

Universidad Internacional del Ecuador

Escuela de Ingeniería Automotriz



**Análisis del Costo-Beneficio de un Equipo de Pintura
Electrostática para Autopartes Automotrices para el Taller
Dinamo Motors**

Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz

Ricardo David Hoyos Morán

**Director:
Ing. Adolfo Juan Peña Pinargote**

Guayaquil-Ecuador

Junio 2022

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO****Ing. Adolfo Peña, MsC.****CERTIFICA**

Que el trabajo titulado “Análisis del Costo-Beneficio De Un Equipo De Pintura Electrostática para Autopartes Automotrices para el Taller Dinamo Motors”, realizado por el estudiante: RICARDO DAVID HOYOS MORÁN, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por La Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza Ricardo David Hoyos Morán, que lo entregue a biblioteca de la Escuela, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, junio 2022

Ing. Adolfo Peña Pinargote. MsC

Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, RICARDO DAVID HOYOS MORÁN, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet; según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Ricardo David Hoyos Morán

CI: 0916585284

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a Dios, por la fortaleza, espíritu, y amor brindado para culminar este proyecto, dedico este logro a mi esposa, mis hijos, quienes han sido la motivación y motor durante el tiempo de este proyecto.

Dedico este la culminación de este triunfo académico a mis padres, familia y profesores que me guiaron durante el inicio, transcurso y final de este camino académico, personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por la salud, fuerza y valor, a mi esposa por el apoyo incondicional desde el inicio de mi carrera académica y profesional, a mis padres, familiares, amigos y compañeros por todas las experiencias amargas ya que estas me enseñan humildad y lo hermoso de la vida, además de permitirme finalizar mi vocación, y ser fiel testigo de que el esfuerzo, la dedicación rinde frutos.

Agradezco a todos mis profesores, por los conocimientos brindados, enseñanzas y experiencias compartidas, que han sido pilares fundamentales, durante toda la carrera.

Índice General

CERTIFICADO Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
Índice General	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tablas.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
Capítulo I	1
Antecedentes	1
1.1. Definición del Problema.....	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Justificación e Importancia de la Investigación.....	3
1.3.1. Justificación Teórica	3
1.3.2. Justificación Práctica	4
1.3.3. Justificación Metodológica	4
1.3.4. Delimitación Geográfica	4
1.3.5. Delimitación de Contenido	5
Capítulo II.....	6
Marco Teórico	6

2.1. Introducción.....	6
2.2. Servicio Automotriz y su Historia.....	8
2.3. Sector Automotriz en el Ecuador.....	11
2.4. Siniestros en Ecuador.....	13
2.5. Colisión o Siniestro.....	14
2.6. Tipos de Colisiones.....	15
2.6.1. Colisiones Traseras.....	15
2.6.2. Colisiones Frontales.....	15
2.6.3. Colisiones Laterales.....	16
2.6.4. Colisiones de Vehículos por Vuelco.....	16
2.6.5. Colisiones Múltiples.....	16
2.7. Escena de Accidente.....	16
2.8. Taller de Colisiones.....	17
2.9. Pintura Electrostática.....	17
2.10. Pintura Asistida por Aire comprimido.....	20
Capítulo III.....	23
Sistema de Recubrimiento en Polvo.....	23
3.1. Pintura Electrostática Generalidades.....	23
3.2 Reglas de Seguridad en el Área de Trabajo.....	24
3.3 Reglas de Seguridad Eléctricas.....	24
3.4 Reglas de Seguridad de Operación del Equipo.....	25
3.5 Reglas de Cuidado General del Equipo.....	26

3.6 Descripción de las Partes del Equipo de Recubrimiento de Pintura en Polvo	26
3.7 Características Comparativas de la Pintura de Recubrimiento en Polvo y la Pintura Convencional Líquida	33
3.7.1. Composición de las Pinturas en Polvo	34
Capítulo IV	37
Procesos de Trabajo en el Taller	37
4.1. Delimitación de Espacio Físico	37
4.2. Bahía de Pintura Electrostática	40
4.3. Ejemplo de Pintura Pulverizada por Aire Comprimido.	41
4.4. Ejemplo de Pintura Electrostática	48
Capítulo V	54
Análisis e Interpretación de los Resultados	54
5.1. Costo de la Pintura Electrostática	54
5.2. Costo de Pintura de Aire Comprimido.	55
5.3. Comparativa de Factores de Costo	56
5.4. Definición de Encuesta	56
5.5. Metodología de Investigación	57
5.5.1 Determinación de Parámetros de la Encuesta	57
5.6. Encuesta de Percepción de Acabado	57
5.6.1. Visualización de Encuesta Digital	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62

Bibliografia 63

Índice de Figuras

Figura 1 Fachada de ingreso al Taller DINAMO MOTORS.....	4
Figura 2 Ubicación geográfica del Taller DINAMO MOTORS	5
Figura 3 Resumen conceptual del proyecto	6
Figura 4 Pintado de un parachoques delantero a través de pintura tradicional....	7
Figura 5 Enderezado de un vehículo	8
Figura 6 Ejemplo de método de pintado de un vehículo de manera informal	9
Figura 7 Empleos del sector automotriz en Ecuador en cifras	11
Figura 8 Tipos de vehículos siniestrados.....	13
Figura 9 Colisión lateral de dos vehículos livianos.....	15
Figura 10 Porcentaje estimado de eficiencia de transferencia de diferentes tecnologías de pintura HPLP: alto volumen, baja presión ESRB: Campana rotatoria electrostática	18
Figura 11 Tipos de carga para el recubrimiento por electro pulverización: a) carga Interna; b) carga Externa.....	19
Figura 12 Pistola pulverizadora de pintura en proceso de pintado a carrocería automotriz	21
Figura 13 Despiece de una pistola pulverizadora de pintura por aire comprimido	21
Figura 14 Ejemplos de dos tipos de enchufes eléctricos: uno con línea a tierra y otro sin esta línea	25
Figura 15 Vista general del equipo y sus partes	27
Figura 16 Vista específica de la pistola de polvo	28
Figura 17 Panel de instrumento del equipo de recubrimiento en polvo	29
Figura 18 Sistema de recubrimiento en polvo (Pintura Electrostática).....	29

Figura 19 Pintura en polvo (Negro Mate)	30
Figura 20 Elementos de mantenimiento del sistema de recubrimiento en polvo .	31
Figura 21 Horno eléctrico.....	31
Figura 22 Pistola pulverizadora.....	32
Figura 23 Manguera de aire 3/8 de 10 metros	32
Figura 24 Comparativa de composición de pintura en polvo y pintura líquida convencional.....	33
Figura 25 Comparativa de una prueba de impacto en dos superficies metálicas	35
Figura 26 Ventajas de la pintura electrostática (Recubrimiento en polvo)	35
Figura 27 Desventajas de la pintura electrostática	36
Figura 28 Plano de dimensiones del Taller DINAMO MOTORS	38
Figura 29 Vista general del Taller DINAMO MOTORS	38
Figura 30 Vista frontal del Taller DINAMO MOTORS	39
Figura 31 Bahía de pintura electrostática.....	40
Figura 32 Rin para prueba de pintura líquida por aire comprimido	41
Figura 33 Rin después del proceso de limpieza	42
Figura 34 Limitación del área a pintar del rin	42
Figura 35 Diluyentes específicos para pinturas de esmaltes	43
Figura 36 Laca protectora para el acabado de la pintura.....	44
Figura 37 Pistola de pintura líquida asistida por aire comprimido	45
Figura 38 Inicio del proceso de pintura	46
Figura 39 Proceso final, aplicación de laca protectora	47
Figura 40 Acabado final del proceso de pintura asistida por aire comprimido... 	48
Figura 41 Proceso de pintura electrostática de recubrimiento en polvo.....	49
Figura 42 Rin de 17” de aluminio para proceso de pintura electrostática	49

Figura 43 Rin después del proceso de limpieza	50
Figura 44 Inicio del proceso de pintura electrostática.....	51
Figura 45 Acabado después de la aplicación de la primera capa de pintura electrostática	51
Figura 46 Proceso de curado de pintura en un horno eléctrico a 250 grados centígrados	52
Figura 47 Aspecto final del rin después del proceso de curado en horno	52
Figura 48 Comparativa de acabado estético, parte superior del rin con pintura electrostática y parte inferior con pintura líquida	53
Figura 49 ¿Cuál de las siguientes características le parece más importante para un proceso de pintura?	59
Figura 50 ¿Califique del uno al diez el acabado de pintura líquida convencional?	59
Figura 51 ¿Califique del uno al diez el acabado de pintura Electrostática?	60

Índice de Tablas

Tabla 1 Número de siniestros por vehículo en Ecuador en el año 2019.....	14
Tabla 2 Especificaciones técnicas del sistema de recubrimiento en polvo.....	23
Tabla 3 Tipos de pintura en polvo.....	34
Tabla 4 Tabulación de costo total del equipo de pintura electrostática.....	54
Tabla 5 Tabulación de costo total del equipo de pintura pulverizada por aire comprimido.....	55
Tabla 6 Comparativa de factores de costo.....	56

RESUMEN

El trabajo de titulación presenta el análisis de la aplicación de una metodología de pintura electrostática realizado en el taller Dinamo Motors, con el fin de determinar sus ventajas y debilidades. Siendo el enfoque no el acabado estético profesional, sino el funcional y económico, por lo que se presenta una comparación con el proceso tradicional de pintura con aire comprimido.

La teoría que existe sobre la pintura electrostática asistida por aire comprimido permite recopilar datos necesarios para poder realizar una comparación sobre la pintura asistida por aire comprimido, la cual se usa muy comúnmente para todo tipo de reparaciones, ya sea por temas estéticos en reparaciones de colisiones de carrocerías o para temas funcionales como bases para baterías, estructuras internas; es decir, abarca tanto acabados externos como internos de un vehículo, teniendo como uno de sus factores más interesantes la eficiencia de transferencia de la pintura.

Una vez analizado, se plantea la implementación del proceso de pintura electrostática en el taller Dinamo Motors, donde se delimitará un espacio físico para el pintado de autopartes o la movilización del equipo dentro del espacio del taller de ser necesario.

En conclusión, se busca documentar el proceso de pintura electrostática asistida por aire comprimido para la base de futuros proyectos, además de generar un aporte de conocimiento para el mundo de la Ingeniería Automotriz también puede ser utilizado por quienes en su momento deseen invertir en un taller de pintura electrostática.

Palabras clave: Pintura electrostática, taller, colisiones, autopartes.

ABSTRACT

The degree work presents the analysis of the application of an electrostatic painting methodology carried out in the Dinamo Motors workshop, in order to determine its advantages and weaknesses. Being the focus not the professional aesthetic finishing but rather a functional and economic one; therefore, a comparison to the traditional compressed-air painting process is presented.

The theory that exists about compressed air-assisted electrostatic painting allows the collection of the data needed to make a comparison on compressed air-assisted painting, which is commonly used for all types of repairs, either for aesthetic reasons in collision-related bodywork repairs or for functional issues such as frames for batteries, internal structures; that is, it covers both external and internal finishes of a vehicle, making it one of its most interesting factors the efficiency in paint transferring.

Once analyzed, the implementation of the electrostatic painting process in the Dinamo Motors workshop is proposed, where a physical space will be delimited for the painting of auto parts or the mobilization of the equipment within the workshop space if necessary.

In conclusion, this work seeks to document the compressed air-assisted electrostatic painting process as the foundation for future projects, while generating a contribution of knowledge to the world of automotive engineering it could also be used by people who wish to invest in an electrostatic painting workshop.

Keywords: Electrostatic painting, workshop, collisions, auto parts.

Capítulo I

Antecedentes

1.1. Definición del Problema

La calidad que se percibe de acuerdo a los servicios ofrecidos y la satisfacción del cliente es un concepto que es cada vez más importante, por el impacto que ocasiona en la lealtad del cliente y demás efectos en el rendimiento de una empresa.

Fuentes de estudio indican que los vínculos entre la calidad de servicio, la satisfacción del cliente y la lealtad de este están entrelazadas, por lo que al momento de fallar en uno de los 3 factores podemos perder al cliente, esto provoca una pérdida de ingreso y el uso de mayores recursos para captar nuevos clientes (Emeka, 2015).

En el nivel más general, la calidad de servicio percibido y la satisfacción del cliente son variables de evaluación que se relacionan con el juicio de los clientes sobre un producto o servicio.

Los resultados de los estudios realizados han demostrado que se trata de dos construcciones distintas (calidad de servicio percibido, satisfacción del cliente) y que exista una relación casual, la satisfacción del cliente es uno de los resultados que se desea durante la venta o transferencia de un producto o servicio, en conjunto con otros elementos genera rentabilidad, pues como objetivo se tiene que el consumo sea continuo, es decir, el cliente vuelva al taller después de haber recibido un buen servicio (Emeka, 2015).

Sin embargo, dado que una mayor calidad se relaciona a menudo con costos altos, en la práctica surgen preguntas, ¿En qué áreas la inversión en calidad se ve reflejada y cuál es la relación entre calidad, la satisfacción del cliente y la lealtad del cliente?

El alcance del presente estudio hace uso de herramientas en gestión de calidad (SGC) con el objetivo de conocer la opinión del cliente que solicita los servicios dentro de su taller de confianza, por ejemplo, preparación de la carrocería, pintura con 2 colores estandarizados,

trabajo de acabado con entrega puntual. El estudio utiliza un cuestionario para los clientes, en base a preguntas sobre el proceso del servicio recibido, permitiendo establecer los puntos críticos del servicio brindado.

Las características de las medidas de planificación, proceso y control se ponderan en la Cámara de Tabla de calidad, mientras que también se comparan los parámetros obtenidos de las empresas competidoras. Esto se lleva a cabo con el objetivo final de lograr la máxima satisfacción del cliente en el taller de colisiones.

