

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias Naturales y Matemáticas

Diseño de un sistema de control de calidad de productos importados de la línea industrial en una empresa de pintura.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Química

Presentado por:

Julissa de los Ángeles Fajardo Espantoso

Ana Carolina Marriott Saá

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se lo dedico especialmente a mi madre, que me ha dado todo su apoyo incondicional, también a mi hermano quien siempre ha estado presente en mi vida. Agradezco a la comarca y Janibell por ser parte de mi vida, brindándome ánimo a lo largo de esta etapa. Agradezco a mi compañera de tesis por contar con ella en esta parte de nuestra carrera. Finalmente, un agradecimiento especial a Msc. Irina León por ser una excelente tutora que nos ha guiado durante este proyecto.

Ana Marriott

Agradezco a mi familia por apoyarme a en toda mi carrera. A mis amigos que fueron un gran soporte para llegar al final de esta etapa. A mi compañera de tesis por acompañarme en el último escalón de la carrera y a mi tutora de tesis que fue una gran guía a lo largo de este proyecto. Por último agradezco a mis queridos grupos surcoreanos: BTS, Seventeen y Tomorrow X Together que con sus canciones me dieron ánimo e hicieron sentir apoyada en mis momentos más difíciles.

Julissa Fajardo

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Julissa de los Ángeles Fajardo Espantoso y Ana Carolina Marriott Saá damos nuestro consentimiento para que la ESPOLE realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Julissa Fajardo



Ana Marriott

EVALUADORES

Msc. Suanny Mosquera

PROFESOR DE LA MATERIA



Msc. Irina León

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Las empresas que comercializan pinturas y revestimientos deben asegurar la calidad de estos productos para satisfacción de sus clientes. Una empresa de pintura que recibe muchos reclamos y devoluciones de sus pinturas epoxi de importación, pertenecientes a su línea industrial, tiene pérdidas económicas considerables. Por ello, el presente proyecto presenta el diseño de un sistema de control de calidad con la finalidad de disminuir el número de reclamos. Aplicando la metodología Design Thinking que utiliza herramientas como entrevistas, diagrama de Ishikawa y matriz FODA, se determinó que su sistema de calidad era ineficiente. Por lo que, se propusieron cuatro soluciones: un manual de procedimientos internos de laboratorio de calidad considerando las normas INEN, ASTM e ISO, un generador de reportes de certificado de análisis usando Python, 11 indicadores de calidad y un algoritmo de almacenamiento de importación. Las tres primeras propuestas fueron implementadas dando como resultado la estandarización y documentación de los procedimientos en el laboratorio, la reducción del tiempo invertido en la elaboración de reportes mejorando la productividad en un 89%, la generación de un beneficio económico del 53% y la disminución del número de reclamos y/o devoluciones de un 13% a un 8%.

Palabras Clave: pinturas epoxi, devoluciones, control de calidad, importaciones

ABSTRACT

Companies that market paints and coatings must ensure the quality of these products to the satisfaction of their customers. A paint company that receives many complaints and returns of its imported epoxy paints, belonging to its industrial line, has considerable economic losses. Therefore, this project presents the design of a quality control system with the purpose of reducing the number of complaints. Applying the Design Thinking methodology that uses tools such as interviews, Ishikawa diagram and SWOT matrix, it was determined that their quality system was inefficient. Consequently, four solutions were proposed: an internal quality laboratory procedures manual considering INEN, ASTM and ISO standards, a certificate of analysis report generator using Python, 11 quality indicators and an import storage algorithm. The first three proposals were implemented resulting in the standardization and documentation of procedures in the laboratory, the reduction of time spent in the preparation of reports improving productivity by 89%, the generation of an economic benefit of 53% and the decrease in the number of claims and/or returns from 13% to 8%.

Keywords: epoxy paints, returns, quality control, imports

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	4
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1	9
1. Introducción	9
1.1 Descripción del problema	9
1.2 Justificación del problema	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo General	11
1.3.2 Objetivos Específicos.....	11
1.4 Marco teórico.....	11
1.4.1 Antecedentes	11
1.4.2 Control de calidad	12
1.4.3 Indicadores de Calidad	13
1.4.4 Control de calidad en la pintura.....	13
1.4.5 Control de calidad en la pintura epoxi	14
1.4.6 Método FIFO.....	17
CAPÍTULO 2	19
2. Metodología: Design thinking.....	19
2.1 Empatizar	19
2.2 Definir.....	20

2.2.1	FODA.....	20
2.2.2	Diagrama Ishikawa.....	21
2.3	Idear.....	21
2.4	Prototipar.....	22
2.4.1	Manual de Procedimientos.....	22
2.4.2	Programa generador de reportes de certificado de análisis.....	23
2.4.3	Indicadores de calidad.....	26
2.4.4	Propuesta de almacenamiento de importación.....	28
2.5	Validar.....	28
CAPÍTULO 3.....		29
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	29
3.1	Empatizar.....	29
3.2	Definir.....	31
3.3	Idear.....	33
3.4	Prototipar.....	34
3.4.1	Manual de procedimiento.....	34
3.4.2	Generador de reportes de análisis de calidad.....	35
3.4.3	Indicadores de calidad y productividad.....	36
3.4.4	Propuesta de almacenamiento de importación.....	38
3.5	Validación.....	41
3.5.1	Manual de procedimientos.....	41
3.5.2	Generador de reportes.....	41
3.5.3	Indicadores de calidad.....	43
3.5.4	Propuesta de almacenamiento de importación.....	46
3.6	Análisis de beneficios.....	46
CAPÍTULO 4.....		48

4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	48
4.1.	Conclusiones.....	48
4.2.	Recomendaciones.....	48
	BIBLIOGRAFÍA	50
	APÉNDICES.....	52
	APÉNDICE A: Definición de términos básicos.....	52
	APÉNDICE B: Cálculo de análisis de costo.....	54

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
ISO	International Organization for Standardization

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Clasificación de las pinturas a partir de sus resinas.....	14
Figura 1.2 Proceso general de los productos de importación de la línea industrial de la empresa.	15
Figura 1.3. Ventajas y desventajas del método FIFO	18
Figura 2.1 Descripción de la metodología Design Thinking	19
Figura 2.2 Descripción de la matriz FODA.....	20
Figura 2.3 Estructura del diagrama de Ishikawa	21
Figura 2.4 Estructura de la matriz impacto-dificultad	22
Figura 2.5 Lógica de funcionamiento del programa	25
Figura 3.1: Mapa de actores de la empresa de pintura	29
Figura 3.2: Pérdidas mensuales de 2022.	30
Figura 3.3: FODA de la empresa de pintura	31
Figura 3.4: Diagrama de Ishikawa	32
Figura 3.5: Brainstorming	33
Figura 3.6: Matriz impacto – dificultad	34
Figura 3.7: Pantalla interactiva generadora de reportes	35
Figura 3.8: Formato de reportes generados	36
Figura 3.9. Diagrama de flujo de proceso de verificación de los productos importados.	39
Figura 3.10. Diagrama de flujo de recepción de los productos importados.	40
Figura 3.11: Pantalla interactiva generadora de reportes versión 2	42
Figura 3.12: Formato de reportes generados versión 2	42
Figura 3.13: Resultado de indicadores representativos en el periodo de validación .	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Parámetros y normas de calidad de pintura	16
Tabla 2.1 Indicadores de calidad en departamentos de calidad de productos importados.....	26
Tabla 3.1. Indicadores de Calidad	36
Tabla 3.2. Datos recopilados en el periodo de validación	43
Tabla 3.3. Resultados en el periodo de validación.....	44
Tabla 3.4. Análisis de beneficio.	47

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La industria de las pinturas y revestimientos crean productos diversos que deben cumplir con las exigencias de calidad para satisfacer a los clientes. Es imprescindible que los requerimientos de seguridad o estética de estos productos estén acorde a estas exigencias. La línea automotriz e industrial de una empresa de pinturas ecuatoriana, con más de 10 años en el mercado, tiene un proceso combinado de producción e importación de producto terminado para su venta al público. Dicho proceso de la empresa representa la mayor fuente de ingresos, pero se ve afectada al no contar con un sistema de control de calidad. El presente trabajo tiene la finalidad de contribuir con el mejoramiento del departamento de calidad proponiendo el diseño de un sistema de control de calidad de productos importados de la línea industrial.

1.1 Descripción del problema

Los sistemas de calidad son herramientas que permiten a una empresa realizar procesos de mejoras acomodándose a los diversos escenarios que puedan ocurrir. Uno de los aspectos claves a tener en consideración es que una organización debe tener un flujo constante de información que se encuentre disponible para todos los interesados. (Blandino, 2020)

En la actualidad, la empresa en la que se realizará el estudio es una fábrica de pintura que lleva más de 10 años en el mercado de las pinturas. Las principales líneas de producción e importación que maneja son la automotriz e industrial, respectivamente. El producto principal de la empresa son las pinturas epoxis las cuales se las utiliza en el sector industrial. Debido a que no aplican ningún control de calidad, se ven forzados a aceptar reclamos y devoluciones; ocasionando que haya una restitución del dinero o producto.

La fábrica de pintura presenta problemas en el manejo de información y cómo se llevan a cabo los procesos, lo que repercute en la gestión realizada por el área de calidad. Al no contar con un protocolo definido existen diversas situaciones que pueden manifestarse, tal como el uso de materia prima en mal estado en la elaboración de los productos. Así mismo, los procesos de calidad realizados son deficientes por la falta de equipos ya que limita los análisis que pueden efectuarse. Por otra parte, como la empresa no tiene un sistema de calidad que satisfaga las demandas de esta, no se

encuentra en la capacidad de poder tomar decisiones estratégicas e informadas que pueden tener un efecto a corto y largo plazo.

1.2 Justificación del problema

En todas las empresas que ofrecen un servicio o un producto es indispensable que puedan garantizar la calidad de estos a los clientes. El resultado de aplicar un control de calidad permite asegurar que los productos se encuentren libres de fallas o defectos; por lo que es necesario que el departamento de calidad cuente con protocolos estandarizados que puedan utilizarse de manera apropiada para cada situación.

Todas las empresas se encuentran en encrucijadas respecto a cómo se encuentran posicionadas en el mercado. Cuando las empresas no cuentan con un sistema de calidad eficaz, se espera que los productos no sean viables dentro de un largo período de tiempo, lo que afectará a las finanzas y reputación de la empresa. Las organizaciones deben estar en constante innovación de productos, procedimientos, procesos con la finalidad de poder tener las capacidades requeridas para competir con otras empresas. (Quinchiguango, 2019)

Para conocer la situación real de la empresa objeto de este estudio, se realizó un análisis FODA en la fábrica de pintura. Se recopiló información acerca de la situación actual en la empresa respecto a la funcionalidad del departamento de calidad. Pudiendo reconocer que existen problemas de comunicación entre departamentos, inventarios deficientes, así como falta de protocolos que permitan asegurar la calidad de las materias primas y productos, entre otros. Esto conlleva a que se plantee como propuesta, el diseño de un sistema de control de calidad que solucione los problemas hallados.

Un departamento de calidad eficiente permite detectar defectos en los procesos o en la materia prima utilizada, lo que reduce los costos de producción y desperdicios de recursos como materiales, mano de obra, electricidad, entre otros; mejorando la satisfacción del cliente al entregar un producto de buena calidad. Lo cual a su vez se traduce en aumento de la productividad de la empresa y reducción de costos por producto rechazado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de control de calidad para los productos importados de la línea industrial de una empresa de pintura, mediante la identificación de deficiencias del proceso actual para la disminución del número de reclamos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las deficiencias del departamento de calidad a través de entrevistas con los actores directos respecto a la información relacionada a las importaciones.
- Crear indicadores de calidad con la finalidad de medir la productividad del departamento de calidad en el sector de importaciones.
- Proponer un plan de organización de inventario para promover las eficiencias de las actividades realizadas.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Antecedentes

Como lo indica Hidrogo (2007), contar con información real permite tomar decisiones precisas que contribuyen al desarrollo del proceso, evitando la incertidumbre. Así mismo, expresa que para que un sistema de producción funcione correctamente, es indispensable tener indicadores como gráficos de control y eficiencias en cada parte del proceso. Con ellos se evitan las no conformidades, lo cual contribuye a la reducción de tiempo y recursos.

