PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR – MATRIZ

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON MENCIÓN EN CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN LOS PROCESOS DE PINTURA ELECTROESTÁTICA DE UNA PYME, UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO, SECTOR AMAGASÍ DEL INCA

SANTIAGO NEPTALÍ QUINCHIGUANGO CAMPUÉS

DIRECTOR: ING. FERNANDO SOLÁ, MBA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN DE LA CALIDAD

QUITO, 2019

DIRECTOR:

Ing. Fernando Solá Yépez, MBA.

INFORMANTES:

Ing. Luis Manosalvas

Ing. Hernán Carrillo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a unas personas tan valiosas en mi vida, Ana Gabriela y María José mis adoradas hijas, Santiago Nicolás el niño de mis ojos y Miryam mi maravillosa esposa, quienes me han apoyado en todas las circunstancias, de la misma forma a mis padres quienes con su infinita bondad me abrieron las puertas del futuro al encaminar el futuro de mi vida en ciencia y sabiduría que al pasar del tiempo lo he logrado cumplir con uno de mis objetivos, así también a mis queridos hermanos y hermana: Edwin, Maritza, Fermín, Franklin, Juan, Tomás y Bladimir con quienes he compartido momentos especiales durante el proceso de mi maestría.

Santiago

AGRADECIMIENTOS

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en especial a la Facultad de Ciencias Administrativas y Contables por haberme dado la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente.

A los profesores quienes me han guiado a lo largo de mi maestría compartiendo sus conocimientos, experiencias, anécdotas hasta sus bromas.

A mi Director por haberme guiado en la ejecución de este trabajo de titulación en todas sus fases.

A mis compañeros de la Agencia de Regulación y Control del Agua, en especial a los de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento, quienes me han brindado su apoyo moral para culminar con este objetivo tan anhelado.

A mis padres Diocelina y Alfonso quienes me apoyaron incondicionalmente a lo largo de mi maestría.

A mis hermanos con quienes compartí momentos tan felices durante el trayecto de mi maestría.

A mi familia quienes han estado en todo momento apoyándome para sobresalir con el objetivo profesional.

A todos mis amigos, compañeros con quienes he compartido durante la permanencia en la PUCE.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PYME 4

1.1. Descripción de las PYMES en el Ecuador 4

1.2. Ubicación 6

1.3. Infraestructura 6

1.4. Análisis de Ingresos y Costos 8

1.5. Estructura Organizacional 9

1.6. Clientes 11

1.7. Proveedores 12

1.8. Competencia 13

2. MARCO TEÓRICO 15

2.1. Pintura Electrostática 15

2.1.1. Tipos de pintura electrostática 15

2.1.2. Procesos de aplicación de pintura electrostática 16

2.2. Gestión de Procesos 19

2.2.1. Procesos 19

2.2.2. Beneficios de los procesos 20

2.2.3. Desventajas de los procesos 22

2.3. Calidad 23

2.4. Control de calidad 23

2.5. Mejora continua 23

2.6. Ciclo de Deming (PHVA) 24

2.7. Herramientas para la mejora de la calidad 25

2.7.1. Análisis Causa-Efecto (Ishikawa) 25

2.7.2. Diagrama de Pareto 28

2.7.3. Metodología 5S 31

2.7.4. Metodología Lean Manufacturing 33

2.7.5. Despliegue Funcional de la Calidad o Quality Function Deployement (QFD) 34

2.7.6. Análisis de Modo, Falla y Efecto (AMFE) 34

2.8. Método 5W2H 36

3. METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE FALLAS EN EL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA 38

3.1. Identificación de tipos de fallas 38

3.2. Registro de frecuencia de fallas en el proceso de pintura electrostática 39

3.3. Aplicación de las herramientas de diagnostico 40

4. PLAN DE ACCIÓN PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA 50

4.1. Determinación de los objetivos de mejoramiento de la calidad 50

4.2. Plan de acción de mejora 51

4.3. Ventajas y beneficios del plan de acción de mejora para la PYME 55

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 56

5.1. Conclusiones 56

5.2. Recomendaciones 57

6. BIBLIOGRAFÍA 58

ANEXOS 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Pintuquim (PYME) 7

Figura 2. Balance económico de la PYME 9

Figura 3. Organigrama Funcional (PYME) 10

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de pintura electrostática 17

Figura 5. Ciclo Deming 24

Figura 6. Línea del problema principal 26

Figura 7. Factores relevantes del diagrama Ishikawa 27

Figura 8. Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa) 28

Figura 9. Diagrama de Pareto 31

Figura 10. Diagrama de Pareto - PYME 41

Figura 11. Diagrama Ishikawa – Falta de pintura 42

Figura 12. Diagrama Ishikawa – Ausencia de textura 44

Figura 13. Diagrama Ishikawa – Presencia de poros 47

Figura 14. Diagrama Ishikawa – Capa de pintura deforme por acumulación 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Realidad de la industria metalmecánica ecuatoriana 5

Tabla 2. Ingresos y egresos de la PYME 8

Tabla 3. Clientes de la PYME 11

Tabla 4. Proveedores de la PYME 12

Tabla 5. Competencia de la PYME 13

Tabla 6. Registro de datos 30

Tabla 7. Registro de frecuencia de fallas en el proceso de pintura electrostática 39

Tabla 8. Datos de la PYME para la aplicación de diagnostico 40

Tabla 9. Plan de acción para la PYME 52

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo permite cuantificar y demostrar que a través de la gestión de procesos, es posible mejorar el desempeño de una PYME; lo cual hace viable cuando la organización acoge la filosofía y cultura de la calidad, mejoramiento continuo, mismos que son determinados a partir de un análisis minucioso de la información existente en la PYME, esto ayuda al cuerpo directivo de la organización tomar decisiones o acciones preventivas y correctivas en beneficio de la operación, en consecuencia mejorar la productividad y su rentabilidad, para lo cual es necesario desagregar y entender cómo interactúan cada una de las actividades que fusionadas se terminan convirtiendo en los procesos que agregan valor a diferentes grupos de interés.

Para llevar a cabo el estudio del presente trabajo y la propuesta de mejora en el proceso de pintura electrostática de la PYME, ha sido necesario estructurar de la siguiente manera:

Capítulo I: Se refiere a la descripción general de la PYME.

Capítulo II: Se refiere al marco teórico.

Capítulo III: Contempla las metodologías para la evaluación de fallas en el proceso de pintura electrostática.

Capítulo IV: Plan de acción para implementar la propuesta de mejora en el proceso de pintura electrostática.

Capítulo V: Se define las conclusiones y recomendaciones dadas en función de los capítulos desarrollados anteriormente.

INTRODUCCIÓN

Descripción del problema

La PYME entró en operación en enero de 2014 en la ciudad de Quito, misma que se dedica a brindar el servicio de aplicación de pintura electrostática a productos metálicos considerando como una actividad principal y como actividad secundaria la comercialización de muebles de oficina, médicos, instituciones educativas, canceles, aéreos, bibliotecas, entre otros.

Es importante recalcar que el principal objetivo de esta organización es brindar un servicio en pintura electrostática de calidad y una atención de primera.

Sin embargo, la falta de una estructura organizativa, recursos humanos calificado, exigencias de los clientes y los estándares de calidad cada vez más rigurosos; no han permitido un desarrollo sustentable de esta organización, por lo que ha sido necesario el planteamiento de esta investigación, misma que permitirá en un corto o mediano plazo tomar las acciones correctivas o mejoras para el posicionamiento de la PYME en el mercado local y nacional.

Es decir no se han implementado los protocolos y procedimientos para un registro y control de las fallas recurrentes en el proceso de aplicación de la pintura electrostática, cuyo propósito se enmarcaría en promover, asegurar y mejorar la calidad del servicio brindado.

La falta de recursos económicos, elevados costos de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, falta de capacitación al personal de operación, conlleva a la deficiencia en el servicio y consecuentemente la insatisfacción e incluso pérdida de clientes.

Haciendo énfasis en la gestión de la calidad, no existe una mejora continua respecto a la dirección, administración de recursos, identificación de defectos y los posibles impactos para la organización.

Por consiguiente es necesario realizar un análisis, el cual incluya identificación de defectos, priorización de los defectos, minimización de impactos negativos, y planteamiento de acciones preventivas y correctivas, que se pueden presentar en el proceso de aplicación de la pintura electrostática en torno a la gestión de la calidad.

Por todo lo expuesto, esta investigación se enfocará en el análisis de fallas en los procesos de aplicación de la pintura electrostática, que permitirá tomar acciones de mejora a través de la búsqueda de metodologías aplicables para dirigir y coordinar tanto el recurso humano como el material para conseguir los objetivos trazados respecto a la mejora continua.

Justificación

A través de las herramientas y metodologías actuales se pretende determinar y priorizar los problemas recurrentes en los procesos que conlleva el servicio de pintura electrostática, con base en el diagnóstico obtenido se proyecta platear acciones de mejora enfocados a corto, mediano y largo plazo, dichas acciones permitirá realizar los ajustes necesarios en los diferentes ámbitos de la PYME y así tener mayor productividad y rentabilidad, es así que mejorando la calidad se podría alcanzar niveles altos de credibilidad de parte de los clientes finales.

Formulación del problema

¿Cómo mejorar la calidad en el proceso de pintura electrostática de una PYME?

Objetivos

Objetivo general

Mejorar la calidad en el proceso de pintura electrostática de una PYME a través de la gestión de la calidad y plan de acción propuesto.

Objetivos específicos

- Evaluar el contexto de los procesos de pintura electrostática y las fallas en el producto terminado.
- Analizar las metodologías que se emplearán para la evaluación de las fallas en los procesos de aplicación de pintura electrostática.
- Determinar las acciones de mejoramiento de la calidad para el proceso de pintura electrostática.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PYME

Para contextualizar el sector en el cual está inmerso la PYME, es importante detallar de forma general, lo siguiente: descripción de las PYMES en el Ecuador, ubicación de la PYME como objeto de estudio, infraestructura con la que cuenta, análisis financiero, estructura organizacional actual, clientes, proveedores y competencia.

1.1. Descripción de las PYMES en el Ecuador

Actualmente se considera a las PYMES como el sector más productivo en la economía de un país, por el impacto que tiene tanto en países desarrollados como en los países en vías de desarrollo. Esto se ve reflejado en el Producto Interno Bruto (PIB) con una tasa del más del 25%; y, a su vez, es generadora de empleo ya que abarca un 70% de la Población Económicamente Activa (PEA) del país. En Ecuador, el 39% de los empleos son generados por microempresas, mientras que el 17% a pequeñas y 14% a medianas.

Por tales motivos, se debe la importancia en la economía de un país como base para el desarrollo de la producción, es decir, produciendo, demandando y comprando productos o añadiendo valor agregado con la finalidad de generación de riqueza y empleo para un manejo sostenible de la economía. Las compañías PYMES ecuatorianas para su respectiva operación deben estar debidamente registradas en la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros.

Para el año 2011, según Paz y Miño (2015) y el Servicio de Rentas Internas (SRI), existieron 27 646 PYMES, de las cuales 13 332 están distribuidas de la siguiente manera: 4 661 medianas empresas que representan un 34,96% y 8 671 pequeñas empresas que dan un 65,04%. Cabe recalcar que la mayor cantidad de PYMES se encuentran en Pichincha y Guayas. Para ese año, en Pichincha, se estima que existen 43,29% y en Guayas 40,46%; esto, debido a la concentración de la población en estas

localidades, así como de las empresas más grandes, a las que las Pymes proveen de bienes y servicios, en gran medida especializados, (Amores & Castillo, 2017).

La Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador (FLACSO) de acuerdo al censo económico del 2 010 señala que la industria metalmecánica del Ecuador aportó con 21 343 empleos en 8 019 empresas, de los cuales 7 861 corresponden a la micro empresa y es ésta la que genera la mayor cantidad de trabajo, con un porcentaje en ventas menor al 2,5% del total de ventas reportadas en esa industria, (Torres, Pérez, & Moreno, 2017), escenario que se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Realidad de la industria metalmecánica ecuatoriana

	Número de Metalmecánica	**Metalmecánica en Ecuador, %**	**Ventas, %**	**Empleo, %**	**Número de trabajadores**
Micro Empresa	7 861	98,02	2,32	72,06	15 543
Pequeña Empresa	128	1,60	6,99	11,37	2 452
Mediana Empresa	11	0,14	0,67	3,76	584
Gran Empresa	19	0,24	90,02	12,81	2 764
TOTAL	8 019				21 343

Fuente: Adaptado de (Torres et al., 2017).

La industria ecuatoriana de servicio de pintura electrostática ha incrementado su demanda, debido a la variedad de aplicaciones que se utiliza a la pintura como revestimiento superficial, industrias como la automovilística, metalmecánica y mobiliaria requieren y representan la mayor demanda del servicio de pintura en el Ecuador, (Gualoto & Leonel, 2017).

1.2. Ubicación

La PYME entró en operación a partir del año 2014, misma que está enfocada a brindar el servicio de pintura electrostática como actividad principal y como actividad secundaria la comercialización de muebles de oficina, médicos, instituciones educativas, canceles, aéreos, bibliotecas, entre otros.

La PYME se encuentra ubicada en las calles San Miguel de Anagáes N 52-2 y San Rafael, sector Amagasí del Inca, en la ciudad de Quito como se observa en la Figura 1.