La satisfacción del cliente es uno de los resultados que se desea durante la venta o transferencia de un producto o servicio, en conjunto con otros elementos genera rentabilidad, pues como objetivo se tiene que el consumo sea continuo, es decir, el cliente vuelva al taller después de haber recibido un buen servicio.

Además de ser utilizado para un plan a áreas de servicios automotrices, también puede ser usado para los que deseen comprender el cómo funciona un servicio posventa.

La inclusión de las normativas que se pretenden abarcar en conjunto con los siguientes objetivos que van acorde a las líneas de investigación de la Universidad Internacional del Ecuador son:

- Innovación tecnológica, modelación y simulación de procesos.

Incluido a esto, también se busca tener en cuenta a los siguientes objetivos del Plan Nacional de desarrollo 2017 – 2021 Toda una vida.

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Analizar el costo sobre el beneficio de un equipo de pintura electrostática en comparación a un método de pintura convencional, a través de factores como costos, contaminación ambiental y acabado estético funcional.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los factores positivos y negativos de la pintura electrostática aplicados en un taller automotriz.
- Analizar los factores de funcionamiento de la aplicación de la pintura electrostática Powder Coating System (Sistema de recubrimiento en polvo).
- Demostrar la aplicación de pintura electrostática utilizando el equipo Powder Coating System (Sistema de recubrimiento en polvo).

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

1.3.1. Justificación Teórica

La investigación está enfocada principalmente en la mejora de los procesos de pintura de piezas automotrices para asegurar su calidad y duración ante la adversidad climática del entorno, con el uso de nuevos equipos de pintura electrostática. Su contribución va principalmente para los dueños y colaboradores de talleres de pintado automotriz que requieren renovar sus procesos de pintura por medio de estos equipos e insumos que mejoran los tiempos de pintado, ahorran dinero y reducen la contaminación ambiental.

El mercado local oferta una gran gama de servicios de pintura automotriz, sin embargo, se debe destacar que, el objetivo del desarrollo de este trabajo de investigación no se enfoca en lo estético, sino, en resaltar la durabilidad que adquieren los elementos pintados a través de un sistema que permite el recubrimiento en polvo.

1.3.2. Justificación Práctica

La implementación para la aplicación de la pintura electrostática especialmente va dirigida hacia las piezas automotrices en talleres especializados de enderezada o pintura para el vehículo de forma integral y para micro talleres en el caso de pintar solo piezas automotrices como aros, capots, guardafangos, alerones, etc.

1.3.3. Justificación Metodológica

Para el desarrollo de esta investigación, se hizo uso de la metodología mixta, que permite el estudio de datos de carácter cualitativos como la observación de campo que aporten datos en base a percepción y experiencia, y cuantitativos como encuestas que permitan obtener estadísticas y datos numéricos. Todo esto se justifica gracias a la necesidad de recabar información técnica y teórica como base de la investigación, lo cual permite incrementar y actualizar conocimiento sobre el tema a los lectores y comunidad automotriz.

1.3.4. Delimitación Geográfica

El trabajo se desarrollará en el taller mecánico automotriz Dinamo Motors el cual está ubicado en la ciudadela la Garzota II Mz 32 Solar 37, tal como se muestra (Figura 1-2).

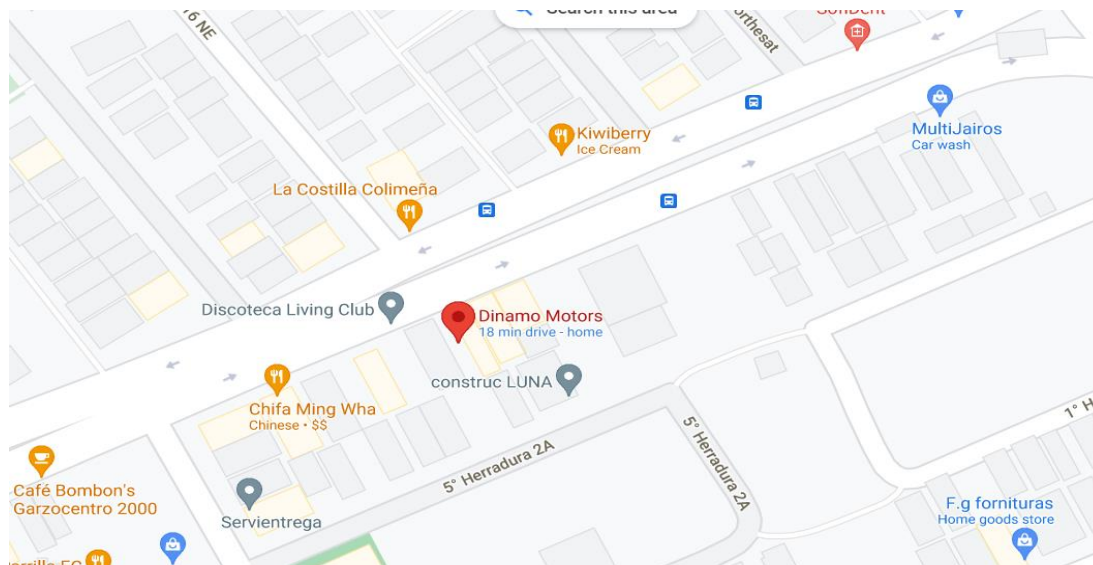
Figura 1

Fachada de ingreso al Taller DINAMO MOTORS



Figura 2

Ubicación geográfica del Taller DINAMO MOTORS



Fuente: (Google, 2021)

1.3.5. Delimitación de Contenido

La información detallada en el presente trabajo está constituida en base a documentación, sitios web previa verificación de autoría, informes técnicos, artículos científicos y previos trabajos sobre metodología de procesos de pintura electrostática además de pintura convencional por pistola con aire comprimido.

Capítulo II

Marco Teórico

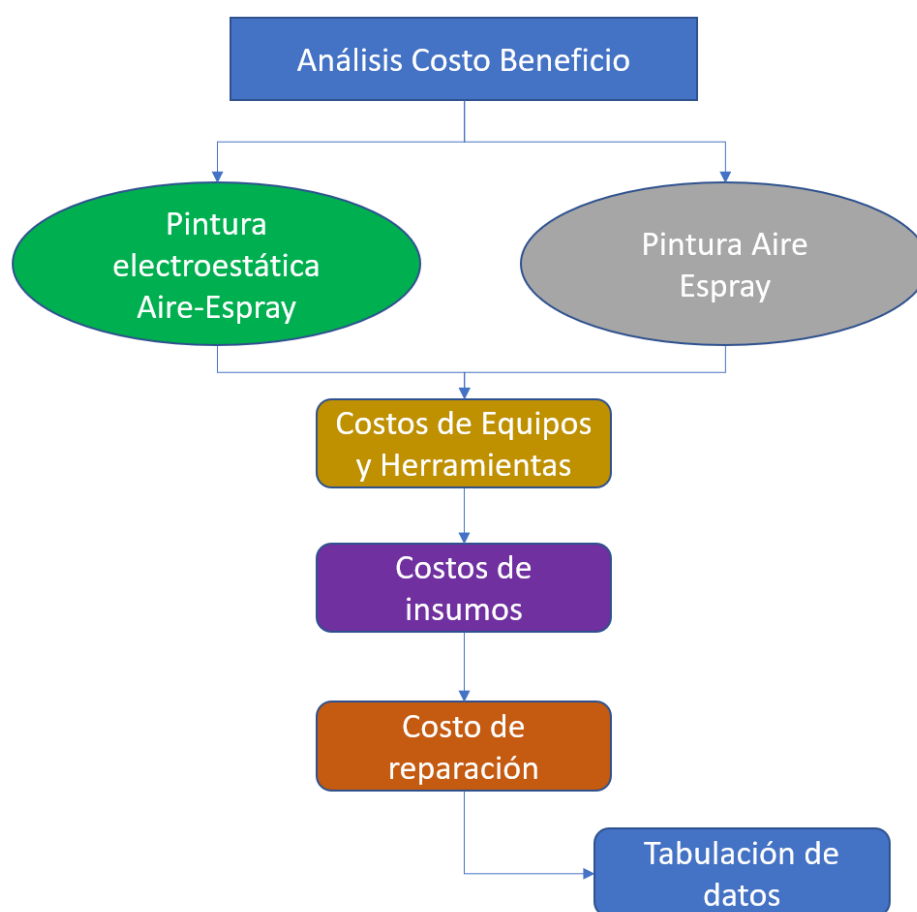
2.1. Introducción

La industria automotriz desde el punto de vista general tiene varios pilares fundamentales, en este caso el enfoque es hacia la reparación de la pintura de autopartes varias, con fines no estéticos sino funcionales, esto se hace referencia a partes internas o externas del automóvil que no necesiten un acabado prolijo como lo es la carrocería externa del vehículo.

En tal caso el proyecto se resume en la (Figura 3), donde se representa gráficamente el proceso de análisis comparativo basado en el costo beneficio.

Figura 3

Resumen conceptual del proyecto



Las demandas y los requisitos de rendimiento de las pinturas de automóviles y diferentes autopartes son importantes. Las expectativas de los compradores de automóviles que buscan que predominen los acabados superficiales radiantes, impecables y duraderos lo cual depende mucho del proceso de pintura además de la calidad e integridad de los paneles de carrocería metálicos o sintéticos subyacentes.

Por lo tanto, incluso antes de aplicar los recubrimientos superficiales finales, ahora es práctica común aplicar barnices con resistencia a la corrosión o recubrimientos especiales como el bate piedra.

Figura 4

Pintado de un parachoques delantero a través de pintura tradicional



Fuente: (Prevost, 2019)

La compra de un vehículo es una inversión a largo plazo, por lo que, al momento de un siniestro (Figura 4) o deterioros en la carrocería como rayones, raspones o daños generados por factores climáticos como el sol, la lluvia o el polvo, es importante evaluar las opciones de servicio de pintura y enderezada disponibles en el mercado actualmente, aunque el enfoque mencionado anteriormente hace referencia del uso de la pintura electrostática en autopartes con fines no estéticos no se descarta su uso para fines de carrocería externa.

2.2. Servicio Automotriz y su Historia

Siempre es necesario ver los precedentes, es decir el antes a través de la historia, los primeros vehículos no contaban con planes de mantenimiento, al momento de averiarse estos tenían que recurrir a personas con conocimientos en maquinarias industriales, o conocimientos de mecánica general además de que no existían repuestos en masa, con lo cual existía la “manufacturación artesanal” de repuestos o autopartes (Schulze, 2019)

La industrialización de los automóviles creó un nuevo sector de mercado de servicio de mantenimientos y reparaciones, en especial el área de colisiones o reparaciones de pintura.

Dicha área de pintura, la cual se conoce más comúnmente como de colisiones debido a que la mayor parte de vehículos ingresan a reparaciones de enderezado y pintura producto de colisiones, choque o impactos (Figura 5) que atentan contra la pintura y carrocería del vehículo con lo cual es entendible el análisis de un método de pintura no convencional.

Figura 5

Enderezado de un vehículo



Fuente: (Motorline, 2018)

Toda industria tiene sus tropiezos y así fue, los mecánicos de la época de 1920 a 1940 debido a la recesión económica la cantidad de mantenimientos y reparaciones era baja, además

los mecánicos recibían pagos en base al trabajo diario, es decir dependían de un flujo de vehículos para poder tener ingresos, esto no era positivo dado que había días en los que no entraba ningún vehículo o era muy bajo la afluencia de vehículos que ingresaban a los talleres, fue hasta después de la segunda guerra mundial, que los procesos de servicios mejoraron al punto de crear fuentes de ingresos, para la marca además de la propia venta de vehículos.

Es muy cierto que las reparaciones mecánicas conllevan un costo de mano de obra adicional a los repuestos a reemplazar, el servicio de pintura y enderezada es algo que no tienen un valor estándar debido a múltiples factores, como el método de pintado, la calidad de los insumos como pintura, solventes, etc., hace que varíen el costo además de la calidad final del servicio, servicios informales o artesanales (Figura 6), no cumplen con procesos que aseguren la calidad del servicio de pintura.

Figura 6

Ejemplo de método de pintado de un vehículo de manera informal



En la ciudad de Guayaquil el valor promedio de la mano de obra por hora es de 35 dólares americanos (estos valores son referenciales a la fecha de investigación), en marcas como, Nissan, Chevrolet, Kia, en otras marcas el valor de mano de obra varía ya sea porque son marcas más exclusivas o porque el mercado obliga a que sea así (Santos, 2018).

Pero no todo es oro cuando brilla, el problema de una tarifa plana no solo ocasiona que el cliente en ocasiones pague excesivamente por trabajos no realizados, innecesarios, o simplemente sea excesivo para lo que se realizó.

Desde el punto de vista del taller tenemos los problemas de ingeniería por parte de la marca, es decir los defectos de fábrica, tiempos de diagnósticos no contemplados, o tiempos irreales de reparación, en otras palabras, el taller tiene que asumir mano de obra por parte de la marca, lo cual resulta negativo más adelante, se estudiarán los famosos términos conocidos como campañas y garantías.

En resumen, el valor de la mano de obra de tarifa plana, genera aspectos negativos, pero también maximiza las ganancias del taller o concesionaria, los mantenimientos tienen una duración de mano de obra de 2 a 7 horas, pero no significa que tome ese tiempo realizar dicho mantenimiento (tiempo real de trabajo vs tiempo a cobrar en el tempario), con lo cual se obtiene un valor positivo, este método hasta el día de hoy es el más popular en los talleres propios de cada marca, pues en sí maximiza la ganancia a través del cliente minorista, algo que hay que destacar es que Nissan, no solo vende vehículos a clientes con fines de confort, o uso doméstico, sino que vende vehículos pesados, de transporte, trabajo entre otros.

