

**Diseño e implementación de un dispositivo que permita optimizar la calidad del proceso de  
pintura de cabinas para vehículos**

Jorge Andrés Ramírez Llanes

Asesor

Gabriel Jaime Rivera León

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Ingeniería Industrial

2025

## Resumen

Este trabajo de grado presenta el diseño e implementación de un dispositivo industrial destinado a mejorar la calidad en la aplicación del mástico en el proceso de pintura de cabinas para vehículos en Renault SOFASA, ubicada en Envigado, Colombia. Actualmente, la falta de estandarización en las herramientas, especialmente en las boquillas de aplicación del mástico, genera variaciones en los resultados, lo que ocasiona defectos, retrabajos y retrasos en la producción. A partir del análisis del proceso actual y sus fallas, se propone una solución técnica que incluye el diseño de una herramienta estandarizada y un plan de suministro confiable. Con esta propuesta se busca reducir la variabilidad, aumentar la eficiencia del proceso, mejorar la calidad final de los vehículos y fortalecer la competitividad de la planta en la industria automotriz. El proyecto se desarrolla bajo un enfoque práctico, alineado con las necesidades reales de la empresa y con criterios de ingeniería industrial orientados a la mejora continua. Los resultados obtenidos confirman que la solución implementada mejora la calidad del sellado, reduce los tiempos de paro y fortalece la eficiencia del proceso productivo.

***Palabras Clave:*** Proceso de pintura, mástico, gestión de la calidad, prototipado, producción de automotores, cabinas de automotores.

### **Abstract**

This thesis presents the design and implementation of an industrial device aimed at improving the quality of mastic application in the painting process of vehicle cabins at Renault SOFASA in Envigado, Colombia. At present, the lack of standardization in the tools—especially the mastic-application nozzles—causes variations in results, leading to defects, rework, and production delays. Based on an analysis of the current process and its shortcomings, a technical solution is proposed that includes the design of a standardized tool and a reliable supply plan. The proposal seeks to reduce variability, increase process efficiency, enhance the final quality of the vehicles, and strengthen the plant's competitiveness within the automotive industry. The project follows a practical approach aligned with the company's actual needs and with industrial-engineering criteria focused on continuous improvement. The results confirm that the implemented solution improves sealing quality, reduces downtime, and boosts the efficiency of the production process.

**Keywords:** painting process, mastic, quality management, prototyping, automotive production, vehicle cabins.

## Tabla de contenido

Introducción .....	11
Planteamiento del Problema .....	12
Contexto Empresarial.....	12
Descripción Detallada del Área y Proceso Actual .....	13
Formulación del Problema .....	14
Pregunta de Investigación .....	15
Justificación .....	16
Alcances y Limitaciones del Proyecto.....	18
Alcances.....	18
Limitaciones.....	18
Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Marco Teórico.....	20
Calidad en la Industria Automotriz.....	20
Importancia de la Calidad en la Industria Automotriz .....	20
Normas Técnicas Aplicables.....	21
Seguridad y Reglamentación (con Respecto a la Calidad).....	23
ISO 45001 .....	23
OSHA .....	23
NFPA .....	24
Herramientas para la Gestión de la Calidad .....	25

Diagrama Ishikawa (Causa – Efecto) .....	27
Kaizen .....	30
Mejora Continua .....	33
Ideas y Sugerencias .....	35
Procesos de Pintura en la Industria Automotriz .....	37
¿Cómo es el Proceso de Pintura en la Industria Automotriz? .....	37
Monocapa .....	38
Bicapa .....	38
Tricapa .....	39
¿Qué Tipos de Procesos Hay? .....	39
Rodillo .....	39
Recubrimiento por Inmersión .....	39
Brocha .....	39
Pulverizador sin Aire .....	39
Pulverización con Aire .....	40
¿Qué Tipos de Pinturas se Usan? .....	40
¿Qué Tipos de Herramientas y Máquinas se Usan? .....	41
Aplicación de Mástico en el Proceso de Pintura en la Industria Automotriz .....	45
En qué Consiste el Mástico .....	45

Rigidez.....	45
Estanqueidad.....	45
Anti-gravillonado.....	46
Anticorrosión .....	46
Máquinas y Equipos Empleados para la Aplicación del Mástico .....	46
Herramientas.....	46
Recomendaciones.....	48
Estandarizar las Boquillas de Aplicación .....	48
Documentar el proceso de Aplicación.....	48
Capacitar al Personal Operativo .....	48
Asegurar la Disponibilidad de Repuestos.....	48
Seleccionar un Proveedor Confiable .....	48
Monitorear el Desempeño del Proceso.....	49
Fomentar la Mejora Continua.....	49
Estandarización de los Procesos Industriales.....	49
Diseño de Prototipos .....	51
Metodologías y Técnicas Disponibles para el Diseño de Prototipos .....	51
Mecanizado CNC (Control Numérico por Computadora) .....	52
La Impresión 3D.....	52
La Fundición al Vacío .....	52
Materiales para el Diseño de Prototipos Automotrices .....	52

Metales.....	52
Los Plásticos.....	53
Los Composites.....	53
La Cerámica.....	53
¿Cuáles son los Roles de los Prototipos en el Diseño Automotor?.....	53
Elaboración de Prototipos de Apariencia.....	53
Construcción de Prototipos Estructurales.....	54
Desarrollo de Prototipos Funcionales.....	54
Normas Técnicas Aplicables al Proceso de Pintura Automotriz.....	54
Resultados y Discusión.....	57
Resultados del Diagnóstico Inicial.....	57
Análisis de Causas y Consecuencias del Problema Identificado.....	64
Resultado del Análisis Técnico Documental.....	66
Especificaciones Técnicas y Parámetros Identificados.....	68
Resultados del Diseño y Construcción del Prototipo.....	77
Descripción Técnica del Prototipo Final.....	77
Resultados de Pruebas de Validación en Condiciones Reales.....	79
Discusión Sobre los Resultados Obtenidos Frente a Objetivos Específicos.....	79
Mejoras en la Uniformidad del Proceso de Aplicación del Mástico.....	83
Reducción Observada de Defectos de Fabricación.....	83
Evaluación de Tiempos de Interrupción Antes y Después del Prototipo.....	83
Propuesta de Implementación.....	84
Plan Detallado de Implementación del Prototipo Validado.....	84

Diseño Técnico de las Boquillas.....	84
Validación y Fabricación del Prototipo .....	84
Distribución y Entrega al Almacén.....	84
Definición de Inventario Mínimo y Máximo .....	84
Entrenamiento al Personal .....	84
Procedimientos Estandarizados de la Herramienta.....	85
Uso.....	85
Almacenamiento.....	85
Mantenimiento.....	85
Conclusiones y Recomendaciones.....	87
Recomendaciones.....	87
Fortalecer la Cultura de Mejora Continua.....	87
Documentar y Estandarizar Procesos Clave.....	88
Mantener una Comunicación Constante Entre Áreas.....	88
Evaluar Periódicamente el Desempeño de los Procesos .....	88
Asegurar la Disponibilidad de Insumos Críticos.....	88
Invertir en Capacitación Continua.....	88
Replicar Este Tipo de Proyectos en Otras Áreas de la Planta .....	88
Referencias Bibliográficas.....	90

## Lista de Tablas

**Tabla 1** Herramientas de Pintura.....42

**Tabla 2** Herramientas que se Emplean en el Proceso de Aplicación del Mástico .....47

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Esquema Diagrama Ishikawa .....	29
<b>Figura 2</b> Significado de Kaizen .....	31
<b>Figura 3</b> Aumento al Valor Añadido .....	32
<b>Figura 4</b> Boquillas por Puesto de Trabajo .....	58
<b>Figura 5</b> Comparación de Herramientas y sus Impactos .....	59
<b>Figura 6</b> Defectos Ocasionados por Boquillas Defectuosas .....	60
<b>Figura 7</b> Promedio de Tiempos de Retoque por Tipo de Defecto en el Área de Pintura .....	62
<b>Figura 8</b> Paros Acumulados por Tipo de Boquilla en la Unidad de Mástic .....	63
<b>Figura 9</b> Esquema de Espina de Pescado.....	65
<b>Figura 10</b> Información Técnica de los Cordones.....	67
<b>Figura 11</b> Diseño de Plano Boquilla Tipo L .....	69
<b>Figura 12</b> Diseño de Plano Boquilla Tipo V.....	70
<b>Figura 13</b> Diseño de Plano Boquilla Tipo L .....	71
<b>Figura 14</b> Diseño de Boquilla Tipo Engastado.....	72
<b>Figura 15</b> Diseño de Boquilla Tipo Engastado Portillón.....	73
<b>Figura 16</b> Diseño de Boquilla Tipo Bostee.....	74
<b>Figura 17</b> Diseño de Boquilla Tipo U.....	75
<b>Figura 18</b> Diseño de Boquilla Tipo Mariposa o de Aspersión .....	76
<b>Figura 19</b> Stock Establecido en el Almacén Central .....	78
<b>Figura 20</b> Gráfica del Registro de Llamados por Ocurrencia.....	80
<b>Figura 21</b> Promedio de Tiempos de Retoque por Tipo de Defecto en el Área de Pintura .....	82

## Introducción

En Renault SOFASA, en Envigado, saben muy bien que el aspecto de la pintura es clave, sobre todo cuando se le aplica el mástico a los vehículos, proceso importante porque hace que la cabina quede sellada, protegida y se vea bien. La producción debe ser impecable y acorde con las necesidades de los clientes.

Sin embargo, en la actualidad se enfrentan dificultades con las herramientas que se usan para poner el mástico, especialmente con las boquillas de aplicación. No hay un modelo estándar; por tanto, los operarios se ven en la obligación de realizar modificaciones manuales e improvisadas. Esto hace que la calidad no siempre sea la misma. A veces el mástico no queda como debería y el departamento de calidad encuentra fallas usualmente. En estos casos hay que volver a hacer el trabajo, lo que retrasa la producción y sale más costoso.

Por eso, este proyecto busca una solución integral: vamos a diseñar una herramienta industrial específica y con un modelo único para aplicar el mástico. Para esto, vamos a revisar bien los documentos técnicos y ver exactamente qué necesitamos para el diseño. También es fundamental encontrar un proveedor de confianza y elaborar un plan para que siempre tengamos las herramientas disponibles cuando las necesitemos.

La idea es que, con esta solución, en Renault SOFASA se pueda aplicar el mástico siempre de la misma forma, sin errores. Así, habrá menos fallas, no se interrumpirá tanto el proceso y la producción será más rápida. A largo plazo, esto ayudará a que el producto final tenga una calidad excelente y que la empresa siga siendo competitiva en el mundo automotriz.

## **Planteamiento del Problema**

### **Contexto Empresarial**

El sitio web del Grupo Renault destaca la historia de la Sociedad de Fabricación de Automotores S.A. (Sofasa), empresa colombiana fundada en Envigado en 1969. La empresa ha desempeñado un papel fundamental en el ensamblaje de vehículos Renault en Colombia, destacándose por haber sido pionera en la producción del modelo Renault Logan en toda América.

Se resalta además que el Renault 4 se convirtió en un símbolo del automovilismo colombiano tras su inicio de producción en 1970, y desde entonces, la planta de Envigado ha visto nacer 17 modelos. En la actualidad, la planta produce algunos de los modelos más reconocidos de la marca Renault en Colombia, entre ellos el Sandero, Logan, Stepway y Duster, los cuales se destacan por su alta demanda en el mercado nacional.