1.3. Infraestructura

La PYME para el cumplimiento de sus actividades cuenta con una infraestructura constituida por una área aproximadamente de 800 m^2, dicha área está distribuida estratégicamente en una oficina de atención a clientes, una bodega para almacenamiento de materia prima (pintura electrostática) y otros accesorios, además consta de espacios para el proceso de lavado, aplicación de pintura electrostática y polimerización, adicionalmente, la PYME cuenta con varios equipos como son:

- 1 Compresor de 5 HP
- 3 Pistolas para aplicación de pintura electrostática
- 3 Equipos electrostáticos 110 v y 220 v
- 2 Hornos de polimerización
- 2 Cabinas de aplicación de pintura electrostática



Figura 1. Ubicación de Pintuquim (PYME)

Fuente: Google Earth 2018

1.4. Análisis de Ingresos y Costos

La PYME no dispone de información detallada de lo que corresponde ni cuantificación de los indicadores, sin embargo se presenta ingresos y egresos de los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Ingresos y egresos de la PYME

Datos / Años	2014	2015	2016	2017	2018
Ingresos	49656,00	60000,00	20000,00	55293,00	34409,00
Egresos	38896,00	41647,00	11580,00	39134,00	19596,00
Utilidad	10760,00	18353,00	8420,00	16159,00	14813,00

Fuente: PYME, 2019

Como se puede evidenciar en la Tabla 2, para el año 2014 se obtuvo ingresos de USD 49656, 00, para el año 2015 fue de USD 60000,00, para el año 2016 fue de USD 20000,00 para el año 2017 fue de USD 55293,00, y para el año 2018 fue de USD 34409,00. De la misma forma los egresos fueron variando a lo largo de los años, para el año 2014 fue de USD 38896,00, para el año 2015 fue de USD 41647,00, para el año 2016 fue de USD 11580,00, para el año 2017 fue de USD 39134,00 y para el año 2108 fue de USD 19596,00.

De la información financiera se evidencia que en el año 2015 se obtuvo ingresos de USD 60000,00, dicho valor es superior a los ingresos obtenidos en los demás años.

De la misma información se analizó los egresos, obteniéndose un valor superior en el año 2015, de USD 41647,00 con respecto a los años analizados.

Referente a las utilidades se evidencia que en el año 2015 se generó alrededor de USD 18353,00, siendo superior a los obtenidos en los años 2014, 2016, 2017 y 2018.

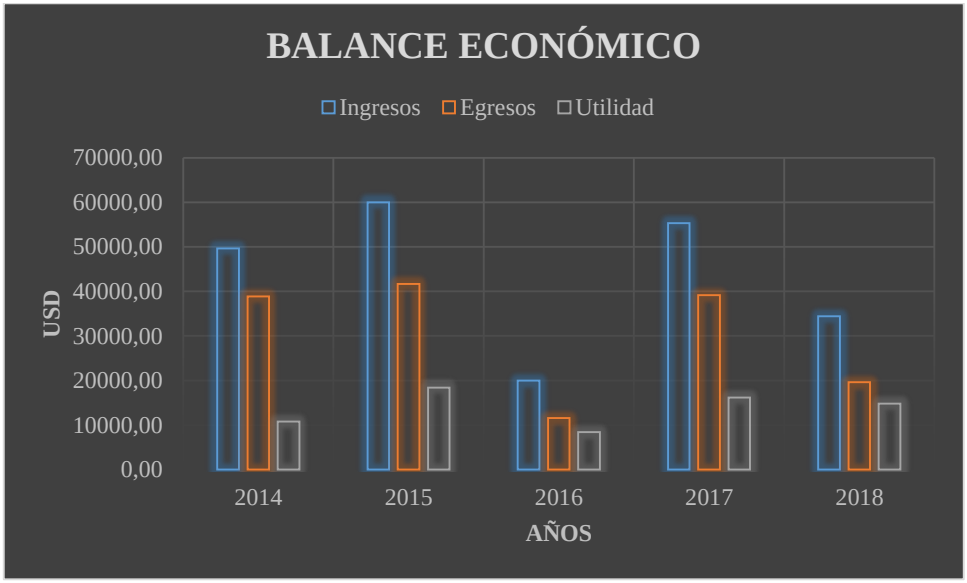


Figura 2. Balance económico de la PYME

Fuente: PYME, 2019

En la Figura 2 se puede evidenciar como han ido variando los ingresos y egresos de la PYME a lo largo del tiempo, pese a la crisis del país se ha mantenido en operación, esta variabilidad se debe al resultado provenientes tanto del servicio de pintura electrostática y de la comercialización de muebles de oficina, médicos, instituciones educativas, canceles, aéreos, bibliotecas, entre otros. Por lo antes indicado, la PYME mantiene la sostenibilidad financiera.

1.5. Estructura Organizacional

Según (Martínez, 2014) la estructura de una organización no es más que una forma de ordenar un conjunto de relaciones entre los centros funcionales y operativos que llevan a cabo las actividades y procesos de la organización, bien para formalizar los flujos de

autoridad, decisiones, niveles jerárquicos en que éstas se ponen en práctica, o también para lograr la adecuada comunicación y coordinación entre los distintos miembros de la organización.

La PYME al ser un negocio familiar no dispone de una estructura organizacional bien estructurada, es decir divido en direcciones o departamentos, más bien la estructura desde su creación hasta la actualidad está compuesto por gerencia general-gerente general y un departamento de administración-administrador, quienes coordinan y administran las demás áreas anexas de la PYME como se muestra en la Figura 3.

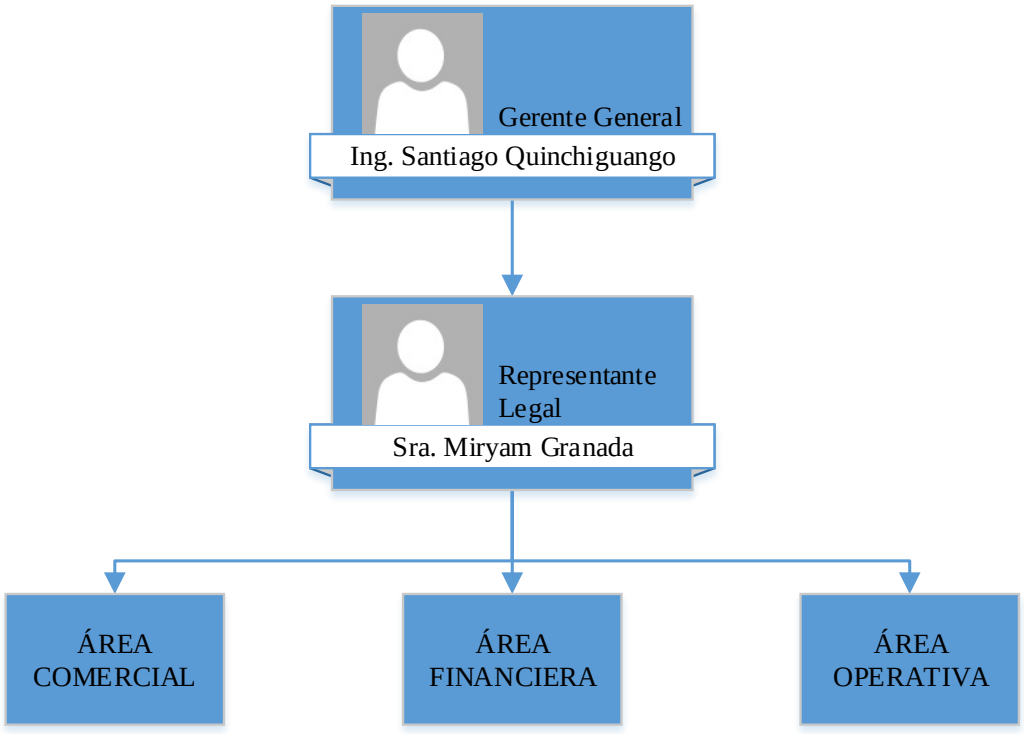


Figura 3. Organigrama Funcional (PYME)

La gerencia general está enfocada en la planificación y desarrollo de los objetivos generales y específicos de la PYME a corto, mediano y largo plazo, a través de una

constante evaluación. Organizar la estructura de la empresa actual y a futuro; como también de las funciones y los cargos. Dirigir la empresa, tomar decisiones, supervisar y ser un líder dentro de ésta. Por otra parte, la representante legal y administradora está a cargo principalmente del área operativa y de forma paralela las áreas: comercial y financiera.

1.6. Clientes

La PYME considera a los clientes un soporte principal dentro del marco organizativo, por lo cual está enfocado en brindar un servicio de alta calidad para mantener la fidelidad de los clientes, así también poner atención en los servicios no conformes para una retroalimentación y mejora continua. Entre los clientes de la PYME se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3. Clientes de la PYME

Cliente	Descripción del servicio o producto
Electrona Modular	Pintura Electrostática
Auron	Pintura Electrostática
Metálicas Sanguña	Pintura Electrostática, mobiliarios
Product Muebles	Pintura Electrostática
Fleximuebles	Pintura Electrostática
Servimet	Pintura Electrostática
Armet	Pintura Electrostática
Gustavo Cumbal	Pintura Electrostática, mobiliarios
Patricio Solís	Pintura Electrostática, mobiliarios
Miguel Andrango	Pintura Electrostática

Cliente	Descripción del servicio o producto
Galo Andrade	Pintura Electrostática
Amilcar Chicaiza	Pintura Electrostática
César Quilumbaquín	Pintura Electrostática, mobiliarios
Ítalo Rey	Pintura Electrostática, mobiliarios
Alfonso Quilo	Pintura Electrostática, mobiliarios
Gonzalo Granada	Pintura Electrostática

Fuente: PYME, 2019

Como se muestra en la Tabla 3, la PYME tiene como actividad principal el servicio de pintura electrostática a productos de estructura metálica (mobiliarios en general), en algunas situaciones se ha realizado la fabricación de conformidad a la solicitud del cliente.

1.7. Proveedores

La PYME para la adquisición de materia prima, insumos, accesorios, equipos de seguridad, materiales diversos, cuenta con proveedores que facilitan y permiten el cabal cumplimiento de las actividades anexas a la organización, además garantiza el dinamismo comercial y financiero, considerando que la fidelidad de los clientes por la entrega oportuna y con la calidad requerida es importante.

La PYME cuenta con los siguientes proveedores, como se indica Tabla *4*:

Tabla 4. Proveedores de la PYME

Proveedor	Producto o material
Industrias Galvano	Pintura Electrostática

Proveedor	Producto o material
Wesco	Pintura Electrostática
Don Polo	Pintura Electrostática
Pintulac	Equipos de protección personal, thinner, spray, alambres, herramientas, mangueras, filtros para comprensor, etc.
Megakywi	Equipos de protección personal, thinner, spray, alambres, herramientas, mangueras, filtros para comprensor, etc.
Colquímicos	Fosfato
Fausto Torres	Fosfato
Ferretería Yánez	Equipos de protección personal, thinner, spray, alambres, herramientas, mangueras, filtros para comprensor, etc.

Fuente: PYME, 2019

Como se observa en la Tabla 4, la PYME trabaja con diferentes proveedores, para el suministro de materia prima, elementos electrónicos, herramientas, equipos de protección personal, entre otros.

1.8. Competencia

En el mundo de los negocios se considera competencia a las empresas u organizaciones que realizan la misma actividad comercial o similar, manteniendo una particularidad que caracteriza a cada empresa, la PYME ha considerado como competencia las siguientes, como consta en la Tabla 5:

Tabla 5. Competencia de la PYME

Competencia	Características
Ecuapintec	Calidad similar y precio alto

Competencia	Características
Galvano Ecuatoriano	Calidad similar
Alberto Constante	Precio y Calidad bajo

Fuente: PYME, 2019

Como se muestra en la Tabla 5, la competencia ha sido considerada como uno de los factores determinantes para el equilibrio financiero de la PYME, sin embargo a través estrategias de cultura de calidad han permitido consolidarse en el sector. La variabilidad en calidad y precio, son factores comunes, es decir que ciertos clientes más se enfocan en la calidad mientras que otros en el precio.

2. MARCO TEÓRICO

Para tener un respaldo teórico y científico, se han considerado describir los siguientes temas que permitirá comprender la generalidad de los procesos de pintura electrostática, los cuales son: pintura electrostática, gestión de procesos, calidad, control de calidad, mejora continua, ciclo de Deming, herramientas para la mejora de la calidad y metodología 5W2H.

2.1. Pintura Electrostática

Según (Valdivia Reyes, Carlos Arturo Moisés, 2013) la pintura electrostática es un tipo de recubrimiento que se aplica como un fluido de polvo seco, consiste en aplicar una capa de pintura en polvo por medios electrostáticos a un cuerpo generalmente metálico por medio de una pistola de pulverización electrostática, para después ser sometido a calentamiento fundiendo el polvo sobre dicho metal, cubriéndolo así con una capa de acabado duro que es más resistente que la pintura convencional.

2.1.1. Tipos de pintura electrostática

La pintura electrostática o en polvo es una mezcla homogénea de partículas finas y sólidas de minerales, pigmentos y resinas. Se clasifican en:

Pinturas epoxi

Se caracterizan por ser pinturas de alta resistencia a los impactos, una gran adherencia, una excelente resistencia a la oxidación y por ofrecer un alto rendimiento al momento de aplicarlas. Se conforman por resinas epóxicas que aportan funcionalidad, pero que tienen baja durabilidad en cuanto a brillo y acabado. En general no se recomienda su uso para

aplicaciones a la intemperie, pero tienen un amplio uso como acabados funcionales, resistentes químicamente y anticorrosivos (Ahmad & Ajer, 2015).