Sharma & Suri (2017) señalan que, para sobrevivir en un mercado competitivo, la mejora y la productividad del producto es imprescindible en la empresa. Por lo que es necesario tener una mejor comprensión de la calidad y cómo ésta impacta en la variación del producto. En su estudio sobre la implementación de herramientas y técnicas de control de calidad en las industrias para la mejora de procesos, toma en consideración las herramientas de control de calidad para la identificación de los parámetros que deben ser controlados para la reducción de desperdicios.

Un estudio realizado en Managua, Nicaragua por Blandino (2020), sobre el análisis del control de calidad en el área de pintura, señala que una mala comunicación entre los

operarios y supervisores tiene un impacto negativo en los procesos causando reprocesos. La empresa contaba con un control de calidad interno que no cumplía con todas las necesidades ya que el mismo se encontraba dirigido por la opinión de los operarios. El autor de dicho estudio propuso un método de gestión de calidad para procesos de pintura tomando en consideración las normativas de estandarización.

1.4.2 Control de calidad

Las inversiones en medidas de control de calidad pueden proteger la reputación de una empresa, evitar que los productos sean poco fiables y aumentar la confianza de los consumidores. Estos procesos se determinan a través de una metodología y pruebas rigurosas, así como de los estándares y las mejores prácticas de la industria, (Aggelogiannopoulos et al., 2007).

Además, el control de calidad es necesario porque garantiza que una empresa analizará datos e investigaciones basados en evidencia, no solo observaciones anecdóticas, para garantizar que los productos cumplan con su estándar. Un aspecto esencial del control de calidad es que el proceso no solo ocurre una vez. Se trata de una evaluación de rutina del producto que garantiza el cumplimiento continuo con los estándares de fabricación y la demanda del consumidor.

Ningún consumidor quiere arriesgarse a usar un producto que podría ponerlo en peligro o fallar sus expectativas. La reputación, la confiabilidad y la eficiencia de una empresa están en riesgo si se pasa por alto el control de calidad. La prueba de un producto también puede desempeñar un papel en el marketing y las ventas, ya que los consumidores pueden confiar más en él (Aghasizadeh et al., 2012).

El factor monetario también afecta al desempeño de las actividades. El precio por la creación de productos de alta calidad es un punto medio entre los costos de fallas (factores externos) y los costos de evaluación interna y preventiva (factores internos). Cuando una empresa no invierte en su sistema de control de calidad, se refleja directamente en los reclamos y devoluciones que recibe; y los clientes que pierde (Leonard & Consulting, 2019).

1.4.3 Indicadores de Calidad

El control de calidad utiliza herramientas de investigación específicas para llevar a cabo procesos de determinación de hechos y realizar análisis. Un profesional de control de calidad tiene la tarea de analizar estas medidas contra algún tipo de estándar determinado por el departamento de gestión de calidad, las políticas de la empresa y las industrias o los organismos reguladores. Entre las herramientas que generalmente utilizan las empresas se encuentran los indicadores de calidad, que permite controlar que los procesos aplicados se lleven a cabo, e identificar imprevistos.

1.4.4 Control de calidad en la pintura

Las pinturas se pueden clasificar dependiendo de su uso o sus características; se conoce que las pinturas industriales ofrecen propiedades fundamentales respecto al acabado, resistencia y duración. Hay muchos mercados finales para pinturas y recubrimientos, que van desde constructores de viviendas hasta fabricantes de equipos originales, muchos de los cuales están sujetos a regulaciones que requieren pruebas de cumplimiento. En otros casos, los clientes tienen especificaciones más complejas por razones que van desde la seguridad hasta la estética.

Las pinturas industriales tienen diversas aplicaciones y usos. Se pueden clasificar por medio del componente básico de la película la cual es su resina que aporta las propiedades mecánicas y químicas de la pintura. En la figura 1.1. se visualizan cuáles resinas son la base de cuáles tipos de pinturas. Adicionalmente muchas de estas pinturas requieren de un segundo o hasta un tercer componente que son los catalizadores y los agregados que permiten propiedades como dureza y/o brillo.

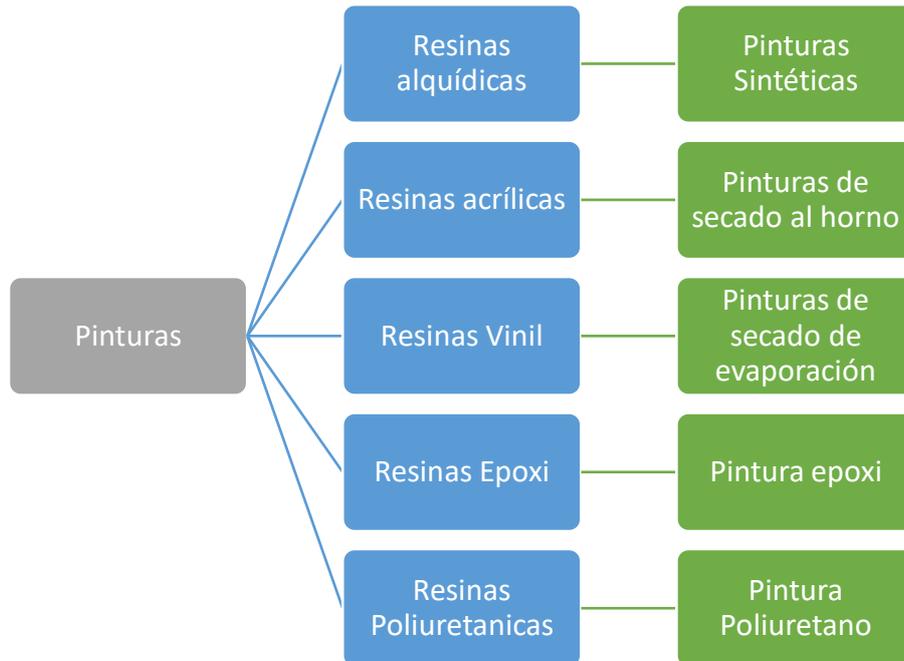


Figura 1.1 Clasificación de las pinturas a partir de sus resinas

Fuente: Elaboración Propia

1.4.5 Control de calidad en la pintura epoxi

Las pinturas epoxi proporcionan una capa protectora resistente y duradera que es fácil de mantener. Algunas de sus propiedades fisicoquímicas son la viscosidad, gravedad específica y densidad. La viscosidad en la industria de las pinturas es esencialmente una medida de su espesor, que determina si una pintura debe aplicarse con brocha, rodillo, rociador o una aplicación de alta tecnología. La gravedad específica es una medida de la densidad de una pintura, la cual puede verse afectada por diluciones inadecuadas, condiciones ambientales y proporciones de mezcla inadecuadas.

La figura 1.2 representa el proceso que se lleva a cabo cuando existe un pedido de productos de importación en la línea industrial; existen dos tipos de situaciones que suelen ocurrir.

- El primer caso es en el que la empresa actúa como distribuidor, es decir que el producto de importación adquirido es vendido al consumidor final sin ningún tipo de cambio.
- El segundo caso es para los productos que vienen de un determinado tono de gris, azul y amarillo; por lo que el cliente debe especificar la tonalidad que requiere

para que el departamento de producción pueda ajustar el color utilizando tintes, pigmentos nacionales y/o internacionales.

Dependiendo del producto es posible que el consumidor deba prepararlo antes de la aplicación; utilizando un segundo componente que es conocido como catalizador que permite un secado más rápido, una mejor durabilidad y un acabado más brillante.

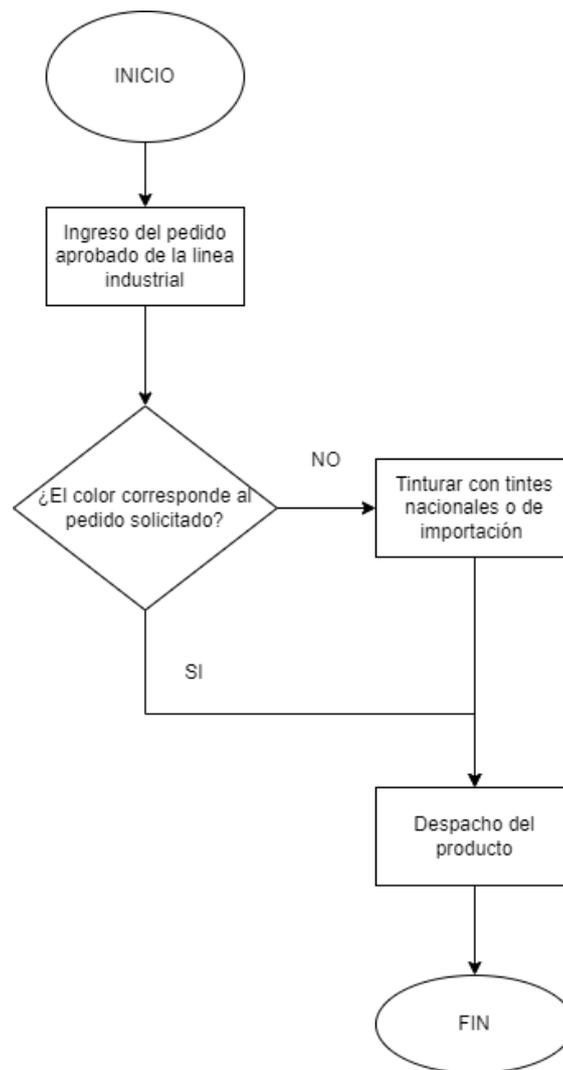


Figura 1.2 Proceso general de los productos de importación de la línea industrial de la empresa.

Fuente: Elaboración Propia

La industria de pinturas y revestimientos utiliza una amplia variedad de herramientas y métodos para el control de calidad. Estos van desde copas de flujo simples, hasta

sistemas computarizados altamente especializados que dan como resultado capacidades de calibración y medición extremadamente altas (Pintado, 2015).

Existen diversas organizaciones nacionales e internacionales encargadas de estandarizar pruebas, normas, protocolos y parámetros para el sector de pinturas; tales como la ASTM, INEN e ISO mostradas en la Tabla 1.1. La elaboración de las normas tuvo como finalidad proporcionar los métodos apropiados para fabricantes y usuarios con la finalidad de realizar las pruebas adecuadas a cada tipo de pintura.

Tabla 1.1 Parámetros y normas de calidad de pintura

Parámetro	Norma
Viscosidad	ASTM D 2196 – ASTM D 5062 – ASTM D1200 – ASTM D1084 – ASTM D1545
Dispersión	ISO 1524 – ASTM D1210
Densidad	ASTM D1475 – ASTM D819 – INEN 1009
Características de la película	ASTM D 1640 – ASTM D523 – ASTM D3134 – ISO 11998
Abrasión	ASTM D4060 – ASTM D3884 – ASTM D3389
Composición	ASTM D2369 – ASTM D2698

Fuente: (ASTM International, 2020)

Generalmente para la pintura epoxi los parámetros más destacados son el espesor de la película seca por capa entre 100 y 125 microns, el tiempo de secado de 4 a 8 horas y el punto de inflamabilidad mayor a 30°C. Para medir algunos de los parámetros mencionados se requiere de equipos como grindómetro para molienda, la copa de densidad ISO y el viscosímetro tipo Stormer.

Las pruebas destructivas generalmente se realizan durante la etapa de desarrollo de una nueva formulación. Para pinturas epoxi se requiere que las pruebas destructivas delimiten la resistencia al calentamiento, corrosión por químicos y por condiciones extremas de humedad y temperatura para que puedan ser aplicadas en las paredes de almacenes y garajes. Por ejemplo, en una prueba, el probador rocía paneles personalizados hechos de aluminio, latón o acero para satisfacer las necesidades del

cliente. Luego, los paneles se colocan en una cámara de niebla salina, una cámara de humedad y, a veces, una caja en la que se exponen a los rayos ultravioleta.