Hace énfasis en que Renault en Colombia opera bajo la certificación ISO 14001 y la planta Renault-Sofasa implementa la estrategia ambiental del Grupo Renault en toda su cadena de suministro, buscando un desarrollo sostenible, el cumplimiento de las regulaciones, la mejora constante de su desempeño ambiental y los nuevos objetivos del grupo. A lo largo de más de cinco décadas, Renault-Sofasa, hoy reconocida como una marca colombiana de origen francés, ha contribuido significativamente al desarrollo económico del país, generando empleo y aumentando su capacidad de producción. Próximamente, comenzará la fabricación del Renault Kwid, lo que permitirá un mejor aprovechamiento de la capacidad instalada y la creación de nuevos empleos a largo plazo.

Dentro de sus operaciones, el área de pintura es fundamental para asegurar la protección, resistencia y atractivo visual de los vehículos, y el proceso de aplicación del mástico se dedica específicamente al sellado hermético de diversas partes de la carrocería.

### **Descripción Detallada del Área y Proceso Actual**

Renault Colombia describe en su página web el flujo de sus operaciones en SOFASA-Renault, desde el inicio hasta la distribución, buscando optimizar su producción y cadena de suministro. El proceso se inicia con la identificación de la demanda del mercado por Gestión de Mercadeo, que alimenta a planificación para definir las necesidades de producción.

Aprovisionamiento gestiona la llegada de componentes CKD importados (principalmente de Francia) y locales bajo la modalidad Justo a Tiempo. La fabricación comprende tres etapas clave: Soldadura (ensamblaje de la carrocería según estándares), Pintura (tratamientos superficiales, aplicación de capas protectoras y esmalte final) y Ensamble (integración de todos los componentes, pruebas de calidad y preparación para la distribución). La comercialización se apoya en una extensa red de concesionarios en Colombia, Venezuela y Ecuador, con personal técnico especializado formado en el centro de Chía.

Un problema identificado en el proceso actual es la aplicación de mástico en Renault SOFASA. Los operarios utilizan herramientas manuales con boquillas no estandarizadas, realizando ajustes improvisados que resultan en una calidad y uniformidad inconsistentes. Esto genera defectos recurrentes que son detectados por el área de calidad, lo que obliga a realizar retrabajos que interrumpen la producción y disminuyen la eficiencia operativa.

Para la atención postventa, Renault ofrece los servicios Renault Minuto Mantenimiento, Renault Minuto Carrocería y Renault Pits, respaldados por su red de servicio y un almacén central de repuestos con una amplia gama de referencias originales. Es importante destacar que

todos estos procesos operativos están sostenidos por áreas de apoyo como finanzas, legal, relaciones gubernamentales, ingeniería, planeación, compras, comercio exterior, tecnología, comunicaciones, mantenimiento, auditoría interna y, fundamentalmente, la gestión del Talento Humano.

### **Formulación del Problema**

En el proceso de aplicación del mástico en Renault SOFASA, uno de los principales problemas que se presentan es la falta de estandarización en las herramientas utilizadas, especialmente en las boquillas que permiten aplicar el material sobre la carrocería de los vehículos. Actualmente, cada operario debe hacer ajustes improvisados a estas herramientas, ya que no existe un modelo único ni uniforme que garantice una aplicación constante. Esto genera que el mástico no siempre se aplique con la misma forma ni cantidad, lo que causa variaciones notorias en el acabado del producto final. Como consecuencia, el área de calidad identifica defectos de manera frecuente y muchas veces se requiere repetir el trabajo, generando pérdidas de tiempo, aumento en los costos y retrasos en la producción.

A esta situación se suma otro problema importante: no hay suficientes herramientas de repuesto ni un proveedor fijo que garantice su disponibilidad cuando se necesite. Si una boquilla se daña, no siempre hay otra lista para reemplazarla, lo que obliga a detener la línea de producción hasta encontrar una solución. Además, la ausencia de un proveedor confiable impide tener un control adecuado sobre la calidad y el suministro de estas herramientas. En conjunto, estas fallas afectan directamente la eficiencia del proceso, la estabilidad del flujo de trabajo y, sobre todo, la calidad del producto que se entrega al cliente. Por eso, se hace necesario buscar una solución que permita estandarizar las herramientas, asegurar su disponibilidad y evitar estas interrupciones que afectan el buen desempeño de la empresa.

**Pregunta de Investigación**

¿De qué forma el diseño y la implementación de un dispositivo industrial específico, puede contribuir en la reducción de defectos y el mejoramiento de la calidad en la aplicación del mástico del proceso de pintura de cabinas de vehículos en Renault SOFASA?

## **Justificación**

Este proyecto es importante porque busca dar solución a los problemas que están haciendo que la fábrica de Renault SOFASA no produzca tan rápido ni con la calidad deseada. Al hacer que las herramientas para sellar los carros sean todas iguales, el sellado quedará uniforme y habrá menos carros defectuosos. Además, si siempre hay herramientas de repuesto y un proveedor que tenga la disponibilidad y la mejor calidad, la producción no se detendrá y se trabajará de forma más eficiente.

De esta manera se trabajará por un beneficio común, pues ayuda a que Renault venda más carros, que los carros sean de mejor calidad para los clientes y que se aprovechen más los materiales y el tiempo.

Hoy en día, como las herramientas para sellar no son las mismas y no hay manuales de cómo hacerlo, los trabajadores tienen que inventar cómo usar las herramientas. También, a veces, no hay herramientas de repuesto, ni una empresa fija que venda las herramientas de buena calidad. Todo esto lleva a una serie de dificultades y hace que los vehículos no queden perfectos.

La idea de este proyecto es tener un sistema donde todas las herramientas sean iguales. Así, todos los trabajadores sellarán los carros de la misma manera y habrá menos errores. También es importante usar bien los manuales técnicos para saber cómo deben ser las herramientas y cómo usarlas correctamente.

Otro problema es que a veces no hay disponibilidad de herramientas de repuesto en el almacén. Si se daña una herramienta, la producción se detiene. Se requiere dar respuesta oportuna y solución a dicho inconveniente. Además, no tenemos una empresa de confianza que nos venda las herramientas que necesitamos y que sean de buena calidad. Encontrar un buen

proveedor nos asegurará que siempre tengamos las herramientas correctas y que no tengamos que esperar mucho por ellas.

Se pretende solucionar todos estos problemas. Procurar que las herramientas sean estándar, que se usen bien los manuales, que siempre haya herramientas de repuesto y que se cuente con un buen proveedor. Si hacemos todo esto, los productos que salgan al mercado serán de mejor calidad, la producción será más rápida y eficiente, habrá menos desperdicio y todo el proceso será más estable.

## **Alcances y Limitaciones del Proyecto**

### **Alcances**

Diseño y validación de una herramienta industrial específica para aplicación del mástico.

Definición y estandarización de especificaciones técnicas para herramientas utilizadas.

Establecimiento de una estrategia efectiva de suministro y disponibilidad de herramientas.

### **Limitaciones**

La validación del prototipo estará restringida a las condiciones operativas actuales de Renault SOFASA.

El proyecto depende de la disponibilidad y colaboración continua del personal técnico y operativo involucrado.

Posibles limitaciones presupuestales podrían afectar aspectos específicos del desarrollo y fabricación del prototipo.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar e implementar un dispositivo industrial que permita mejorar la calidad y eficiencia del proceso de aplicación de mástico para la pintura de cabinas vehiculares, garantizando uniformidad y reduciendo defectos de fabricación.

### **Objetivos Específicos**

Evaluar las causas y consecuencias de las variaciones actuales en la aplicación del mástico debido a la falta de estandarización en las herramientas empleadas por los operarios.

Realizar un análisis técnico detallado de la documentación existente para definir claramente las especificaciones de diseño de una herramienta industrial optimizada.

Desarrollar y validar un prototipo de herramienta industrial estandarizada para la aplicación del mástico, garantizando uniformidad y cumpliendo con los estándares de calidad exigidos.

## **Marco Teórico**

### **Calidad en la Industria Automotriz**

El término calidad, está asociado a la evaluación del servicio o producto que se ofrece a los clientes, por tanto, se relaciona con la preocupación por satisfacer sus necesidades. Los estándares establecen unos requisitos mínimos que se deben cumplir a fin de asegurar al usuario que recibirá un producto o servicio en óptimas condiciones. (Montaudon, 2010). De esta definición se puede deducir que, en la industria automotriz, hace referencia al cumplimiento de los más altos parámetros en el diseño, fabricación, reparación y entrega de vehículos, garantizando seguridad, fiabilidad y satisfacción de la clientela; además, implica que cada componente cumpla con todas las especificaciones requeridas, satisfaciendo las expectativas del usuario.

### ***Importancia de la Calidad en la Industria Automotriz***

La industria automotriz cumple un papel fundamental en el desarrollo económico de las naciones, por tanto, las empresas que se dedican a la manufactura de vehículos deben innovar en nuevos modelos que atraigan más clientes y por ende una mayor productividad. Las organizaciones manufactureras no deben centrarse exclusivamente en lo referente a nuevos vehículos, sino también en la atención al cliente con todo lo que esto implica. Por tal motivo, no se termina el proceso con la venta, por el contrario, le siguen otras etapas que consisten en mantenimiento preventivo y correctivo, ofreciendo además facilidades en la renovación del vehículo, que redunda en una óptima calidad del servicio y, por ende, la competitividad del sector automotor. (Arroyo, F.R., Buenaño, C.S., 2017)

En el artículo: La calidad en el servicio como ventaja competitiva en una empresa automotriz, los autores expresan que "... El servicio al cliente es un factor importante debido a

que el producto que se vende necesariamente requiere servicio durante su período de vida. El dar un buen servicio se convierte en un negocio atractivo porque representa un ingreso adicional para la empresa”. (Dr. Machorro, A. et al, 2009, p. 2). De lo anterior se puede deducir que de la actitud del personal que está de cara al público depende en gran medida el sostenimiento de las empresas a largo plazo.

Por otro lado, la calidad en la industria automotriz impacta directamente en la seguridad de los usuarios al prevenir accidentes y garantizar la durabilidad de los vehículos, generando confianza y satisfacción en las personas que acceden a los servicios de venta y mantenimiento. Además, es necesario cumplir con las normas legales, evitando costosas retiradas de vehículos, mientras que asegura a los fabricantes la eficiencia en la producción al minimizar defectos y optimizar la cadena de suministros, construyendo una reputación sólida y promoviendo la mejora continua en toda la industria automotriz.

### ***Normas Técnicas Aplicables***

Giraldo (2019), hace alusión a la norma NTC ISO/TS 16949:2009, que es un estándar de gestión de calidad específico para la industria automotriz. Se basa en la norma ISO 9001:2015 y define las mejores prácticas para gestionar la calidad en la producción en serie y de repuestos de automóviles. Su objetivo principal es establecer un sistema que permita la mejora continua, asegurar la capacidad de entregar productos que cumplan con las necesidades de los clientes, prevenir defectos y reducir los desperdicios. Esto se logra definiendo los procesos, su relación, los métodos de control, la disponibilidad de recursos e información, y realizando seguimiento, medición y análisis.