Un punto muy importante es la fidelización del cliente, ya que esto genera que el cliente continúe consumiendo de los servicios y productos.

La idealización de la marca y el posicionamiento de esta son conceptos modernos que permiten retener un cliente, pero todo esto depende de un punto de vista en donde se hacen tangibles las diferentes estrategias de ventas, unas apuntan al consumo masivo, otras apuntan a

un mercado selecto de clientes, el apuntar a vender más vehículos, puede generar que exista una gran afluencia de clientes de servicio post venta, pero sin los debidos procesos, existirá una tasa de retención baja.

La evolución de los procesos de servicios ha hecho de lo que hoy es el servicio Post venta automotriz, una industria sólida, con afectaciones a las economías a nivel país.

2.3. Sector Automotriz en el Ecuador

Figura 7

Empleos del sector automotriz en Ecuador en cifras



Fuente: (AEADE, 2018).

Como se puede observar (Figura 7), el sector automotriz en Ecuador genera empleo en las siguientes áreas (AEADE, 2018):

- Fabricación de vehículos.
- Fabricación de carrocerías para vehículos, remolques y semirremolques.
- Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos.
- Venta de vehículos.
- Mantenimiento y reparación de vehículos.
- Ventas de partes, piezas y accesorios para vehículos.

- Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y de sus partes, piezas y accesorios.

La industria automotriz es un modelo de empresa y de crecimiento económico con una participación de gran impacto en el desarrollo del país, un ejemplo de esto son la cantidad de empleos que existen, ya sea en el área de fabricación de vehículos o el área de comercio y servicios posventa.

Un ejemplo de esto son las dos marcas de vehículos (Kia y Nissan) que más se venden a nivel nacional. La marca Kia tiene un porcentaje de retención de cada 100 vehículos vendidos solo alrededor del 40% de los compradores de esta marca va a los talleres a realizar mantenimientos (Bohorquez, 2019).

A comparación de Nissan que tiene una tasa de retención de alrededor del 80% a pesar de que está en sexto lugar de ventas de vehículos, pero ocupa el primer puesto en post venta a nivel Guayaquil (Santos, 2018)

La AEADE (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador) monitorea a la industria automotriz y la define como intensa, tanto a nivel de capital como de conocimiento.

El sector automotriz desempeña un papel importante en el desarrollo socioeconómico de un país. En la actualidad, un creciente número de países se han sumado a la producción de automóviles, Ecuador también está incluido, mientras que la alineación de fuerzas en el mercado automotor está cambiando constantemente (AEADE, 2018).

Esto quiere decir que la industria automotriz cumple un papel importante en la economía del Ecuador, debido a que promueve el desarrollo de otros sectores industriales y por ende al desarrollo del país.

Dentro del contexto, el objetivo de productividad está enfocado en la postventa del vehículo, como servicios de mantenimiento, la venta de accesorios y repuestos automotrices, este último siendo altamente lucrativo, pues el cambio de autopartes periódicamente sumado a

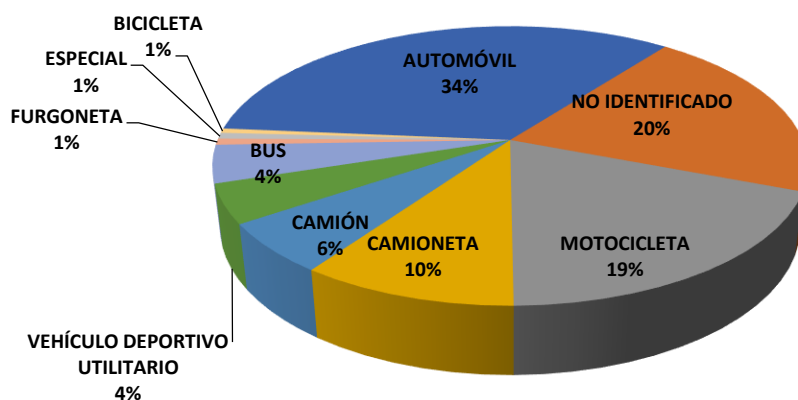
la mano de obra resulta en una fórmula lucrativa para un taller desde el punto de vista de una concesionaria, aparte de generar una imagen de profesionalismo lo cual crea la “marca”, como una representación de la calidad.

2.4. Siniestros en Ecuador

Según datos de la Agencia nacional de tránsito en Ecuador (ANT) en el 2019 hubo una reducción de siniestros a nivel nacional del 8% en comparación con el 2018. No obstante, a esta reducción, los accidentes se producen principalmente por: impericia de los conductores, excesos de velocidad, vehículos en malas condiciones por falta de mantenimiento, entre otros.

Figura 8

Tipos de vehículos siniestrados



Fuente: (Agencia Nacional de Tránsito, 2019).

En la (Figura 8) se muestra el porcentaje por tipo de clases de vehículos involucrados en siniestros del año 2019, el dato de interés son los vehículos livianos incluidos los SUV (Vehículo deportivo utilitario) y camionetas lo cual sumado en totalidad nos da un 48% de participación de siniestros en vehículos livianos en el año 2019.

Tomando en cuenta los vehículos livianos, camionetas y SUV (Vehículo deportivo utilitario), los siniestros (Tabla 1), dan un total de 11.915 vehículos siniestrados, no existen estadísticas públicas sobre que marcas y modelos exactamente son los que participaron en estos siniestros, además de que hay choques o colisiones no reportados a la Agencia Nacional de

Tránsito, pero se puede tomar como una referencia numérica sobre los accidentes de tránsito y sobre la validez de un centro de reparaciones de pintura y carrocería.

Como no existen datos precisos sobre roces o arañazos, daños a pintura, picaduras en diferentes partes del vehículo, la magnitud de este tipo de percances no puede ser tabulada, además de que existe un parque automotor antiguo el cual hace uso de servicios como el de pintura total.

Tabla 1

Número de siniestros por vehículo en Ecuador en el año 2019

TIPO DE VEHÍCULO	Siniestros
Automóvil	8364
Bicicleta	130
Bus	1076
Camión	1420
Camioneta	2441
Emergencias	10
Especial	172
Furgonetas	177
Motocicletas	4677
No identificado	5018
Vehículo deportivo utilitario	1110
TOTAL	24595

Fuente: (Agencia Nacional de Tránsito, 2019)

2.5. Colisión o Siniestro

Una colisión o siniestro, es un sobrenombre usado en un accidente o choque de tránsito, el cual ocasiona un daño sobre el vehículo, el impacto puede ser de un vehículo contra otro vehículo, o del vehículo contra un objeto (Duffy, 2016).

Las colisiones de vehículos tienen muchas clasificaciones, por el resultado producido, es decir si hubo heridos o fallecidos, dependiendo de la ubicación del accidente si fue en una zona urbano, también existen clasificaciones por el número de vehículos implicados, pero dentro del mundo del taller automotriz la clasificación más importante es la dirección y el lugar en donde se impactó el vehículo, es decir frontalmente, por ejemplo (Figura 9).

Figura 9*Colisión lateral de dos vehículos livianos*

Fuente: (Muguruza, 2020)

2.6. Tipos de Colisiones

Las colisiones de vehículos son ocasionadas por una acción negligente o irresponsable de un conductor, de un pasajero o de un peatón, siendo estas las más comunes, pero en varias ocasiones también pueden ser provocadas por fallos mecánicos, condiciones desfavorables del clima, irregularidades en la vía de circulación y al cruce de animales durante la circulación (Peritos de Accidentes, 2016)

2.6.1. Colisiones Traseras

Las colisiones traseras son el tipo más común de colisiones de vehículos. La mayoría de estas suceden a baja velocidad, pero, aun así, pueden causar lesiones cervicales que pueden dar lugar. Contrario a la creencia popular, la culpa no se asigna automáticamente al conductor que golpeó el vehículo que tenía delante, existen casos en los que ha habido excepciones.

2.6.2. Colisiones Frontales

Las colisiones frontales son menos frecuentes, pero en cambio son accidentes muy graves y mortales en forma desproporcionada. Este tipo de colisión consiste en un impacto con

otro vehículo o un objeto de frente, que reduce bruscamente la velocidad del vehículo afectado en la colisión. Pueden ocurrir cuando un coche se sale de su carril e invade el carril contrario y esto puede pasar por varios motivos, incluyendo el reventón del neumático, somnolencia, distracción, exceso de velocidad en curva, etc.

2.6.3. Colisiones Laterales

Las colisiones laterales son aquellas en que uno de los dos vehículos se aproxima lateralmente al otro vehículo, por un cambio de carril o por no respetar la distancia de seguridad. Dependiendo de si el sentido de circulación de ambos vehículos o no la colisión se considera por raspado negativo o positivo.

2.6.4. Colisiones de Vehículos por Vuelco

Los vuelcos son un tipo de accidente sencillo o simple en el que únicamente está implicado una unidad de tráfico, es un accidente poco frecuente pero que pueden llegar a ser mortales. Se define el vuelco cuando el vehículo realiza una rotación superior a 90° o combinación de giros con una trayectoria compleja. Este tipo de colisión se puede producir por fuerzas laterales de circulación como puede ser trayectorias curvas o también por otros agentes tales como el viento o una colisión con otro vehículo.

2.6.5. Colisiones Múltiples

Esto es una colisión en la que se encuentran implicados varios vehículos. Estos pueden ser golpeados varias veces, en este tipo de colisiones si al conductor de alguno de los vehículos se le ocurre salir del mismo para intentar escapar, puede estar en mayor peligro como peatón.

2.7. Escena de Accidente

Es el lugar físico donde ocurrió el siniestro, en este se hace un reporte el cual reúne todo lo que ha pasado durante una colisión, y enlista la información sobre los conductores, sus vehículos y si disponen de seguros (Duffy, 2016).

2.8. Taller de Colisiones

Es conocido como un centro de reparación de carrocería y pintura, en donde se encuentra especialistas técnicos, herramientas especializadas y equipo pesado para restaurar carrocerías, chasis, a un estado anterior al del siniestro (Duffy, 2016).

Hay múltiples maneras de clasificar los centros de reparaciones de vehículos, las clasificaciones principales se dividen en tres tipos de talleres, talleres independientes de colisiones, talleres autorizados y talleres de servicios especializados.

2.9. Pintura Electrostática

La pintura electrostática asistida por aire comprimido, se define como el proceso de pintura en el que se carga de manera positiva las partículas de pintura, las cuales se encuentran atomizadas por el aire comprimido, a su vez la superficie a pintar está cerrando el circuito con una carga negativa, con lo cual la pintura se adhiere a la superficie por un principio físico de electromagnetismo, sino que como está altamente cargada se produce una fusión de la partícula de pintura con la superficie por lo que existe una mayor eficiencia de la transferencia de pintura y se traduce en mayor cantidad de pintura en la superficie por ende un mejor acabado con menos aplicaciones de pintura y menos contaminación.

La pintura electrostática o también llamada pintura en polvo, tuvo sus inicios en Estados Unidos por Ransburg en la década de 1940 con el objetivo de buscar nuevos materiales que tengan menor impacto ambiental, el principio de funcionamiento es básico, la pintura al ser el polvo es atomizada directamente y adicional a esto, se pueden cargar eléctricamente ya sea con carga negativa o positiva dependiendo del método de carga, y como es un principio electrostático las partículas a estar cargadas se repelen entre si lo que permite una transferencia de pintura superior, esto permite establecer un campo eléctrico entre la pistola y el objetivo, de modo que, el acabado es homogéneo y, con excelentes resultados.

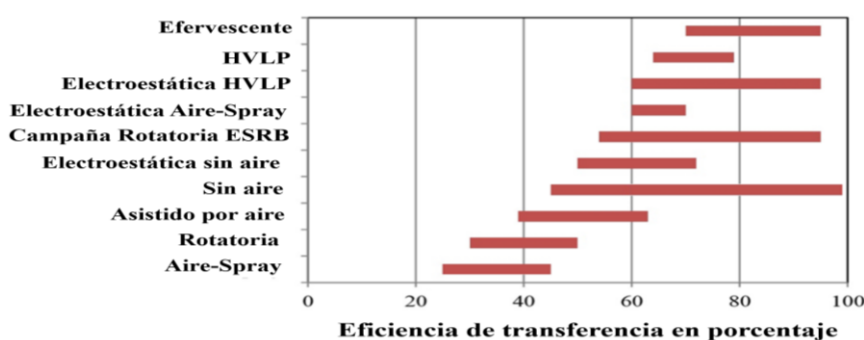
La eficiencia de la transferencia de pintura a través de métodos electrostáticos va desde el 45% hasta el 95% dependiendo del equipo usado pues existen varios tipos de métodos de pintura electrostática, donde lo que varía es como se realiza la pulverización o el tipo de pintura, por lo general los métodos que se utilizan están basados en la pulverización por aire a presión, existen otras metodologías donde no se usa aire, sino que la misma pintura es sometida a alta presión en una línea y al pasar por una boquilla especial genera la pulverización.

En la (figura 10), se grafican diferentes tipos de pintura usados dentro de la industria automotriz, dentro del desarrollo de este trabajo, se expone el estudio de metodologías basadas en la electrostática que, permite un sistema de recubrimiento en polvo, y, pintura asistida por aire comprimido.

La metodología electrostática con pulverización por medio del aire tiene un porcentaje del 60% al 70% promedio de eficiencia de transferencia (ET) respecto a otras tecnologías existentes. Se resalta que es uno de los métodos más versátiles pues los equipos y herramientas necesarias tienen un costo muy inferior a comparación de otras metodologías, además de que el proceso es más sencillo de implementar debido a la practicidad de sus equipos o herramientas así mismo tiene sus limitaciones debido a las condiciones que se deben cumplir para poder usar de correcta manera esta forma de pintura.