Otras pruebas incluyen la prueba de abrasión Taber, una prueba de caída de arena y una prueba de adhesión de trama cruzada, que son las pruebas más utilizadas por los fabricantes de pinturas y revestimientos (Medina, 2007).

1.4.6 Método FIFO

El método de almacenamiento “First In, First Out” (FIFO) es muy utilizado en las industrias que trabajan con productos perecederos. Entre los ejemplos más conocidos, se encuentran las industrias farmacéuticas y de alimentos. Se trata de un método que gestiona el tiempo de almacenaje de las materias primas para que sea el más corto posible. Tiene como objetivo que el material almacenado no quede obsoleto en la bodega y se minimicen los materiales que ingresan al almacén, pero nunca se utilizaron. Puede ser fácilmente automatizado mediante el uso del lenguaje SQL. El requisito fundamental para la implementación del método FIFO es la existencia de un pasillo de descarga y otro de carga. No pueden coincidir, ya que no se respetaría la salida del material más antiguo antes que la del más nuevo (Sembiring et al., 2019). En la figura 1.3 se pueden observar las ventajas y desventajas del método FIFO.



Figura 1.3. Ventajas y desventajas del método FIFO

Fuente: Tomado de Rivas & Rumbos, (2015)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA: DESIGN THINKING

Para el desarrollo del este proyecto se escogió la metodología Design Thinking, ya que permite encontrar soluciones sencillas con gran impacto a los problemas de los usuarios. Esta metodología consta de cinco etapas descritas en la figura 2.1

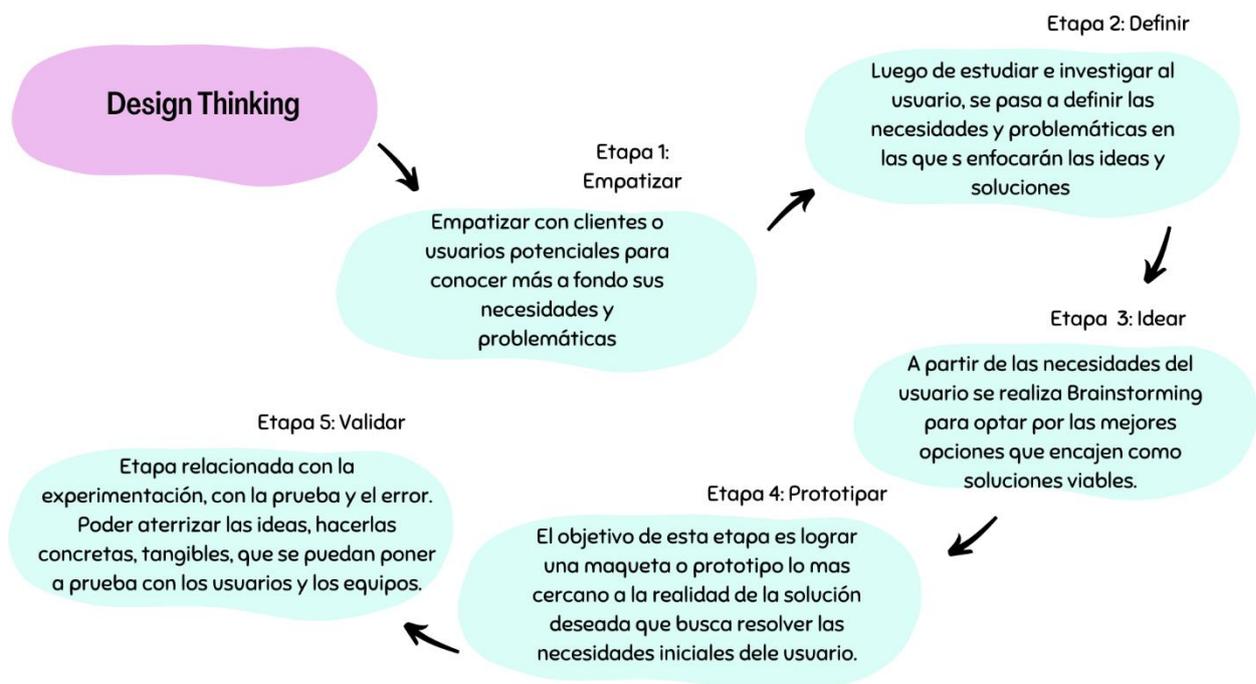


Figura 2.1 Descripción de la metodología Design Thinking

Fuente: Elaboración Propia

2.1 Empatizar

Luego del primer acercamiento con la empresa, se realizó el primer paso: empatizar. Se trazó un mapa de actores con la información recopilada en el primer acercamiento. Se entrevistaron a los actores más relevantes dentro del mapa que permitieron analizar los intereses e influencias de las personas involucradas en el funcionamiento del sistema actual. En donde en el primer nivel se encuentran aquellos actores que interactúan directamente con el sistema de calidad en los productos de importación de la línea industrial, seguido de los usuarios que interactúan de manera indirecta, finalmente con los agentes reguladores.

2.2 Definir

En la etapa definir se elaboró una declaración de problema significativa y procesable mediante el análisis de la matriz FODA. Esta declaración se utilizó en el diagrama de Ishikawa combinándola con la información brindada en la primera etapa.

2.2.1 FODA

La matriz FODA es una herramienta de análisis que permite la identificación de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de una organización. Está estructurada de tal manera que permite un estudio interno y externo tal como se muestra en la figura 2.2



Figura 2.2 Descripción de la matriz FODA

Fuente: Elaboración Propia

2.2.2 Diagrama Ishikawa

También conocido como diagrama causa o efecto, se trata de un cuadro en el que se colocó el problema inicial en la parte derecha y las posibles causas con su descripción a lo largo de la parte izquierda tal como se muestra en la figura 2.3. Esta herramienta permitió sintetizar las posibles raíces del problema principal en pequeñas frases significativas.

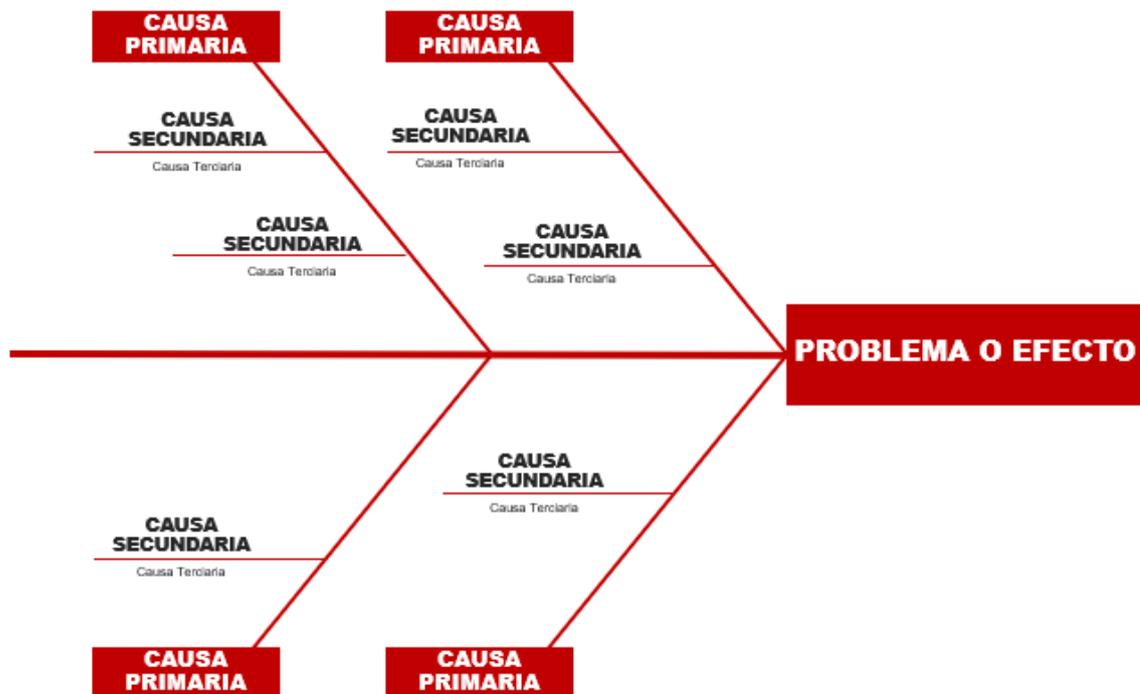


Figura 2.3 Estructura del diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Idear

Se procedió a buscar soluciones para el problema encontrado. Primero se realizó una lluvia de ideas con el objetivo de estimular la producción de ideas sin considerar si eran viables de realizar. Posterior se utilizó la matriz de impacto – dificultad en la que se clasificaron las ideas en 4 categorías de acuerdo con el tipo efecto que provocaría en un futuro en caso de ser implementada y el trabajo que implicaría materializar la idea. Las categorías eran: mayor impacto – menor dificultad, mayor impacto – mayor dificultad, menor impacto – mayor dificultad y menor impacto – menor dificultad como se muestra en la figura 2.4.

Se escogieron las ideas de la categoría mayor impacto – menor dificultad, ya que estas eran las que traerían mayores beneficios a un menor costo y esfuerzo. Sin embargo, antes de descartar las demás secciones se examinó el potencial de las ideas de la sección de mayor impacto – mayor dificultad.

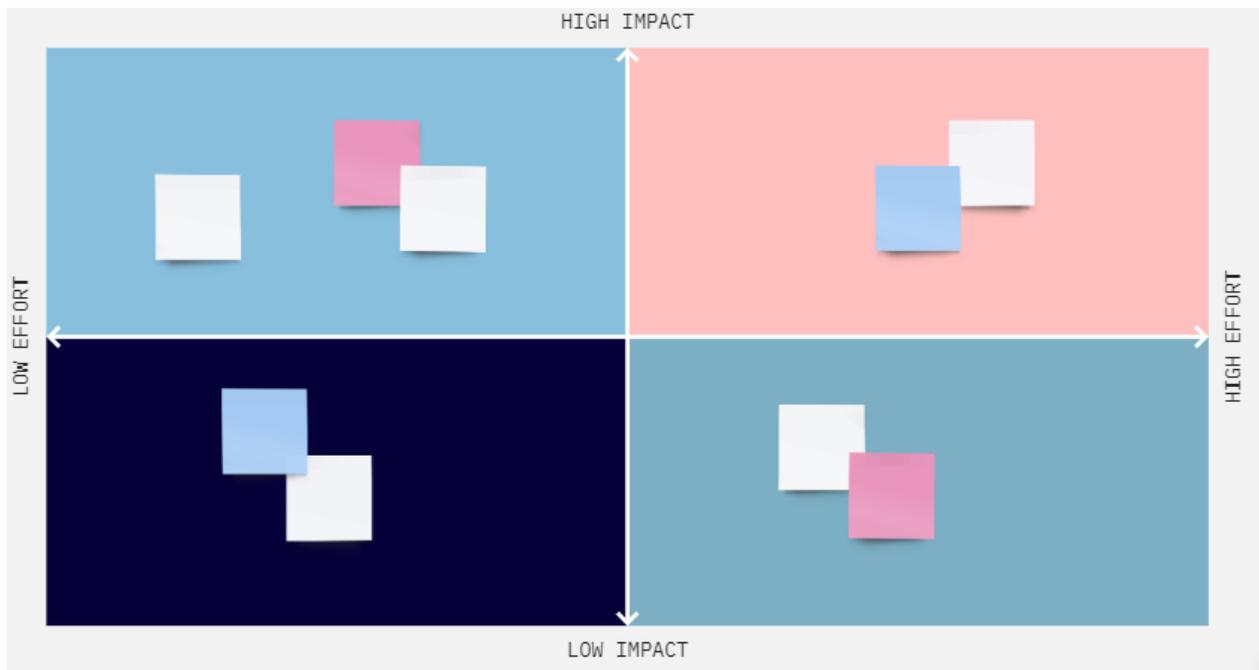


Figura 2.4 Estructura de la matriz impacto-dificultad

Fuente: Elaboración Propia

2.4 Prototipar

En esta etapa se desarrollan y concretan las propuestas de solución escogidas. Se consideró como parte de las propuestas la implementación de un manual de procedimientos, indicadores de cumplimiento de calidad, un programa que permita elaborar informes de calidad de los productos de importación y una propuesta para la implementación de un método de descarga y almacenamiento de importaciones. A continuación, se describe el procedimiento llevado a cabo para el desarrollo y/o implementación de las soluciones que serán ofrecidas a la empresa.