Pinturas poliéster-TGIC

Son ideales para aplicaciones a la intemperie gracias a su alta resistencia a los rayos ultravioleta y a las variaciones de temperatura. Son pinturas con un brillo duradero y gran estabilidad en color y acabado, sin embargo, pueden reventarse cuando se exponen a altas cargas funcionales, como impactos y dobleces, y presentan menor resistencia a agentes químicos y a la corrosión que las epóxicas (Relosi et al., 2018).

Pinturas epoxi/poliéster o híbridas. Recubrimientos en polvo híbridos están formulados a partir de proporciones equilibradas de dos tipos de resina. Los recubrimientos híbridos (epoxi / poliéster) están dirigidos a conciliar las características de resistencia a la intemperie y la acción de los rayos UV con la resistencia química y características mecánicas (Relosi et al., 2018).

2.1.2. Procesos de aplicación de pintura electrostática

Un proceso está definido como la sucesión de actos o actividades realizados con cierto orden lógico o secuencial, dichas actividades deben cumplir estándares de calidad que permitan cumplir cabalmente los objetivos de la organización, para la PYME se ha considerado ciertos procesos principales como los que se detalla en la Figura 4, mismos que se han ido ajustando a lo largo del tiempo con único objetivo de entregar a nuestros clientes un servicio de calidad.

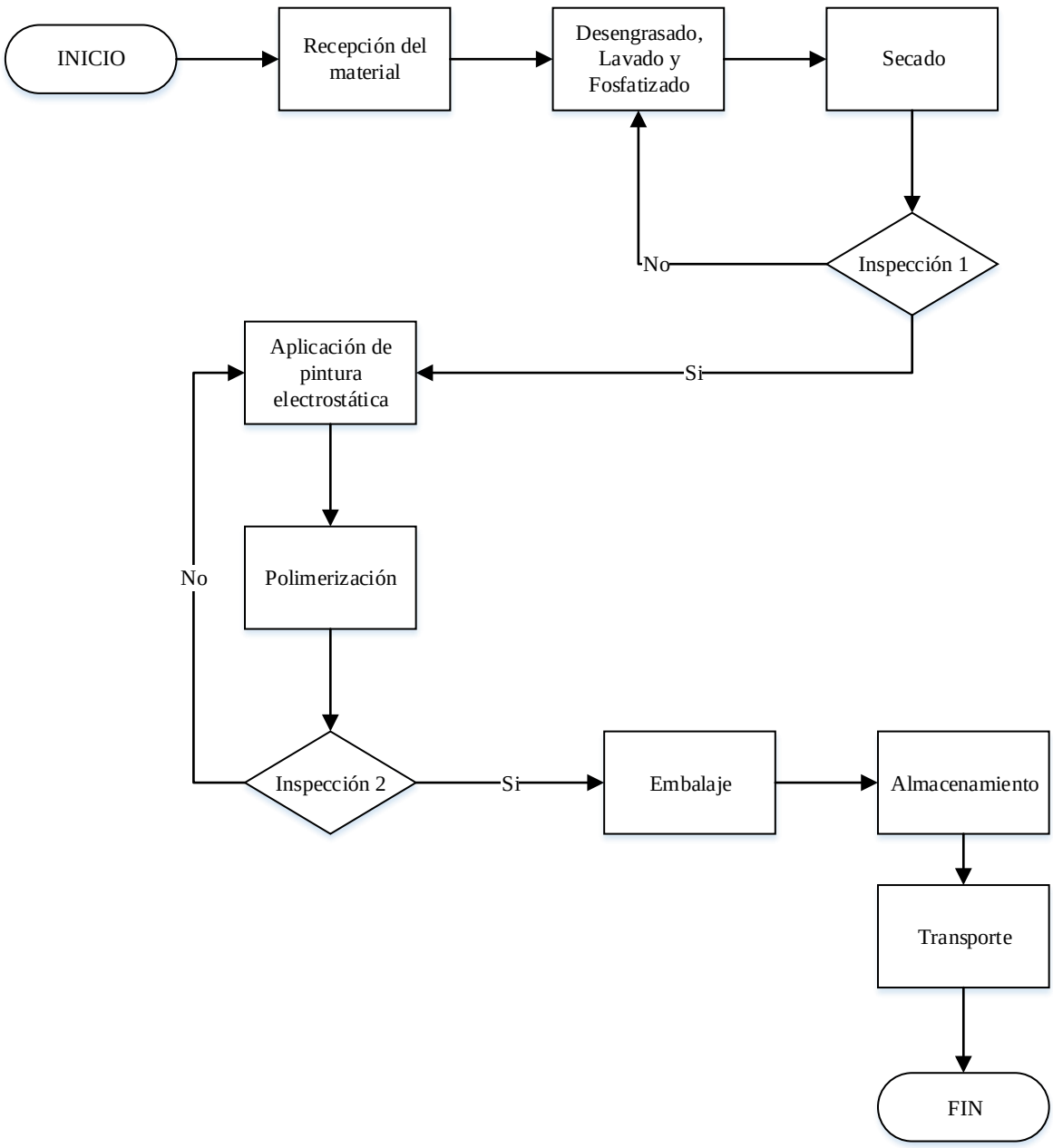


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de pintura electrostática

Para un mejor entendimiento del proceso se describe las actividades que son:

Recepción del material.- Es un proceso que se realiza luego del conteo de piezas, mediante el cual se procede a confirmar la cantidad de material como especifica en la

nota de entrega, es decir el número de elementos que ingresa a la PYME para su respectivo tratamiento y acabado.

Desengrasado.- Es un proceso que permite la eliminación de la grasa contenida en el material a través de un tratamiento químico.

Lavado.- Acción de eliminar impurezas de la superficie del material con el objeto de que el proceso de aplicación de la pintura sea eficaz.

Fosfatizado.- Es un tratamiento ácido para superficies de estructuras de hierro, acero y galvanizada, destinado a mejorar el anclaje entre el material y la pintura a aplicar.

Secado.- Es el proceso mediante el cual se elimina la humedad del material previo a la aplicación de la pintura electrostática.

Inspección 1.- Permite verificar si el material se encuentra en condiciones óptimas para continuar al siguiente proceso que es la aplicación de la pintura electrostática, caso contrario se debe retornar al proceso de lavado y fosfatizado, de tal forma que garantice un acabado de calidad.

Aplicación de pintura electrostática.- Es el proceso mediante el cual se realiza la aplicación de la pintura electrostática (pintura en polvo) a todo tipo de material ferroso, galvanizado y acero, mediante equipos electrostáticos.

Polimerización.- Es el proceso en el cual existe reacciones químicas debido a elevadas temperaturas, es decir se activan las resinas por la acción del calor.

Inspección 2.- Permite verificar si el material se encuentra en condiciones óptimas de acabado caso contario deberá repetir los procesos de aplicación de la pintura electrostática y la polimerización.

Embalaje.- Es el proceso mediante el cual se protege al material pintado o acabado posterior al proceso de inspección correspondiente, con el objeto de precautelar la superficie del material.

Almacenamiento.- Es el proceso que permite almacenar o colocar de forma provisional en un área específica los materiales acabados para posterior entrega a los clientes.

Transporte.- Corresponde al traslado de los materiales empleando un medio de transporte hasta la entrega final, mismos que pueden transportados por los mismos clientes o directamente por parte de la PYME.

2.2. Gestión de Procesos

La gestión de procesos es una disciplina de gestión que ayuda a la dirección de la empresa a identificar, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y hacer más productivos los procesos de la organización para lograr la confianza del cliente. La estrategia de la organización aporta las definiciones necesarias en un contexto de amplia participación de todos sus integrantes, donde los especialistas en procesos son facilitadores, (Carrasco, 2009).

2.2.1. Procesos

Según (Harrington & Rosas Lopetegui, 1993) mencionan que los procesos son cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y

suministre un producto a un cliente externo o interno. Los procesos utilizan los recursos de una organización para suministrar resultados definitivos.

Proceso es un conjunto de actividades, interacciones y recursos con una finalidad común: transformar las entradas en salidas que agreguen valor a los clientes. El proceso es realizado por personas organizadas según una cierta estructura, tienen tecnología de apoyo y manejan información, (Carrasco, 2009).

2.2.2. Beneficios de los procesos

Según (Gallego Navarro, 2013) menciona que si se analizan estudios de opinión recientes realizados sobre pequeñas y medianas empresas, que por el momento solo han implantado gestión de la calidad según ISO 9001, podemos decir; que ellas mismas consideran como ventaja:

- Que es una mejora competitiva, es aquella característica o valor agregado que le dan al producto o servicio que se brinda a los clientes.
- Que les abre a mercados u ofertas, se refiere que a través de las mejoras realizadas permite abrir u ofertar los productos y/o servicios a otros segmentos de clientes.
- Que mejoran su imagen de empresa, lógicamente la gestión de la calidad afecta de manera positiva a la imagen de la empresa, es así que se puede considerar el activo más valioso de toda compañía.
- Que mejora la gestión general de la empresa, la implementación de la gestión de la calidad infiere integralmente a la empresa, en consecuencia permite obtener mayor rentabilidad.

- La optimización y control de los procesos, permite generar más con menos recursos a través de un control adecuado de los procesos.
- Sistema de documentación útil y controlada, la gestión de la calidad contribuye a tener documentos importantes y controlados de forma sistemática y ordenada.
- Mayor satisfacción del cliente, la calidad de producto o servicio genera una mayor satisfacción del cliente por lo tanto mayor posibilidad que el cliente vuelva a comprar o a contratar los servicios en la empresa.
- Disponer de herramientas de medida para identificar oportunidades de mejora, consistente en que la empresa cuente con instrumentos o aparatos de medición que permita realizar un diagnóstico.
- Conocer los puntos débiles de la empresa, lógicamente permite conocer las falencias de la empresa e incitan implementar acciones de mejora.
- Mejora continua, se refiere al proceso mediante el cual se va corrigiendo las debilidades e innovando los procesos productivos y de servicios, características que el cliente busca y por tal razón genera rentabilidad para la empresa.
- Mejora en la productividad, contribuye a aumentar la producción a través de la implementación de la gestión de la calidad.
- Mejor uso de recursos y medios, contribuye a optimizar los recursos y medios como consecuencia de la gestión de la calidad.
- Reducción en los defectos en el servicio o producto, constituye a minimizar los productos no conformes de forma gradual.
- Mejora del producto final, se refiere a que el producto o servicio brindado es de mejor calidad y en consecuencia la satisfacción del cliente.

- Menor número de reclamaciones del cliente, un producto o servicio de calidad contribuye a minimizar los reclamos por parte de los clientes.

2.2.3. Desventajas de los procesos

Según (De la Hoz Freyle, Javier E, Rincón, & Flórez, 2012) argumenta que existen seis factores que dificultan la gestión de la calidad:

- Orientación a procesos, porque no involucra a las demás áreas de la empresa para una mejora integral.
- La gestión de la calidad es de gran envergadura y necesita ser difundida, porque al ser complejo requiere de una gestión de comunicación eficiente para toda la empresa, lo cual no ocurre únicamente con la gestión de la calidad.
- Los malos resultados son la excusa para el fin del programa, porque los resultados negativos generan mayores inversiones, se ven obligados a abandonar el programa de la gestión de la calidad.
- Expectativas delirantes para el éxito, porque las empresas mentalizan expectativas sin ningún lineamiento u objetivo claro, es decir por doquier.
- La gestión de la calidad está dirigida hacia los consultores y el staff, más bien debería estar dirigido a toda la organización o capacitar a personal de la misma.
- Se inclina a lo ortodoxo y no a la relación causa y efecto, es decir que se enfoca más a las normativas o prácticas tradicionales, generalizadas y aceptadas por la mayoría como las más adecuadas, sin embargo no consideran las relaciones causa-efecto y metodologías actuales.

2.3. Calidad

Según (Marín Vinuesa & Gimeno Zuera, 2010) argumentan el concepto de calidad como el conjunto de características inherentes de un bien o servicio que satisfacen las necesidades y expectativas de los clientes. Sin embargo, muchos autores definen la calidad desde diferentes perspectivas, en este sentido (Juran & Medina, 1990) concibe la calidad como "la adecuación al uso", también la define como "las características de un producto o servicio que le proporcionan la capacidad de satisfacer las necesidades de los clientes". (Deming, 1989) propone la calidad en términos de la capacidad que se tiene para garantizar la satisfacción del cliente. Feigenbaum tiene una visión más integral de la calidad pues éste considera la necesidad de que exista una participación de todos los departamentos para garantizar la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes.

2.4. Control de calidad

Según (Gutiérrez Beltrán & Serpa Valdivia, 2015) el control de calidad es un conjunto de técnicas utilizadas con la finalidad de recolectar y analizar datos que pueden usarse para iniciar una acción correctiva.

2.5. Mejora continua

(Gutiérrez Beltrán & Serpa Valdivia, 2015) indican que la mejora continua es una estrategia de acción y utilización de recursos productividad de un proceso. Según (Alvarado Ramírez & Pumisacho Álvaro, 2017) En las empresas objeto de estudio se determinó que un 85% conoce la práctica como mejora continua desconociendo el término Kaizen, y un 15% propiamente como Kaizen, siendo un grupo de las grandes

empresas las que reconocen este término. Ante esta comprensión, los directivos mencionan:

- La aplicación se conoce como mejora continua, desconociendo el término Kaizen.
- La práctica de mejora continua se la lleva a cabo considerando la evaluación de actividades que aportan valor y satisfacción de los requerimientos de los clientes.
- Los procesos de mejora continua se basan en la norma ISO y en los planes estratégicos.
- La aplicación se lleva a cabo como ciclo de mejora continua - PDCA.