Figura 10

Porcentaje estimado de eficiencia de transferencia de diferentes tecnologías de pintura HPLP: alto volumen, baja presión ESRB: Campana rotatoria electrostática



Fuente: (Poozesh y otros, 2019)

Como la metodología de pintura electrostática tiene una alta eficiencia de transferencia esto genera que exista un ahorro substancial en la cantidad de pintura usada en comparación a métodos tradicionales, esta metodología de pintura electrostática ha tenido un aumento significativo en los últimos años.

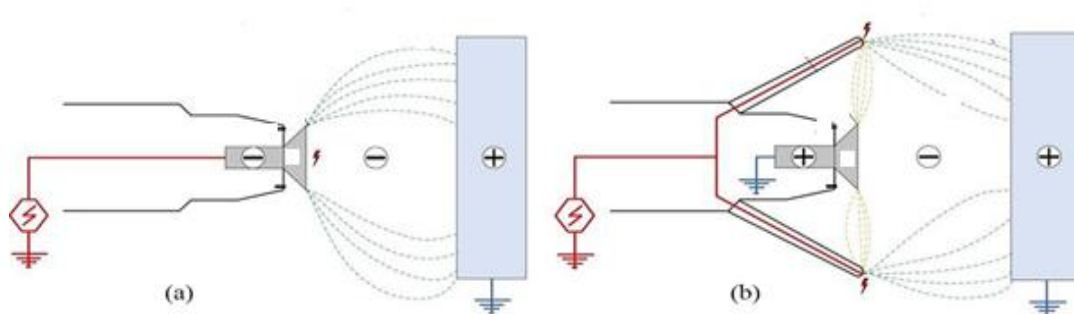
Existen múltiples métodos de pintura electrostática donde el principio de funcionamiento es el mismo, pero varía en términos de qué tipo de equipo o herramienta se está utilizando con lo cual factores como costo, eficiencia de transferencia y por ende la calidad del acabado puede variar.

Un tema de preocupación para la electropulverización es el riesgo potencial asociado con las chispas debido a las partículas de pintura electro cargadas, y lo consiguiente la posibilidad de incendio y lesiones del operador. Otro problema es que las capas de pintura no solo se adhieren a la superficie objetivo, sino también todos los alrededores, objetos conectados a tierra como el techo de la cabina de pintura, la pistola pulverizadora y su operador.

La pintura electrostática es un recubrimiento en polvo que es una buena alternativa para piezas metálicas, que además permite un ahorro de hasta un 97% al momento de aplicarse, lo cual la hace reciclable. Se trata de una mezcla homogénea de cargas minerales, pigmentos y resinas de forma sólida, en forma de partículas finas.

Figura 11

Tipos de carga para el recubrimiento por electro pulverización: a) carga Interna; b) carga Externa



Fuente: (Poozesh y otros, 2019)

2.10. Pintura Asistida por Aire Comprimido

El término correcto para definir el proceso, es pintura pulverizada por aire comprimido, la pintura en un estado líquido pasa por un pequeño orificio donde se restringe el flujo del aire que a su vez se encuentra comprimido, debido a que el aire se encuentra a alta presión la pintura es atomizada en el instante, el proceso de adherencia de la pintura hacia la superficie se debe a la propiedad misma de esta, es decir a la cohesión de la pintura, más no a un proceso electrostático, la simpleza de esta metodología se debe a que solo se utiliza una pistola pulverizadora con la ayuda de un compresor.

Dentro de las metodologías de pintura, la más utilizada ya sea para trabajos caseros hasta industriales, es la pintura a través de pistola pulverizadora asistida por aire comprimido, el principio de funcionamiento básico es la pulverización de la pintura la cual se encuentra en estado líquido a través del flujo de aire a presión en una pistola pulverizadora.

Las pistolas rociadoras son equipos que pueden rociar pintura o barniz usando presión de aire para aplicarlo o esparcirlo sobre una superficie. Estas pistolas se pueden utilizar para pintar sobre cualquier tipo de superficie o sustrato, ya sea metal, madera, piedra, arcilla (cerámica), porcelana, plástico, vidrio y textil.

Por ello, las pistolas pulverizadoras son herramientas fundamentales para cualquier tipo de industria manufacturera y servicios de repintado, ya que permiten el acabado industrial de cualquiera de sus productos de forma económica y eficiente.

Las pistolas de pulverización (Figura 12) fueron inventadas en 1888 por el Dr. Allen DeVilbiss en los Estados Unidos. Luego, su hijo continuó mejorando la invención, produciendo la primera pistola rociadora que usa aire comprimido. El desarrollo de la tecnología de pistolas pulverizadoras ha continuado hasta el día de hoy.

Figura 12

Pistola pulverizadora de pintura en proceso de pintado a carrocería automotriz



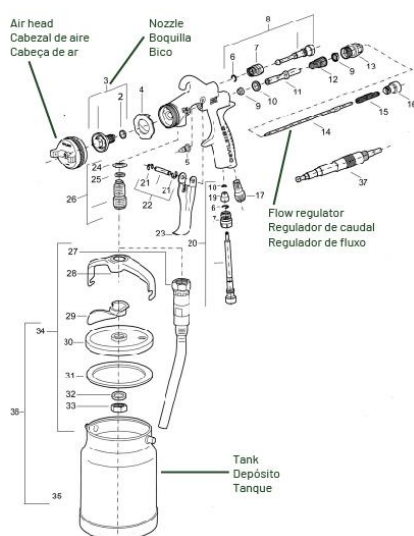
Fuente: (Codinter, 2020)

Para la gran mayoría de trabajos de acabado industrial, es fundamental utilizar pistolas de pulverización. Simplemente, es la opción que tiene el mejor precio y velocidad de producción. Las pistolas de pulverización se pueden clasificar según varios criterios. Por ejemplo, se pueden agrupar según:

- La alimentación de la pintura
- La tecnología de atomización que utilizan
- La forma de uso

Figura 13

Despiece de una pistola pulverizadora de pintura por aire comprimido



Fuente: (Codinter, 2020)

En pocas palabras, el rociado de recubrimiento ocurre cuando la pintura se aplica a un objeto (la superficie a pintar) a través de la pistola de aire comprimido.

Cuando se presiona el gatillo, la pintura se mezcla (aunque en algunos sistemas no se mezcla) con la corriente de aire comprimido y se libera en una fina pulverización.

La consistencia y el patrón de la pintura se pueden definir y regular mediante el uso correcto de la taza o tanque donde se coloca la pintura y la boquilla que se elija.

Independientemente del tipo de tecnología utilizada para pintar, es muy importante desmontar con frecuencia la boquilla de la pistola pulverizadora para limpiarla y evitar que se obstruya con restos de pintura seca.

Existen múltiples ventajas de la pintura pulverizada por aire comprimido, dentro de las cuales las que más se pueden resaltar son las siguientes:

- Permite que la pintura se aplique uniformemente en la superficie
- Permite pintar de manera eficiente diferentes tipos de superficies (incluso irregulares o rugosas)
- Ahorra tiempo y costos de producción
- Puede configurarse para uso automatizado
- Hay una buena diversificación para aplicaciones específicas.
- Existen diferentes formas de configurar cada pistola según la necesidad de acabado.

Como todo proceso o metodología existen aspectos negativos los cuales pueden resumirse en dos puntos principales que son:

- La eficiencia de transferencia de pintura es baja, es de un 30% a un 60% en el mejor de los casos, esto varía dependiendo de factores como la pistola pulverizada, la calidad de la pintura y la presión a la que trabaja dicho sistema.
- Debido a la baja eficiencia de transferencia de pintura es altamente contaminante, pues mucho del material se pierda en el ambiente de trabajo.

Capítulo III

Sistema de Recubrimiento en Polvo

3.1. Pintura Electroestática Generalidades

Es importante conocer las especificaciones técnicas (Tabla 2) del equipo portátil de recubrimiento en polvo (pintura electroestática), advertencias de seguridad y precauciones a tomar, además de tener el proceso de correcto uso.

Tabla 2

Especificaciones técnicas del sistema de recubrimiento en polvo

<i>Parámetro</i>	<i>Descripción</i>
Consumo de energía	120 VAC, 60 Hz
Cable de alimentación	1.8 metros de longitud, 16 AWG, enchufe de 3 puntos
Presión de suministro de aire	10 a 30 PSI
Metros cúbicos por minuto	0.10 metros cúbicos por minutos a 30 PSI
Tamaño de entrada de aire	1/4 de Pulgada
Switch de activación remota	3 metros de longitud
Pistola de Polvo	2.4 metros de longitud
Fusible de control	0.5 amperios
Temperatura de curado de pintura	204 grados Celsius por 15 minutos
Peso del equipo	6.35 libras.

Fuente: (Harbor Freight Tools, 2021)

El sistema portátil de recubrimiento en polvo, es altamente práctico para las tareas de pintura ya sea para niveles de uso personal o profesional debido a que la eficiencia de transferencia que es mucho mayor a comparación de sistemas convencionales como lo es la pintura líquida asistida por aire comprimido.

El seguimiento de las recomendaciones es primordial para evitar lesiones y daños al equipo durante su almacenamiento y operación.

3.2 Reglas de Seguridad en el Área de Trabajo

Es necesario tener el área de trabajo completamente limpia y ordenada (herramientas, equipos e insumos), áreas mal iluminadas, mesas de trabajo desordenadas tienen alta probabilidad de producir accidentes.

El área de trabajo debe ser ventilada, no se debe operar el equipo en ambientes que presenten contaminación del aire por gases, polvos o líquidos inflamables, el equipo debido a su tipo de funcionamiento (Energizar de carga positiva a la pintura en polvo), puede crear chispas debido a principios físicos de la electrostática y por ende provocar incendios o explosiones.

Delimitar el área de uso del equipo y contar con los equipos de protección necesarios, adicional contar con extintores de dióxido de carbono y polvo químico de al menos 2 kg de capacidad.

3.3 Reglas de Seguridad Eléctricas

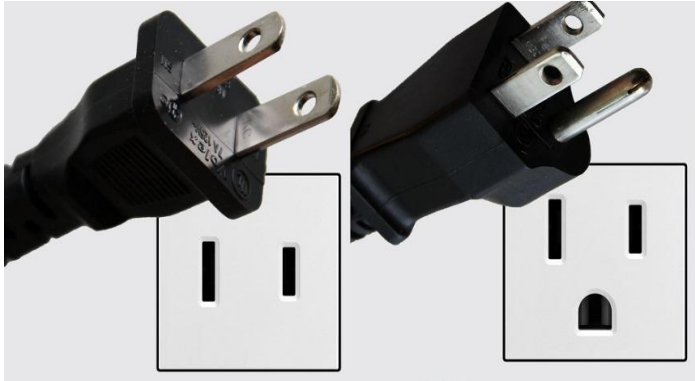
No exponer el equipo de recubrimiento en polvo a lluvias, o condiciones de humedad directa o indirectamente, el ingreso de agua al equipo aumenta el riesgo de un choque eléctrico.

Evitar contacto directo con superficies que tengan contacto a tierra, en caso de descargas eléctricas hay riesgo de un choque eléctrico.

El equipo cuenta con una línea de seguridad para descargas eléctricas a tierra, la cual debe ser instalada y estar conectada a una red eléctrica que cumpla con los requerimientos de seguridad (línea tierra), no se debe modificar el enchufe ni usar adaptadores para eliminar la línea de tierra.

Figura 14

Ejemplos de dos tipos de enchufes eléctricos: uno con línea a tierra y otro sin esta línea



Fuente: (Tipos de Enchufes)

No se debe usar la línea de alimentación eléctrica (cable y enchufe eléctrico), para cargar el equipo, se pueden generar daños internos, se debe tener alejado de fuentes de calor, objetos o superficies afiliadas o elementos móviles.

Si se va a usar una extensión eléctrica esta debe estar calificada para usos externos y minimizar el riesgo de choques eléctricos.

3.4 Reglas de Seguridad de Operación del Equipo

Operar el equipo en estado de alerta, con conciencia y uso de los sentidos, no se debe usar el equipo en estados de cansancio, sueño o bajo la influencia de drogas, alcohol o medicamentos.

Usar ropa apropiada, no usar ropa muy floja ni elementos de vestir como pulseras, joyas, collares, etc., se debe mantener, cabello, guantes y extremidades lejos de partes móviles.

Evite el arranque accidental. Asegúrese de que el interruptor de encendido esté apagado antes de enchufarlo.

Utilice equipo de seguridad. Utilice siempre protección para los ojos, la cara y la respiración. Polvo máscara, zapatos de seguridad antideslizantes, casco o protección auditiva debe usarse para condiciones apropiadas.

3.5 Reglas de Cuidado General del Equipo

Utilice abrazaderas (no incluidas) u otras formas prácticas de asegurar y soportar la pieza de trabajo a una plataforma estable. Sostener el trabajo con la mano o contra su cuerpo es inestable y puede provocar la pérdida de control.

No forzar la herramienta. Utilice la herramienta correcta para su aplicación. La herramienta correcta hará el trabajo mejor y más seguro a la velocidad para la que fue diseñado.

No utilice la herramienta eléctrica si el interruptor de encendido no la enciende o apaga. Cualquier herramienta que no se puede controlar con el interruptor de encendido es peligroso y debe ser reemplazado.

Desconecte el enchufe del cable de la fuente de alimentación antes de realizar cualquier ajuste, cambio de accesorios o almacenamiento de la herramienta. Tal seguridad preventiva reduce el riesgo de poner en marcha accidentalmente la herramienta.

Guarde las herramientas inactivas fuera del alcance de los niños y otras personas no capacitadas. Las herramientas son peligrosas en manos de usuarios inexpertos.