2.4.1 Manual de Procedimientos

Para la elaboración del manual de procedimientos fue necesario realizar un levantamiento de información a partir de:

- a) Fichas técnicas de los productos facilitadas por la empresa internacional NOROO Paint & Coatings, el cual es uno de los proveedores de la empresa.
- b) Los ensayos realizados considerando los equipos de laboratorio disponibles en la empresa
- c) Normas de pinturas como INEN y ASTM D.

Toda esta información permitió establecer procedimientos internos fáciles de seguir que puedan ser aplicados para diversos productos. El manual de procedimiento fue elaborado en Microsoft Word y entregado en formato PDF para evitar la manipulación de terceros; está conformado por tres secciones en las cuales se detalla:

- El fundamento teórico
- Materiales y equipo
- Procedimiento
- Redacción de informe final

2.4.2 Programa generador de reportes de certificado de análisis

Se creó un programa que permitirá generar reportes de calidad. Para su elaboración se tomó en cuenta las siguientes etapas:

a) Creación de la base de datos: Se creó una base de datos en Excel utilizando las fichas técnicas, en donde se utilizaron los valores mínimos y máximos para diferentes parámetros. Entre los parámetros que se consideraron relevantes en el análisis de las muestras se encuentra:

- Viscosidad: Es considerada como una medida de la resistencia de una pintura a esparcirse. Si la viscosidad de una pintura se encuentra fuera del rango se observa el daño durante la aplicación, la cual puede realizarse utilizando herramientas como brochas, rodillos y rociadores.
- Densidad: Si la lectura de densidad es diferente del estándar, entonces es posible alegar la existencia de un error en la composición de la pintura, por lo que sus propiedades pueden verse afectadas.
- Tiempo de secado al tacto y total: El control de estos parámetros permiten asegurar que el tiempo de repintado de una segunda o tercera capa sea la adecuada, así mismo evitan que se presenten efectos nocivos como formación de burbujas que perjudiquen la aplicación de la pintura.

- % de sólidos: Cuantos más sólidos tiene una pintura, mejor oculta y protege, por lo que los sólidos son una gran parte de la fórmula de la pintura, la alteración de este parámetro afecta al rendimiento, cubrimiento y mayor vida útil de la pintura.
- Color: El parámetro de color es esencial en la industria de la pintura, los productos adquiridos en las importaciones provienen de un RAL por lo que el fabricante lo interpreta y produce el artículo terminado, si el color no es el adecuado las fórmulas para otros tonos se verán afectadas y será necesario un reproceso para la venta del producto en los colores estándar.

b) Interfaz gráfica: Para crear la interfaz gráfica se utilizó como software Python, junto a las librerías *panda*, *tkinter* y *canvas* para la lectura de la base de datos, la creación de la interfaz y la elaboración del reporte. El usuario debe suministrar su nombre, el número de reporte a partir de los registros de calidad elaborados con anterioridad, e información del producto que se analizó, la cual es proporcionada por el departamento de logística e incluye el nombre del producto, número de lote, cantidad y unidad. En el caso de pinturas epoxi es necesario confirmar si es que un segundo componente es necesario para llevar a cabo el ensayo, por lo que se adicionó un nivel en donde se presentan las opciones SI/NO. En caso de ser una respuesta positiva el usuario debe ingresar información como número de lote y cantidad; caso contrario no se suministra la información. Finalmente, el usuario debe ingresar los datos numéricos recopilados en los ensayos de viscosidad, densidad, tiempo de secado al tacto, tiempo de secado total, % de sólidos y escoger si es que el parámetro de color es aprobado o no. Adicionalmente se encuentra una sección de comentario que el analista debe suministrar siempre.

c) Lógica de funcionamiento del programa: Una vez ingresada la información por el usuario, el programa por medio de la librería *panda* valida la información por medio de la base de datos creada en Excel, y junto a la librería *canvas* genera el reporte en PDF que se almacena en la carpeta del usuario. En la figura 2.5 se puede observar el algoritmo de funcionamiento del programa.

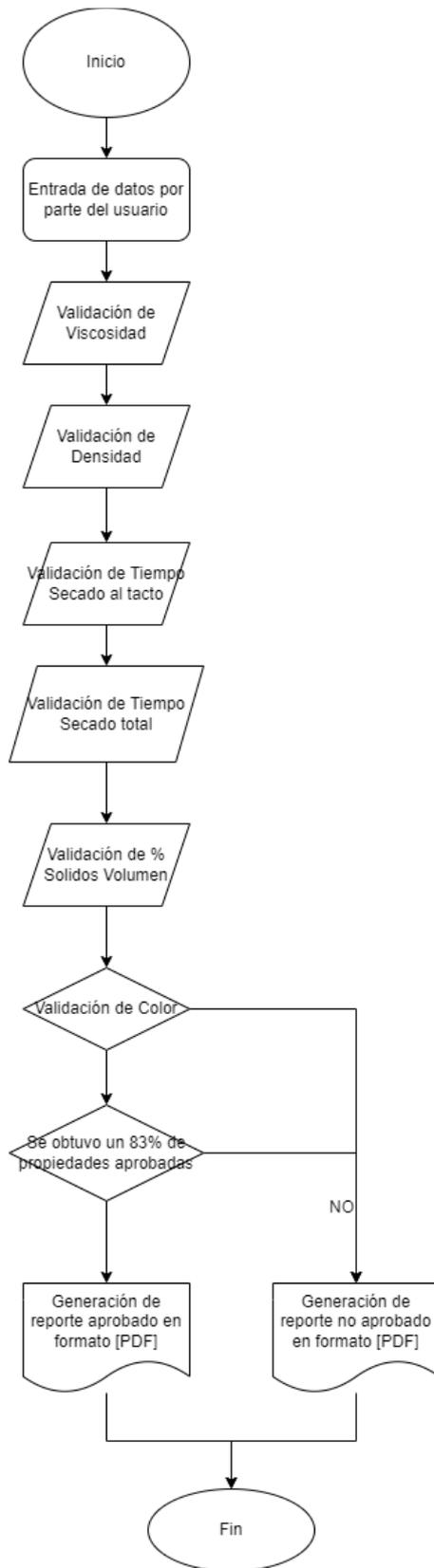


Figura 2.5 Lógica de funcionamiento del programa
Fuente: Elaboración Propia

d) Salida del programa: Con toda la información ingresada por el usuario ésta se compara con la base de datos creados en Excel para poder determinar si se encuentra dentro de los parámetros previamente establecidos y por lo tanto la propiedad evaluada será aprobada o no. En caso de que el total de parámetros aprobados obtenidos sea superior a un 83%, el producto será considerado apto para el uso y comercialización; caso contrario será rechazado, también se debe tener en consideración que se condicionó a la propiedad de color como un parámetro clave para el rechazo del producto. Sin embargo, la palabra final la tiene el analista a cargo. El reporte generado se almacena en la carpeta donde se encuentra la interfaz en formato PDF; contiene la información suministrada por el usuario, los parámetros mínimos y máximos, los datos obtenidos, el estado de aprobación de estos, y comentarios con conclusiones y recomendaciones.

2.4.3 Indicadores de calidad

Los indicadores de calidad fueron basados en los indicadores de la Tabla 2.1 y se consideraron los reportes de las materias primas nacionales e internacionales, los productos importados y los análisis de calidad a las producciones. Sin embargo, para los fines de esta tesis, solo se presentaron los internacionales.

Tabla 2.1 Indicadores de calidad en departamentos de calidad de productos importados

Nombre	Descripción	Objetivo
Índice de fichas técnicas recopiladas de productos de importación	Número de fichas técnicas de productos de importación/ Número de productos de importación	Medir la recopilación de información de fichas técnicas por cada producto de importación.
Índice de Certificados de análisis recopiladas de los productos de importación	Número de Certificados de análisis de productos de importación/ Número de lotes recibidos de importación	Medir la recopilación de información de certificado de análisis por cada lote recibido en la importación.

Índice de fichas de seguridad recopiladas de los productos de importación	Número de fichas de seguridad de productos de importación/ Número de lotes recibidos de importación	Medir la recopilación de información de fichas de seguridad por cada producto de importación.
Índice de Productos importados analizados	Número de muestras de productos de importación realizada/Número de productos de importación que ingresa a planta	Medir la productividad del departamento de calidad respecto a las muestras analizadas de los productos importados.
Índice de Productos importados aprobados	Número de productos de importación aprobada/ Número de productos de importación que ingresa a planta	Medir el número de productos importados aprobados.
Índice de MP importada analizada	Número de muestras de materia prima de importación realizada/Número de materia prima de importación que ingresa a planta	Medir la productividad del departamento de calidad respecto a las muestras analizadas de la materia prima importada
Índice de MP importada aprobada	Número de materia prima de importación aprobada/ Número de materia prima de importación que ingresa a planta	Medir el número de materia prima aprobada.
Índice de devoluciones de productos importados	Número de productos importados devueltos/ Número de productos importados vendidos	Medir la satisfacción del cliente.

Fuente: (Boer & Blaga, 2019)

Se utilizó una hoja de cálculo de Excel como entregable con el formato adecuado de cada indicador. De tal forma que solo es necesario realizar un conteo en base al índice que se evalúa para obtener el valor de los indicadores. También, señala cuando está

fuera de rango, lo que permitiría al analista encontrar las causas de las fallas del proceso específico.

2.4.4 Propuesta de almacenamiento de importación

Para la propuesta de almacenamiento de importación se tomó en cuenta que el departamento de logística no entrega las muestras de los productos de importación al departamento de calidad en un periodo de tiempo razonable para realizar las pruebas necesarias. También se consideró que la información que se recibe y emite entre departamento de importación, logística y calidad es insuficiente por lo que se propuso un algoritmo de almacenamiento de importación que permita una interacción más fluida entre estos departamentos.

2.5 Validar

Finalmente, en la etapa validar. Para fines de cierre de esta tesis, se estableció un período de prueba de corto plazo correspondiente a 3 semanas. Se implementó la primera versión de los prototipos descritos y se recogieron los resultados de su uso mediante entrevistas con los usuarios directos. Lo cual ayudó a determinar los cambios necesarios para los prototipos finales.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Empatizar

Luego del primer acercamiento con la empresa, se trazó el mapa de actores de la figura 3.1. A partir del mapa se determinó que los actores principales eran gerente general, los vendedores, el personal del área de producción y el equipo de importación. Se entrevistó a los actores principales para averiguar a fondo cómo se relacionan con la problemática.