2.6. Ciclo de Deming (PHVA)

Según (Herrera & Schmalbach, 2010) el enfoque basado en procesos de la norma ISO 9000 consigo el ciclo: planear, hacer, verificar y actuar en función correctiva (PHVA) que se presenta en la Figura 5 y que, a su vez, también se refleja en el modelo de un sistema de gestión de calidad basado en procesos. Con lo que se logra que como producto de la retroalimentación permanente la organización evolucione.

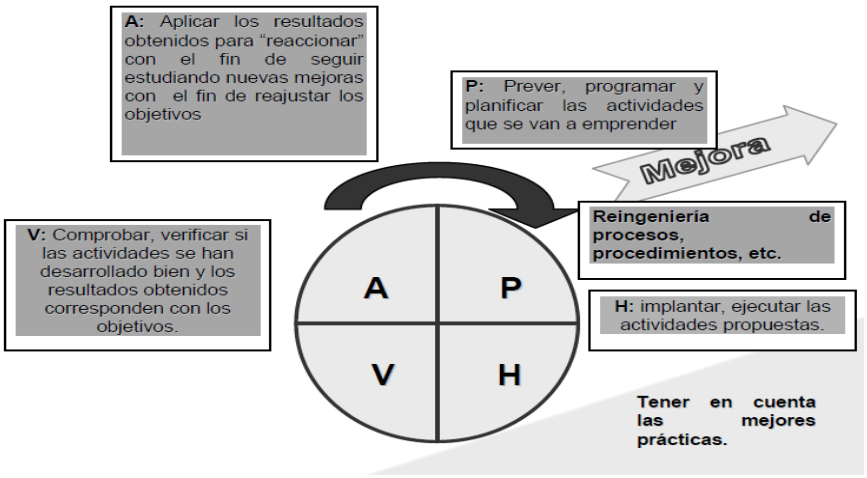


Figura 5. Ciclo Deming

Fuente: (Herrera & Schmalbach, 2010).

Según (Gutiérrez Beltrán & Serpa Valdivia, 2015), describe el PHVA:

Planear.- Determinar las metas y los métodos para alcanzar los objetivos planteados.

Hacer.- Educar a los empleados y poner en práctica el cambio mediante la implantación de actividades propuestas.

Verificar.- Verificar los efectos del cambio. ¿Se han alcanzado las metas? De no ser así, volver a la etapa de Planear.

Actuar.- Emprender la acción apropiada para institucionalizar el cambio.

2.7. Herramientas para la mejora de la calidad

Son metodologías o herramientas que permiten realizar el diagnóstico de las organizaciones, a través de ello plantear acciones de mejora que tiene como objetivo principal la satisfacción del cliente, las herramientas son: análisis Causa-Efecto, Diagrama de Pareto, Metodología 5S, Metodología Lean Manufacturing, QFD y AMFE.

2.7.1. Análisis Causa-Efecto (Ishikawa)

Según (Bilsel & Lin, 2012) menciona que cuando se produce un problema en un sistema, se deben identificar sus causas para que el problema se solucione. Los diagramas de causa y efecto (CE) de Ishikawa son herramientas populares para investigar e identificar numerosas causas diferentes de un problema. Un diagrama de CE se puede usar como una guía para asignar recursos y hacer las inversiones necesarias para solucionar el problema. Aunque las decisiones importantes se basan en los diagramas de CE, existe una escasez de metodología analítica que respalde la construcción de estos diagramas. Proponemos una metodología basada en el análisis de captura-recuperación para estimar

analíticamente las causas de un problema y construir diagramas de CE. Se puede usar una estimación de la cantidad de causas para determinar si el estudio de CE debe terminarse o si se requieren iteraciones adicionales.

Metodología de Aplicación

(Cantú Delgado, 2001) recomienda que las causas potenciales se clasifiquen en seis categorías, de ordinario conocidas como las seis M: materiales, maquinaria, métodos de trabajo, medición, mano de obra y medio ambiente. En ese contexto los pasos para elaborar un diagrama causa-efecto son:

Paso 1. Decidir cuál es el problema por analizar o la característica de calidad por considerar, lo cual suele hacerse mediante el uso del diagrama de Pareto.

Paso 2. Escribir la característica seleccionada en un recuadro en el lado derecho de una hoja y dibujar una flecha gruesa que comienza en el lado izquierdo y apunta hacia el recuadro como se muestra en la Figura 6.

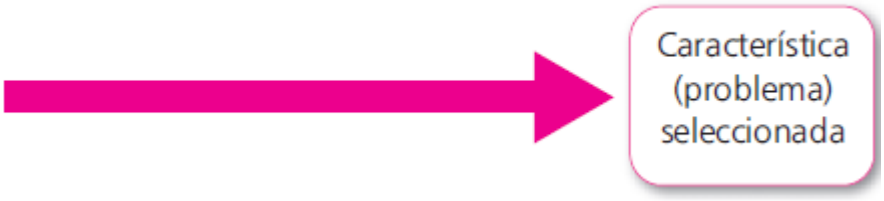


Figura 6. Línea del problema principal

Fuente: (Cantú Delgado, 2001)

Paso 3. Escribir los factores principales que podrían causar el problema en cuestión de acuerdo con la clasificación mencionada de las seis M; puede incluir cualquier otra categoría que podría ayudar a entender mejor el problema como se indica en la Figura 7.

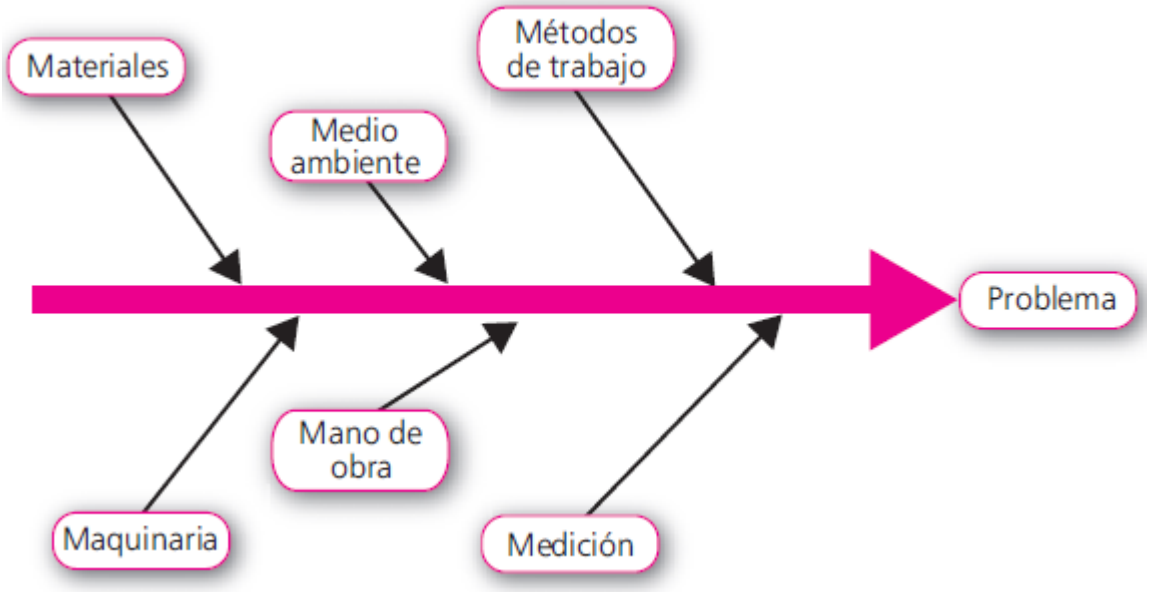


Figura 7. Factores relevantes del diagrama Ishikawa

Fuente: (Cantú Delgado, 2001).

Paso 4. En cada rama, según la categoría de que se trate, se deben anotar con mayores detalles las causas que podrían dar lugar al problema. Cabe mencionar que las categorías se podrán subdividir aún más si se piensa que ello ayudará a aclarar el origen del problema.

Para aclarar todo el proceso que conlleva el desarrollo del diagrama de Ishikawa se ha considerado el siguiente ejemplo:

El problema consiste en que en una oficina el café es tan malo que ya nadie quiere tomarlo; la secretaria y un par de empleados deciden analizar la situación para dar el

remedio apropiado y notan que las posibles causas son: a) agua fría, b) agua muy caliente, c) agua contaminada, sucia o tal vez con mucho cloro, d) café de muy mala calidad, e) dosificación del café en la cafetera, f) baja calidad del azúcar, g) tazas con mal olor, h) cafetera descompuesta, i) cafetera mal ubicada, cerca de polvo, etc., j) la persona que lo prepara lo hace de mala gana y k) cafetera desajustada. Estas causas se clasificaron de acuerdo con el procedimiento indicado y se obtuvo el diagrama causa-efecto que se muestra en la Figura 8.

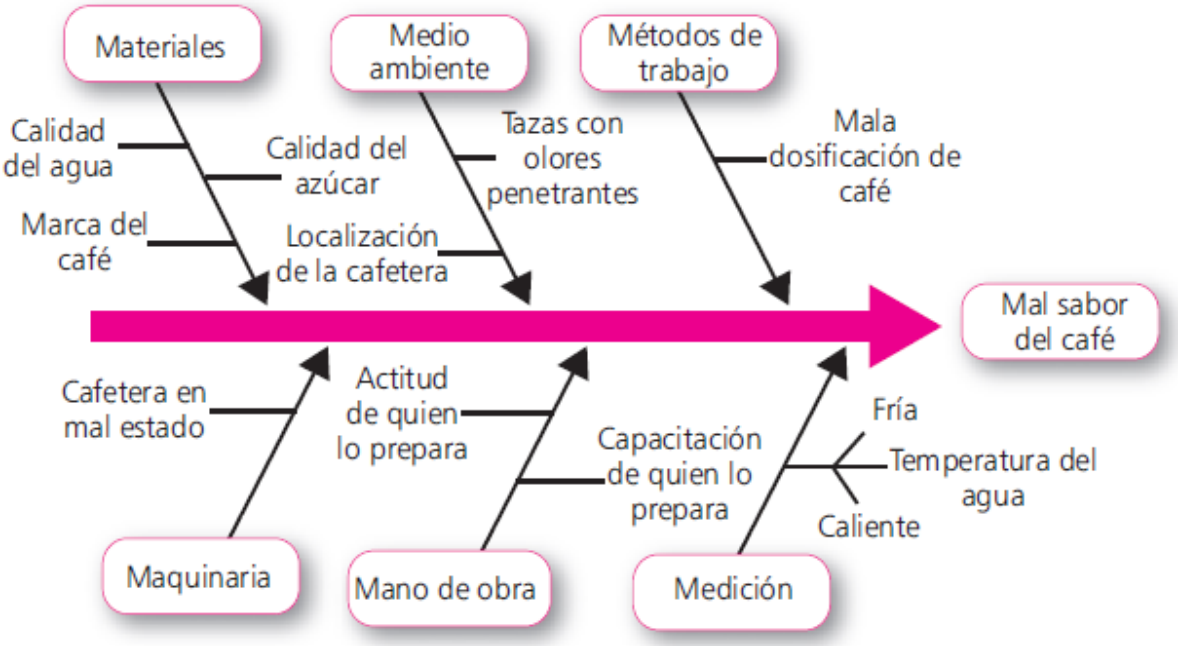


Figura 8. Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa)

Fuente: (Cantú Delgado, 2001).

2.7.2. Diagrama de Pareto

La Ley de Pareto es una herramienta de calidad y plantea “En cualquier negocio o industria pocos elementos son vitales, mientras que la gran mayoría no lo son”. También se conoce como Ley 20 – 80 ⇒ El 20% de la población es la que provoca el 80 % de los

problemas. Hay que buscar el 20% de los rubros que más influyen o quienes provocan el 80% de los problemas, (Bonet Borjas, 2005).

El diagrama de Pareto es una gráfica de dos dimensiones que se construye al listar las causas de un problema en el eje horizontal, a partir de la izquierda para colocar aquellas que tienen mayor efecto sobre el problema, de manera que disminuyan en orden de magnitud. El eje vertical se dibuja en ambos lados del diagrama: el lado izquierdo representa la magnitud del efecto propiciado por las causas, mientras que el lado derecho refleja el porcentaje acumulado de efecto de las causas, a partir de la de mayor magnitud (Cantú Delgado, 2001).

Según (Sales, 2009) el Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

¿Cuándo se utiliza?

- Al identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problema o causas de una forma sistemática.
- Al identificar oportunidades para mejorar.
- Al analizar las diferentes agrupaciones de datos: ej. por producto, por segmento, del mercado, área geográfica, etc.
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.

- Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso: antes y después.
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías.
- Cuando el rango de cada categoría es importante.

Metodología de Aplicación

A continuación se presenta un ejemplo que ayudará a entender mejor el procedimiento que se sigue para elaborar un diagrama de Pareto.

El departamento de servicio de un fabricante de refrigeradores tiene registrada una lista de las quejas que ha recibido del mercado durante el último mes.

Tabla 6. Registro de datos

Tipo de queja	Núm. de quejas	Sumatoria acumulada	Porcentaje acumulado
Fugas de agua en mangueras	25	25	38%
Manijas rotas	18	43	65%
Puerta no cierra herméticamente	7	50	76%
Bisagras vencidas	5	55	83%
No produce cubos de hielo	4	59	89%
Soportes de charolas rotos	3	62	94%
Falla de compresor	2	64	97%
Otros problemas	2	66	100%

Fuente: Adaptado de (Cantú Delgado, 2001)

Una vez registrado los datos es necesario ordenar de forma descendente como se muestra en la Tabla 6, luego se efectúa la sumatoria acumulada y a partir de la sumatoria acumulada se determina los porcentajes acumulados.