Compruebe si hay desalineación o atascamiento de las piezas móviles, rotura de piezas y cualquier otra condición que pueda afectar el funcionamiento de la herramienta. Muchos accidentes son causados por herramientas mal mantenidas.

3.6 Descripción de las Partes del Equipo de Recubrimiento de Pintura en Polvo

Como se puede observar (Figura 15), existe una vista general de todo el equipo, si empezamos con la pistola, esta funciona de una manera similar a una pistola de pintura convencional.

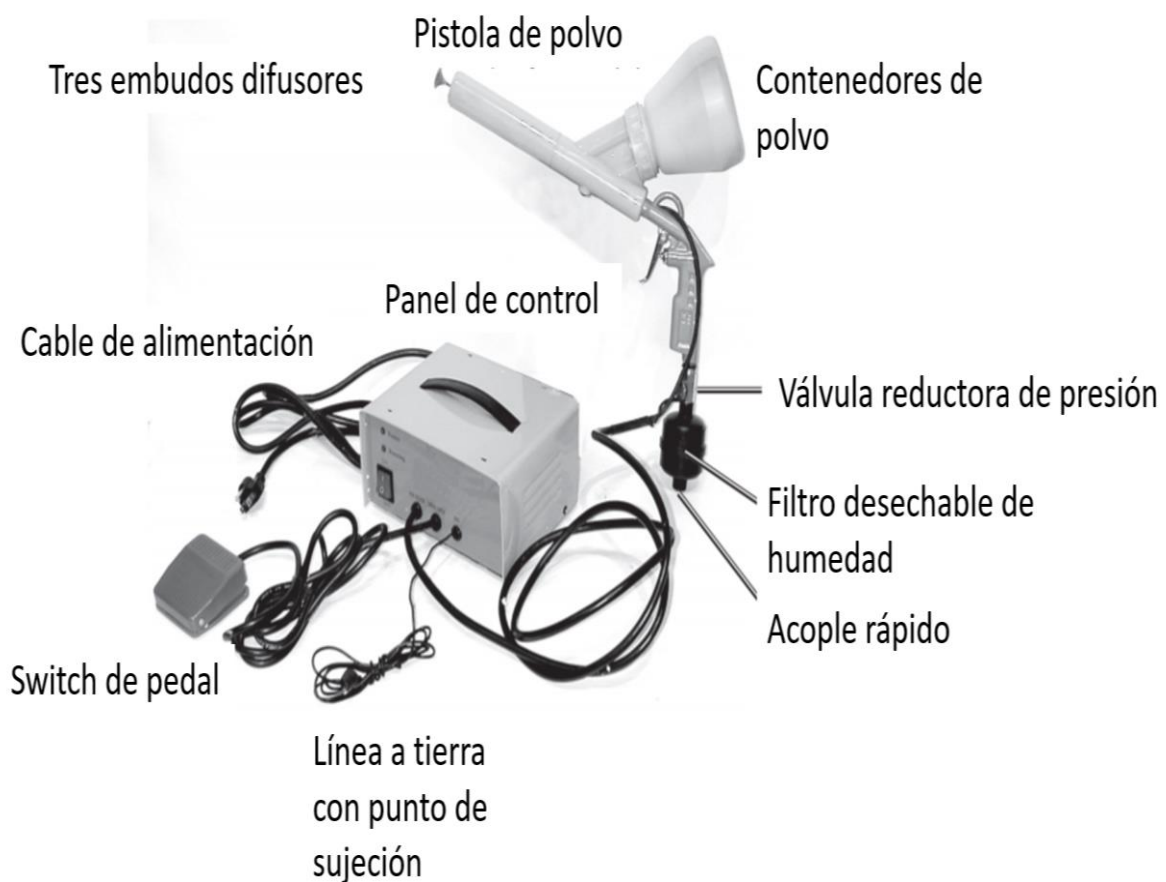
Los embudos difusores son los que dependiendo de su diámetro permiten el radio o alcance de pulverización de la pintura en polvo, existe una válvula que regula la presión que ingresa a la pistola, como se sabe todo sistema que funciona con aire comprimido tiende a acumular humedad lo cual es negativo para el proceso de pintura, pues contamina el material y

puede ocasionar imperfecciones en la misma, por eso existe un filtro el cual se encarga de retener la mayor cantidad de humedad posible.

Lo más importante son los componentes que permiten el proceso electrostático los cuales empiezan desde el panel de control, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica en el voltaje y amperaje necesario para el proceso de pintura.

Figura 15

Vista general del equipo y sus partes



Fuente: (MercadoLibre, 2020)

En una esquemática más cercana podemos observar a detalle la pistola pulverizadora, donde se observa (Figura 16), el polo conductor el cual es positivo, para poder cargar

electrostáticamente la pintura en polvo pulverizada, el gatillo que permite el paso del aire, y un detalle del tipo de medida del acople de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

Figura 16

Vista específica de la pistola de polvo



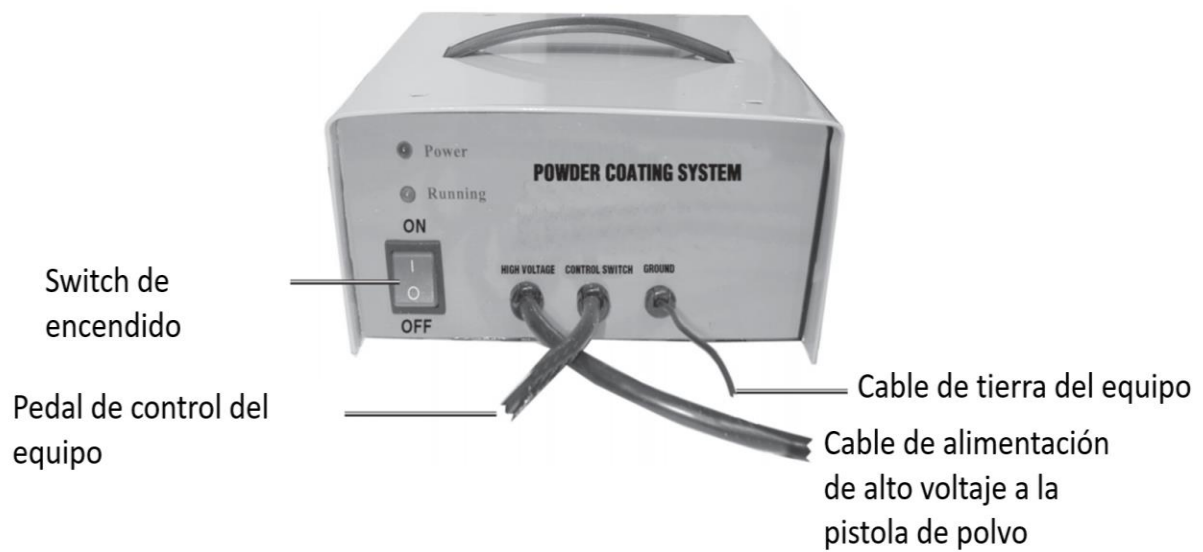
Fuente: (MercadoLibre, 2020)

Lo más importante de un sistema de pintura electrostática, es el convertidor de corriente y voltaje, el cual es el encargado de cumplir con el proceso de carga positiva para la pintura en polvo y carga negativa para el elemento a pintar, cuenta con un panel de instrumentos muy básico pues no existe un control de amperaje o voltaje, en tal caso está el botón de encendido, dos luces led indicadoras una para saber si existe alimentación y la otra luz indicadora es para saber cuándo está operando el equipo, para esto se tiene el pedal de activación del sistema, es decir cuando se está presionando el pedal, el sistema está energizando la pistola y el cable de alimentación negativa para el elemento a pintar.

El sistema de protección del equipo es un fusible de 30 amperios, es importante el cuidado en el momento de la operación del equipo y del entorno donde se opera.

Figura 17

Panel de instrumento del equipo de recubrimiento en polvo



Fuente: (MercadoLibre, 2020)

Como se puede observar en la siguiente imagen (Figura 18), se encuentra el equipo de pintura electrostática completo, en el cual se aprecia el voltaje y frecuencia de funcionamiento además de la presión máxima a la cual trabaja la pistola pulverizadora.

Figura 18

Sistema de recubrimiento en polvo (Pintura Electroestática)



La pintura para el sistema es pintura en estado sólido, su nombre comercial es pintura para recubrimiento en polvo (Figura 19), la cual es de color negro mate, este tipo de pintura no se comercializa en pequeñas cantidades, como se puede observar, en nuestro medio el precio es de 25 dólares americanos la libra de pintura en polvo

Figura 19

Pintura en polvo (Negro Mate)



En cuanto a los diferentes elementos del equipo de pintura electrostática (Figura 20), están los dos difusores de diferente diámetro cuya función es aumentar el radio de pulverización de la pintura, un fusible cilíndrico de vidrio de 30 amperios, un o-ring para la boquilla de los difusores y un filtro desechable, el cual cumple una función muy importante dentro del sistema debido a que la humedad y el agua puede ocasionar que la pintura se solidifique presentando grumos, lo cual obstaculizaría el difusor además de generar imperfecciones en el acabado de pintura.

Figura 20

Elementos de mantenimiento del sistema de recubrimiento en polvo



Uno de los procesos más importantes (Figura 21), es el de curado de la pintura el cual consiste en someter a una fuente de calor a 250 grados centígrados, esto permite que el elemento pintado obtenga un acabado liso y homogéneo además de mejorar la adherencia de la pintura lo cual no solo es con fines estéticos sino funcionales pues la adherencia de pintura es superior.

Figura 21

Horno eléctrico



Fuente: (Samo Thermal, s.f.)

Dentro de las herramientas (Figura 22), es necesario una pistola pulverizadora sin tanque de ningún tipo, su principal propósito es para limpiar elementos o autopartes con el aire comprimido y usando solventes o limpiadores, como gasolina, desengrasantes, etc....

Figura 22

Pistola pulverizadora



Las mangueras de alimentación neumáticas (Figura 23), son necesarias dentro de un taller, por lo cual están incluidas dentro de los elementos necesarios para el uso de equipos de pintura ya sea electrostática o pulverizada por aire comprimido.

Figura 23

Manguera de aire 3/8 de 10 metros



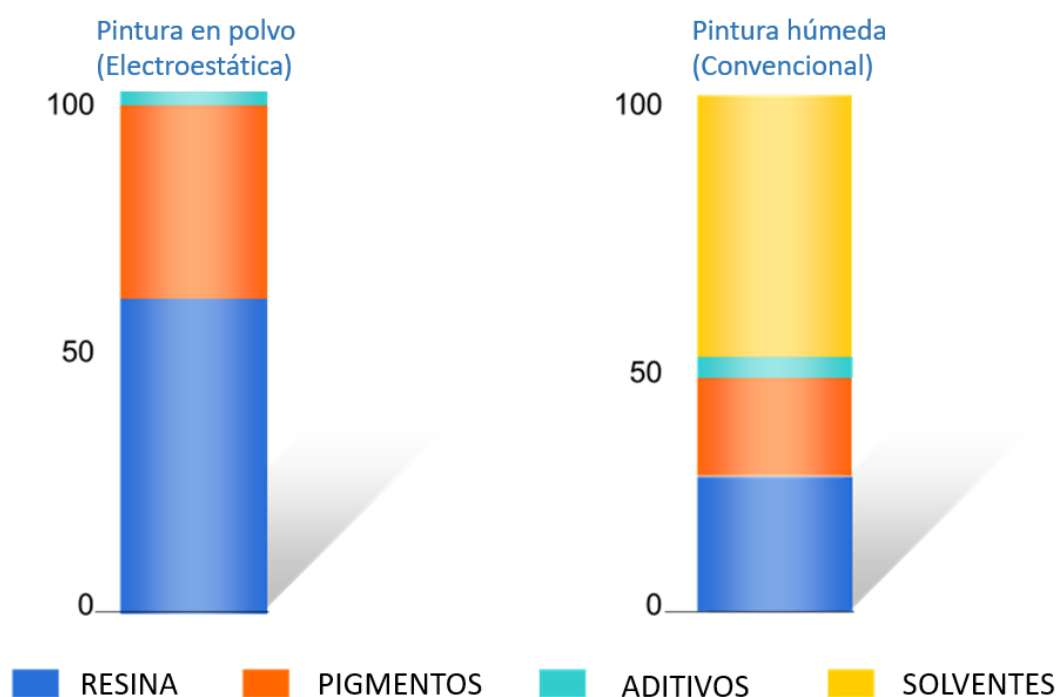
3.7 Características Comparativas de la Pintura de Recubrimiento en Polvo y la Pintura Convencional Líquida

El polvo, a diferencia de la pintura líquida convencional de dos capas, no requiere un solvente para mantener el aglutinante y las partes de relleno en forma de suspensión líquida. Los polvos pueden formularse para satisfacer una amplia variedad de características de apariencia o rendimiento; esto incluye el espesor de la película, el brillo, la textura, el color y el rendimiento (dureza, resistencia química, resistencia a los rayos UV, etc.) del recubrimiento. *(Dionisio Bonet S.A., 2019)*

Los polvos se componen de varios componentes diferentes (Figura 24), mezclados a alta velocidad para formar el producto final. Una vez mezclada, se extruye, se enfría y luego se corta en pedazos. Estas virutas se muelen luego a una distribución de tamaño de partícula muy específica, dependiendo de la aplicación, y se criban para garantizar que las virutas más grandes no pasen.

Figura 24

Comparativa de composición de pintura en polvo y pintura líquida convencional



3.7.1. Composición de las Pinturas en Polvo

Tal como se ha expresado en el desarrollo de esta investigación, las pinturas en polvo son en su mayoría usadas para un mercado industrial, donde es necesario un acabado que a los ojos del cliente sea perfecto, promoviendo así un punto a favor de la compra. Sin embargo, existen varios tipos de pinturas en polvo creadas para la industria automotriz, y su composición dependerá de manera exclusiva del uso que se le dará, a continuación, en la tabla 3 se detalla de manera breve su composición y uso.