En el texto sobre Sistema de Gestión de Calidad Automotriz, se deja claro que, con el objetivo de optimizar constantemente los procesos productivos en el sector automotor, en

octubre de 2016 se introdujo la norma IATF 16949:2016, reemplazando a la anterior ISO/TS 16949, cuyos certificados dejaron de tener validez en septiembre de 2018. La transición de ISO/TS 16949 a IATF 16949 trajo consigo cambios significativos, incluyendo un mayor enfoque en la seguridad del producto, una gestión de riesgos más exhaustiva y una supervisión más rigurosa de los proveedores, dicha norma se ha ido perfeccionando y actualmente va en la sexta edición que se comenzó a implementar desde enero del presente año. (Intertek, s.f.)

Además, la IATF 16949 se erige como el estándar de Sistemas de Gestión de Calidad específico para la industria automotriz. Esta norma toma como base la ISO 9001:2015 y la complementa con los últimos estándares automotores a nivel global. Al adoptar esta normativa, las empresas evidencian un firme compromiso con la excelencia en la calidad. Este estándar de Gestión de Calidad Automotriz asegura que las organizaciones fabriquen productos de alta calidad y ofrezcan servicios que cumplan con las rigurosas exigencias del sector. Define los requisitos para los sistemas de gestión de calidad en las etapas de diseño, desarrollo, producción, ensamblaje e instalación de productos automotrices, así como para los servicios relacionados. Obtener la certificación IATF 16949 garantiza a los clientes la dedicación de la empresa a una cadena de suministro eficiente y uniforme.

La norma en mención aporta grandes beneficios como la capacidad de suministrar productos que cumplen con los requisitos legales y de seguridad, la identificación y gestión de riesgos inherentes a la organización, fomentando así la innovación y la mejora continua, también proporciona una hoja de ruta para incrementar la productividad y la eficiencia operativa. Igualmente, garantiza las prácticas empresariales, éticas y la responsabilidad social corporativa.

En conclusión, la norma IATF 16949:2016 se constituyó como el estándar de referencia para los Sistemas de Gestión de Calidad en la industria automotriz, marcando una evolución

significativa desde su predecesora ISO/TS 16949. Su enfoque principal radica en asegurar la calidad y la mejora continua en toda la cadena de suministro automotriz, desde el diseño y desarrollo hasta la producción, el ensamblaje y la instalación, además del continuo mantenimiento posterior a la venta.

### ***Seguridad y Reglamentación (con Respecto a la Calidad)***

De acuerdo con lo expuesto en el portal especializado Todo Ingenierías (s.f.), la seguridad en el entorno laboral constituye un pilar fundamental para toda organización. Su objetivo no solo es proteger la integridad física y emocional de los trabajadores, sino también resguardar los activos e instalaciones de la empresa. En un contexto industrial caracterizado por la innovación constante y la complejidad de los procesos, resulta indispensable estar actualizados respecto a los avances tecnológicos y a las mejores prácticas de seguridad ocupacional.

El mismo sitio web resalta la importancia de contar con normativas que guíen a las organizaciones en el diseño y aplicación de sistemas de gestión de seguridad laboral. Estas normas establecen lineamientos que buscan garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables. Entre los marcos normativos más destacados se encuentran:

**ISO 45001.** Esta norma internacional proporciona un sistema de gestión enfocado en la salud y seguridad en el trabajo. Permite a las organizaciones identificar peligros, evaluar riesgos, y establecer acciones correctivas que reduzcan la ocurrencia de incidentes laborales, promoviendo así una mejora continua en el desempeño organizacional.

**OSHA.** La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA) Es una entidad reguladora de los Estados Unidos que desarrolla estándares obligatorios para asegurar entornos laborales seguros. Sus normativas incluyen protocolos sobre prevención

de caídas, manipulación de productos peligrosos, condiciones ergonómicas y uso adecuado de equipos de protección personal.

**NFPA.** La Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) Esta asociación sin ánimo de lucro formula códigos técnicos relacionados con la prevención y control de incendios. Sus directrices incluyen recomendaciones sobre instalaciones contra incendios, planes de evacuación, mantenimiento de equipos y formación del personal en prevención de siniestros.

Estas regulaciones proporcionan una base estructurada para que las empresas gestionen adecuadamente los riesgos laborales y aseguren el bienestar de sus colaboradores.

Por otro lado, se aclara que, para fomentar esta cultura de seguridad, Para fomentar dicha cultura, es esencial que los trabajadores se involucren activamente en el diseño, implementación y seguimiento de las medidas de seguridad. Esto implica que cada empleado reconozca la importancia de su papel dentro del sistema de prevención, aplique buenas prácticas, y se adhiera a los protocolos establecidos. La concientización colectiva contribuye a un ambiente más seguro, eficiente y confiable.

Uno de los mecanismos más efectivos para fortalecer esta participación es la capacitación continua. Brindar formación técnica sobre los riesgos específicos del puesto, el uso correcto de equipos, y las acciones a seguir ante una emergencia permite a los empleados responder con mayor eficacia ante situaciones imprevistas.

Otro aspecto fundamental señalado por Todo Ingenierías (s.f.) es la necesidad de establecer canales de comunicación internos que permitan a los trabajadores informar sobre posibles situaciones de riesgo, así como proponer mejoras en los sistemas de seguridad existentes. Algunas estrategias útiles para este fin son: la instalación de buzones de sugerencias,

la realización de reuniones de seguridad periódicas, y la implementación de sistemas digitales de gestión de incidentes y no conformidades.

Finalmente, la seguridad debe ser promovida desde los niveles directivos de la organización. Los líderes tienen la responsabilidad de establecer políticas claras, asignar recursos adecuados, y dar el ejemplo mediante su compromiso con las normas. El respaldo activo de la dirección es esencial para consolidar una cultura de seguridad, y su influencia resulta determinante para que estas prácticas sean respetadas e interiorizadas por todo el equipo.

Establecer una cultura de seguridad organizacional requiere la suma de esfuerzos entre directivos y trabajadores, sustentada en la capacitación, la comunicación efectiva y el cumplimiento riguroso de los marcos normativos. Este enfoque integral no solo protege al personal, sino que también fortalece la calidad de los procesos y la sostenibilidad de la empresa.

Vale la pena destacar que la seguridad industrial y la calidad están estrechamente relacionadas. La gestión de calidad se basa en la mejora continua de los procesos de trabajo para lograr la calidad del producto y la actividad, lo que a su vez mejora la seguridad. La seguridad e higiene protegen la vida y la salud de los colaboradores, lo que a su vez reduce costos y mejora la producción y la calidad de los productos y servicios.

### ***Herramientas para la Gestión de la Calidad***

Valencia (2022), en su trabajo de grado sobre estándares de calidad en actividades de la industria automotriz define el sistema de gestión de calidad (SGC) como un conjunto organizado de actividades interrelacionadas que, mediante acciones específicas, establecen lineamientos generales para la administración de los procesos. Para operar y tener éxito, requiere una dirección y control transparentes y sistemáticos. Este sistema debe estar diseñado para una mejora continua, considerando las necesidades de todas las áreas de la organización.

Considera, además, que un SGC es una estructura de trabajo bien documentada e integrada a los procedimientos técnicos y administrativos. Se resume en una serie de actividades coordinadas que actúan sobre elementos administrativos como recursos, procedimientos, documentos, estructura organizacional y estrategias. Su objetivo es asegurar la calidad de los productos o servicios ofrecidos al cliente, mediante la planificación, el control y la mejora de aquellos aspectos de la entidad que influyen en la satisfacción del cliente y en el logro de los resultados deseados por la empresa. Este tipo de sistema puede aplicarse a cualquier organización, ya sea privada o pública, de servicios, producción, comercialización o gubernamental.

Por otro lado, expresa que la implementación de un SGC garantiza un alto nivel de participación de todas las áreas de la empresa, facilita la consecución de los objetivos y fomenta la mejora continua. Un sistema de gestión de calidad efectivo debe involucrar a todo el personal de la compañía, ser flexible y dinámico, promoviendo la participación de cada colaborador a través de la motivación. Además, debe definir claramente qué, cómo y cuándo se debe desarrollar cada actividad para alcanzar los objetivos de calidad. La inclusión del personal es crucial para el éxito de un SGC, ya que son ellos quienes aseguran su correcta implementación y desarrollo.

Finalmente, afirma que el concepto de sistema de gestión de la calidad se orienta hacia la mejora continua. Su compatibilidad y relevancia a lo largo del tiempo han permitido alcanzar una mayor calidad en productos y servicios, como lo evidencian construcciones históricas. Este concepto se consolidó después de la Segunda Guerra Mundial, cuando se pasó de enfocarse en la corrección de los resultados finales a un enfoque preventivo. El objetivo es identificar y corregir las deficiencias durante el proceso de entrega de un bien o servicio, y desarrollar una mejora

continúa para optimizar recursos, satisfacer las necesidades del cliente y superar sus expectativas. A continuación, se describen algunas herramientas útiles en la industria automotriz para alcanzar los estándares de calidad propuestos.

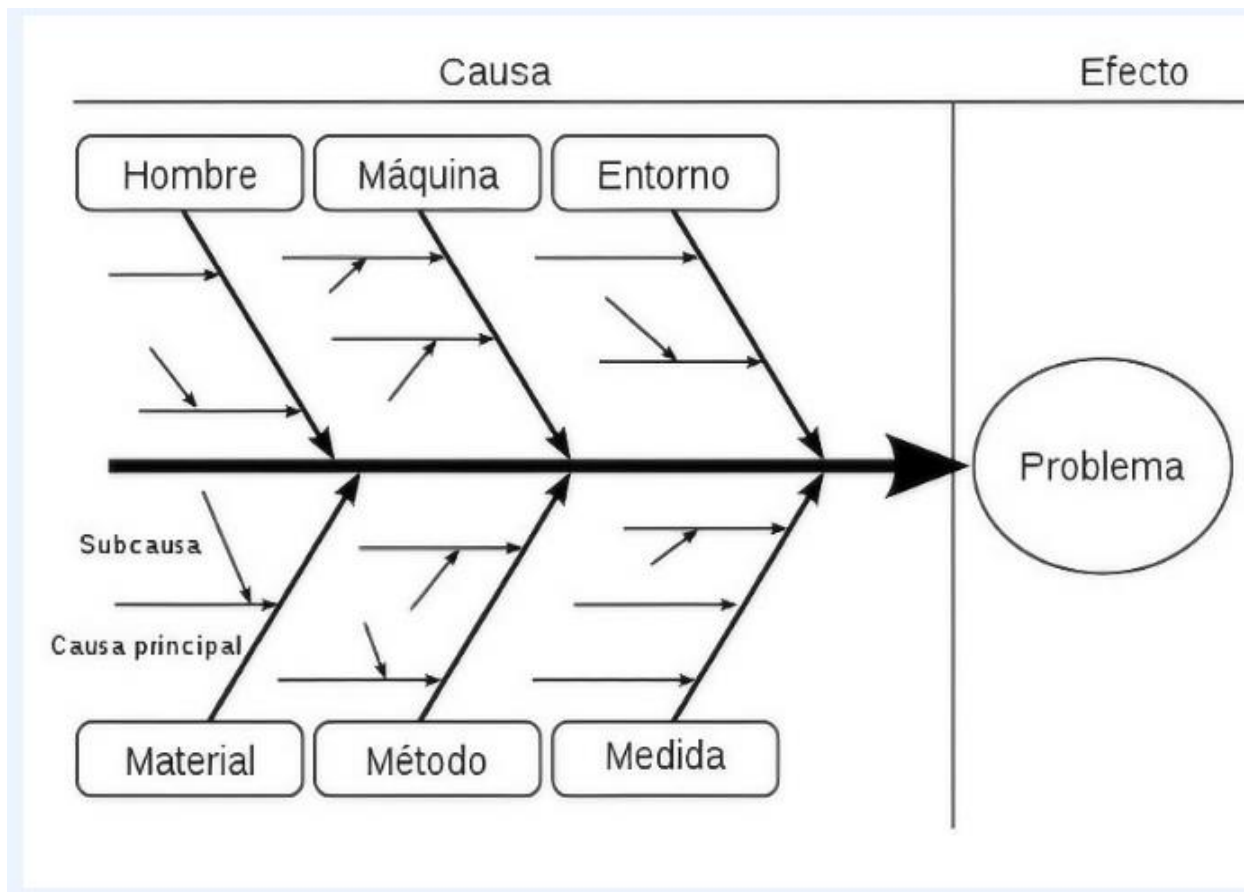
**Diagrama Ishikawa (Causa – Efecto).** “... Un diagrama causa-efecto bien organizado sirve como vehículo para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido (Zapata y Villegas, 2006 como se cita en Romero y Díaz, p. 128).