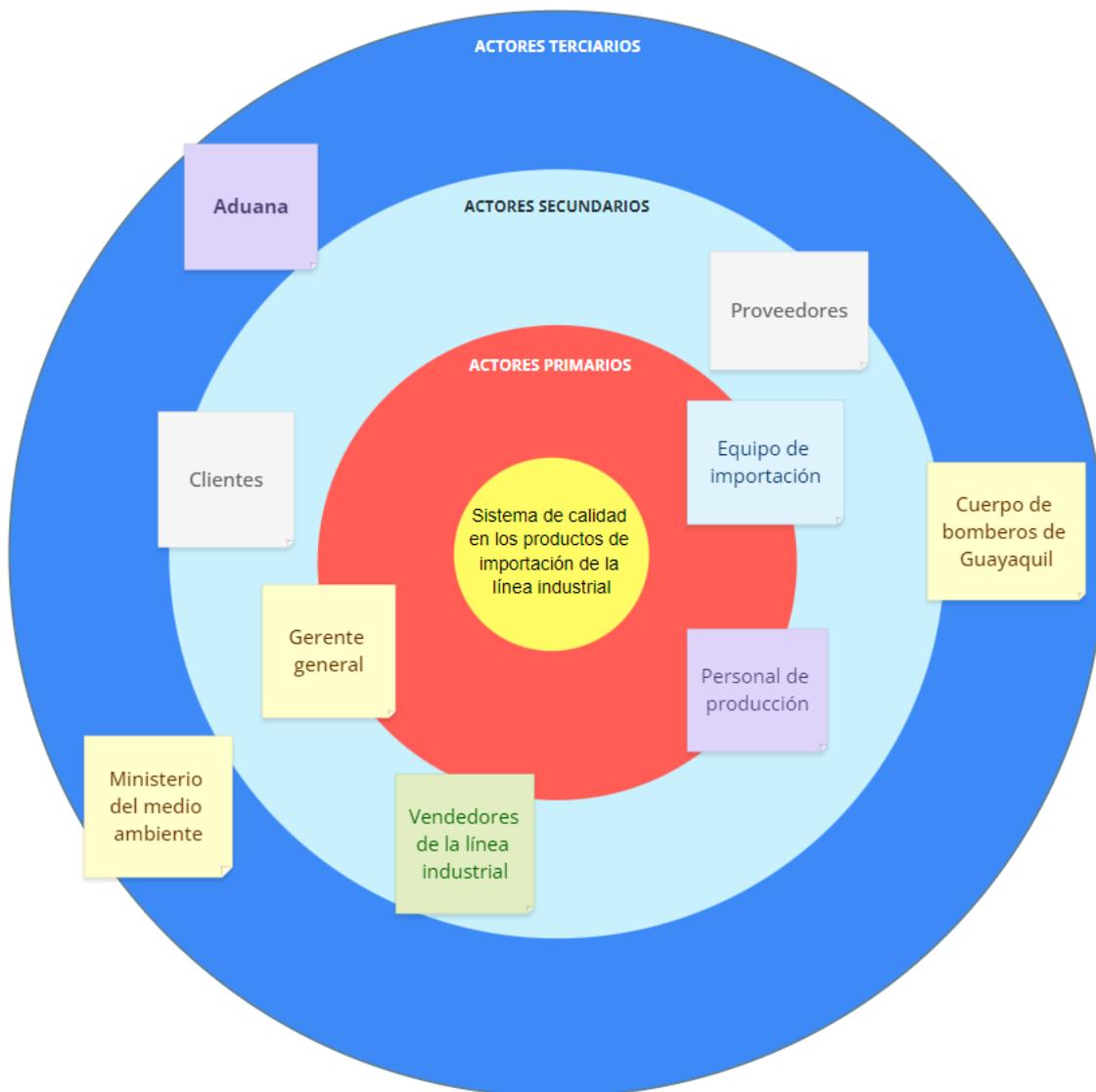


Figura 3.1: Mapa de actores de la empresa de pintura

Fuente: Elaboración Propia

Las entrevistas lograron esclarecer varias dudas sobre el manejo y control de las importaciones. El gerente general dio a conocer que los contenedores no se revisaban antes de almacenarse, es decir no existe un proceso de verificación del producto.

En las entrevistas todos los actores comentaron el cómo les afecta que no exista una verificación del producto importado. El equipo de importación recalcó que anteriormente no se han realizados reclamos a los proveedores por productos de importación que no cumplen los estándares; debido a que no existía un equipo de control de calidad. El equipo de ventas comentó que los productos no se emiten con un certificado de calidad, lo que hace que pierdan credibilidad en el mercado por cualquier reclamo realizado por sus clientes. La jefa de producción hizo hincapié que las fórmulas para tinturar el producto base se elaboraban para cada pedido; sin embargo, al existir un segundo encargo del mismo producto perdían mucho tiempo en lograr que los tonos fueran homogéneos entre pedidos, implicando gasto de recursos de tiempo, mano de obra y materia prima.

El departamento de finanzas facilitó el número de devoluciones efectuadas en el primer periodo del 2022. Como se puede observar en la figura 3.2, el número de devoluciones aceptada por parte de la compañía es considerablemente alto y representa una gran pérdida monetaria para la empresa.

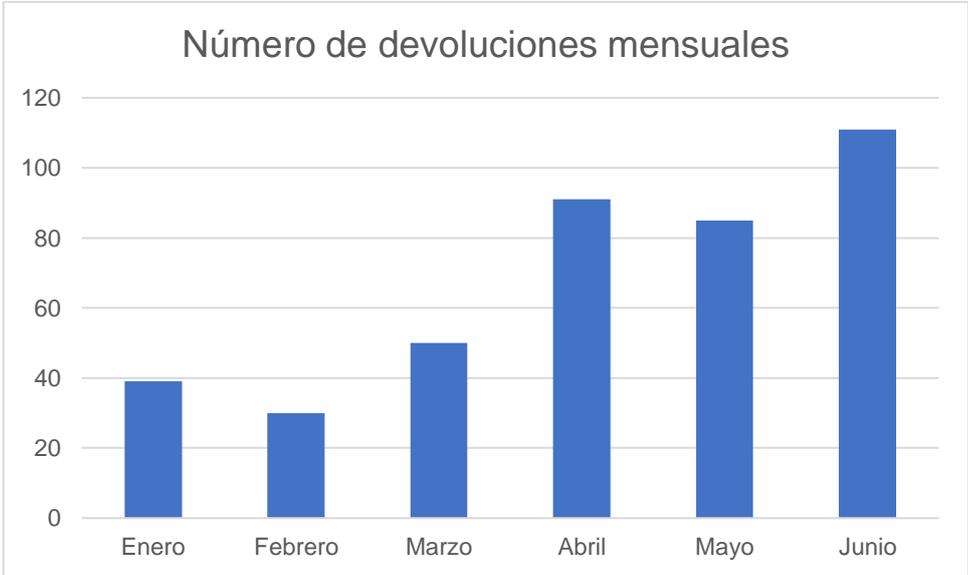


Figura 3.2: Pérdidas mensuales de 2022.

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Definir

Del análisis FODA realizado en la Figura 3.3, se pudo recalcar que no se realizaban controles de calidad a los productos importados. Dando lugar a diversas situaciones que pueden controlarse tales como reclamos de parte de los clientes, nuevas reformulaciones para el mismo producto, entre otros.



Figura 3.3: FODA de la empresa de pintura

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la información analizada en esta etapa, se estableció que el problema es que el departamento de calidad no es eficiente. En la figura 3.4 se presenta el diagrama Ishikawa en el cual se dividió las causas principales en 4 categorías: métodos,

materiales, mediciones y máquinas. El análisis mediante esta herramienta permitió establecer que no cuentan con un método definido de envasado de la pintura epoxi importada y la falta de comunicación entre las áreas afecta directamente a controlar la calidad de los productos, ya que no se tiene toda la información de estos como fichas técnicas, artes definidos, etc. Por el lado de las mediciones, es la inexistencia de cualquier estándar que regule la calidad de los productos. No hay datos previos ni información sobre los procedimientos del departamento de calidad ni de producción. Muchos de los procesos se formulan mientras se hacen, lo que provoca variaciones en la calidad del producto terminado. En cuanto a "materiales", se trató más de la falta de información sobre materia prima y los solventes, mientras que en la categoría "máquinas", las fallas están relacionadas con la falta de equipos de laboratorio y el uso de equipos no calibrados, específicamente de la balanza. Todos estos pequeños problemas aportan a que incrementen los riesgos de comercializar un producto en mal estado o que no cumpla con los requerimientos para evitar reclamos de clientes y pérdida de dinero.

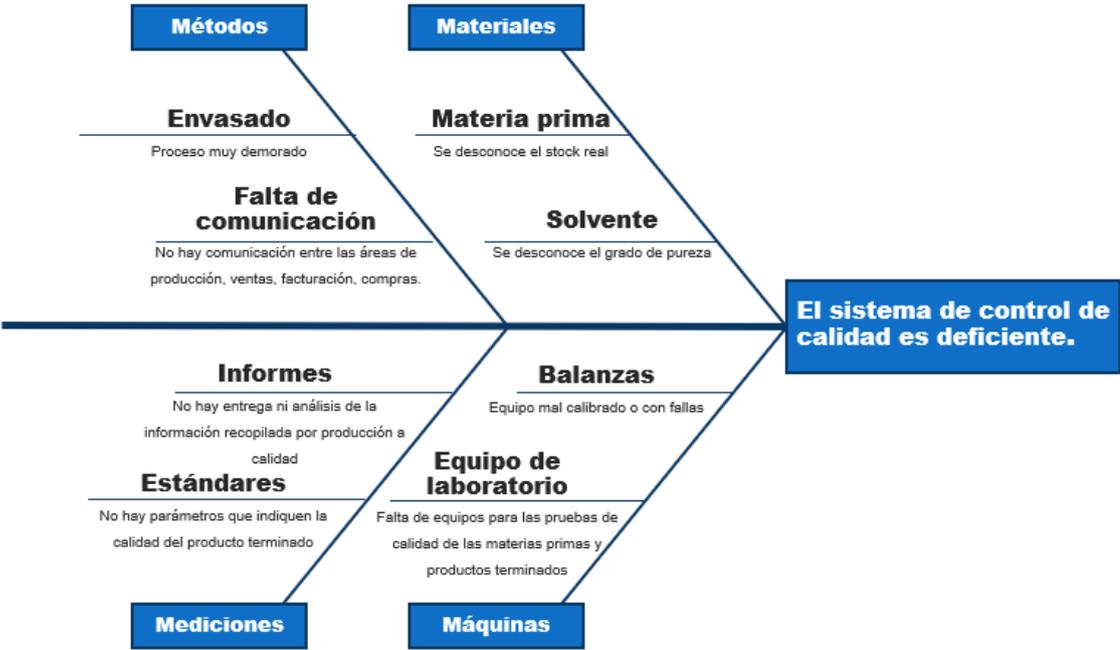


Figura 3.4: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Idear

El Brainstorming realizado se muestra en la Figura 3.5 donde se evidencian las posibles soluciones a la problemática encontrada.



Figura 3.5: Brainstorming

Fuente: Elaboración Propia

Para escoger la idea más apropiada para el problema, se utilizó la matriz de impacto – dificultad mostrada en la figura 3.6. Se escogieron las ideas de la categoría mayor impacto – menor dificultad, ya que se considera que son las que traerían mayores beneficios a un menor costo y esfuerzo. Se optó por “elaborar un manual con procedimientos detallados para los productos de importación”. Ya que los procedimientos serían estandarizados lo que evitaría las confusiones durante la producción, la revisión de las importaciones desde la llegada al almacén, reclamos por mal estado, y garantizaría el incremento de la calidad de los productos comercializados. Otra de las soluciones es “reducir los tiempos de elaboración de reportes”, debido a que es necesario registrar estos datos para referencias futuras y actuales mediante la verificación de la calidad de los productos importados. La última idea fue “establecer indicadores de calidad y productividad en el área de calidad” serviría para monitorear el avance del trabajo hecho por el personal del área y medir si los procedimientos están siendo de ayuda para que el rendimiento mejore.

Luego del período de validación, se escogió realizar un prototipo de la idea “implementar un sistema de control para el inventario” de la sección de mayor impacto – mayor dificultad. Mediante el indicador n° 5 (ver tabla 3.1) se fijó que el trabajo del departamento de calidad con respecto a la revisión de las importaciones se atrasaba por el mal almacenamiento de estas. La empresa trabaja con un sistema LIFO “Last in, first out”. Sin embargo, esto ha generado que existan en stock productos del año 2018 que actualmente están caducados y fueron estimados como pérdida directa. También hace que se dificulte la extracción de muestras para la aprobación o rechazo de los productos importados. Por lo que, un método de almacenamiento adecuado sería el FIFO “First in, First out”; ya que garantiza que los productos con tiempo de vida más corto sean los primeros en salir.