Tabla 3

Tipos de pintura en polvo

Tipos de pintura en polvo	
Poliéster	Como su nombre lo indica, contiene resinas de este material las cuales son endurecidas con isocianurato de triglicidilo, son usadas en su mayoría para acabados en exteriores.
Epoxi/poliéster	Al igual que los pigmentos orgánicos, esta es usada para el interior de los automóviles.
Poliuretánicas	Uso exterior, al igual que las pinturas de poliéster, permiten mejor calidad visual y resistencia de impactos y climas inclementes.
Acrílicas	Estas también son usadas para el exterior, sin embargo, tienen un costo muy elevado.

Una de las características más importantes de este tipo de pinturas es la durabilidad y resistencia a factores ambientales, químicos o físicos. En este caso la durabilidad de la pintura juega un papel importante. En la figura 25 se demuestra en comparación la superioridad del pigmento electrostático, el cual permite mejor protección incluso ante impactos de bala, frente a la protección de la pintura convencional.

Como último aporte, se puede manifestar que, la pintura electrostática es una nueva tecnología que permite un mejor trabajo gracias a que es una “mezcla homogénea de cargas minerales, pigmentos y resinas de forma sólida, cuando la pintura se funde los componentes químicos, en este caso las resinas reaccionan entre sí formando una película” (IGM, 2020)

Esta característica la convierte en una pintura de tecnología que otorga un acabado de primera, siendo este su plus en relación a otros componentes como resinas, pigmentos, aditivos, solventes, etc.

Figura 25

Comparativa de una prueba de impacto en dos superficies metálicas



Fuente: (SafeRack, 2021)

Figura 26

Ventajas de la pintura electrostática (Recubrimiento en polvo)



Figura 27

Desventajas de la pintura electrostática



Capítulo IV

Procesos de Trabajo en el Taller

4.1. Delimitación de Espacio Físico

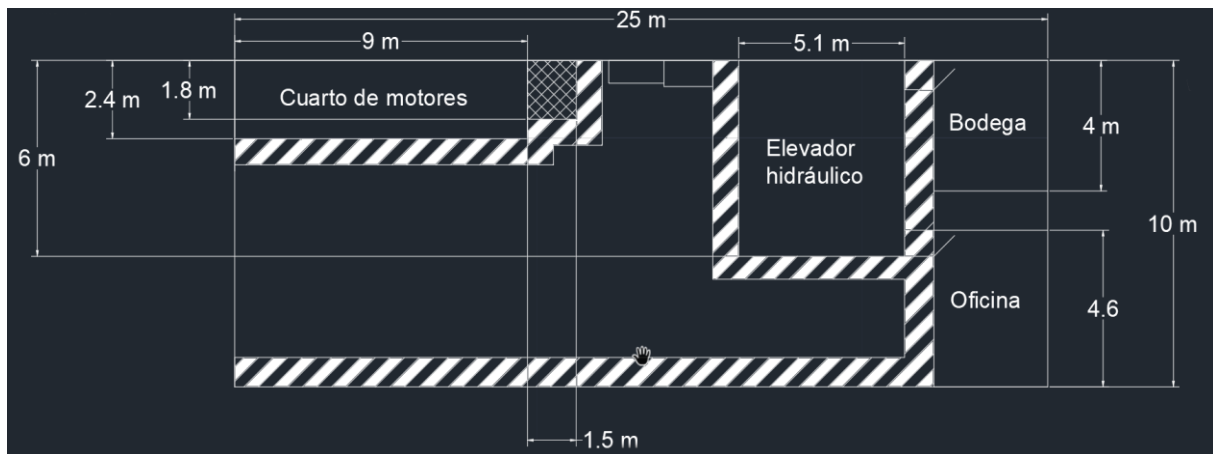
La delimitación del área de trabajo para los talleres que hacen uso de pintura electrostática es fundamental, en Dinamo Motors, este se encuentra implementado según el área detallada dentro de los planos del mismo, con el objetivo de garantizar la calidad del trabajo y la seguridad del operario.

Como se puede observar (Figura 28), las dimensiones generales del taller son de 10 metros por 25 metros, las cuatro secciones principales están mencionadas en el plano las cuales son el cuarto de motores, siendo este un espacio de almacenaje no solo de motores sino de elementos como transmisiones o elementos que tienen que ser resguardados durante la reparación de un vehículo, el elevador hidráulico un equipo fundamental para la operatividad de un taller, una bodega que almacena múltiples objetos no solamente herramientas y por último la oficina que sirve de espacio para el almacenaje de insumos de alta rotación, el espacio cuadrículado es la zona designada para el uso del equipo de pintura electrostática, cabe resaltar que la pintura electrostática tiene como principal objetivo el uso en autopartes o elementos de dimensiones pequeñas y medianas, debido a las limitaciones estéticas.

Para justificar la aplicación de la hermeticidad de todo el proceso, se recomienda revisar el apartado 4.2 de este trabajo de investigación, en él se detalla la importancia de la estandarización de los procesos, y porque es conveniente tener un espacio específico para el desarrollo de estas actividades.

Figura 28

Plano de dimensiones del Taller DINAMO MOTORS



Es de vital importancia resaltar que el elevador hidráulico (Figura 29), no es el único espacio donde se realizan trabajos en los vehículos que ingresan al taller, por eso en el plano se delimitó las zonas de tránsito con lo cual el espacio central del taller sirve de bahía principal de trabajo.

Figura 29

Vista general del Taller DINAMO MOTORS



La oficina y bodega multipropósito (Figura 30), se pueden ver claramente, la oficina cumple con funciones de caja, almacén de repuestos de alta rotación como lo son filtros de aceite, aceite en presentaciones de galón y litro, filtros de aire, además de salvaguardar las herramientas especiales del taller.

El área de pintura electrostática (Figura 31), es relativamente pequeña, puesto que, en Dinamo Motors, se realiza este procedimiento a autopartes, no a carrocerías de grandes dimensiones, el área destinada para estos procedimientos es de 2.40 m x 1.50 m, dentro de este se toman las precauciones básicas que, garanticen un acabado pulcro sin contaminación de agentes externos, además de la estandarización del procedimiento. Sin embargo, por obvias razones que corresponden a limitaciones de espacio, no ha sido posible la implementación de una cabina de pintura, sin embargo, se espera que a futuro se pueda acceder a estas herramientas. Cabe recalcar que, el objetivo de la investigación es, el proponer mejoras a los posibles procesos de pintura para talleres catalogados como multimarca o artesanales de modo que, una vez más, se pueda garantizar la seguridad de los posibles involucrados dentro de estos procesos, teniendo en cuenta también, el óptimo resultado de los trabajos, con la finalidad de satisfacer las expectativas de los clientes que lo soliciten.

Figura 30

Vista frontal del Taller DINAMO MOTORS



4.2. Bahía de Pintura Electrostática

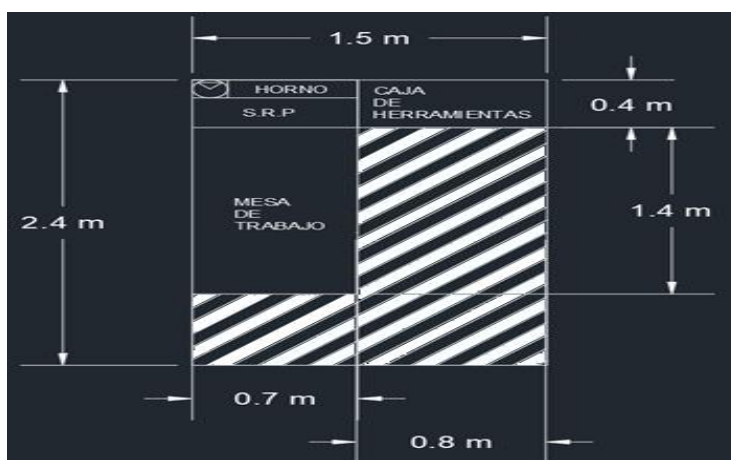
Como se mencionó anteriormente es importante la estandarización de un proceso o metodología esto permite que la operatividad, costos y calidad final de un proceso en este caso el de pintura electrostática, sea igual independientemente del operario o elemento a pintar siempre y cuando este cumpla las propiedades necesarias para poder ser pintado a través de este proceso.

En el plano (Figura 31), podemos observar las dimensiones del espacio delimitado para el proceso de pintura electrostática, el cual es de 2.40 m x 1.50 m, si bien es un espacio reducido el objetivo no es la pintura de carrocería o de elementos de dimensiones grandes si no de autopartes, con lo cual el espacio es idóneo para el manejo de elementos de dimensiones pequeñas o medianas como rines.

Los espacios que están detallados son el horno eléctrico el cual es para piezas pequeñas y que requieran un mejor acabado, la caja de herramientas es estándar, pues contiene elementos básicos como un juego de llaves de 37 piezas, espátulas plásticas para la remoción de plásticos o elementos delicados, mazo de goma, destornilladores de precisión, juego de limas, adicional un kit de pulverización.

Figura 31

Bahía de pintura electrostática



4.3. Ejemplo de Pintura Pulverizada por Aire Comprimido.

En resumen, el método más usado en talleres de pintura tanto artesanales y a nivel profesional es de pintura líquida pulverizada por aire comprimido, esto se debe a la gran cantidad de insumos, equipos y herramientas existentes.

Para la ejemplificación de esto se escogió un rin (Figura 32), es cual es de aluminio un material que requiere un acabado estético alto debido a la calidad del material, y principalmente porque es un elemento visible del vehículo.

Figura 32

Rin para prueba de pintura líquida por aire comprimido



La preparación del rin requiere de limpieza completa de la superficie (Figura 33), es necesario debido a que la contaminación en la superficie ya sea partículas como polvo, tierra, grasa, terminan dañando la capa de pintura y tiendan a dar un acabado grumoso o generar desprendimiento de la pintura, debido a que elementos químicos como aceites, no permiten una adhesión completa a la superficie del rin por lo cual esta debe estar prolija, sin ningún elemento contaminante.

Figura 33

Rin después del proceso de limpieza

**Figura 34**

Limitación del área a pintar del rin



La preparación de la pintura líquida en muchos casos se basa no solamente en la preparación del color sino en la cantidad de diluyente (Figura 35) que esta necesita, debido a que la mayoría de las pinturas líquidas requieren de dilución para disminuir la viscosidad y permitir que la pulverización sea más óptima.

Figura 35

Diluyentes específicos para pinturas de esmaltes



Otro elemento muy importante aparte de la pintura es la capa protectora “laca”, pues esta se encarga de ser una fina barrera que tiene como fin proteger a la pintura de agentes externos como humedad, partículas contaminantes, luz solar, etc.

Lo cual protege el acabado final de la pintura, es necesario ver la compatibilidad del producto debido a que dependiendo del tipo de pintura se escoge el agente protector (Figura 36).

Figura 36

Laca protectora para el acabado de la pintura



Como se puede observar (Figura 37), en el reservorio o tanque se debe colocar la pintura previamente preparada, y es por esto que es uno de los métodos más utilizados, ya que la pistola pulverizadora es relativamente económica. Existen desde \$10 hasta pistolas profesionales de más de \$100 dólares americanos, con lo cual solo es necesario tener implementos como mangueras para aire comprimido, un compresor y los insumos como pintura, diluyente y laca protectora de pintura.

Figura 37

Pistola de pintura líquida asistida por aire comprimido



El proceso se inicia cuando se ha preparado la superficie (Figura 38), adicional a eso se ha delimitado el área a pintar protegiendo las zonas que no van ser recubiertas en pintura es decir solo está expuesta la superficie a pintar y el resto está cubierto por papel grueso absorbente y cinta gruesa para pintura automotriz, el uso de materiales absorbentes es para evitar el goteo o acumulación de pintura y pueda alterar el acabado de la zona a pintar, dependiendo de la calidad de la pintura y del acabado se determinan 3 capas de pintura, es decir se aplica uniforme la primera capa y se repite el proceso las veces que sea necesario, al finalizar se coloca una capa de protección la cual es laca protectora transparente que protege a la pintura de agentes externos,

es decir es un sellante o aislador para mantener el brillo y la apariencia de la pintura cuando está expuesta a agentes externos.

Figura 38

Inicio del proceso de pintura



El proceso final (Figura 39) consiste en dejar secar la pintura y verificar que no exista presencia de imperfecciones, lo ideal es que esto se trabaje en un ambiente controlado, es decir una habitación o un espacio con ventilación y filtros de partículas, para evitar en la mayor medida posible contaminación por partículas sólidas o líquidas de cualquier tipo que se encuentren en el ambiente.

Si bien la aplicación de pintura se puede realizar en un ambiente no controlado cómo una bahía de un taller donde la ventilación es natural, existen los grumos o imperfecciones al momento de acabar el proceso, con lo cual para procesos estéticos donde sea necesario un acabado prolijo es recomendable un ambiente con ventilación controlada, para evitar los grumos e imperfecciones.

Figura 39

Proceso final, aplicación de laca protectora



Una gran ventaja de la pintura líquida es que no es necesario un proceso de curado debido a la cantidad de solvente que contiene, una de las propiedades principales es su secado a temperatura ambiente, debido a que su evaporación se da a temperaturas bajas, con lo cual se puede realizar un secado al aire libre, sin embargo, es importante que si el objetivo es un acabado impecable este debe realizarse en una zona delimitada.