Baltodano et al (2015) mencionan el origen del diagrama Causa-Efecto que también se conoce como Diagrama de “Ishikawa”. En reconocimiento a su creador, Kaoru Ishikawa, recibe el apelativo de "Diagrama Espina de Pescado" debido a su estructura visual semejante al esqueleto de un pez. Se compone de un rectángulo que representa la cabeza, una línea central que actúa como columna vertebral, y al menos cuatro líneas principales que se ramifican de esta con una inclinación cercana a los 70 grados, simulando las espinas primarias. A su vez, estas espinas principales pueden tener dos o tres ramificaciones inclinadas adicionales, conocidas como espinas secundarias, y así sucesivamente con espinas de menor jerarquía, según la complejidad del análisis requerido. Para su elaboración se deben seguir los siguientes pasos para su construcción:

- Elegir la característica de calidad que se va a analizar.
- Indicar los factores causales más importantes, trazando flechas secundarias diagonales en dirección de la flecha principal.
- Se anexan en cada rama factores causales más detallados de la variación de la característica de calidad.

- Se verifica que todos los factores causales de dispersión hayan sido anexados al diagrama. Una vez establecidas de manera clara las relaciones de causa y efecto, se dará por terminado el diagrama.

En la página web de Production Tools (2024), se destaca que el diseño visual e intuitivo del diagrama facilita a los equipos la identificación de las conexiones entre diversas causas y sus consecuencias, lo que simplifica la búsqueda de soluciones eficaces, donde la eficiencia y la mejora constante son fundamentales.

**Figura 1***Esquema Diagrama Ishikawa*

*Nota.* El Diagrama de Ishikawa se presenta como una herramienta esencial para la optimización de procesos y la mejora de los resultados. Tomado de Production Tools 2024.

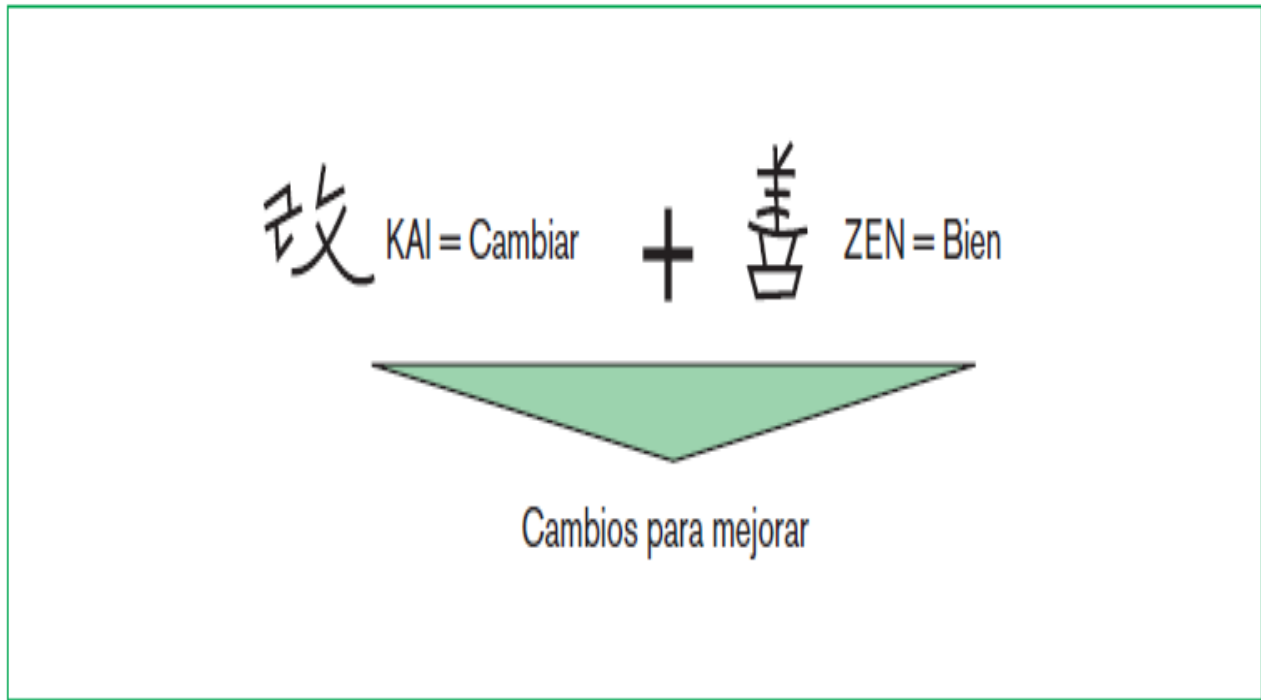
**Kaizen.** Según Juan Eugenio (2007), la metodología Kaizen para la mejora continua se distingue por su implementación gradual, sin necesidad de grandes inversiones, y con la colaboración activa de todos los trabajadores de la compañía.

Establece también que esta filosofía se asemeja a un sistema de riego por goteo en la agricultura, donde la eficacia depende de la constancia de las pequeñas aportaciones en lugar de una inundación repentina. La metodología Kaizen demanda la contribución de cada miembro de la empresa, lo que a su vez incrementa su motivación. Fomenta el trabajo en equipo y capacita a sus integrantes para abordar la mejora de manera sistemática y organizada, previniendo la adopción impulsiva de ideas aisladas o sugerencias basadas únicamente en la jerarquía.

Expresa que, a diferencia de los métodos tradicionales de análisis de problemas para la mejora, Kaizen incrementa el valor añadido mediante la eliminación de desperdicios ("muda" en japonés), en lugar de forzar mejoras.

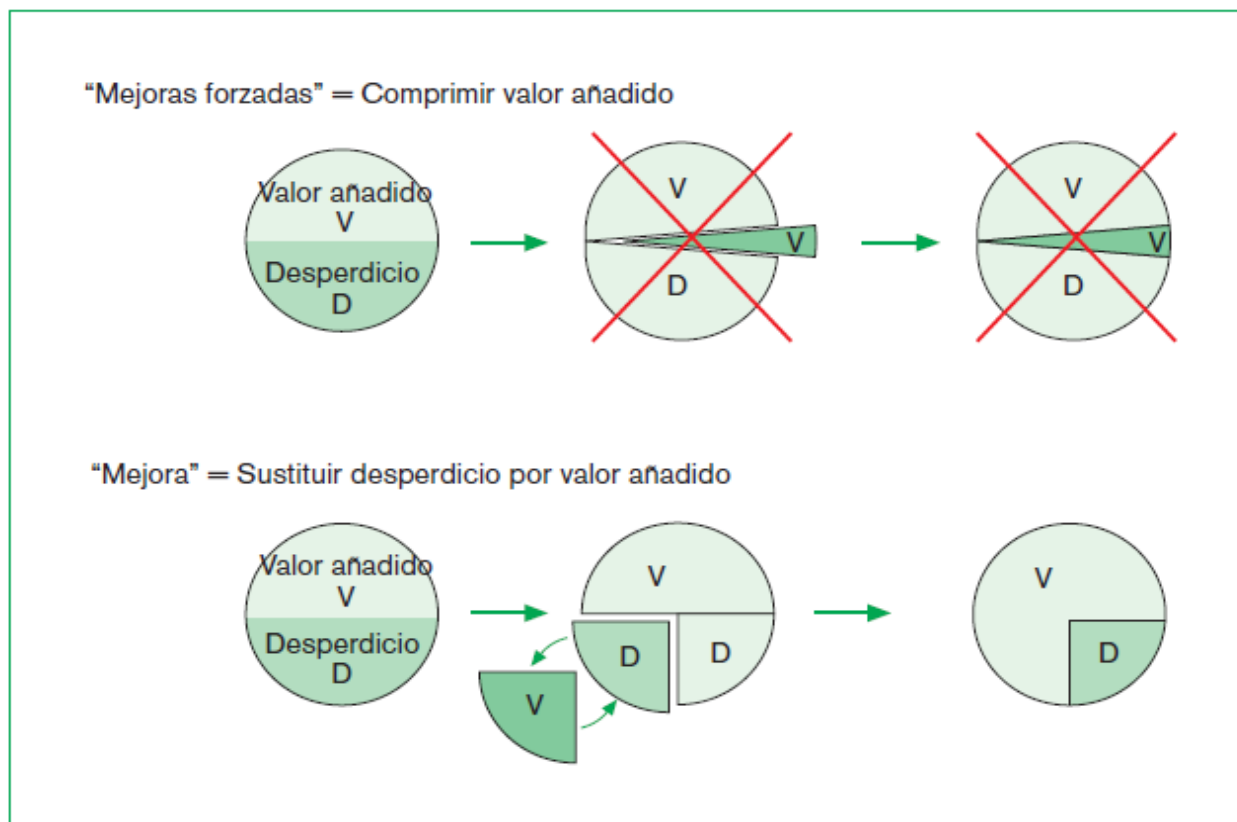
**Figura 2**

*Significado de Kaizen*



*Nota.* Kaizen, término japonés que se traduce como "cambiar para mejorar", se fundamenta en un enfoque de progreso constante a través de pequeñas acciones, evitando grandes desembolsos y promoviendo la participación de cada empleado en la rápida implementación de las mejoras.

Tomado de Juan Eugenio, (2007), Kaizen: cuando la mejora se hace realidad, p. 32

**Figura 3***Aumento del Valor Añadido*

*Nota.* La verdadera optimización radica en reemplazar el desperdicio con valor añadido, y no en comprimir el valor existente al imponer una mejora específica. Tomado de Juan Eugenio, (2007)

Kaizen: cuando la mejora se hace realidad, p. 32

### *Mejora Continua*

Meneses y Navarro (2015) opinan que, en el ámbito industrial, especialmente en el sector automotor, el uso de equipos y grupos de trabajo es una práctica cada vez más extendida. El impacto significativo de la dinámica grupal en el rendimiento y los resultados de los equipos de producción de las empresas automotrices representa un conocimiento de gran utilidad práctica para líderes de equipo, supervisores y gerentes que buscan generar una ventaja competitiva en la fabricación de automóviles.