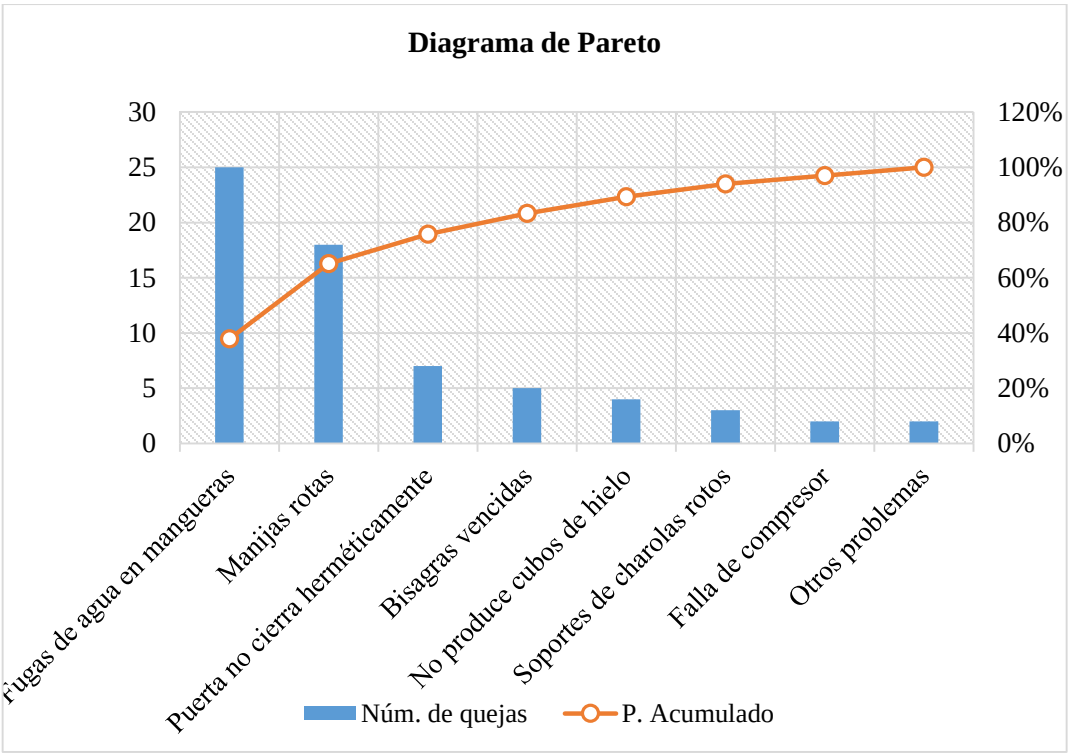


Figura 9. Diagrama de Pareto

En el diagrama de Pareto de la Figura *9* se observa que los defectos que contribuyen a 76% de las quejas de los clientes son tres; por ello, si se pretende reducir de manera eficaz el nivel de insatisfacción del cliente, será necesario centrar el interés en proyectos relacionados con la eliminación de esos tres defectos más importantes.

2.7.3. Metodología 5S

Según (Haslinda, Muliati, Miri, & Rahim, 2018) a través de la metodología 5S, la administración puede crear un entorno donde el trabajo de calidad sea cómodo, limpio y seguro en la organización, puede garantizar el cumplimiento de las normas y fomentará la mejora continua, la metodología S5 se clasifica de la siguiente manera:

- Seiri (Clasificación) se refiere a la práctica de revisar todos los materiales, herramientas, máquinas, etc., en el área de trabajo, identificar necesidades y

elementos innecesarios de ellos y mantener solo los elementos esenciales / necesarios. Cuando se implementa orden en el lugar de trabajo, el área de trabajo será más aparente y, al mismo tiempo, dará como resultado un flujo de trabajo altamente eficiente, al mismo tiempo que los trabajadores estarán más satisfechos con su entorno. La moral de los empleados aumentará a medida que los elementos o materiales no deseados sean potencialmente saludables. los peligros son identificados y eliminados.

- Seiton (Set-in-Order) se ocupa de organizar los artículos que se necesitan de la manera que mejor apoya a los empleados que realizan el trabajo. La industria manufacturera generalmente tiene muchas herramientas y artículos diferentes, y esa es la razón para poner en orden un paso importante para ayudar a realizar las actividades de forma eficiente.
- Seiso (Shine) este paso incluye actividades de limpieza del lugar de trabajo, mantener su apariencia y usar pasos preventivos para mantener el lugar de trabajo limpio. La limpieza debe realizarse no solo después del turno de trabajo, sino que debe aplicarse en un horario regular para eliminar la suciedad y el polvo del lugar de trabajo. En otras palabras, es una forma de detectar problemas temprano y mantener las áreas de trabajo y el equipo en buenas condiciones de funcionamiento aún más para extender la duración.

  La idea para esta etapa es que los operadores de producción limpien sus propios lugares de trabajo al final del turno, para que noten detalles como derrames, cables deshilachados o lámparas rotas (Marley & Ward, 2013).

- Seiketsu (Estandarización) es crear mejores prácticas y lograr que cada miembro del equipo establezca las mejores prácticas de la misma manera. Este paso se enfoca en identificar el mejor proceso para sostener las mejoras y también continuar brindando más mejoras. Mantener la estandarización en el lugar de trabajo de la industria ayudará a aumentar la seguridad y, mientras tanto, a reducir la contaminación industria, la estandarización es la manera de mantener las tres primeras S y convertirlas en un método estándar.
- Shutsuke (mantener / autodisciplina) para cada trabajador y gerente debe seguir los procedimientos en el lugar de trabajo y el taller con el mayor sentido de disciplina y sinceridad al seguir los principios y procedimientos. La autodisciplina es el paso final en todo el sistema 5S, pero también es el paso más difícil para 5S. El paso de Sostener es el más difícil porque requiere diligencia continua. (Suárez-Barraza & Ramis-Pujol, 2012) explicaron que si la implementación 5S fallaba en el medio, se debía a que la compañía nunca completó la implementación 5S. Por otro lado, si la organización implementa 5S completamente, un programa 5S tendrá larga duración.

2.7.4. Metodología Lean Manufacturing

Según (Monge, Cruz, & López, 2013) el concepto esbelto (lean) y la manufactura esbelta persiguen mejoras sustanciales del desempeño operacional o como (Murugesan, Kumar, & Kumar, 2012) refiere a ventajas competitivas como: calidad, costo, precio, velocidad en la entrega, consistencia en la entrega, innovación y flexibilidad (mejor, más barato, más rápido y más ágil), esto es posible a través de la identificación y eliminación continua y sistemática de los desperdicios (actividades que no agregan valor) o "mudas" (término

japonés de desperdicios), con el activo involucramiento de todos los empleados de una organización en proyectos de mejora continua.

2.7.5. Despliegue Funcional de la Calidad o Quality Function Deployement (QFD)

Según (Bouchereau & Rowlands, 2000), el punto de partida de cualquier proyecto de QFD son los requisitos del cliente, a menudo se refiere a lo que no se puede medir, como su aspecto, cómo se siente, durabilidad, etc. Estos requisitos luego se convierten en especificaciones técnicas como la temperatura del horno, el diámetro del molde, etc. Esta etapa se conoce como las características de ingeniería o medibles. El proceso QFD involucra cuatro fases:

1. Planificación del producto: casa de calidad.
2. Diseño de producto: despliegue de piezas.
3. Planificación del proceso.
4. Control de procesos (cuadros de control de calidad).

Un gráfico (matriz) representa cada fase del proceso de QFD. El proceso completo de QFD requiere que se construyan al menos cuatro casas que se extiendan a lo largo de todo el ciclo de vida de desarrollo del sistema, y cada casa representa una fase QFD. En la primera fase, las características de ingeniería más importantes, que satisfacen la mayoría de las demandas de los clientes definidas por la puntuación en la parte inferior de la casa, pasan a formar la entrada a la etapa posterior en el proceso de QFD.

2.7.6. Análisis de Modo, Falla y Efecto (AMFE)

Según (Camisón, Cruz, & González, 2007) indica que el análisis modal de fallos y efectos AMFE permite identificar los posibles fallos de un producto o proceso, identificando las

causas de ello y dando a través del número de la prioridad del riesgo la jerarquía de actuación. Los pasos para construir el AMFE son los siguientes:

1. Analizar las fallas potenciales: se recopilan los posibles fallos que puedan originarse durante el proceso, describiendo sus causas y sus efectos. Para ello, se debe tener claro estos cuatro conceptos fundamentales:
    - Fallo: es cuando el producto o proceso en estudio no funciona de acuerdo a lo esperado. Modo de fallo: referido a como se produce el fallo.
    - Efecto de fallo: es el resultado obtenido a causa del fallo.
    - Causas de fallo: es todo aquello que origina el fallo.
2. Evaluar y clasificar los fallos: se elabora el formato del AMFE y se calcula el número de priorización del riesgo.
3. Establecer acciones correctivas: que sirven para reducir el número de priorización del riesgo. Entre las alternativas comunes tenemos:
    - Rediseñar el proceso, producto o servicio.
    - Variar el proceso de fabricación.
    - Aumentar el proceso de inspección para prevenir las fallas.

Y por tema de investigación, debemos primero diferenciar que es defecto, entendido como la ausencia de cualidades propias o naturales de un objeto y que resulta ser no conformidad, entendido como el incumplimiento de los requisitos del sistema, sean especificados o no. Entonces se considera productos no conforme a todo aquel que no cumpla con los requerimientos establecidos por el sistema de gestión de la calidad. Por lo cual, se debe establecer las características técnicas que debe cumplir el producto evaluado, (González, Mera, & Lacoba, 2007).

Establecer acciones correctivas sobre cada cusa sobre cada causa, identificando áreas, fechas y responsables de ponerlas en funcionamiento. Esto es crucial para el programa de mejoramiento continuo. Todas las acciones deben llevar hacia una reducción significativamente de la magnitud del número de prioridad de riesgo, (Gutiérrez Beltrán & Serpa Valdivia, 2015).

2.8. Método 5W2H

Según (Pacaiova, 2015), el método 5W2H (5 preguntas Wh, 2 How) es un método introductorio para aclarar el problema (error, no conformidad). El objetivo de su aplicación es determinar la causa raíz de la falla del sistema o el problema que ocurre.

El método fue desarrollado originalmente por Sakichi Toyoda y fue utilizado por Toyota Motor Corporation en el desarrollo de metodologías de fabricación. Este método es un elemento esencial de la capacitación en la resolución de problemas y es parte de la capacitación inicial del TPS (Sistema de producción de Toyota). El creador del TPS TaichiiOhno lo describió como la base del enfoque científico de Toyota Company. Las cinco preguntas Wh hacen que la causa del problema sea más clara en busca de acciones correctivas y preventivas. La herramienta se ha extendido fuera de Toyota y se aplica comúnmente en la industria automotriz.

Objetivo del método 5W2H

El objetivo de 5W2H no es solo identificar la causa de una falla, sino también facilitar la implementación de acciones correctivas y preventivas efectivas. Si la organización elimina la causa de la falla, evitará la repetición de las mismas fallas y problemas.

A continuación se detalla el significado de cada letra:

What: busca la respuesta de, ¿Qué se debe hacer?

Why: busca la respuesta de la pregunta, ¿Por qué?, lo que se busca en esta pregunta es una justificación de lo que se va hacer.

When: responderá a la pregunta: ¿Cuándo se realizará lo que se propone?

Where: se busca saber, ¿En dónde se ejecutará la acción?

Who: la pregunta a responder es: ¿Quién lo hará?

How: se requiere saber, ¿Cómo se lo va a realizar?, en este punto se debe incluir todos los aspectos necesarios para alcanzar lo propuesto.

How much: busca responder a la pregunta, ¿Cuánto costará lo propuesto?

3. METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE FALLAS EN EL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA

Para la evaluación de fallas en el proceso de pintura electrostática se realizará a través de una visita a la PYME, donde se efectuará la identificación de tipos de fallas, registro de la frecuencia de fallas y aplicación de las herramientas de diagnóstico.

3.1. Identificación de tipos de fallas

A continuación se describe las siguientes fallas identificadas en el proceso de pintura electrostática:

- Cambio de tonalidad, se refiere al aspecto que tiene el producto terminado con referencia al acabado estándar que presente el proveedor de la pintura electrostática, esta característica se manifiesta de manera distinta para los colores claros y obscuros.
- Ausencia de brillo, se refiere a la característica que se presenta el producto acabado con respecto al acabado estándar que presenta el proveedor de la pintura electrostática.
- Ausencia de textura, característica que se observa en el producto terminado en relación al acabado estándar que presenta el proveedor de la pintura electrostática.
- Presencia de poros, en la superficie del producto terminado se evidencia porosidades con mayor relevancia en productos fabricados en tol.
- Superficie quebradiza, característica que se puede evidenciar en la superficie del producto terminado, al realizar un mínimo impacto se desprende fácilmente.
- Capa de pintura deforme, en el producto terminado se observa a manera de pequeñas ondulaciones, especialmente en las intersecciones de los productos

fabricados en tol, lo cual genera gran consumo de pintura y la insatisfacción de los clientes.

- Falta de pintura, esta característica está directamente ligada al espesor de la capa de pintura en el producto terminado, es decir no corresponde a una capa uniforme de pintura aplicada en toda la superficie.
- Desprendimiento, esta característica se evidencia en el producto terminado generándose una capa inestable de pintura, en consecuencia rechazo de los productos por parte de los clientes.
- Otras fallas, se refiere a fallas que son repentinas y no genera mayor relevancia en comparación a las fallas antes indicadas.

