACIÓN SOBRE EL CLIENTE							
Sees :	MANUFACTURA DE METALES Y ALUMINIO RECORD						
R.U.C.:	20100074371						
EXPEDIENTE :	AMETRIX 460						
DIRECCIÓN :	AV. LOS FRUTALES N 398 FONDO MONTERRICO OESTE LIMA - ATE						
CONTACTO :	ING. LUIS CUAROS NEGRÍ						
TELÉFONO :	618 4100 anexo 240						
E-MAIL :	lcuadros@record.com.pe						

1.- SERVICIO : CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Estimado Sr. (Sra) **ING. LUIS CUAROS NEGRÍ**

Por intermedio de la presente y según los datos brindados via Correo Electrónico nos es grato hacerle llegar el siguiente presupuesto y las condiciones del servicio a solicitud de usted :

CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS - SERVICIO TERCERIZADO						INFORMACIÓN COMERCIAL		
ITEM	CANTIDAD	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	METODO / PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/
PRIMER MES								
01	22	TEMPORIZADOR ANALÓGICO	N.I	N.I	N.I	Determinación de errores de Indicación por el Método de Comparación Directa Tomando de Referencia a Patrones Certificados por el SM-INACAL.	S/. 120.00	S/. 2,640.00
02	4	HOROMETRO ANALÓGICO	N.I	N.I	N.I		S/. 170.00	S/. 680.00
03	2	PRESOSTATO ANALÓGICO	N.I	N.I	N.I		S/. 160.00	S/. 320.00
04	3	TERMOSTATO ANALÓGICO	N.I	N.I	N.I		S/. 130.00	S/. 390.00
05	2	PLC	N.I	N.I	N.I		COSTO POR VARIABLE, EJEMPLO: PESO, TEMPERATURA, ETC	S/. 160.00
SEGUNDO MES								
06	21	TEMPORIZADOR	N.I	N.I	N.I	Determinación de errores de Indicación por el Método de Comparación Directa Tomando de Referencia a Patrones Certificados por el SM-INACAL.	S/. 120.00	S/. 2,520.00
07	2	TERMOSTATO	N.I	N.I	N.I		S/. 130.00	S/. 260.00
08	1	VELOCIMETRO	N.I	N.I	N.I		S/. 170.00	S/. 170.00
09	2	VOLTIMETRO ANALÓGICO	N.I	N.I	N.I		S/. 290.00	S/. 580.00
10	2	TERMOMETRO ANALÓGICO	N.I	N.I	N.I		S/. 140.00	S/. 280.00
11	1	HOROMETRO ANALÓGICO	N.I	N.I	N.I		S/. 170.00	S/. 170.00
12	2	PLC	N.I	N.I	N.I		COSTO POR VARIABLE, EJEMPLO: PESO, TEMPERATURA, ETC	S/. 160.00
13	2	AMPERIMETRO ANALÓGICO	N.I	N.I	N.I	EL-007 PARA LA CALIBRACION RNZAS AMPERIMÉTRICAS - CEM <small>proceda</small>	S/. 170.00	S/. 340.00
SUMA SUB TOTAL							S/.	8,990.00
D.S.C. = Descuento							-11%	S/. 988.90
SUB TOTAL							S/.	8,001.10
I.G.V. (18%)							S/.	1,440.20
SUMA A PAGAR							S/.	9,441.30

INCLUYE : CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TRAZABLES A INACAL.

Telef:(01) 4146846- / RPC 986917345
REVISIÓN (01) POR: E.R.F.

www.amatrix.com.pe
ventas@amatrix.com.pe
EMISIÓN : 2019-01-02