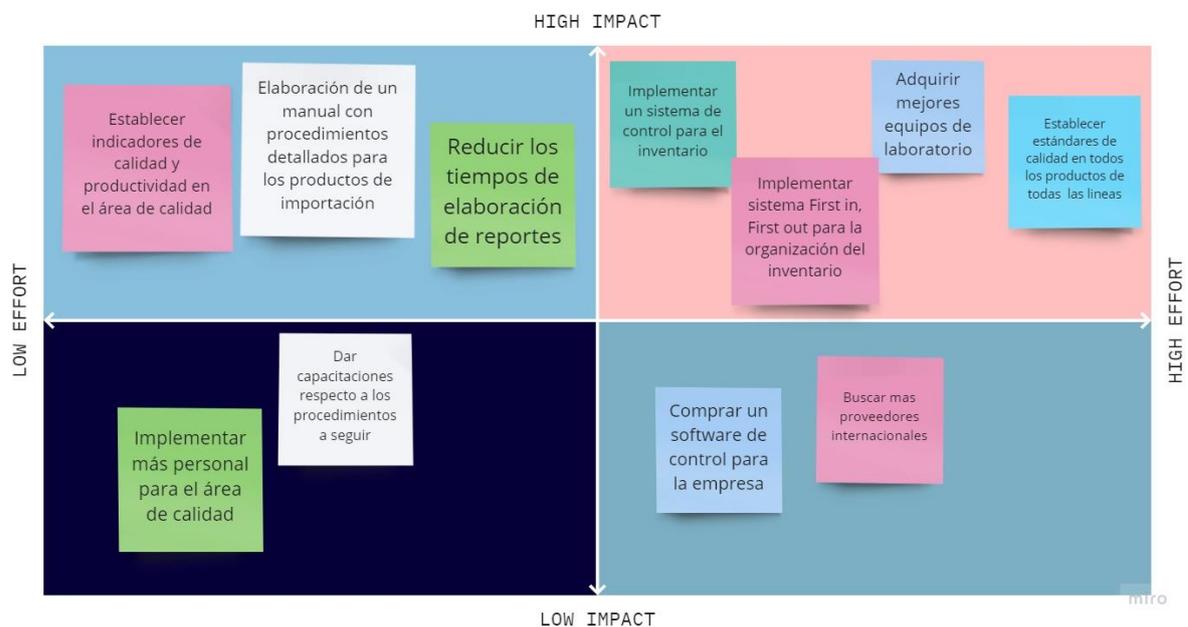


Figura 3.6: Matriz impacto – dificultad

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Prototipar

3.4.1 Manual de procedimiento

El manual de procedimiento tiene una estructura simple y fácil de comprender con la finalidad de que el analista de laboratorio conozca cómo se deben llevar a cabo los procedimientos para cada uno de los productos. Contiene una portada en la que se encuentra la fecha de creación, luego se hallan los cinco procedimientos de control de

calidad en el laboratorio de los productos que se manejan dentro de la planta. Esta herramienta se trató como una guía y registro de los procedimientos de control de calidad de los productos tomando como referencia las normativas INEN y ASTM.

3.4.2 Generador de reportes de análisis de calidad

El generador muestra una pantalla interactiva en la pantalla del ordenador, la cual ayuda a que se determine si el producto es apto o no para la comercialización. Compara los resultados de control de calidad con los parámetros de la ficha técnica del producto. Al ser interactiva, el ingreso de la información es simple y en secuencia lógica, de tal forma que el analista no presenta problemas usando la herramienta mostrada en la figura 3.7; así mismo se muestran los reportes generados en la figura 3.8.

# Reporte	<input type="text"/>
Nombre del analista	<input type="text"/>
Producto	DNY-N-200
Cantidad de lote	<input type="text"/>
Unidad	<input type="text"/>
# Lote	<input type="text"/>
Catalizador	SI
Cantidad de lote	<input type="text"/>
# Lote	<input type="text"/>
Unidad	<input type="text"/>
Temperatura [C]	<input type="text"/>
Viscosidad [KU]	<input type="text"/>
Densidad [g/ml]	<input type="text"/>
Tiempo Secado al tacto [h]	<input type="text"/>
Tiempo Secado total [h]	<input type="text"/>
Color	APROBADO
% Solidos Volumen	<input type="text"/>
Comentario	<input type="text"/>

Generar Reporte

Figura 3.7: Pantalla interactiva generadora de reportes

Fuente: Elaboración Propia

REPORTE DE CALIDAD				Prueba	REPORTE DE CALIDAD				Prueba 2
Nombre del producto:		ANALISTA:		Ana	Nombre del producto:		ANALISTA:		Ana
Lote del producto:		Cantidad:			Lote del producto:		Cantidad:		
Requiere catalizador:		Cantidad: 20 Lt			Requiere catalizador:		Cantidad: 20 Lt		
Lote del producto:					Lote del producto:				
Parametros	Minimo	Maximo	Muestra	Estado	Parametros	Minimo	Maximo	Muestra	Estado
Temperatura de la muestra			25		Temperatura de la muestra			25	
Viscosidad [KU]	70	90	70	Aprobado	Viscosidad [KU]	70	90	100	No Aprobado
Densidad [g/ml]	1.08	1.1	1.1	Aprobado	Densidad [g/ml]	1.08	1.1	1.1	Aprobado
Tiempo de secado al tacto [h]	2	5	4	Aprobado	Tiempo de secado al tacto [h]	2	5	4	Aprobado
Tiempo de secado total [h]	12	20	12	Aprobado	Tiempo de secado total [h]	12	20	12	Aprobado
Color	TRANSPARENTE TRANSPARENTE APROBADO			Aprobado	Color	TRANSPARENTE TRANSPARENTE NO APROBADO			No Aprobado
Solidos por volumen %	93	99	80	No Aprobado	Solidos por volumen %	93	99	80	No Aprobado
Comentario:	No				Comentario:	No			
Conclusiones y recomendaciones: Se concluye que el producto es apto para el uso y comercialización					Conclusiones y recomendaciones: Se concluye que el producto no es apto para el uso y comercialización				
Revisado: Jefe de departamento de calidad					Revisado: Jefe de departamento de calidad				

Figura 3.8: Formato de reportes generados

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3 Indicadores de calidad y productividad

Fueron creados para medir la efectividad del sistema de calidad previa a la implementación de los prototipos y luego de la misma. En la tabla 3.1 se expone los indicadores con su respectiva descripción que permite el cálculo de cada uno, también la frecuencia con la se calcularían en caso de que la validación del prototipo sea exitosa. Los resultados de estos se encuentran a la sección 3.5.3.

Tabla 3.1. Indicadores de Calidad

N°	Nombre	Descripción	Frecuencia	Rango %
1	Índice de fichas técnicas recopiladas de productos de importación	Número de fichas técnicas de productos de importación/ Número de productos de importación	Trimestral	80-100

2	Índice de Certificados de análisis recopiladas de los productos de importación	Número de Certificados de análisis de productos de importación/ Número de lotes recibidos de importación	Trimestral	90-100
3	Índice de fichas de seguridad recopiladas de los productos de importación	Número de fichas de seguridad de productos de importación/ Número de lotes recibidos de importación	Trimestral	90-100
4	Índice de Productos importados analizados	Número de muestras de productos de importación realizada/Número de productos de importación que ingresa a planta	Mensual	90-100
5	Índice de Productos importados aprobados	Número de productos de importación aprobada/ Número de productos de importación analizados	Mensual	90-100
6	Índice de MP importada analizada	Número de muestras de materia prima de importación realizada/Número de materia prima de importación que ingresa a planta	Mensual	90-100
7	Índice de ensayos rechazados por variable	Número de ensayos rechazados por color/Número de ensayos realizados	Mensual	0-10

8		Número de ensayos rechazados por tiempo de secado/Número de ensayos realizados	Mensual	0-10
9		Número de ensayos rechazados por viscosidad/Número de ensayos realizados	Mensual	0-10
10	Índice de devoluciones de productos importados	Número de productos importados devueltos/ Número de productos importados vendidos	Mensual	0-10
11	Índice de reportes elaborados	Número de reportes elaborados/Número de ensayos realizados	Quincenal	90-100

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4 Propuesta de almacenamiento de importación

Se la realizó a partir del método FIFO como se pensó en la sección 3.3. Las figuras 3.9 y 3.10 ilustran el proceso que deben llevar a cabo los departamentos de importación y logística junto al departamento de calidad para la recepción y revisión de las importaciones.

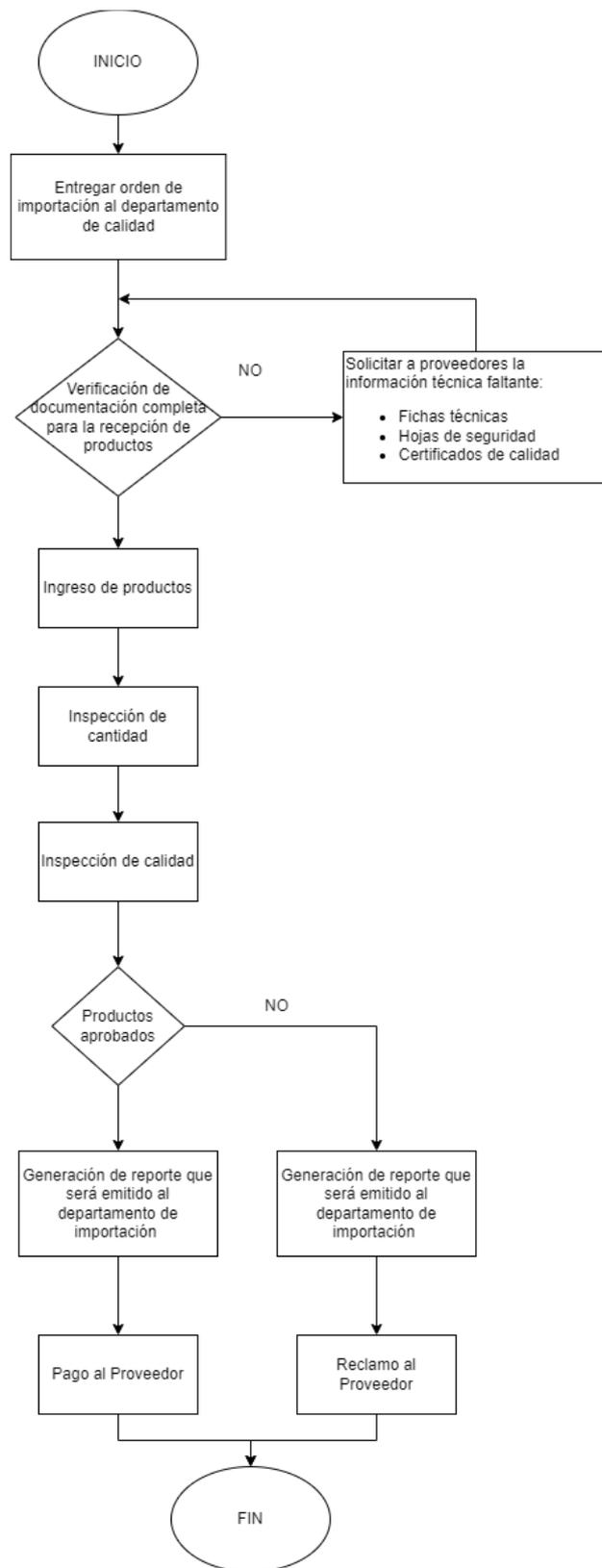


Figura 3.9. Diagrama de flujo de proceso de verificación de los productos importados.