3.2. Registro de frecuencia de fallas en el proceso de pintura electrostática

Con base en las fallas identificadas en la PYME se procedió a determinar la frecuencia de ocurrencia de las mismas, tomando como base datos semanales durante dos meses, febrero y marzo de 2019, para efectos de cálculos y análisis se tomó valores promedios enteros, como se muestran en la Tabla *7*.

Tabla 7. Registro de frecuencia de fallas en el proceso de pintura electrostática

Tipo de fallas	Frecuencia de fallas
Ausencia de brillo	4
Ausencia de textura	15
Cambio de tonalidad	6
Capa de pintura deforme	7
Desprendimiento	3
Falta de pintura	18
Otras fallas	2

Tipo de fallas	Frecuencia de fallas
Presencia de poros	12
Superficie quebradiza	4

3.3. Aplicación de las herramientas de diagnostico

- **Diagrama de Pareto**

Una vez registrado los datos es necesario ordenar de forma descendente, luego se efectúa la sumatoria acumulada y a partir de la sumatoria acumulada se determina los porcentajes acumulados, como se muestran en la Tabla 8.

Mediante el registro de datos que se realizó en la PYME se pretende efectuar un diagnostico utilizando las herramientas estadísticas que para este caso será el Diagrama de Pareto y el Diagrama de Ishikawa, los datos compilados y priorizados

Tabla 8. Datos de la PYME para la aplicación de diagnostico

Tipo de fallas	Frecuencia de fallas	Sumatoria acumulada	Porcentaje acumulado, %
Falta de pintura	18	18	25
Ausencia de textura	15	33	46
Presencia de poros	12	45	63
Capa de pintura deforme	7	52	73
Cambio de tonalidad	6	58	82
Ausencia de brillo	4	62	87
Superficie quebradiza	4	66	93
Desprendimiento	3	69	97
Otras fallas	2	71	100

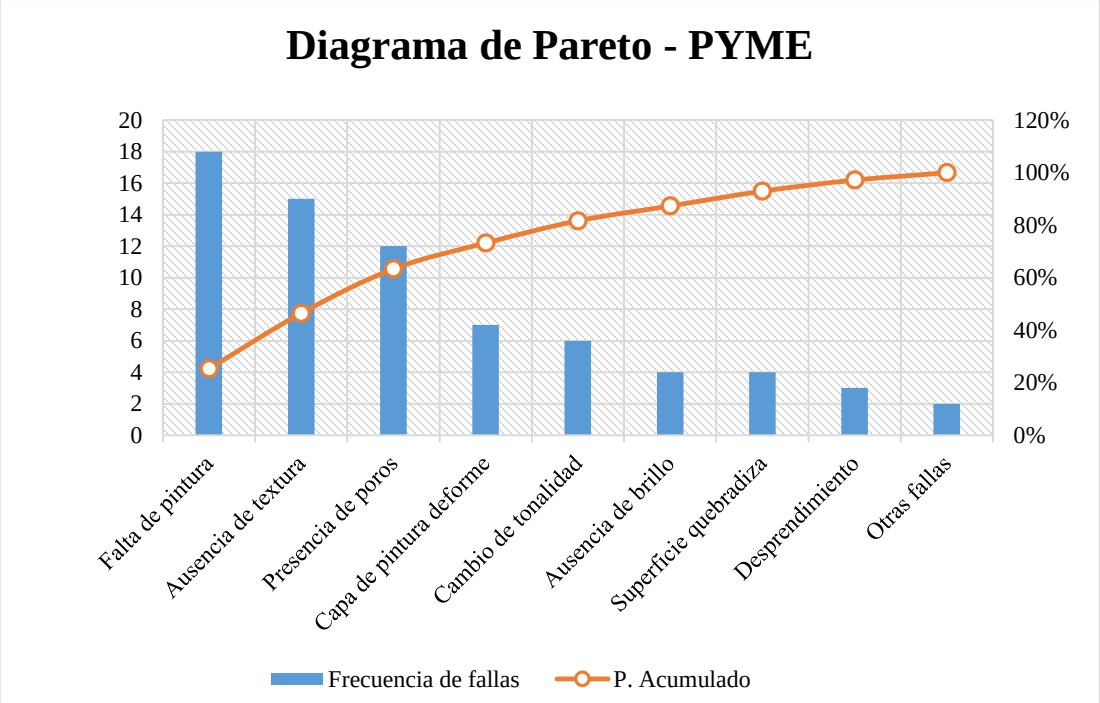


Figura 10. Diagrama de Pareto - PYME

En contraste con la teoría, en el cual menciona que la Ley de Pareto es una herramienta de calidad e indica que en cualquier negocio o industria pocos elementos son vitales, mientras que la gran mayoría no lo son". También se conoce como Ley 20 – 80 entonces, el 20% de la población es la que provoca el 80 % de los problemas.

En el diagrama de Pareto de la Figura 10 se observa que las fallas en el proceso de pintura electrostática que contribuyen a 27% de las quejas de los clientes son cuatro (falta de pintura, ausencia de textura, presencia de poros y capa de pintura deforme); por ello, se pretende minimizar de manera eficaz las fallas potenciales para de esta manera garantizar la satisfacción del cliente, además será necesario centrar el interés en proyectos relacionados con la reducción de esas cuatro fallas más importantes.

- **Diagrama de Ishikawa**

Mediante el Diagrama de Pareto se logró determinar las fallas más frecuentes, para el objeto de estudio y aplicación del diagrama causa-efecto o Ishikawa se enfocará en cuatro fallas que son: falta de pintura, ausencia de textura, presencia de poros y capa de pintura deforme.

Como se mostró en páginas anteriores, el Diagrama Ishikawa permite determinar las causas por las cuales se han generado las fallas en el proceso de pintura electrostática.

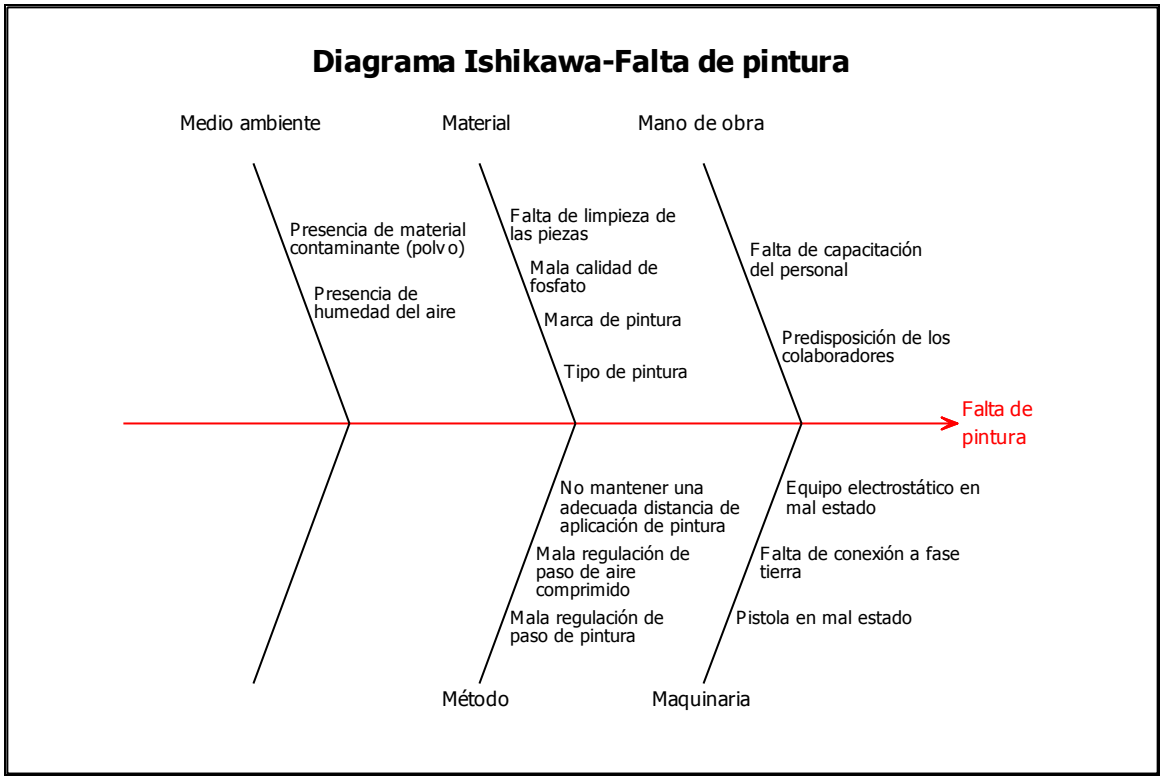


Figura 11. Diagrama Ishikawa – Falta de pintura

En la Figura 11 se puede evidenciar que la falta de la pintura electrostática se debe a factores como:

Medio ambiente, entre las causas recurrentes son: la presencia de polvo en la intemperie la cual limita la capacidad de atracción de la pintura hacia el material y también presencia de humedad, esto generalmente en épocas lluviosas afectan en la generación del aire comprimido y por lo tanto tiene incidencia.

Material, entre las causas recurrentes son: falta de limpieza de materiales sujetos a la aplicación de la pintura electrostática, mala calidad del desengrasante y fosfatizante, marca de la pintura difiere de uno u otro y tipo de pintura electrostática mismo que se refiere a la pintura poliéster, epóxica o hibrida que comúnmente se emplea.

Mano de obra, entre las causas más frecuentes son: la falta de capacitación del personal hace vulnerable a factores de fallo y también la predisposición de los mismos para garantizar un buen desempeño y efectividad en el proceso.

Maquinaria, entre las causas más comunes son: mal estado del equipo de aplicación de la pintura electrostática y falta de conexión a fase tierra de la cabina de pintura electrostática.

Método, podemos citar las siguientes: mala regulación del ingreso o paso de la pintura y aire comprimido; y, no tener una adecuada distancia entre el material y la pistola al momento de aplicar la pintura.