Es decir, un cuarto aislado con un sistema de ventilación controlado para que las partículas pequeñas contaminen la superficie de la pintura, es importante resaltar la capa final que es transparente la cual cumple la función de aislar la capa de pintura es decir el pigmento para evitar cambios en su tonalidad o daños por elementos externos.

Figura 40

Acabado final del proceso de pintura asistida por aire comprimido

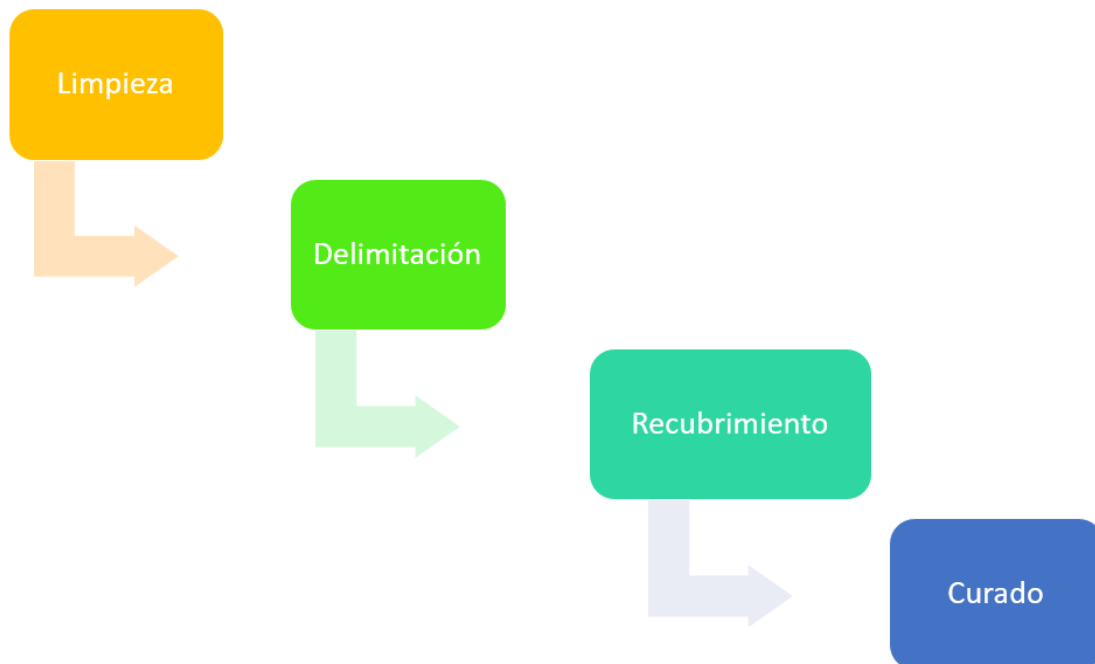
**4.4. Ejemplo de Pintura Electroestática**

La demostración de pintura electrostática se lo va a realizar con un elemento sólido de aluminio (Figura 40), de dimensión mediana similar al ejemplo anterior.

Es importante resaltar que el proceso es mucho más simplificado (Figura 41), debido a que no se necesita la preparación de material alguno, es decir la aplicación de la pintura en polvo es prácticamente directa, la superficie debe estar limpia, sin grasa o contaminada con algún tipo de sustancia, se recomienda procesos químicos abrasivos o de sandblasting los cuales liján la superficie de manera prolija sin afectar la integridad del elemento, posterior a esto se debe cubrir (delimitar), con cinta de papel para recubrir las zonas que no se desean pintar, y finalmente el proceso de curado el cual consiste en someter a altas temperaturas el elemento pintado para que la pintura sea una capa sólida y homogénea de alta resistencia.

Figura 41

Proceso de pintura electrostática de recubrimiento en polvo

**Figura 42**

Rin de 17" de aluminio para proceso de pintura electrostática



El proceso de limpieza consiste en la remoción de toda la pintura restante y de la remoción de la capa de óxido que recubre la parte metálica, el proceso debe ser lo menos destructivo es decir se debe usar desoxidantes para que químicamente se remueva la mayor

cantidad de impurezas, ya sea óxido o elementos químicos adheridos a la superficie del elemento, posterior a esto, usando una lija de grado fino se retira el resto de los residuos sólidos, finalmente el elemento a pintar se suspende en el aire con una parrilla.

Figura 43

Rin después del proceso de limpieza



Después de la remoción del material de pintura (Figura 43), y la capa de óxido se puede observar el color natural del metal, que en este caso es un color gris claro, a pesar de tener una apariencia estética agradable no es lo ideal pues al estar expuesto al ambiente la corrosión desgastaría el material, es importante que la terminal de tierra (Cable negativo de la máquina de pintura electrostática), que está conectado al alambre que mantiene suspendido el elemento debe estar libre de cualquier partícula contaminante, como restos de virutas metálicas o pintura residual, adicional no debe tener ningún químico, en este caso como la pintura es en polvo los líquidos pueden alterar no solo el acabado de la pieza sino que pueden permitir el proceso de pintado.

Figura 44

Inicio del proceso de pintura electrostática



El acabado inicial no es homogéneo (Figura 45), y debe ser sometido al proceso de curado simple, el cual es colocarlo en un horno eléctrico por 2 horas a 250 grados centígrados.

Figura 45

Acabado después de la aplicación de la primera capa de pintura electrostática



Algo que lo diferencia de la pintura convencional es que no necesita de una capa protectora adicional debido a que la pintura en polvo se solidifica y adhiere a la superficie de tal manera que no necesita de protección contra agentes externos,

Figura 46

Proceso de curado de pintura en un horno eléctrico a 250 grados centígrados



Figura 47

Aspecto final del rin después del proceso de curado en horno



Figura 48

Comparativa de acabado estético, parte superior del rin con pintura electrostática y parte inferior con pintura líquida



Capítulo V

Análisis e Interpretación de los Resultados

5.1. Costo de la Pintura Electroestática

Se debe establecer el costo de los equipos e insumos a utilizar, adicional el costo por metro cuadrado, es necesario que se esclarezca que las autopartes o elementos a pintar son de dimensiones inferiores al metro cuadrado, es decir que esta medida será usada como referencia en base a las especificaciones del fabricante de los equipos.

El costo total por operación de uso de un día, donde se incluye el costo del equipo e insumos necesarios es de \$265.50, las diferencias con un sistema de pintura convencional serán analizadas posteriormente.

Tabla 4

Tabulación de costo total del equipo de pintura electrostática

Descripción	Costo (\$)
Filtro de humedad	1.00
Pintura en Polvo (Libra)	27.00
Desoxidante ½ litro	2.00
Waipe	2.00
Mano de obra 1 hora	20.00
Consumo energético (4 h de operación)	8.00
TOTAL	60.00

5.2. Costo de Pintura de Aire Comprimido.

La tabulación de costo de este proceso de pintura a través de aire comprimido, no se toma en cuenta el equipo de compresión de aire debido a que es algo que comparten ambos procesos de pintura.

En ambas tabulaciones de costo se omitió el costo del compresor, pues es un equipo que es necesario para los dos procesos. La diferencia de estos se basa que, en uno el equipo de pintura electrostática tiene un costo mayor, a diferencia de la pistola pulverizadora además del costo de la materia prima para pintar.

Tabla 5

Tabulación de costo total del equipo de pintura pulverizada por aire comprimido

Descripción	Costo (\$)
Pintura esmalte ½ litro	9.00
Diluyente ½ litro	1.00
Laca protectora ¾ litro	7.00
Desoxidante ½ litro	2.00
Lija 1200	1.50
Waipe	2.00
Mano de obra	15.00
Consumo energético (4 h de operación)	2.50
TOTAL	43.50

5.3. Comparativa de Factores de Costo

El factor comparativo principal es el costo del equipo en sí, además de un consumo energético mayor y del costo de la pintura, la diferencia se basa en el acabado.

El costo está basado, en la preparación estándar de la superficie a pintar siempre y cuando solo sea un proceso de pintura no de enderezada, adicional la superficie a pintar es de un metro cuadrado, no es para propósitos estéticos como pintado de una carrocería, sino para solventar la necesidad de pintar superficies que requieran protección contra agentes externos, como la humedad y el aire.

Tabla 6

Comparativa de factores de costo

Tipo de Pintura	Insumos (incluye energía eléctrica)	Mano de obra	Tiempo	PVP
Electroestática	\$ 40	\$ 20	1 hora	\$ 60
Asistida por aire	\$ 28.50	\$ 15	1 hora	\$ 43.50

5.4. Definición de Encuesta

La encuesta es conocida como un método de recopilación de datos que permitan el análisis de resultados de la manera más acertada posible. De modo que, es considerada una técnica de investigación representativa gracias a los usos y difusión que se le otorga, convirtiéndose en un método de investigación social usada incluso por gobiernos para conocer la realidad socioeconómica de países alrededor del mundo. Existen varios tipos de encuesta, los más comunes son las presenciales, telefónicas, y, hoy en día con el avance de la tecnología se puede realizar encuestas online alrededor de todo el mundo. Sin embargo, la obtención de los datos por medio de las encuestas, implican inversión de tiempo, incluso las empresas grandes destinan rubros del presupuesto semestral o anual para conocer el comportamiento del mercado

al que se dirigen. A pesar de lo antes mencionado, siempre se opta por las encuestas presenciales, gracias a que, estas permiten la observación de la reacción de los encuestados. (Kuznik , 2010)

5.5. Metodología de Investigación

La metodología de la encuesta tiene una aplicación específica dentro de la investigación y es la de servir como base para futuros proyectos, como por ejemplo la implementación del sistema de pintura electrostática tanto a nivel de un aficionado como nivel profesional. las encuestas en su mayoría son utilizadas para la percepción del cliente sobre el servicio o producto recibido, con el objetivo de tener retroalimentación para la mejora continua.

5.5.1 Determinación de Parámetros de la Encuesta

Es cierto que, el análisis de un sistema de pintura electrostática para un taller automotriz no requiere de una encuesta formal desde el punto de la percepción de un cliente, es decir, como percibe el servicio de pintura electrostática, ya que es un método de pintura muy poco común en el medio.

5.6. Encuesta de Percepción de Acabado

Para poder cuantificar la percepción de un servicio o producto, el cual en este caso es un servicio de pintura, es necesario recopilar respuestas en base a lo percibido por un cliente, con lo cual se realiza un formulario a través de Microsoft forms, lo cual permite encuestar de manera totalmente digital además de tabular los resultados de manera inmediata y poder representarlos de manera gráfica.

Es importante, considerar el flujo del taller Dinamo Motors 72 vehículos mensuales en promedio, de esto se tomará una muestra, por tanto, el cálculo del tamaño de muestra para nuestra investigación, se lo va a determinar con la siguiente fórmula:

Tamaño de muestra (1)

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} \quad (1)$$

Donde:

n= cantidad de personas a encuestar

Z = valor estadístico que se obtiene de acuerdo con el nivel de confianza

p = probabilidad de éxito u ocurrencia

q = probabilidad de fracaso

e = Margen de error sobre la muestra

En cuanto a que se trabajará con la población infinita, se definen los valores a considerar:

$Z^2 = 1.64$, trabajando con un 90% de nivel de confianza

p = 0.90 (90% de éxito)

q = 0.10 (10% de fracaso)

$e^2 = 0.01$ (10% sobre el total de la muestra)

Reemplazando los valores en la fórmula tenemos (2):

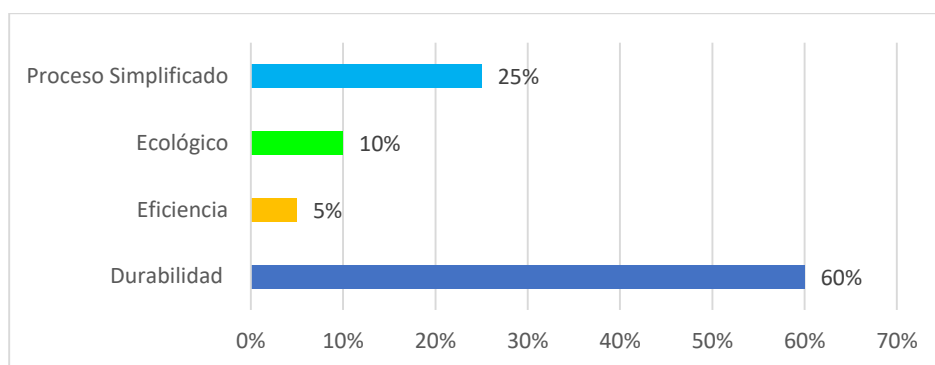
$$n = \frac{1,64 * 0.9 * 0.1}{0.01} = 14.76 \quad (2)$$

5.6.1. Visualización de Encuesta Digital

Como se puede observar (Figura 49-50-51), está el gráfico estadístico con las respectivas preguntas, el enfoque de la encuesta es a personas que visitan Dinamo Motors, pues la base es de fundamentación técnica sobre las características de la pintura electrostática en polvo, adicional se adjunta los acabados estéticos otorgados por dicha pintura, luego de realizada la encuesta se podrá determinar la viabilidad para que este sistema sea implementado dentro de un taller automotriz.

Figura 49

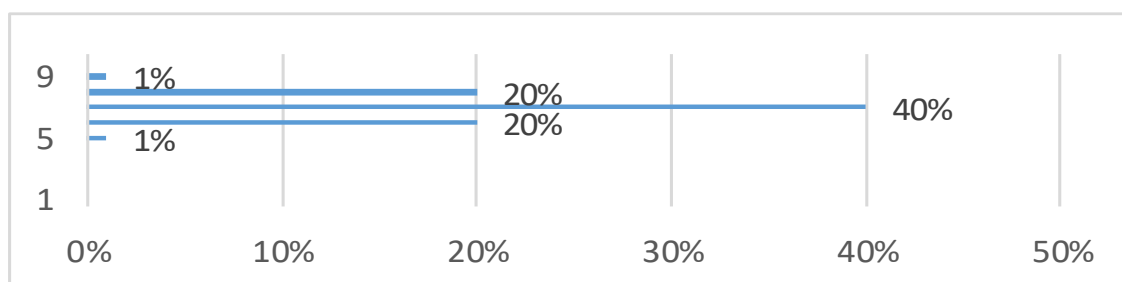
¿Cuál de las siguientes características le parece más importante para un proceso de pintura?