Fuente: Elaboración Propia

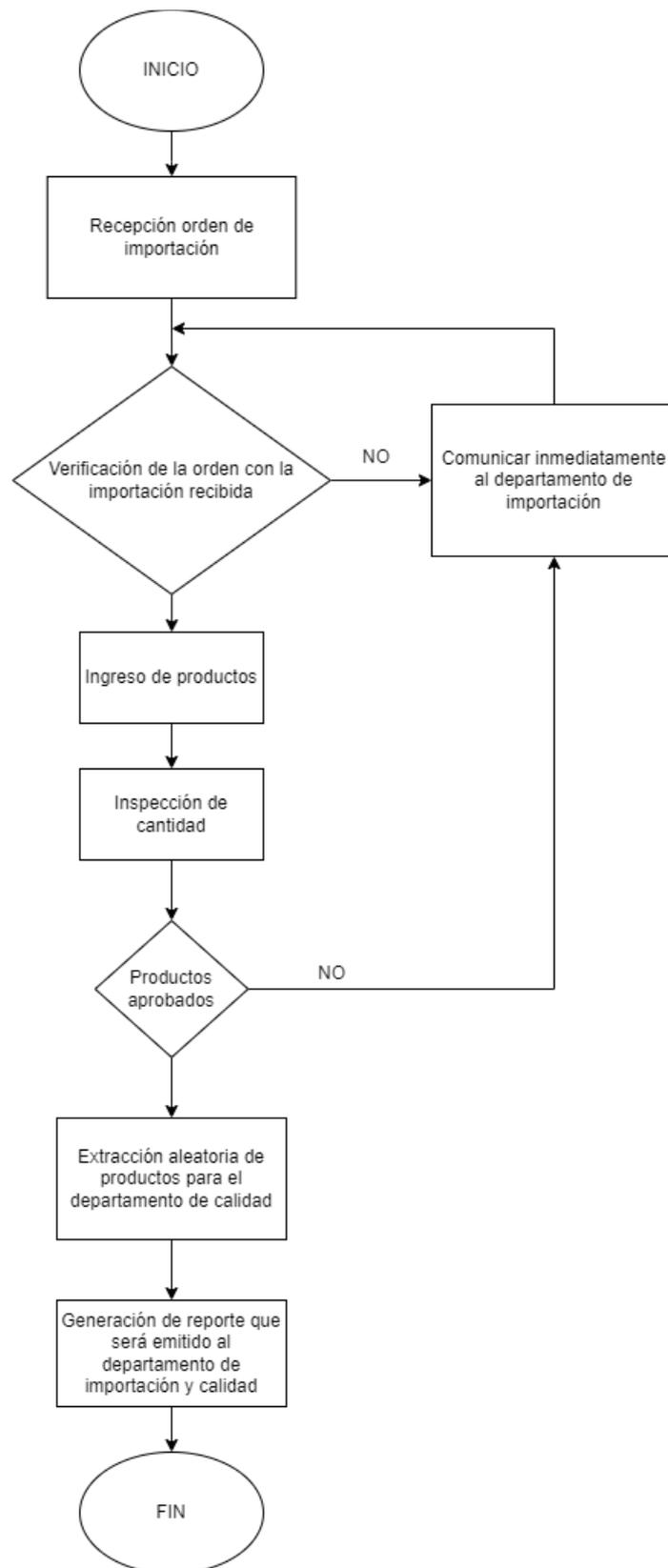


Figura 3.10. Diagrama de flujo de recepción de los productos importados.

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Validación

Para el periodo de validación se tomaron en cuenta tres semanas del mes de julio en donde se utilizaron los prototipos planteados; el generador de reportes fue el más utilizado en este lapso. Se obtuvo retroalimentación de parte de la empresa respecto a propiedades como la sedimentación y el cubrimiento, las cuales deberían ser tomadas en cuenta para un factor de rechazo inmediato; ya que sería necesario un reproceso del producto para ser comercializado.

3.5.1 Manual de procedimientos

El manual de procedimientos fue muy poco utilizado en la validación, debido a que ya se conocen los procesos planteados, sin embargo, se espera que se utilice en un futuro cuando se tenga que capacitar a nuevo personal del departamento del departamento de calidad. Respecto a la retroalimentación realizada por el jefe del área se comentó que se incluyeran los procedimientos que se puedan implementar al adquirir equipos como pH metros, espectrofotómetros, impactómetros, medidores de adherencia, entre otros.

3.5.2 Generador de reportes

En las tres semanas de validación se obtuvieron más datos de fichas técnicas para la alimentación de la base de datos del generador de reporte.

Así mismo se decidió tomar en cuenta el criterio del analista al momento de aprobar o no el producto, por lo que se modificó la opción de comentarios por una de observaciones tal como se muestra en la figura 3.11. Así, se considera dos evaluaciones, una para las propiedades técnicas y otra para el criterio del analista. El archivo final se almacenará en formato PDF (ver figura 3.12).

Generador de reportes

Reporte

Nombre del analista

Producto: DNY-N-200

Cantidad de lote

Unidad

Lote

Catalizador: SI

Cantidad de lote

Lote

Unidad

Temperatura [C]

Viscosidad [KU]

Densidad [g/ml]

Tiempo Secado al tacto [h]

Tiempo Secado total [h]

% Solidos Volumen

Color: APROBADO

Sedimentación: NO

Cubrimiento: APROBADO

Estado de producto: APROBADO

Observaciones

Generar Reporte

Figura 3.11: Pantalla interactiva generadora de reportes versión 2

Fuente: Elaboración Propia

REPORTE DE CALIDAD				Prueba 2	REPORTE DE CALIDAD				Prueba 3
Nombre del producto:		ANALISTA:		Ana	Nombre del producto:		ANALISTA:		Ana
Lote del producto:		Cantidad:			Lote del producto:		Cantidad:		
Requiere catalizador:		Cantidad: 24 Lt			Requiere catalizador:		Cantidad:		
Lote del producto:					Lote del producto:				
Parametros	Minimo	Maximo	Muestra	Estado	Parametros	Minimo	Maximo	Muestra	Estado
Temperatura de la muestra			25		Temperatura de la muestra			25	
Viscosidad [KU]	70	90	70	Aprobado	Viscosidad [KU]	70	90	70	Aprobado
Densidad [g/ml]	1.08	1.1	1.1	Aprobado	Densidad [g/ml]	1.08	1.1	1.1	Aprobado
Tiempo de secado al tacto [h]	2	5	4	Aprobado	Tiempo de secado al tacto [h]	2	5	4	Aprobado
Tiempo de secado total [h]	12	20	12	Aprobado	Tiempo de secado total [h]	12	20	12	Aprobado
Color	TRANSPARENTE	TRANSPARENTE	APROBADO	Aprobado	Color	TRANSPARENTE	TRANSPARENTE	NO APROBADO	No Aprobado
Solidos por volumen %	93	99	95	Aprobado	Solidos por volumen %	93	99	95	Aprobado
Cubrimiento			APROBADO	Aprobado	Cubrimiento			APROBADO	Aprobado
Sedimentacion			NO	Aprobado	Sedimentacion			NO	Aprobado
Comentario: Tiene grumos					Comentario: Tiene impurezas				
Conclusiones y recomendaciones: Se concluye que el producto cumple con las especificaciones tecnicas. Sin embargo, a criterio del analista se considera que el producto no es apto para el uso y comercialización					Conclusiones y recomendaciones: Se concluye que el producto no cumple con las especificaciones tecnicas. Sin embargo, a criterio del analista se considera que el producto es apto para el uso y comercialización				
Revisado: Jefe de departamento de calidad					Revisado: Jefe de departamento de calidad				

Figura 3.12: Formato de reportes generados versión 2

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3 Indicadores de calidad

En la tabla 3.2 se muestran los datos recopilados en el período de validación para obtener los resultados de los indicadores propuestos. La columna “Datos” contiene el valor correspondiente a los parámetros luego de la implementación de los indicadores, y la de “Mes anterior”, previo a la implementación. Luego, en la tabla 3.4 se encuentran los resultados calculados a partir de los datos previos. También se observa que existen indicadores que no se han visto afectados por la implementación.

Tabla 3.2. Datos recopilados en el periodo de validación

Parámetros	Datos	Mes anterior
Número de productos de importación que ingresaron	30	120
Número de materia prima de importación que ingresó	10	30
Número de productos importados vendidos	928	866
Número de fichas técnicas de productos de importación que ingresó	21	0
Número de certificados de productos de importación que ingresó	0	0
Número de fichas de seguridad de productos de importación que ingresó	0	0
Número de muestras de productos de importación realizada	17	12
Número de productos de importación aprobada	12	12
Número de muestras de materia prima de importación realizada	2	0
Número de ensayos rechazados por color	5	0
Número de ensayos rechazados por tiempo de secado	0	0
Número de ensayos rechazados por viscosidad	0	0
Número de productos importados devueltos	71	111
Número de reportes elaborados	17	9
Número de ensayos realizados	19	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.3. Resultados en el periodo de validación

N°	Nombre	Rango %	Mes anterior	Periodo de Validación
1	Índice de fichas técnicas recopiladas de productos de importación	80-100	0%	53%
2	Índice de Certificados de análisis recopiladas de los productos de importación	90-100	0%	0%
3	Índice de fichas de seguridad recopiladas de los productos de importación	90-100	0%	0%
4	Índice de Productos importados analizados	90-100	10%	57%
5	Índice de Productos importados aprobados	90-100	100%	71%
6	Índice de MP importada analizada	90-100	0%	20%
7	Índice de ensayos rechazados por variable (color, tiempo de secado, viscosidad)	0-10	0%	29%
8		0-10	0%	0%
9		0-10	0%	0%
10	Índice de devoluciones de productos importados	0-10	13%	8%
11	Índice de reportes elaborados	90-100	75%	89%

Fuente: Elaboración Propia

Los indicadores 2 y 3 con 0% tanto en el período de validación y mes anterior en la tabla 3.3 señalan la existencia de un problema con respecto a la recepción de certificados de análisis y fichas de seguridad de los productos importados. Luego de una pequeña investigación, se encontró que el problema se da porque el proveedor no envía estos documentos al departamento de importación, formando una cadena de errores que se reflejan en estos indicadores. Mientras que los 0% de los indicadores 8 y 9, se encuentran dentro del rango esperado, por tanto el tiempo de secado y la viscosidad no han sido motivo de rechazo de las importaciones evaluadas.

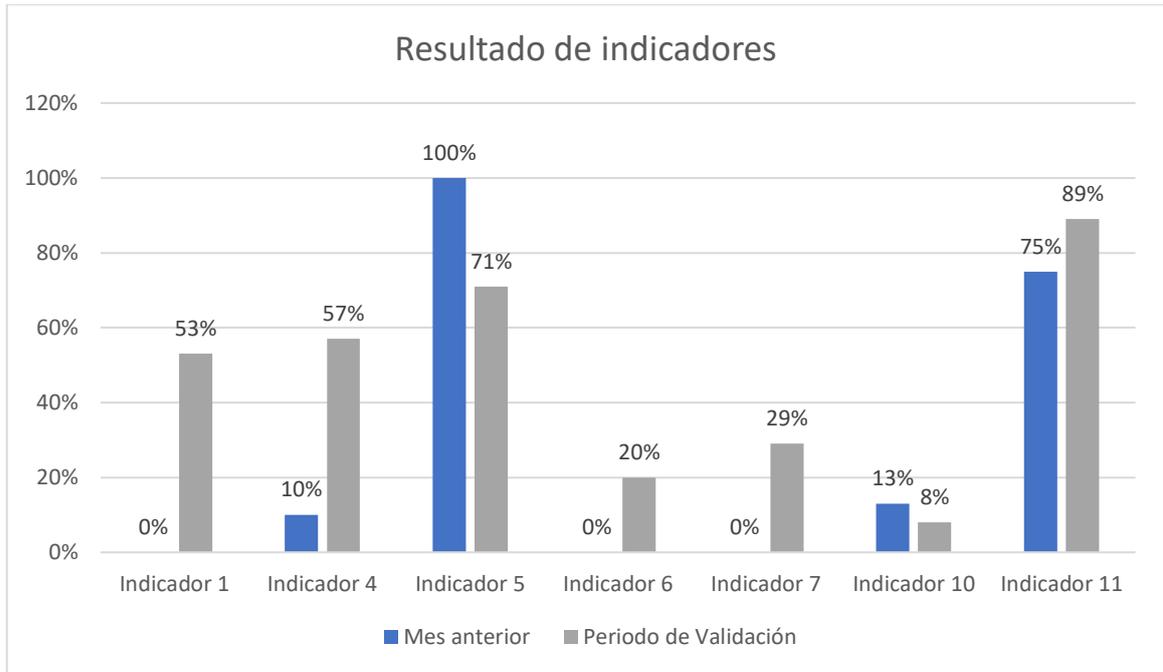


Figura 3.13: Resultado de indicadores representativos en el periodo de validación
Fuente: Elaboración Propia

Se construyó la figura 3.13 para representar de manera gráfica los resultados de los indicadores que sí tuvieron cambios luego de la implementación de los prototipos (ver tabla 3.3). Se destaca que el indicador 5 presenta un aumento en el índice de productos importados analizados, no obstante no llega a los rangos propuestos. Esto se debe a que el departamento de logística almacena los productos importados sin realizar la respectiva toma de muestras para el departamento de calidad; por lo que no se cumple con las metas propuestas.