También afirman que es posible impulsar una mayor eficacia y un mejor desempeño en los grupos existentes mediante la evaluación de la presencia de ciertos procesos grupales clave (desarrollo del grupo, identificación y potencial) en un momento dado. Asimismo, se puede fomentar la capacitación planificada de los equipos a través de programas específicos orientados a la mejora continua. No hay que olvidar que el desempeño diario, tanto de los grupos como de sus líderes, también puede verse beneficiado. Adicionalmente, resalta la eficiencia económica, tanto en tiempo como en recursos, que implica la evaluación de estos procesos, cualidades muy valoradas en el día a día del trabajo en equipo dentro del entorno laboral, particularmente en el contexto económico actual y en sectores tan cruciales como la industria automotriz.

Según Peresson (2007) el proceso de mejora continua se ha convertido en una herramienta esencial para mantener la posición de vanguardia de una empresa frente a sus competidores. Su funcionalidad se sustenta en características como su aplicabilidad universal en todas las actividades de la organización, su naturaleza sencilla e informal, y su enfoque en la eliminación de desperdicios mediante esfuerzos constantes. Como bien se dice, "en tiempos difíciles, el esfuerzo más pequeño puede marcar una gran diferencia entre el fracaso y el éxito".

Además, advierte que, en la ejecución de las etapas de la mejora continua, el concepto de desperdicio abarca cualquier operación que no genere valor para el producto final, el uso ineficiente de los recursos, y todo aquello por lo que el cliente no está dispuesto a pagar, incluyendo la sobreproducción, el sobre procesamiento, el movimiento innecesario del operario o del material, las reparaciones y las largas esperas.

Las etapas del proceso de Mejoramiento Continuo (GM, 2006) comprenden: En primera instancia la selección del área a evaluar, donde la dirección debe analizar las áreas donde se perciben problemas como exceso de inventario, distribución desequilibrada de la carga de trabajo, flujos de material complejos, burocracia excesiva, problemas de calidad y reparaciones, así como aspectos de seguridad y ergonomía, para definir los programas futuros.

El segundo aspecto es la selección de participantes que implica la designación del grupo facilitador, la nivelación de conocimientos entre los miembros, la facilitación de actividades y reuniones, la coordinación con las áreas de soporte, la inclusión de miembros de los equipos de trabajo, el soporte técnico y la capacitación de los trabajadores en otras áreas.

En tercer lugar, está la presentación de los objetivos propuestos por parte del líder, asegurándose de que todos los miembros comprendan la necesidad de la empresa de aumentar su competitividad de manera continua y consistente. Para ello, es crucial considerar los detalles de la situación del mercado, incluyendo la importancia de la penetración, presentando los planes de mejora continua, el manejo de inventario, el trabajo estandarizado y otros parámetros relevantes. Es fundamental que el grupo alcance un nivel de conocimiento homogéneo sobre el proceso de producción actual, abarcando aspectos como el producto final, sus componentes y el flujo del proceso.

Por último, se requiere tener presente la ejecución de los planes de mejora y/o reparaciones que contempla la gestión de los reajustes requeridos por las áreas de soporte involucradas, como el mantenimiento de planta. En esta etapa, los equipos revisan y definen las prioridades para todas las acciones propuestas, considerando el tiempo de implementación. La mayoría de las acciones suelen ser a corto plazo, permitiendo su implementación durante las horas de producción habituales o los fines de semana. Para acciones a mediano (menos de 1 mes) y largo plazo (más de 1 mes), se debe designar un responsable de su ejecución. El facilitador asigna la responsabilidad del seguimiento necesario para las acciones programadas, que incluyen: conclusiones y agradecimientos, pruebas y eliminación de fallas, reevaluación de resultados, incorporación de nuevos asuntos al trabajo estándar, actualización de la documentación, aprobación o descarte de solicitudes, presentación de resultados a la gerencia y obtención del reconocimiento del gerente de planta por el esfuerzo de todos los equipos.

### ***Ideas y Sugerencias***

Carabalí y Ortega (2018), manifiestan, basándose en las recomendaciones de Laman S, Burns E y Lynn K (2007), que la implementación efectiva de procesos requiere: Recopilar información de clientes internos y externos para comprender sus necesidades; realizar reuniones con diversos miembros de la organización para identificar las necesidades del contexto donde se están definiendo los procesos; tomar acciones basadas en las conclusiones de estas reuniones. Esto permite evaluar la pertinencia de las acciones y procesos existentes dentro de la organización, lo que facilita implementar medidas que mejoren los procesos vinculados al Sistema de Gestión de la Calidad.

De manera similar, Sever K (2007) subraya la necesidad de establecer ciertas actividades clave para fomentar el compromiso, el cambio y la orientación en los procesos, considerándolas condiciones determinantes para su implementación:

Formación de grupos de trabajo que incluyan a todos los proveedores, clientes y responsables de los procesos.

Definición de una agenda de trabajo que establezca una visión compartida para la colaboración de todos los interesados y la mejora de los procesos.

Adopción de una visión sistémica del proceso, detallando las actividades, especificaciones, comunicaciones y aprobaciones en los distintos niveles jerárquicos involucrados.

Elaboración de una descripción detallada de los pasos y actividades que involucran a los proveedores del proceso.

Identificación de las herramientas específicas de calidad y gestión (QFD, AMEF, Seis Sigma, ESCC, etc.) u operacionales que serán relevantes para cada proveedor o cliente y que apoyarán los procesos.

Estimación del valor perdido como resultado de un proceso mal diseñado y desarrollado.

Determinación de las posibles ganancias si todos participan y se comprometen con las nuevas actividades del proceso.

Evaluación de las posibles pérdidas si un proceso no se integra al sistema diseñado.

El objetivo de estas consideraciones es asegurar que las personas involucradas en el proceso no lo perciban como una carga adicional sin beneficios para su trabajo y el Sistema de Gestión de la Calidad.

## **Procesos de Pintura en la Industria Automotriz**

Puerta (2022) se refiere a la pintura desde sus orígenes prehistóricos, expresando que, con las pinturas rupestres, al igual que las representaciones en papiros y tumbas egipcias, la historia de la pintura ha experimentado una notable evolución en técnicas y usos. Durante la época paleocristiana adornó las catacumbas, floreció en el Renacimiento con figuras como Leonardo da Vinci, y continuó siendo una forma de expresión artística a lo largo de diversas épocas. En la actualidad, la pintura se ha expandido hacia nuevas fronteras digitales y virtuales.

Asimismo, afirma que, con la aparición de los primeros vehículos en la primera década del siglo XIX, surgió también la necesidad de aplicar pintura a estos nuevos medios de transporte. Desde entonces, la tecnología ha avanzado significativamente, impulsando una mejora continua en los materiales utilizados. Inicialmente, se empleaban productos naturales, pero en la actualidad se recurre a polímeros de alta tecnología para el acabado automotriz.

Mera (2022) define la pintura como “la encargada de brindar a la superficie sobre la cual es aplicada, protección contra la corrosión, además de proporcionar a la superficie un mejor aspecto estético y original”. (p. 29)

### ***¿Cómo es el Proceso de Pintura en la Industria Automotriz?***

Mera (2022), indica que la limpieza exhaustiva de la superficie previa a la aplicación de pintura es crucial para evitar irregularidades y defectos en el acabado. Es fundamental eliminar cualquier partícula de material, grasa, polvo u óxido para asegurar una superficie uniforme que permita una aplicación óptima de las capas finales y un embellecimiento adecuado del vehículo.

Otro factor importante en el proceso es el lijado de la superficie que se realiza en seco, adaptándose al material de composición. Para superficies planas, se suelen utilizar lijadoras rectangulares, mientras que las lijadoras orbitales y excéntricas son más adecuadas para

superficies irregulares. En ciertos casos, el lijado manual con tacos es preferible, especialmente para bordes y perfiles. Es importante lijar siguiendo la forma de la superficie para eliminar imperfecciones de manera uniforme, variando progresivamente el tipo de abrasivo hasta obtener una superficie lisa.

Luego, sigue el enmascarado de las superficies que es necesario para proteger las áreas que no se van a pintar, de la "niebla" de pintura que se genera durante la aplicación, evitando así correcciones posteriores. La zona para enmascarar debe ser la circundante a la que se va a pintar, y la calidad del enmascarado dependerá de la dedicación, el tiempo y los materiales adecuados empleados.

Resalta que la elaboración de la mezcla de pintura debe ser precisa, requiriendo la adición de las cantidades exactas de componentes como brillo, diluyentes, aditivos y catalizadores para lograr el cambio de color deseado durante la aplicación. Los fabricantes especifican las relaciones de mezcla adecuadas para cada producto, las cuales pueden expresarse en peso o en volumen. Las mezclas en volumen son más comunes por su rapidez, aunque son menos precisas que las mezclas en peso, que requieren el uso de una balanza.

Además, afirma que el tipo de acabado aplicado a una superficie variará según el vehículo y las condiciones de uso. Además, cita que según Cevimap (2010), existen tres tipos principales de acabado:

**Monocapa.** Es el más sencillo, aplicado generalmente en colores sólidos. Fue predominante en el pintado de vehículos hasta hace unas dos décadas. Se caracteriza por lograr color, brillo y dureza en una sola capa con un único producto.

**Bicapa.** Se aplica en dos capas de productos diferentes; la base de color y el barniz, que proporciona dureza y brillo. Es el tipo de acabado más utilizado actualmente y permite obtener

colores sólidos, metalizados y perlados. En colores sólidos, diferenciar visualmente entre monocapa y bicapa es difícil, requiriéndose una prueba destructiva: al lijar la superficie con un abrasivo fino y analizar el polvo, si el color coincide con la capa de pintura, es monocapa; si el polvo es blanquizco (del barniz), es bicapa.

**Tricapa.** Menos común en automóviles, pero frecuente en motocicletas, este acabado permite obtener colores más llamativos y brillantes. Su aplicación consta de tres capas: una base (generalmente blanca), otra capa de efecto perlada y transparente, y finalmente el barniz para brillo y durabilidad.

### *¿Qué Tipos de Procesos Hay?*

Puerta (2022) se refiere a diversas técnicas de pintado, entre las que se destacan:

**Rodillo.** Habitualmente utilizado para cubrir superficies planas como pisos o paredes, el rodillo facilita una transferencia de pintura rápida y eficiente. Se dispone de rodillos en variadas formas para lograr distintos acabados.

**Recubrimiento por Inmersión.** Este método permite cubrir un componente por completo de manera ágil y eficaz. Consiste en sumergir directamente la pieza en la pintura y dejarla secar, siendo más adecuado para pinturas industriales densas con buena adherencia.

**Brocha.** Comúnmente empleadas para pintar detalles pequeños, las brochas, con una técnica adecuada, permiten obtener acabados profesionales en diversos proyectos. Existe una amplia gama de tamaños, estilos, formas, ángulos y tipos de cerdas.

**Pulverizador sin Aire.** Estos pulverizadores atomizan la pintura a alta presión, resultando ideales para cubrir grandes áreas industriales de forma rápida y eficiente, permitiendo el uso de revestimientos más espesos.

**Pulverización con Aire.** Considerada una de las opciones más apropiadas para trabajos de pintura industrial, este método dispersa una fina niebla o rocío a diferentes niveles de presión, logrando un acabado liso y profesional en superficies industriales.

### *¿Qué Tipos de Pinturas se Usan?*

Según Barros y Cedeño (2023), se distinguen principalmente dos tipos de pinturas en el sector automotor: las de fondo y las de acabado.