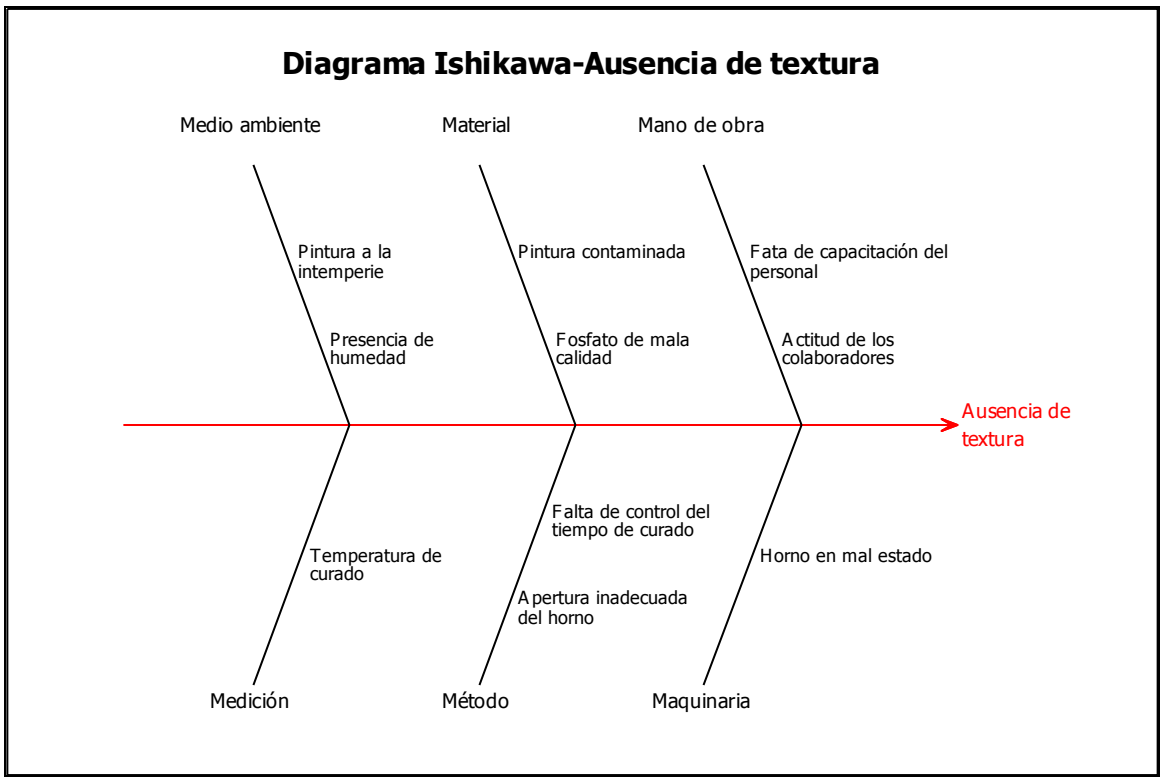


Figura 12. Diagrama Ishikawa – Ausencia de textura

En la

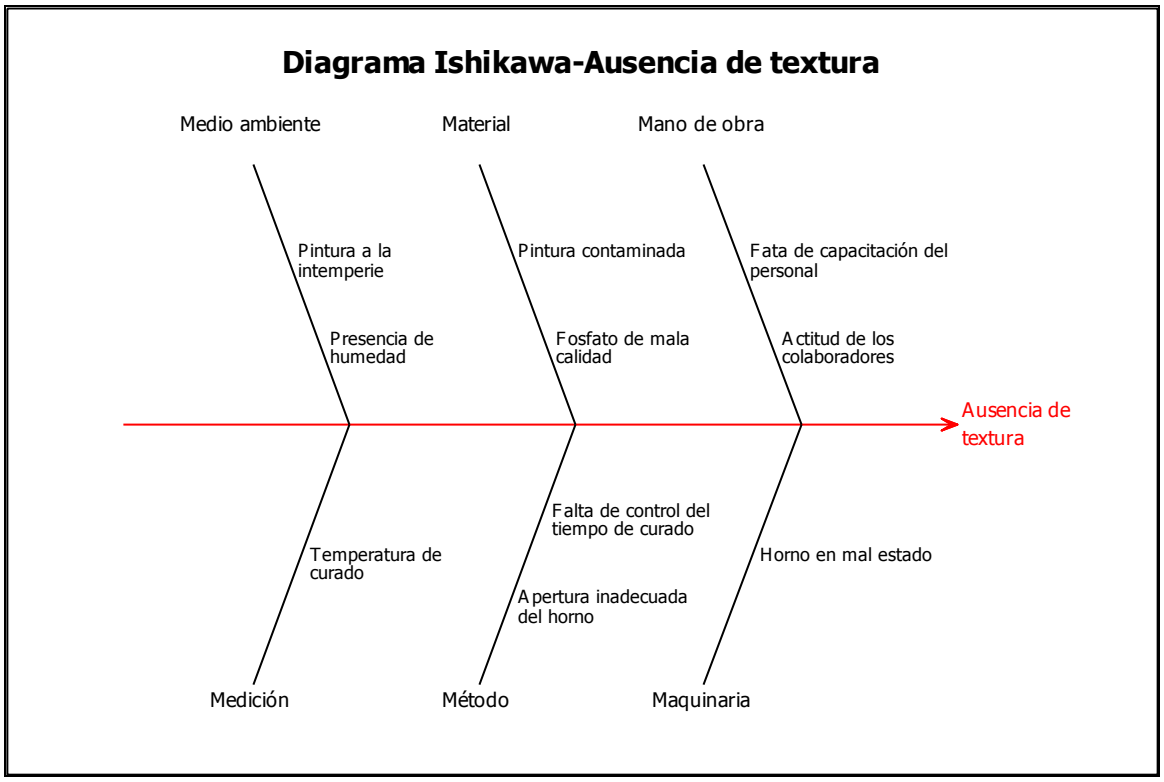


Figura 12 se puede evidenciar que la ausencia de textura en el proceso de pintura electrostática se debe a factores como:

Medio ambiente, entre las causas recurrentes son: la pintura a la intemperie la cual limita la capacidad de textura en el producto terminado y también presencia de humedad, esto generalmente en épocas lluviosas afectan en la generación del aire comprimido y por lo tanto tiene incidencia.

Material, entre las causas recurrentes son: falta de limpieza de materiales sujetos a la aplicación de la pintura electrostática, pintura contaminada y mala calidad del desengrasante y fosfatizante.

Mano de obra, entre las causas más frecuentes son: la falta de capacitación del personal hace vulnerable a factores de fallo y también la predisposición de los mismos para garantizar un buen desempeño y efectividad en el proceso.

Maquinaria, el mal estado del horno de polimerización o curado de pintura electrostática es uno de los factores o causas para que exista la ausencia de textura en el producto terminado.

Método, podemos citar las siguientes: falta de control de la temperatura y tiempo de curado; y, debido a la apertura del horno inadecuadamente por motivos de inspección.

Medición, el monitoreo constante de la temperatura de curado es un factor importante para que no exista la ausencia de textura en el producto terminado, lo cual con base en la temperatura estándar que recomienda las hojas técnicas de las pinturas.

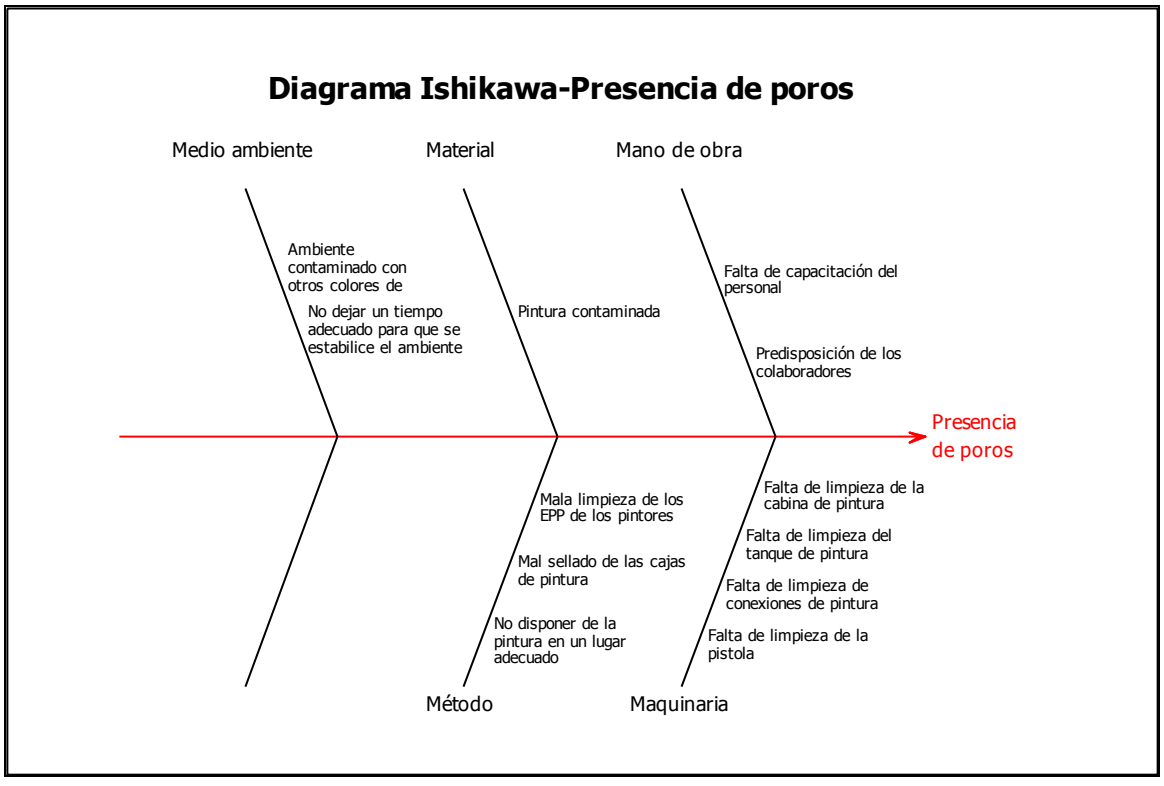


Figura 13. Diagrama Ishikawa – Presencia de poros

En la Figura 13 se puede evidenciar que la presencia de poros en el proceso de pintura electrostática se debe a factores como:

Medio ambiente, entre las causas recurrentes son: ambiente contaminado con otros colores de pintura y no permitir dejar estabilizar el ambiente cuando se requiere cambiar de un color a otro, aproximadamente media hora ya que es un polvo que esparce por doquier.

Material, la causa principal es cuando la pintura se contamina con otras pinturas por diversas situaciones, esto afecta directamente en el acabado.

Mano de obra, entre las causas más frecuentes son: la falta de capacitación del personal hace vulnerable a factores de fallo y también la predisposición de los mismos para garantizar un buen desempeño y efectividad en el proceso.

Maquinaria, entre las causas recurrentes son: falta de limpieza de la pistola y cabina, falta de limpieza de las mangueras de alimentación de pintura y falta de limpieza del tanque o contenedor de pintura.

Método, podemos citar las siguientes: falta de limpieza de los EPP por parte de los pintores, mal sellado de las cajas de pintura y no disponer organizadamente en un lugar adecuado de las cajas de pintura.

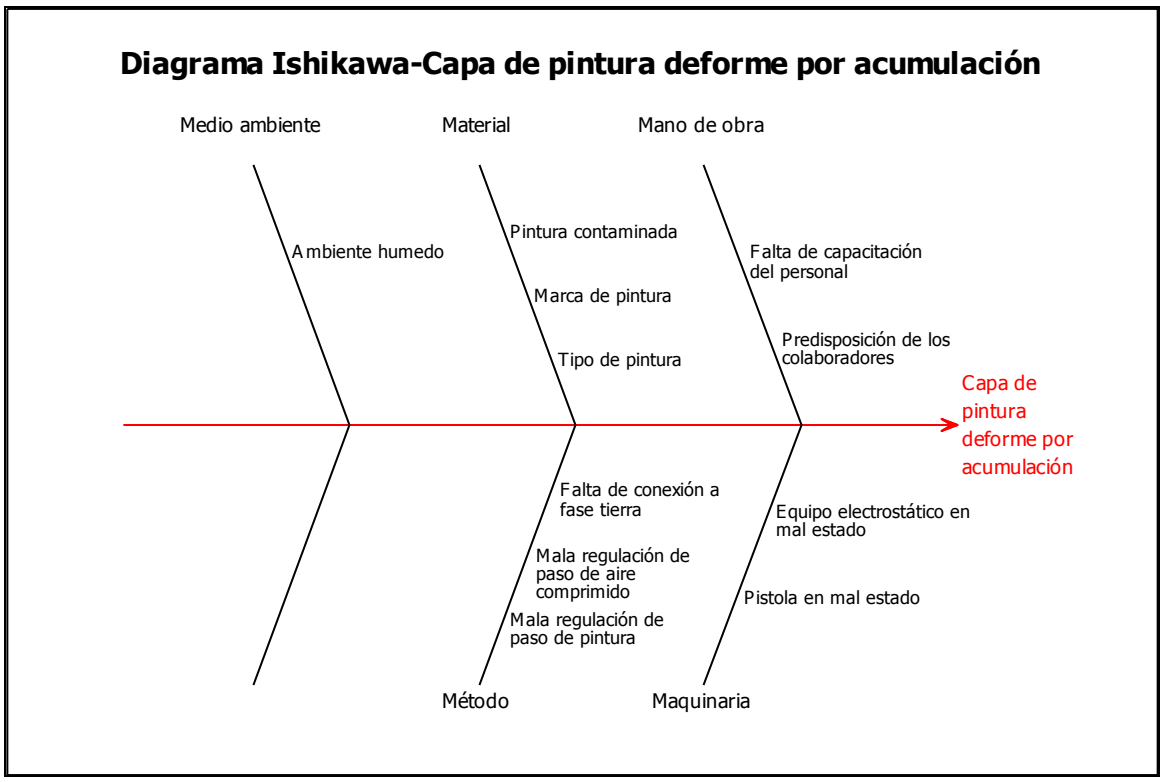


Figura 14. Diagrama Ishikawa – Capa de pintura deforme por acumulación

En la Figura 15 se puede evidenciar que la capa de pintura deforme en el proceso de pintura electrostática se debe a factores como:

Medio ambiente, la afectación se da generalmente cuando existe humedad debido a épocas lluviosas, ya que generar aire comprimido seco no es posible, en consecuencia incide en la acumulación y posteriormente se deforma la capa de pintura en el acabado.

Material, entre las causas recurrentes son: pintura contaminada, tipo de pintura a que afecta si es epóxica, poliéster o hibrido y marca de pintura que dependen de los proveedores.

Mano de obra, entre las causas más frecuentes son: la falta de capacitación del personal hace vulnerable a factores de fallo y también la predisposición de los mismos para garantizar un buen desempeño y efectividad en el proceso.

Maquinaria, entre las más frecuentes son: mal estado del equipo electrostático y mal estado de la pistola.

Método, podemos citar las siguientes: regulación inadecuada del flujo de pintura y aire comprimido; y, conexión inadecuada de la fase a tierra de la cabina de pintura electrostática.

4. PLAN DE ACCIÓN PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA

Para la implementación del plan de acción en el proceso de pintura electrostática es importante el planteamiento de objetivos de mejoramiento de la calidad, descripción de las actividades del plan de acción y beneficios de la implementación para la PYME.

4.1. Determinación de los objetivos de mejoramiento de la calidad

Del análisis realizado en la identificación de las fallas en el proceso de pintura electrostática en el capítulo anterior, surgen los siguientes objetivos enfocados en la mejora de la calidad:

- Fortalecer al equipo técnico sobre el contexto de la PYME y sus objetivos a través de charlas u otros mecanismos que considere la organización.
- Garantizar la calidad en el producto terminado mediante procedimientos estandarizados de la PYME.
- Minimizar los reprocesos mediante la implementación de propuestas de mejora en el proceso de pintura electrostática.
- Fortalecer la comunicación efectiva entre los miembros de la PYME, proveedores, clientes, etc.