Dentro de la formulación de esta pregunta se otorgaba opciones a los clientes respecto a cuál era la característica más influyente a la hora de decantarse por la elección de determinado proceso de pintura, siendo el favorito de los clientes la durabilidad, además del proceso simplificado que implementa la eficiencia, y además lo eco amigable respecto a otros procesos.

Figura 50

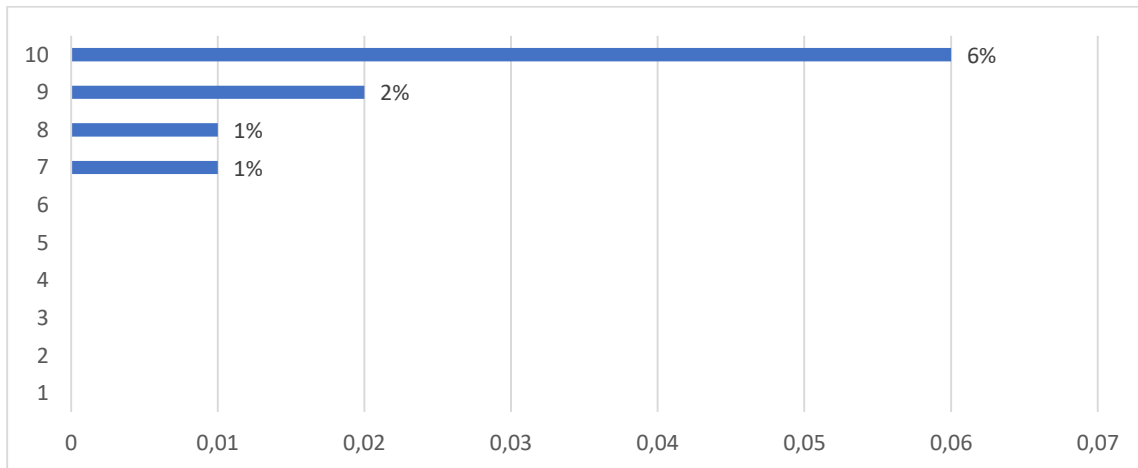
¿Califique del uno al diez el acabado de pintura líquida convencional?



Al menos el 40% de los encuestados están de acuerdo que, el acabado de la aplicación de la pintura líquida sobre superficies, no es óptimo, puesto que siempre se necesitan de otros procedimientos para mejorar el acabado.

Figura 51

¿Califique del uno al diez el acabado de pintura Electrostática?



Una vez realizada la encuesta, y la comparación de datos, se pudo determinar que, los clientes coinciden en que el acabado otorgado por la pintura electrostática provee una mejor apariencia a las superficies a las cuales se le aplica este método.

CONCLUSIONES

- Los factores positivos de la pintura electrostática es la simplicidad del proceso, pues la pintada es de capa única y no es necesario la aplicación de un material protector, es altamente resistente a elementos corrosivos externos, adicional el proceso de curado y la alta eficiencia de transferencia requiere de menos pintura en polvo, pero también existen desventajas como la aplicación estética es decir para acabados como pintura de piezas de carrocerías por fines estéticos, los colores disponibles son prefabricados es decir, los colores son estándar a diferencia de la pintura líquida la cual puede adquirir diferentes tonalidades dentro del espectro de los colores.
- La metodología de aplicación de la pintura electrostática es similar a la pintura convencional asistida por aire comprimido, la diferencia es que la aplicación es material que tenga la capacidad de almacenar una carga negativa adicional, es necesario un proceso de curado forzado es decir la pintura debe ser sometida a una temperatura de 250 grados centígrados, de ahí comparte la misma preparación del elemento a pintar, lo que varía es la operación del equipo electrostático y las precauciones de uso.
- El uso es excelente en elementos metálicos, y más aún si estos son de dimensiones inferiores a 30 cm cuadrados pues permiten su proceso de curado en un horno para elementos metálicos y el enfoque es para la alta resistencia a los elementos corrosivos.
- El tema de costo se debe analizar en base a un tema de duración de la pintura electrostática, si muy bien la diferencia es de \$16.50, la duración de esta pintura es de 5 veces más en el tiempo debido a que esta se une de manera sólida a la superficie del aro, en cuanto a temas estéticos la pintura en polvo es limitada pues los colores ya vienen preparados y no existe la posibilidad de cambiar tonalidad como se puede con la pintura convencional, en temas estéticos la pintura líquida es superior en cuanto a colores y tipos de acabados.

RECOMENDACIONES

- Existen barnices o lacas compatibles con el tipo de pintura aplicada, lo cual permite tener un acabado estético aun mayor, es decir permite que la pintura pueda obtener un brillo y protección adicional, la desventaja mayor es el costo.
- La mayor mejora del proceso que puede darse es la inclusión de una cabina que evite el ingreso de partículas contaminantes, adicional reduce la contaminación producida por la pintura electrostática.
- La mejora del proceso estético puede darse adicionando otros elementos como pinturas en polvo de otros colores, con el uso de lacas en aerosol, o aplicadas con una pistola pulverizadora, que mejore el acabado final de la pintura en el elemento y poder dar un uso estético a este tipo de metodología.

Bibliografía

- K. Akafuah, N., Poozesh, S., Ahmad, S., & Patrick, G. (2017). *Evolución del revestimiento de carrocerías automotrices*. <https://www.mdpi.com/2079-6412/6/2/24>
- AEADE. (2018). El papel que cumple la industria en la economía. *ANUARIO 2018*, 17-18.
- AEADE. (2018). Empleos del sector Automotriz en Ecuador. *Anuario Automotriz 2018*, 14.
- Agencia Nacional de Tránsito. (2019). *ANT*. Siniestros a nivel nacional:
<https://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/7122-siniestralidad-ene-dic-2019>
- Ahmed, H. (2012). Factors Affecting Customer Satisfaction of Mobile. *American Journal of Economics*, 171.
- Alexander, N. H. (2016). *Handbook of Customer Satisfaction and Loyalty Measurement*. New York: Routledge .
- Autotrains. (2019). Programa de desarrollo de concesionarios. *Desarrollo Automotriz*, 9.
- Barrios, A. (2010). *Metodología de la investigación 3*. Guayaquil: RIJALBA S.A.
- Becerra, J. (2018). Profesión Supervisor de calidad / inspector de otros productos. *123 Test*, 5-8.
- Bohorquez, G. (2019). Entrevista al Subgerente Kia .
- Codinter. (2020). *Pistolas pulverizadoras*. Pistolas pulverizadoras: uso, piezas y tipos.:
<https://www.codinter.com/en/spray-guns-use-parts-types/>
- Dionisio Bonet S.A. (2019). *Comparativas de la pintura en polvo y pintura líquida*.
<https://dionisibonet.es/diferencias-entre-la-pintura-en-polvo-y-la-liquida/>
- Duffy, J. (2016). *Tecnología de Reparación de Carrocería*. Boston: Cengage Learning.
- EdrawMax. (2020). Software de Diagramas Multiplataforma. Guayaquil, Ecuador.

- Emeka, E. (2015). Calidad del servicio, lealtad y satisfacción del cliente en el sector de reparaciones automotrices. *Revista Internacional de Gestión de calidad y confianza.*, 250-269.
- Emeka, E., & Ogba, I. (2015). Calidad del servicio, satisfacción del cliente y fidelidad en el sector de reparaciones automotrices. *Internacional Journal Of Quality & Reliability Managment*, 250-269.
- FEPASA, F. d. (2015). Las Normas de Calidad. *Programa de introduccion a los sistemas de calidad*, 3-9.
- Fernandez, S. A. (2017). Tips para una atención al cliente de calidad. *Buenos negocios*, 9-12.
- García P, M. (2016). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 89-94.
- García P, M., Quispe A., C., & Ráez G., L. (2015). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 89-94.
- Gomišček, S. A. (2015). Formas funcionales de conexiones entre calidad de servicio, satisfacción del cliente y fidelidad de cliente. *Business Excellence*.
- Gonzalez, N. (2016). *Cómo crear un Plan de Servicio al Cliente*. Mexico: Marketeros.
- Google. (09 de 06 de 2021). *Google Maps*. Ubicación Taller Automotriz Dinamo Motors: <https://www.google.com/maps/place/Dinamo+Motors/@-2.1430311,-79.891251,18.66z/data=!4m8!1m2!2m1!1sshumare!3m4!1s0x902d6da03d1cb331:0x1f8f7ac294c476c5!8m2!3d-2.1428414!4d-79.8909205>
- Harbor Freight Tools. (2021). *Harbor Freight Tools Herramientas*. Sistema de recubrimiento en polvo : <https://www.harborfreight.com/10-30-psi-powder-coating-system-94244.html>

- Ismaru. (2015). Tipos de pregunta en la encuesta. *Ismaru*, 1-9.
- Izogo, E. E. (2015). Service quality, customer satisfaction and loyalty in automobile repair services sector. *International Journal of Quality & Reliability Management.*, 250-269.
- Jara, G. (2015). El concepto de los procesos en los servicios y las funciones de un responsable de procesos. *UDEP*, 12-15.
- Johnson. (2015). Jason Hoff nuevo responsable de Gestión de Calidad de Mercedes-Benz Cars. *Europapress*, 1.
- Johnson, M. (2013). *Retencion de Clientes en la Industria Automotriz*. Wiesbaden: GABLER.
- Kaisha, Y. (2016). American Customer Satisfaction. *ACSI*, 5.
- Katarne, R. (2015). Mediciones de calidad de servicio de un centro automotriz. *Ingenieria Industrila y Gestion de operaciones.*, 286-281.
- Kuznik , A. (2010). *Definición y Características de la Encuesta*.
<https://www.redalyc.org/pdf/2651/265119729015.pdf>
- Leonard L. Berry, A. P. (2016). Mejorando la calidad de servicio en America. *Academy of Management Perspectives*.
- Mabkhot, H. A. (2012). Factors Affecting Customer Satisfaction of Mobile Services in Yemen. *American Journal of Economics*, 171.
- Manuel, G. (2016). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 89-94.
- MercadoLibre. (2020). *Equipo de Pintura Electrostática* .
https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-453453943-equipo-de-pintura-electrostatica-portatil-_JM
- Microsoft Office. (2019). Soporte tecnico Power Apps. *Soporte tecnico Power Apps*, 2-6.

- Microsoft Office. (2020). *Microsoft Forms*. <https://forms.office.com/>
- Morales, J. E. (2014). *Servicio al cliente*. Oaxaca: Conductilian.
- Motorline. (2018). *¿Por qué es importante el chasis del auto?*
<https://www.talleresmotorline.com/enderezado/>
- Muguruza, A. (25 de Mayo de 2020). *Colisiones frontolaterales*.
<https://reconstruccionaccidentestrafico.com/colisiones-frontolaterales-que-son-y-como-llevamos-a-cabo-una-reconstruccion-en-este-tipo-de-accidentes/>
- Nana, G. (2018). *Cómo crear un Plan de Servicio al Cliente*. Madrid: Marketeros.
- Nissan. (2019). *Nissan Heritage*. <https://www.nissanusa.com/about/heritage.html>
- Normalización, O. I. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario*.
Organización Internacional de Normalización, 12-14.
- Núñez, A. (2018). *¿Para qué sirven los indicadores de desempeño? Consejos de ahorro sobre de energía*, 3-9.
- Peritos de Accidentes. (26 de Abril de 2016). *Tipos de colisiones entre vehículos*.
<https://www.peritosdeaccidentes.com/tipos-de-colisiones-de-vehiculos/>
- Poozesh, S., Akafuah, N., & Saito, K. (2019). *Análisis de los efectos de la pintura automotriz basado en spray y la eficiencia de transferencia de pintura*. *Revista de Ingeniería Mecánica Automotriz*, 2-10.
- Porto, J. P. (2016). *Retail. Definición de*, 1.
- Prevost. (2019). *Automovil. APLICACIÓN CARROCERÍA/PINTURA*:
<https://www.prevost.es/automovil.html>
- Ramos, R. (2019). *El Servicio Postventa. Claves y Beneficios*. *Fuerza Comercial*, 3-9.

SafeRack. (2021). *Recubrimiento en polvo vs pintura*. <https://www.saferack.com/powder-coated-fall-protection/>

Samo Thermal. (s.f.). *HORNO ELÉCTRICO*. SAMOTHERMAL:
<https://samothermal.com/portfolio-item/horno-de-curado-s-1/>

Santos, M. (2018). Entrevista a Controlista Nissan .

Schulze, M. (2019). Historia del diseño automotriz: ¿Podemos aprender sobre los comportamientos de riesgo? *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 177.

Suarez, J. (2015). La Orden de Servicio en un Taller de Mecánica Automotriz. *Autosoporte*, 8-11.

SurveyMonkey. (2021). *Calculadora del tamaño de muestra*.
<https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

Tecnoseñal. (2017). *Tipos de Pintura en Polvo*. <https://www.tecnosenyal-servicios.com/2017/12/11/tipos-pintura-polvo-uso/>

Tipos de Enchufes. (s.f.). *Tipos de Enchufe*. <https://www.circuitos-electricos.com/tipos-de-enchufes/tipos-de-enchufes-03/>

Walker, E. (2016). *Fundamentos de Marketing*. Madrid: Mc Graw Hill.