Las pinturas de fondo constituyen la primera capa aplicada a la carrocería. Su función primordial es proteger el metal subyacente contra la oxidación y, además, preparar la superficie para recibir la pintura de acabado. Esta capa base asegura una mejor adherencia y uniformidad del color final, optimizando el resultado estético tanto en la inspección cercana como a distancia.

Las pinturas de acabado, por otro lado, son las que definen la apariencia final del vehículo, aportando el color y el toque distintivo a la carrocería. Sin embargo, su función trasciende lo estético, ya que también proporcionan una capa protectora adicional que reduce los daños causados por arañazos, rayones u otros desperfectos que podrían comprometer la integridad de la pintura de fondo o incluso el metal.

Hacen referencia a las pinturas a base de agua que están formuladas con pigmentos, extensores del tiempo de secado, agua, agentes de dispersión, preservantes, amoníaco o aminas, agentes antiespumantes y una emulsión de resina. La adición de agua a esta mezcla es el punto de partida para la creación de este tipo de pintura.

Tomando como referente a Roto Cristales y Partes (2021), afirman que la elección de la pintura automotriz base agua se presenta como una alternativa ventajosa en el mercado para el repintado de carrocerías de cualquier tamaño. Su durabilidad es comparable a la de las pinturas a

base de solventes, con la diferencia significativa de que los talleres que optan por esta opción son más respetuosos con el medio ambiente.

Además, aclaran que el principal beneficio de usar pintura automotriz a base de agua radica en su proceso de secado, que libera vapor de agua en lugar de los compuestos químicos orgánicos peligrosos y volátiles que emiten las pinturas a base de solventes. Aunque comparten similitudes, es importante reconocer que, en condiciones similares, estas dos clases de pinturas pueden reaccionar de manera diferente.

### ***¿Qué Tipos de Herramientas y Máquinas se Usan?***

Según Ruiz (2021), existe una variedad de herramientas diseñadas para llevar a cabo las tareas de pintura en diversos procesos industriales. La efectividad de estas herramientas depende significativamente de la habilidad del operario encargado, ya que su destreza contribuye de manera importante a lograr un acabado de alta calidad, que se convierte en el distintivo de una línea de producción eficiente. La siguiente tabla ilustra los diferentes tipos de herramientas de pintura disponibles.

Tabla 1

## Herramientas de Pintura

Tipo de Herramienta	Descripción
<p data-bbox="412 380 570 411"><b>Compresor</b></p> 	<p data-bbox="805 380 1373 846">Equipo diseñado para captar aire del entorno, comprimirlo y almacenarlo en un tanque. Su función principal es suministrar la presión necesaria para operar herramientas neumáticas utilizadas en procesos como pintura o lijado. Se recomienda una capacidad mínima de 5 HP y 120 psi para garantizar un funcionamiento constante.</p>
<p data-bbox="298 926 643 957"><b>Pistola de Pintura HVLP</b></p> 	<p data-bbox="805 926 1373 1339">Herramienta que opera con aire comprimido bajo la tecnología HVLP (alto volumen, baja presión), permitiendo una atomización eficiente de la pintura. Esto mejora la cobertura y reduce el desperdicio. Su uso depende del tipo de superficie, acabado deseado y área a cubrir, por lo que es importante seleccionar el modelo adecuado.</p>
<p data-bbox="363 1394 618 1425"><b>Cabina de Pintura</b></p> 	<p data-bbox="805 1394 1373 1759">Espacio cerrado diseñado para controlar las condiciones ambientales durante la aplicación de pintura. Cuenta con sistema de extracción de gases, control de temperatura, buena iluminación y suministro de aire, lo que permite una aplicación uniforme, segura y sin contaminación externa.</p>

---

## Medidor de Calidad de Pintura



Dispositivo que permite evaluar el espesor de la capa de pintura aplicada sobre una superficie. Es indispensable en procesos de control de calidad, ya que ayuda a verificar que el espesor sea uniforme y no supere el rango permitido, que suele ser menor a un milímetro.

## Lijas



Herramientas abrasivas compuestas por una base de papel o tela recubierta con granos de distintos tamaños. Se emplean para nivelar superficies, eliminar imperfecciones o preparar áreas antes de pintar. El grano varía según la finalidad, desde desbaste (grano 32-80) hasta acabado fino o pulido (grano 400-4000).

## Desengrasante



Producto utilizado para limpiar y preparar la superficie antes de aplicar masilla o pintura. Elimina residuos como grasa, polvo, cera o silicona, asegurando que los materiales se adhieran correctamente. Es fundamental en la fase de preparación.

## Masilla



Compuesto utilizado para rellenar imperfecciones y recuperar la forma original de las superficies reparadas. Existen diferentes tipos según el material y uso: poliéster (para acero o fibra de vidrio), tapa poro (para plásticos), aluminio (para metales ligeros) y putt (para retoques menores).

---

### Pintura de Fondo



También conocida como primer o sellador, es la primera capa que se aplica sobre el metal o plástico. Su función es ofrecer protección anticorrosiva y mejorar la adherencia de las capas siguientes de pintura. Varía según el tipo de superficie.

### Pintura de Acabado



Capa final que proporciona el color y el brillo deseado al vehículo. Entre las más comunes se encuentran: pintura acrílica (de secado rápido y brillo medio) y poliuretano (con mayor resistencia y acabado profesional gracias al uso de catalizador).

### Ceras



Producto que forma una película protectora sobre la pintura, realzando el brillo y preservando el color. Pueden ser naturales (con efecto estético destacado en colores oscuros) o sintéticas/sellantes (mayor durabilidad, ideales para tonos claros).

### Pulimentos



Sustancia abrasiva que permite eliminar pequeños defectos superficiales, como rayones o manchas. Actúa corrigiendo imperfecciones mediante el desgaste controlado de una capa muy fina de pintura, dejando una superficie más uniforme y brillante.

---

*Fuente.* Ruiz Erazo C.I., 2020, Diseño de Procesos Productivos de un Taller de Pintura

Automotriz, pp. 89-91

## **Aplicación de Mástico en el Proceso de Pintura en la Industria Automotriz**

### ***En qué Consiste el Mástico***

De acuerdo con González (2014), la función principal de los masticos, como se ha mencionado anteriormente, es asegurar un sellado hermético contra la infiltración de agua, polvo y cualquier otro agente externo. Además, buscan garantizar una alta resistencia a la corrosión, evitando que la humedad penetre por capilaridad en las uniones de las chapas metálicas y cause su deterioro. Habitualmente, la aplicación de mástico en los talleres se realiza en cuatro zonas específicas, seguida de una quinta etapa de horneado para el pre gelificado. Sin embargo, el curado completo del mástico, denominado gelificado, ocurre al final de todo el proceso de horneado de la pintura, no solo en la fase dedicada al mástico.

Según Curiel (2015), la utilidad del mástico en la fabricación automotriz es fundamental para lograr un vehículo con un diseño atractivo y, al mismo tiempo, asegurar su durabilidad, fiabilidad, seguridad y confort, entre otras cualidades. La aplicación de diversos tipos de selladores constituye una operación crítica y esencial para garantizar la correcta unión entre los diferentes componentes metálicos, así como la protección contra la infiltración de elementos como aire, agua, vapor y polvo, la corrosión causada por productos químicos, aire salino, polvo y gravilla, y la insonorización del habitáculo interior. Además, identifica cinco funciones principales del mástico:

**Rigidez.** Su propósito es aumentar la rigidez de elementos de la carrocería como el capó, el techo y el portón trasero, previniendo vibraciones.

**Estanqueidad.** Busca proteger el interior del vehículo evitando la entrada de agua, olores provenientes del compartimento del motor (aceite, humos, etc.), corrientes de aire y partículas como el polvo.

**Anti-gravillonado.** Su objetivo es actuar como una barrera protectora para la chapa (tratada con cataforesis) contra los daños causados por el agua, la gravilla y otras proyecciones de la carretera.

**Anticorrosión.** Busca proteger los bordes y las uniones entre las láminas de metal contra la corrosión. Algunas de estas aplicaciones también tienen consideraciones estéticas.

**Insonorización.** Su finalidad es reducir el ruido en el habitáculo interior, aplicándose en áreas como el suelo, el techo y las puertas.

### ***Máquinas y Equipos Empleados para la Aplicación del Mástico en el Proceso de Pintura en la Industria Automotriz***

**Herramientas.** En la industria automotriz, la aplicación precisa y eficiente de masticos juega un papel crucial en diversas etapas del proceso de fabricación y reparación. Desde el sellado de juntas y la protección contra la corrosión hasta el pegado de componentes y el acabado estético, los masticos son materiales indispensables que contribuyen a la durabilidad, seguridad y calidad de los vehículos.

Para lograr resultados óptimos, se requiere el uso de herramientas especializadas diseñadas para manipular y dispensar estos materiales de manera controlada y uniforme. La elección de la herramienta adecuada depende del tipo de mástico, la aplicación específica, el volumen de trabajo y los requisitos de precisión.

Tabla 2

*Herramientas que se Emplean en el Proceso de Aplicación del Mástico*

Tipo de Herramienta	Descripción
<p data-bbox="256 396 743 432"><b>Unidad de extrusión para mástico o</b></p> 	<p data-bbox="824 453 1406 705">También llamada bomba de mástico. Su función es la alimentación de producto con el fin de obtener cordón homogéneo sin necesidad de reemplazar cartuchos de manera regular.</p>
<p data-bbox="375 751 626 787"><b>Pistola de Mástico</b></p> 	<p data-bbox="824 863 1406 1010">Es la herramienta encargada de dar paso al producto y regular la cantidad que se dispone para cada pieza</p>
<p data-bbox="204 1087 797 1123"><b>Pistola flogun o tipo mariposa para mástico</b></p> 	<p data-bbox="824 1146 1390 1346">Este tipo de pistola es utilizado para realizar aplicaciones delgadas y uniformes, es más común para mástico antigraillonaje en la parte inferior de los vehículos.</p>
<p data-bbox="367 1430 634 1465"><b>Boquilla de mástico</b></p> 	<p data-bbox="824 1539 1382 1686">Es la extensión de la pistola y se encarga de dar la apariencia final de los cordones de mástico.</p>

*Fuente.* Elaboración propia.

### ***Recomendaciones***

A continuación, se presentan las siguientes recomendaciones para mejorar el proceso de aplicación del mástico en Renault SOFASA:

**Estandarizar las Boquillas de Aplicación.** Se recomienda implementar un único modelo de boquilla industrial que cumpla con las especificaciones técnicas definidas, permitiendo una aplicación uniforme del mástico. Esta estandarización ayudará a reducir la variabilidad del proceso y garantizará resultados consistentes en todas las cabinas.

**Documentar el Proceso de Aplicación.** Es importante contar con un instructivo técnico claro, donde se indiquen los pasos a seguir en la preparación, uso y mantenimiento de las herramientas de aplicación del mástico. Esto facilitará la capacitación de nuevos operarios y permitirá una ejecución homogénea del proceso.

**Capacitar al Personal Operativo.** Se recomienda realizar entrenamientos periódicos a los operarios encargados de aplicar el mástico, con énfasis en buenas prácticas, uso correcto de la herramienta estandarizada y detección temprana de fallas. Una adecuada formación contribuye a minimizar errores y retrabajos.