4.2. Plan de acción de mejora

En cualquier PYME que se quieran alcanzar resultados concretos se hace necesario no sólo organizar unos planes de acción generales sino también otros muchos más específicos que se establezcan por departamentos, para la PYME como objetivo de estudio se ha propuesto una serie de actividades utilizando la metodología 5W2H, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Plan de acción para la PYME

Objetivos	Tarea / Actividad (Qué)	Método (Cómo)	Justificación (Por qué)	Responsable (Quién)	Sitio (Dónde)	Tiempo (Cuándo)	Costo (Cuánto)
Fortalecer al equipo técnico sobre el contexto de la PYME y sus objetivos	Capacitación al personal técnico sobre el proceso de pintura electrostática.	La capacitación se efectuará mediante charlas o talleres.	Se requiere garantizar las habilidades y evitar fallas en el proceso.	Gerencia	Quito, calles San Miguel de Anagáes N 52-295 y San Rafael, sector Amagasí del Inca.	Inicio: 10 de enero de 2020 Fin: 10 de octubre de 2020	$ 300,00
	Evaluación periódica a los técnicos	Test individual	Se requiere conocer las potencialidades de los técnicos	Gerencia	Quito, calles San Miguel de Anagáes N 52-295 y San Rafael, sector Amagasí del Inca.	Inicio: 10 de abril de 2020 Fin: 10 de abril de 2020	$ 50,00
Fortalecer la comunicación efectiva entre los miembros de la PYME, proveedores, clientes, etc.	Charla de motivación y gestión de la comunicación	Charla de motivación y comunicación enfocada en las fallas o debilidades encontradas en el proceso.	Minimizar las fallas más frecuentes y generar compromiso en las actividades encomendadas al personal técnico.	Gerencia	Quito, calles San Miguel de Anagáes N 52-295 y San Rafael, sector Amagasí del Inca.	Inicio: 13 de enero de 2020 Fin: 13 de enero de 2020	$ 100,00
Minimizar el reproceso debido a prácticas inadecuadas durante el proceso de pintura electrostática. Garantizar la calidad en el producto	Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos	Mediante evaluaciones periódicas y llevando consigo un registro de cada equipo.	Mantener los equipos en buenas condiciones permite dar continuidad al proceso, en consecuencia garantiza la productividad y calidad en el acabado.	Jefe Administrativa	Quito, calles San Miguel de Anagáes N 52-295 y San Rafael, sector Amagasí del Inca.	Inicio: 8 de noviembre de 2019 Periodicidad: trimestral	$ 500,00

Objetivos	Tarea / Actividad (Qué)	Método (Cómo)	Justificación (Por qué)	Responsable (Quién)	Sitio (Dónde)	Tiempo (Cuándo)	Costo (Cuánto)
terminado mediante procedimientos estandarizados de la PYME.	Selección de proveedores de pintura electrostática	Se implementará un proceso de selección de proveedores OTIF (On time – In Full), proveedores eficientes y que garanticen entregas completas.	Los proveedores actuales no cumplen con los requerimientos y la solicitud realizada.	Gerencia y Jefe Administrativa	Quito, calles San Miguel de Anagáes N 52-295 y San Rafael, sector Amagasí del Inca.	Inicio: 17 de enero de 2020 Periodicidad: semestral	$ 200,00
	Selección de proveedores de productos de limpieza química.	Se implementará un proceso de selección de proveedores OTIF (On time – In Full), proveedores eficientes y que garanticen entregas completas.	Los proveedores actuales no cumplen con los requerimientos y la solicitud realizada.	Gerencia y Jefe Administrativa	Quito, calles San Miguel de Anagáes N 52-295 y San Rafael, sector Amagasí del Inca.	Inicio: 24 de enero de 2020 Periodicidad: semestral	$ 150,00

Objetivos	Tarea / Actividad (Qué)	Método (Cómo)	Justificación (Por qué)	Responsable (Quién)	Sitio (Dónde)	Tiempo (Cuándo)	Costo (Cuánto)
	Mantenimiento de elementos de control de temperatura	Mediante evaluaciones periódicas y llevando consigo un registro de cada equipo.	Permite el control exacto de la temperatura y de ésta manera obtener resultados efectivos de acabados conforme los estándares de temperatura que brindan los proveedores.	Jefe Administrativa	Quito, calles San Miguel de Anagáes N 52-295 y San Rafael, sector Amagasí del Inca.	Inicio: 15 de noviembre de 2019 Periodicidad: semestral	$ 100,00
	Implantación de la metodología 5S.	A través de una comunicación efectiva a todos los miembros, fomentando los beneficios que conlleva la implementación de la metodología 5S.	Minimizar costos innecesarios en la PYME.	Jefe Administrativa	Quito, calles San Miguel de Anagáes N 52-295 y San Rafael, sector Amagasí del Inca.	Inicio: 4 de enero de 2020 Seguimiento y evaluación: semestral	$ 200,00

4.3. Ventajas y beneficios del plan de acción de mejora para la PYME

La aplicación del plan de acción antes descrito permitirá a la PYME:

- Minimizar reproceso debido a fallas generadas en el proceso de pintura electrostática.
- Tomar conciencia y generar compromiso entre los miembros de la PYME y los clientes.
- Generar fidelización de los clientes a través de un servicio de pintura electrostática de calidad.
- Disponer de un plan de las acciones a desarrollar en un futuro y de un sistema de seguimiento y control de las mismas.
- Minimizar costos por mantenimiento correctivo de los equipos e instrumentos de la PYME.
- Estandarizar las actividades del proceso de pintura electrostática en todas sus fases.
- Generar valor en los procesos claves de la PYME de forma continua.
- Fortalecer y actualizar al equipo técnico con el enfoque de brindar un servicio de alta calidad.
- Evaluación y seguimiento de los proveedores y clientes.
- Crear alianzas estratégicas con los proveedores y clientes.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando que el objetivo del presente trabajo está enfocado a la mejora del proceso de pintura electrostática, fue indispensable describir cada una de las fases del proceso e identificar las fallas potenciales mediante la utilización de las herramientas de calidad, para finalmente proponer un plan de acción que permita a la PYME mejorar y en consecuencia incrementar su rentabilidad y fidelizar a los clientes.

5.1. Conclusiones

- Mediante la búsqueda de la información de las PYMES en el Ecuador se ha logrado identificar que no existe información específica referente al proceso de pintura electrostática.
- El trabajo de campo ha permitido determinar las fallas y describir sus características, sin embargo no existe una base de datos para realizar un análisis estadístico mucho más amplio.
- Las metodologías de la gestión de la calidad empleadas en el presente trabajo, ha permitido priorizar las fallas e identificar sus causas potenciales por las cuales se generan las fallas en el proceso de pintura electrostática.
- Las acciones planteadas en el presente trabajo están enfocadas al mejoramiento de la calidad en el proceso de pintura electrostática, dichas actividades no solo permitirán mejorar la calidad sino también el desarrollo integral de la PYME.
- La falta de un registro periódico de información sobre las fallas en el proceso de pintura electrostática, ha limitado plantear acciones concretas para el mejoramiento de la calidad.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar una búsqueda de la información referente al sector metalmecánico en el especial del proceso de pintura electrostática de las MIPYMES y PYMES, lo cual permitirá ir fortaleciendo dicho sector, así mismo genera menor impacto ambiental debido a que en su composición no interviene solventes.
- La PYME debe generar una base datos de las fallas en cada una de las fases de tal manera que permita tomar acciones enfocadas al mejoramiento continuo.
- Se recomienda utilizar otras metodologías de la gestión de la calidad para evaluar las fallas potenciales en el proceso de pintura electrostática, mismas que permitan a la gerencia tomar las decisiones acertadas enfocadas a la mejora continua y consecuentemente generar mayor rentabilidad para la PYME.
- Se sugiere a la PYME realizar un análisis de las posibles acciones que se puede implementar a corto, mediano y largo plazo, mismas que permitirán obtener la sostenibilidad y mejoramiento continuo.
- Se recomienda generar una base de datos sobre fallas generadas en el proceso de pintura electrostática, dicha base permitirá realizar un análisis estadístico y priorizar las fallas adecuadamente, consecuentemente a la toma de decisiones vinculadas al mejoramiento.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmad, R., & Ajer, M. (2015). *Investigation of epoxy powder coated galvanized steel substrate through electrostatic powder coating system*. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering, 11, 2622.
2. Alvarado Ramírez, K., & Pumisacho Álvaro, V. (2017). *Prácticas de mejora continua, con enfoque kaizen, en empresas del distrito metropolitano de quito: Un estudio exploratorio*. Intangible Capital, 13(2), 479-497.
3. Amores, R., & Castillo, V. (2017). *Las PYMES ecuatorianas: Su impacto en el empleo como contribución del PIB PYMES al PIB total*. Espacios, 38(53), 15.
4. Bilsel, R. U., & Lin, D. K. J. (2012). *Ishikawa cause and effect diagrams using capture recapture techniques.* Quality Technology and Quantitative Management, 9(2), 137-152. doi:10.1080/16843703.2012.11673282.
5. Bonet Borjas, C. M. (2005). *Ley de pareto aplicada a la fiabilidad*. Ingeniería Mecánica, 8(3).
6. Bouchereau, V., & Rowlands, H. (2000). *Methods and techniques to help quality function deployment (QFD).* Benchmarking: An International Journal, 7(1), 8-20.
7. Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2007). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas.* Prentice Hill.
8. Cantú Delgado, H. (2001). *Desarrollo de una cultura de calidad.* México, Editorial Mc Graw Hill.
9. Carrasco, J. B. (2009). *Gestión de procesos.* Santiago-Chile: Editorial Evolución.

10. De la Hoz Freyle, Javier E, Rincón, E. C., & Flórez, L. C. G. (2012). *Gestión de la calidad y del conocimiento: Dos enfoques complementarios*. AD-Minister, (21), 71-85.
11. Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis.* Ediciones Díaz de Santos.
12. Gallego Navarro, T. C. (2013). *Gestión integral.*
13. González, F. J. M., Mera, A. C., & Lacoba, S. R. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad.* Delta Publicaciones.
14. Gualoto, Q., & Leonel, E. (2017). *Analisis del Proceso de Pintura Electrostatica y su Incidencia en la Productividad* En la Empresa Reypel.
15. Gutiérrez Beltrán, I., & Serpa Valdivia, C. (2015). *Análisis y diseño de un plan de mejora en el área de producción de la empresa albaluz srl utilizando la metodología phva.*
16. Harrington, H. J., & Rosas Lopetegui, G. E. (1993). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*.
17. Haslinda, M., Muliati, S., Miri, A. M., & Rahim, A. (2018). *Implementation of 5S in manufacturing industry: A case of foreign workers in melaka*. Paper presented at the MATEC Web of Conferences,150 05034.
18. Herrera, T. J. F., & Schmalbach, J. C. V. (2010). *La gestión de la calidad en los servicios ISO 9001: 2008.* Eumed. Net.
19. Juran, J. M., & Medina, J. N. (1990). *Juran y el liderazgo para la calidad: Manual para ejecutivos.* Ediciones Díaz de Santos.
20. Marín Vinuesa, L., & Gimeno Zuera, J. (2010). *La certificación ISO 9000 en el sector industrial del mueble: Evidencias sobre la cultura de calidad total y las ventajas que*

la caracterizan. Investigaciones Europeas De Dirección De La Empresa (IEDEE), 16(1), 77-101.

21. Marley, K. A., & Ward, P. T. (2013). *Lean management as a countermeasure for "Normal" disruptions.* Operations Management Research, 6(1-2), 44-52.
22. Martínez, A. M. (2014). *Gestión por procesos de negocio: Organización horizontal*. Ecobook.
23. Monge, C., Cruz, J., & López, F. (2013). *Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en méxico.* Información Tecnológica, 24(4), 15-32.
24. Murugesan, T., Kumar, B., & Kumar, M. (2012). *Competitive advantage of world class manufacturing system (WCMS)–A study of manufacturing companies in south india.* European Journal of Social Sciences, 29(2), 295-311.
25. Pacaiova, H. (2015). *Analysis and identification of nonconforming products by 5w2h method.* Center for Quality.
26. Relosi, N., Neuwald, O. A., Zattera, A. J., Piazza, D., Kunst, S. R., & Birriel, E. J. (2018). *Effect of addition of clay minerals on the properties of epoxy/polyester powder coatings.* Polimeros, 28(4), 355-367. doi:10.1590/0104-1428.01616.
27. Sales, M. (2009). *Diagrama de pareto*. Recuperado El, 15.
28. Suárez-Barraza, M. F., & Ramis-Pujol, J. (2012). *An exploratory study of 5S: A multiple case study of multinational organizations in Mexico*. Asian Journal on Quality, 13(1), 77-99.
29. Torres, W. D. Q., Pérez, G. D. H., & Moreno, W. F. Q. (2017). *Modelo de gestión tecnológica para la intensificación de la industria metalmecánica en el ecuador: Una solución conceptual.* Latin American Journal of Business Management, 8(1).

30. Valdivia Reyes, Carlos Arturo Moisés. (2013). *Diagnóstico y propuestas de mejora de procesos empleando la metodología six-sigma para una fábrica de mantenimiento y reposición de mobiliario para supermercados y tiendas comerciales.*

ANEXOS

Anexo 1. Recepción del material



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 2. Proceso de lavado, Desengrasado



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 3. Proceso de secado a la intemperie



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 4. Proceso de aplicación de Pintura Electrostática



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 5. Proceso de curado o polimerización



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 6. Proceso de Embalaje





Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 7. Almacenamiento



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 8. Transporte



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 9. Código de Pintura de Electrostática



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 10. Equipo de Pintura de Electrostática



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 11. Compresor Porten, 5 HP



Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango

Anexo 12. Registro de datos

FALLAS	FRECUENCIA DE FALLAS								PROMEDIO
	FEBRERO 2019				MARZO 2019				
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Acumulación de pintura	7	8	5	8	4	9	6	8	7
Temperatura de curado	8	5	7	3	8	8	3	7	6
Adherencia	2	3	2	5	4	4	5	4	4
Presencia de grasa	9	10	12	14	7	6	8	10	10
Reproceso	11	10	8	5	10	19	10	15	11
Carga eléctrica	4	2	5	7	2	5	4	3	4
Contaminación de pintura	17	15	12	16	14	18	9	15	15
Repulsión	5	3	5	2	4	3	1	4	3
Otras fallas	1	3	2	3	3	2	3	1	2

Fuente: PYME
Elaborado por: Santiago Quinchiguango