Se tomó en consideración que las actividades seguían durante el periodo de validación, por lo que hubo productos que no se revisaron e igual se vendieron, de ellos se esperaban los reclamos y devoluciones. De la tabla se conoce que apenas el 57 % de las importaciones fueron revisadas, debido al arribo de nuevas y la falta de personal de laboratorio. A pesar de esto, el indicador 8 mostró una disminución de las devoluciones de un 13% a un 8%, entrando dentro del rango propuesto. Los motivos de reclamos fueron porque el producto estaba en mal estado, no cumplía con el requerimiento del cliente, no se usó el método de aplicación correcto y por falta de pago.

Se logró evitar que salgan productos que no cumplían con los requisitos de los clientes

Los indicadores fuera de los rangos presentados indican que hay problemas en esas áreas, con lo cual se vuelve más sencillo determinar las causas y promover el desarrollo de soluciones duraderas. En el siguiente período de prueba se observaría si las soluciones fueron adecuadas. Se espera que sean calculados cada trimestre y al final del año se calcula un promedio.

3.5.4 Propuesta de almacenamiento de importación

Durante esta etapa se planteó la propuesta del algoritmo de almacenamiento de importación presentada en las figuras 3.9 y 3.10. Sin embargo, no se pudo realizar la validación de esta por falta de importaciones recibidas en este periodo.

3.6 Análisis de beneficios

Se lo realizó en base al beneficio económico resultante de la implementación del generador de reportes de calidad considerando el costo de las horas de trabajo y tiempo invertido que se utiliza para realizar cada uno de los reportes, y la forma de trabajar del analista del laboratorio. Esta consiste en la recopilación de datos de lunes a jueves y la redacción de los reportes el día viernes.

Los datos correspondientes al número de reportes se tomó de la tabla 3.2 y para el tiempo se consideró 3 semanas correspondientes al periodo de validación y 4 semanas para el mes anterior.

Se determinó el número de reportes elaborados por semana para cada período de tiempo, el cual es equivalente al número de reporte elaborados por día, ya que se contempló que un solo día a la semana es empleado para la elaboración de reportes. El valor obtenido multiplicado por el costo del salario diario del trabajador permitió obtener el costo diario en la elaboración de reportes. Los calculos se presentan en el apendice B. En la tabla 3. 4 se muestran los resultados obtenidos, de cuyo análisis se puede indicar que se tiene un ahorro del 53% en la elaboración de reportes usando la herramienta implementada, ya que la productividad de la actividad aumentaría en un 89%. Por lo que, se resuelve que existe un beneficio económico respecto al uso del generador de reporte.

Tabla 3.4. Análisis de beneficio.

Periodo	Reportes elaborados	Número de semanas	Número de días empleados a la semana en elaboración de reportes	Reportes elaborados por semana	\$/día	\$/Reportes elaborados
Antes	12	4.0	1	3.0	19.83	6.61
Después	17	3.0		5.7		3.48
Beneficios	5.0	2.7		2.7		3.13

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- A partir de la identificación de las deficiencias del sistema de control de calidad se implementaron 3 prototipos para mejorar el proceso logrando que el número de reclamos o devoluciones disminuyera de un 13% a un 8%.
- Las entrevistas esclarecieron la situación real de la empresa que fue analizada mediante las herramientas FODA y diagrama de Ishikawa, las cuales permitieron identificar las deficiencias del departamento de calidad. Con lo que se propusieron la elaboración de un manual de procedimiento, un programa para la redacción de informes, 11 indicadores de calidad y productividad, y un plan de organización que ayudaría al trabajo en conjunto de los departamentos de logística y calidad.
- 6 de los 11 indicadores enfocados en la revisión de productos de importación y la productividad del departamento mostraron que luego de la implementación de los prototipos hubo una mejoría en las actividades realizadas y resultados entregados por el área de calidad.
- Durante las etapas “Empatizar” y “Validar” se detectó que el departamento de logística no facilitaba las muestras necesarias al departamento de calidad para realizar la inspección del producto de importación, por lo que se planteó un plan de organización que favorecería las actividades del área de calidad.
- Se reconoce que este proyecto es un progreso y mejora en la productividad del departamento de calidad, pero aún tiene mucha labor por hacerse para que esté en su punto óptimo de operación.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda que el periodo de validación sea de alrededor de 3 meses para que los resultados de la validación no se vean afectados por casos especiales en que no hay tantas importaciones en la empresa.
- Se recomienda adquirir más personal en el departamento de calidad para mejorar la productividad de este.

- Se recomienda la implementación de estructuras dinámicas para la migración del método de almacenamiento LIFO a FIFO, debido a que el producto que se distribuye tiene un tiempo de vida de aproximadamente 12 meses.
- Se recomienda adquirir equipos de laboratorio como espectrofotómetros, medidores de adherencia, medidores de película seca, medidores de abrasión, entre otros para realizar futuros análisis en los productos de importación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggelogiannopoulos, D., Drosinos, E. H., & Athanasopoulos, P. (2007). Implementation of a quality management system (QMS) according to the ISO 9000 family in a Greek small-sized winery: A case study. *Food Control*, 18(9), 1077–1085. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.07.010>
- Aghasizadeh, Z., Aghdassi, M., & Ostadi, B. (2012). The impact of implementing total quality management on organisational structure. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 9(4), 472–485. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2012.047193>
- Beamish, D. (2015). Quality Measures: A Cure for Fear of Failure. *Quality Control*, 37. https://www.paintsquare.com/store/assets/201506_QC.pdf
- Blandino, J. (2020). ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA DE LA EMPRESA INVERSIONES Y NEGOCIOS DE NICARAGUA, S.A (INDENICSA), TIPITAPA, EN EL PERIODO DE JULIO A NOVIEMBRE 2017 (Vol. 1, Número 2) [UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA]. <https://core.ac.uk/download/pdf/155236607.pdf>
- Boer, J., & Blaga, P. (2019). The Influence of the Specific Indicators of the Chemical Treatment on the Production Costs of Painting in Electrostatic Field. *Procedia Manufacturing*, 32, 325–330. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.221>
- Gonzalez, L., & Salinas, A. (2016). PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA FÁBRICA DE PINTURAS ALCOR S.A.S. [FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA]. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/443/1/6111574-2016-2-IQ.pdf>
- Hidrogo, C. (2007). *Mejoramiento de la productividad en el proceso de pintura en la empresa MEPAL S.A.* [Universidad Autónoma de Occidente]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6832/T04818.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Leonard, D., & Consulting, B. E. (2019). *The Economics of Quality : The Implementation and Economic Impact of Quality Management in the Homebuilding Industry.* June.
- Medina, J. (2007). *Diseño y operativización del Sistema de Gestión de Calidad conforme*

- a la Norma Internacional ISO 9001: 2000 en la empresa de pinturas América S. A.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7682/1/UPS-ST000641.pdf>
- Pintado, O. (2015). *Propuesta en Gestión de Proceso del Área de Pintura para incrementar la productividad en la Empresa RR&PF Olivares S.A.C. Lima-2020. TESIS [UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD]*.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/62162/Crisostomo_TDR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quinchiguango, S. (2019). *MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN LOS PROCESOS DE PINTURA ELECTROESTÁTICA DE UNA PYME, UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO, SECTOR AMAGASÍ DEL INCA SANTIAGO. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.*
- Rivas, J., & Rumbos, O. (2015). *Propuesta metodo de valorizacion fifo (PEPS) al inventario de material no productivo en empresa ensambladora de vehiculos ubicada en Valencia estado Carabobo.* 101.
- Sembiring, A. C., Tampubolon, J., Sitanggang, D., Turnip, M., & Subash. (2019). Improvement of Inventory System Using First in First Out (FIFO) Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1361(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1361/1/012070>
- Sharma, H., & Suri, N. M. (2017). Implementation of Quality Control Tools and Techniques in Manufacturing Industry for Process Improvement. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 1581–1587. www.irjet.net

APÉNDICES

APÉNDICE A: Definición de términos básicos

Control de calidad. - Procedimiento o conjunto de procedimientos destinados a garantizar que un producto fabricado o un servicio prestado se adhiera a un conjunto definido de criterios de calidad o cumpla con los requisitos del cliente. A través de este proceso, una empresa puede evaluar, mantener y mejorar la calidad del producto.

Sistemas de control de calidad. - Son los encargados de garantizar que un producto fabricado o un servicio prestado cumpla con los requisitos necesarios para ser usado o comercializado, mediante el uso de procedimientos establecidos.

Pintura epoxi. - Es un producto acrílico de látex que puede tener una pequeña cantidad de epoxi en la mezcla y se usa para aplicaciones de pisos. Originalmente fue diseñada para uso industrial, ya que es resistente a la corrosión, resistente a los productos químicos y fácil de limpiar, lo que la hace ideal para garajes y almacenes, etc. (Gonzalez & Salinas, 2016)

Propiedades fisicoquímicas. - Son las características que explican el comportamiento de la materia cuando es expuesto a factores externos como el cambio de temperatura, interacción con fuerzas externas y otras sustancias.(Gonzalez & Salinas, 2016)

Gravedad específica. - Medida de la densidad de una pintura y generalmente se expresa en términos de peso por galón.

Densidad de una pintura. - Proporción entre materias primas sólidas de la pintura y volumen de pintura total.

Viscosidad. - Medida del espesor de una pintura que determina el método de aplicación de esta.

Pruebas destructivas. - Son ensayos en los que se destruye el producto mediante ejercicios de estrés, seguridad y dureza, para establecer los puntos de fallas del producto en cuestión como corrosión y resistencia.(Beamish, 2015)

APÉNDICE B: Cálculo de análisis de costo

Cálculo del beneficio en la implementación del generador de reportes

Cálculo del número de reportes elaborados por semana y día

$$\# \text{ de reportes elaborados por semana} = \frac{\# \text{ de reportes elaborados}}{\# \text{ de semanas}} \quad (3.1)$$

- Mes anterior

$$\# \text{ de reportes elaborados por semana} = \frac{12}{4} = 3 \frac{\text{reportes}}{\text{semana}} = 3 \frac{\text{reportes}}{\text{día}}$$

- Periodo de validación

$$\# \text{ de reportes elaborados por semana} = \frac{17}{3} = 5.7 \frac{\text{reportes}}{\text{semana}} = 5.7 \frac{\text{reportes}}{\text{día}}$$

Costo de hora de trabajo en función del salario básico actual en el Ecuador.

$$\text{Sueldo diario} = \frac{\text{Sueldo básico 2022}}{30 \text{ días}} * \frac{28 \text{ días laborales}}{160 \text{ horas semanales}} \quad (3.2)$$

$$\text{Sueldo diario} = \frac{\$2.48}{\text{horas}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} = \frac{\$19.83}{\text{día}}$$

Costo de los reportes elaborados.

$$\text{Costo de reportes elaborados} = \frac{\text{Sueldo diario}}{\text{Reportes elaborados por día}} \quad (3.3)$$

- Mes anterior

$$\text{Costo de reportes elaborados} = \frac{\frac{\$19.83}{\text{día}}}{3 \frac{\text{reportes}}{\text{día}}} = \frac{\$6.61}{\text{reporte}}$$

- Periodo de validación

$$\text{Costo de reportes elaborados} = \frac{\frac{\$19.83}{\text{día}}}{5.7 \frac{\text{reportes}}{\text{día}}} = \frac{\$3.48}{\text{reporte}}$$