**Asegurar la Disponibilidad de Repuestos.** Es fundamental mantener un stock mínimo de herramientas y repuestos críticos, como boquillas y pistolas de aplicación, para evitar interrupciones en la línea de producción ante posibles daños o desgastes.

**Seleccionar un Proveedor Confiable.** Se sugiere establecer una relación formal con un proveedor que garantice calidad, tiempos de entrega adecuados y disponibilidad continua de herramientas y repuestos. Esto aportará estabilidad al proceso y reducirá los tiempos muertos por falta de insumos.

**Monitorear el Desempeño del Proceso.** Implementar controles de calidad en la aplicación del mástico permitirá detectar desviaciones a tiempo. Se puede usar un medidor de espesor de mástico o inspecciones visuales con criterios establecidos para asegurar que el producto cumpla con los estándares definidos.

**Fomentar la Mejora Continua.** Finalmente, se recomienda que el equipo de trabajo esté en constante búsqueda de mejoras en el proceso, aplicando herramientas como el diagrama de Ishikawa o la metodología Kaizen, con el fin de identificar oportunidades de optimización en la operación.

### **Estandarización de Procesos Industriales**

Diez y Abreu (2009) afirman que, en un entorno empresarial cada vez más competitivo, donde los consumidores demandan productos y servicios de mayor calidad y la tecnología avanza rápidamente, las empresas se han visto obligadas a transformar sus métodos de administración y operación. Mejorar la eficiencia de los procesos, reducir costos y generar valor añadido se han vuelto imperativos para la supervivencia. En este contexto, la estandarización de productos y servicios se ha consolidado como un elemento crucial que influye directamente en el crecimiento y desarrollo de numerosas compañías a nivel global.

Citan a Tafolla (2000), quien considera que la estandarización implica el desarrollo, la aplicación y la actualización sistemática de patrones, medidas uniformes y especificaciones para materiales, productos o marcas. Este proceso, lejos de ser reciente, existe desde hace mucho tiempo y representa una estrategia eficaz para controlar los costos de materiales, disminuir la cantidad de proveedores y facilitar el reconocimiento de los productos por parte de los consumidores en cualquier lugar.

Según Diez y Abreu (2009), citan la opinión de Tafolla (2000), quien considera que una estrategia clave para la estandarización de productos en el mercado es la generación de ideas, las cuales pueden surgir de diversas fuentes, incluyendo los propios clientes, la competencia, los proveedores, el personal de ventas y marketing, la agencia de publicidad, y el departamento de investigación y desarrollo. Para identificar similitudes en necesidades, gustos y requerimientos entre diferentes países, se pueden emplear métodos como encuestas, sesiones de grupo, análisis de quejas y sugerencias, o cualquier interacción directa con los consumidores finales. Además, señalan que Tafolla considera los siguientes elementos básicos que deben integrar cualquier estrategia de estandarización:

Establecimiento de la misión, objetivos, propósitos y metas específicas para el producto estandarizado en cada país. Esto busca alinear la estrategia con la organización y fomentar una cultura organizacional coherente, considerándose el punto de partida para futuras decisiones y proyectos.

Desarrollo de un plan detallado que defina claramente el qué, cómo, dónde y quién de las acciones a realizar, asegurando su vinculación con objetivos a largo plazo.

Selección de un líder que guíe las acciones en cada etapa y tome las decisiones finales. Generalmente, esta función recae en un gerente de marca. A pesar de la complejidad del proceso, es crucial que una persona supervise todos los aspectos y áreas involucradas, monitoreando cada factor que influya en el desarrollo.

Definición de criterios de evaluación de resultados para la toma de decisiones, incluyendo análisis financieros que evalúen la viabilidad y oportunidad del negocio. Es necesario establecer un punto de referencia comparativo, basado en experiencia, conocimientos o estudios previos.

Elaboración de informes finales que presenten las actividades realizadas en cada fase y los resultados obtenidos, para decidir la continuidad del proyecto. Además, esto facilita la estandarización de las actividades y el mantenimiento del control.

Monitoreo constante de la competencia y las nuevas tecnologías que puedan impactar el rendimiento del producto, estableciendo planes de acción para posibles escenarios competitivos. Ignorar el entorno externo podría representar una amenaza significativa para el éxito.

Fomento de una retroalimentación continua entre los diferentes departamentos para optimizar la calidad del producto y los tiempos de lanzamiento al mercado. La comunicación efectiva es fundamental para el trabajo en equipo, especialmente cuando involucra a múltiples áreas.

### **Diseño de Prototipos**

Según AT Machining (2023), la fase de prototipado es esencial dentro del desarrollo automotor, ya que permite materializar modelos que facilitan la verificación del diseño general de un vehículo. En esta etapa, los fabricantes crean representaciones físicas que sirven para analizar elementos como la estética, la estructura y el funcionamiento del producto. Este paso es estratégico, ya que posibilita la identificación temprana de posibles errores, permitiendo corregirlos antes de entrar a producción masiva, lo cual representa un ahorro importante en tiempo y recursos.

### ***Metodologías y Técnicas Disponibles para el Diseño de Prototipos***

Tal como lo expone AT Machining (2023), en la actualidad se dispone de una variedad de tecnologías para construir prototipos automotrices con alta precisión. Estas técnicas no solo permiten validar conceptos, sino también realizar ajustes y mejoras antes del inicio de la fabricación. Entre las más utilizadas se encuentran:

**Mecanizado CNC (Control Numérico por Computadora).** Consiste en el uso de máquinas controladas por ordenador que trabajan con datos digitales para esculpir materiales como plástico o metal con gran exactitud. Esta técnica es ampliamente aplicada por su capacidad de generar piezas detalladas, repetibles y con tolerancias mínimas, siendo muy útil para partes estructurales o de precisión.

**La Impresión 3D.** Conocida también como fabricación aditiva, esta tecnología construye objetos por capas a partir de archivos digitales. Permite desarrollar piezas con geometrías complejas y en tiempos reducidos, lo que facilita la iteración rápida de diseños. Su versatilidad permite trabajar con distintos materiales, como plásticos, polímeros y metales, lo que la convierte en una herramienta clave para validar formas y funciones.

**La Fundición al Vacío.** Esta técnica es utilizada para fabricar series limitadas de piezas mediante moldes de silicona derivados de un modelo maestro. De acuerdo con AT Machining (2023), permite reproducir prototipos con un alto nivel de detalle y es ideal para probar distintas versiones del mismo componente antes de su validación definitiva.

### ***Materiales para el Diseño de Prototipos Automotrices***

La elección del material adecuado es determinante para lograr un prototipo realista y funcional. Según AT Machining (2023), esta selección debe considerar factores como resistencia, peso, tolerancia a altas temperaturas, facilidad de fabricación y coste. Los materiales más usados en prototipos automotores son:

**Metales.** Entre los más comunes están el aluminio, el acero y el titanio. Estos materiales se destacan por su capacidad de resistir esfuerzos mecánicos, calor y desgaste, por lo que suelen emplearse en piezas estructurales, de motor y otras aplicaciones exigentes. Al seleccionar un

metal, se deben tener en cuenta propiedades como conductividad, densidad, maquinabilidad y resistencia mecánica.

**Los Plásticos.** Materiales como ABS, policarbonato o poliuretano son muy utilizados en esta etapa por su bajo peso, flexibilidad y facilidad de moldeo. Los plásticos permiten replicar detalles visuales y realizar ajustes rápidos a bajo coste, por lo que se emplean principalmente en componentes no estructurales o en prototipos estéticos.

**Los Composites.** Combinan varios materiales para maximizar sus ventajas. Ejemplos típicos son la fibra de carbono o la fibra de vidrio, que ofrecen una excelente relación resistencia-peso. Se usan en piezas que requieren alto rendimiento, aunque su coste suele ser más elevado, por lo cual se reservan para aplicaciones especializadas.

**La Cerámica.** Aunque no son de uso extendido, ciertos materiales cerámicos como el circonio tienen aplicaciones concretas en prototipos. Destacan por su dureza, resistencia térmica y aislamiento eléctrico. No obstante, su fragilidad y dificultad para ser procesados limitan su uso a componentes específicos.

### ***¿Cuáles son los Roles de los Prototipos en el Diseño Automotor?***

AT Machining (2023) señala que los prototipos cumplen distintos roles dentro del proceso de desarrollo de un vehículo, permitiendo validar tanto el diseño exterior como el desempeño de sus componentes internos. Entre las funciones más relevantes se encuentran:

**Elaboración de Prototipos de Apariencia.** Son modelos orientados a evaluar el diseño visual del vehículo. Permiten examinar proporciones, líneas, acabados y percepción general. Se elaboran mediante modelado físico o renderizado digital y resultan esenciales para tomar decisiones de diseño estético.

**Construcción de Prototipos Estructurales.** Se emplean para validar la integridad de la estructura del vehículo. A través de pruebas como simulaciones de impacto y análisis por elementos finitos (FEA), se evalúa el comportamiento del vehículo en situaciones críticas, permitiendo cumplir con normativas de seguridad.

**Desarrollo de Prototipos Funcionales.** Estos modelos replican el funcionamiento real del vehículo, integrando sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos. Su finalidad es someter el prototipo a condiciones de uso similares a las reales para detectar fallos, ajustar componentes y garantizar que el diseño cumpla con los estándares de desempeño.

### **Normas Técnicas Aplicables al Proceso de Pintura Automotriz**

De acuerdo con el Decreto 2269 de 1993, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, es la entidad nacional responsable de la normalización. es una entidad de carácter privado y sin ánimo de lucro, cuya labor se orienta a fortalecer el desarrollo del sector productivo y a velar por los derechos e intereses de los consumidores. Trabaja en colaboración con el gobierno y respalda al sector privado del país para alcanzar ventajas competitivas tanto en el mercado nacional como en el internacional. La participación de todos los sectores relevantes en el proceso de Normalización Técnica se asegura a través de los Comités Técnicos y el periodo de Consulta Pública, este último abierto a la participación del público en general.

Según lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 6018 (2013), esta regulación tiene como propósito fortalecer la competitividad del sector relacionado con pinturas y recubrimientos, promoviendo un enfoque basado en el análisis del ciclo de vida de los productos. Este enfoque permite evaluar de manera integral el impacto ambiental y el desempeño sostenible en todas las fases del ciclo del producto, desde su fabricación hasta su eliminación o reutilización. Esto implica la identificación y propuesta de diversas medidas para controlar y

reducir los principales impactos ambientales generados desde la selección de las materias primas hasta el final de la vida útil de la pintura.

Durante la fabricación de pinturas y recubrimientos, se emplean diversas sustancias que pueden representar un riesgo considerable para las personas y los ecosistemas. Entre estas se encuentran componentes como metales pesados, solventes derivados de hidrocarburos, compuestos halogenados, etilenglicol, éteres de glicol y compuestos orgánicos volátiles. Muchas de estas sustancias poseen características peligrosas, ya que pueden ser potencialmente cancerígenas, provocar mutaciones genéticas o generar efectos tóxicos graves, tanto en las personas como en los ecosistemas acuáticos.

Reducir y limitar la presencia de estos compuestos en los productos no solo disminuye los riesgos durante su fabricación y uso, sino que también minimiza la liberación de contaminantes en su disposición final. Además, el proceso de manufactura, incluyendo la extracción y transformación de materias primas, conlleva un alto consumo de recursos como agua y energía, así como la generación de emisiones y vertimientos. En este contexto, la adopción de prácticas de ecoeficiencia es fundamental para mitigar el impacto ambiental derivado de las distintas etapas del proceso productivo.

Por otro lado, el empaque de las pinturas también representa un desafío ambiental. Su producción puede implicar un consumo significativo de materiales y la posterior generación de residuos sólidos. Por ello, resulta clave implementar estrategias que favorezcan el reciclaje del empaque y la inclusión de materiales reciclados en su fabricación, contribuyendo así a una menor extracción de recursos naturales y una reducción en la acumulación de residuos.

El comportamiento del consumidor también influye directamente en el impacto ambiental asociado a estos productos. La elección adecuada del tipo de pintura, su aplicación eficiente y el

cumplimiento de las normas para su almacenamiento y disposición son aspectos determinantes.

Gestionar correctamente los residuos de pintura no solo permite su posible reutilización y reciclaje, sino que también evita su liberación inadecuada al entorno, ayudando a prevenir la contaminación de suelos y cuerpos de agua.

## **Resultados y Discusión**

### **Resultados del Diagnóstico Inicial**

Al comenzar el proyecto, se realizó una observación detallada del proceso de aplicación del mástico en el área de pintura de cabinas en Renault SOFASA. En esta etapa se identificaron varios problemas que estaban afectando la calidad del trabajo, entre ellos, el uso de diferentes tipos de boquillas por parte de los operarios.

**Figura 4***Boquillas por Puesto de Trabajo*

<b>Puesto</b>	<b>Lado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ref.</b>	<b>Zona vehículo</b>
M01	Izquierda	Tipo V corta	B, L, H	Paso rueda izq
	Izquierda	Tipo V con extensión	B, L, H	Fardas izq
	Izquierda	Pistola de pulverizado	B, L, H	Paso rueda izq, piso lateral izq
	Derecha	Tipo V corta	B, L, H	Paso rueda der
	Derecha	Tipo V con extensión	B, L, H	Fardas der
	Derecha	Pistola de pulverizado	B, L, H	Paso rueda der, piso lateral der
	Guaje	Tipo V corta	B, L, H	Parte inferior
	Guaje	Tipo V con extensión	B, L, H	Parte inferior
M02	Guaje	Tipo V con extensión	B, L, H	Parte inferior
	Guaje	Pistola de pulverizado	B, L, H	Parte inferior
M03	Izquierda	Tipo V corta	B, L, H	Interiores y exteriores
	Izquierda reciclaje	Tipo V corta	B, L, H	Interiores y exteriores (se usa esporádicamente)
	Izquierda	Boquilla bostee	B, L, H	B-Capó, L-Capó, portillón, H-Techo
	Derecha	Tipo V corta	B, L, H	Interiores y exteriores
	Derecha reciclaje	Tipo V corta	B, L, H	Interiores y exteriores (se usa esporádicamente)
Derecha	Boquilla bostee	B, L, H	B-Capó, L-Capó, portillón, H-Techo	
M04	Izquierda	Tipo V corta	B, L, H	Interiores y exteriores
	Izquierda	Tipo L	B, L, H	Puertas
	Izquierda	Engastado puertas	B, L, H	Puertas, capó, portillón
	Izquierda	Engastado capó y portón	B, L, H	Capo
	Derecha	Tipo V corta	B, L, H	Interiores y exteriores
	Derecha	Tipo L	B, L, H	Puertas
	Derecha	Engastado puertas	B, L, H	Puertas, capó, portillón
	Derecha	Engastado capó y portón	L	Portillón
M05	Derecha	Boquilla cuello de pato	B, H	Portillón

*Nota.* No existía un modelo único o estandarizado para cada aplicación, lo que generaba diferencias notorias entre los cordones de mástico aplicados en vehículos que debían tener un acabado idéntico. Elaboración propia

**Figura 5**

*Comparación de Herramienta y sus Impactos*



**Boquillas con  
diferente simetría,  
ángulos, en medidas  
y materiales.**



*Nota.* Se encontró que muchas boquillas tenían daños visibles, puntas deformadas o desgaste irregular, lo que impactaba directamente en la calidad del cordón aplicado. Elaboración propia.

**Figura 6**

*Defectos Opcionados por Boquillas Defectuosas*



**Boquillas con  
diferente simetría,  
ángulos, en  
medidas y  
materiales.**



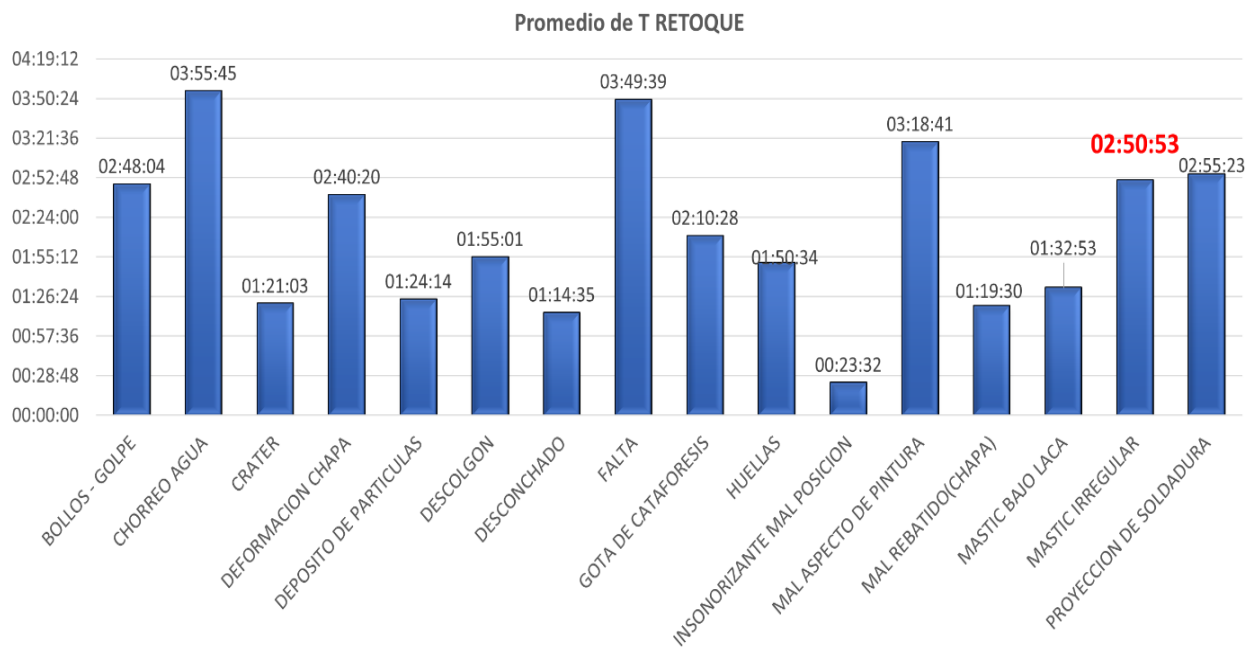
*Fuente. Elaboración propia*

La falta de planos técnicos y referencias físicas en el almacén también dificultaba el control sobre las herramientas existentes. En algunos casos, los operarios intentaban arreglar las puntas por su cuenta, sin una guía específica, lo que agravaba aún más el problema. Esto generaba retrabajos constantes, demoras en el proceso y un impacto negativo en la eficiencia de la producción.

Durante la fase de diagnóstico se evidenciaron situaciones críticas que afectan directamente la continuidad y calidad del proceso de aplicación de mástic en el área de pintura. Se registraron 82 minutos de paro en producción causados por problemas con las boquillas utilizadas, los cuales no cuentan con un estándar definido ni respaldo en stock. Además, se identificó una alta afectación en los tiempos de retoque, ya que la recuperación de cordones irregulares o defectuosos requiere aproximadamente 3 horas por vehículo, impactando negativamente en la eficiencia del proceso. Para estas actividades de corrección es necesario disponer de recurso adicional, generalmente un operario senior, y en ocasiones se requiere incluso el acompañamiento del jefe de unidad, lo que representa una desviación en el uso del personal y en la planificación del área. Estas problemáticas se reflejan con mayor detalle en las siguientes gráficas, donde se presenta el análisis cuantitativo del impacto en tiempo y recursos.

**Figura 7**

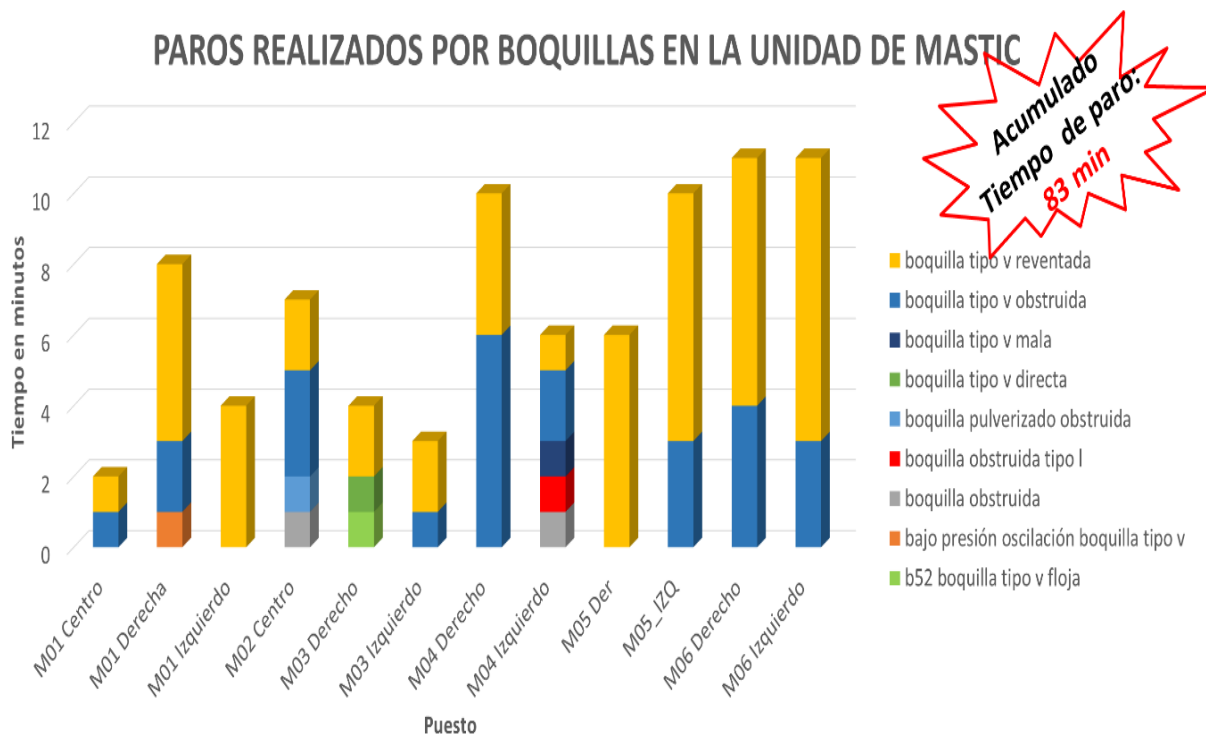
*Promedio de Tiempos de Retoque por Tipo de Defecto en el Área de Pintura*



*Fuente.* Elaboración propia

**Figura 8**

*Paros Acumulados por Tipo de Boquilla en la Unidad de Mástic*



*Fuente. Elaboración propia*

## **Análisis de Causas y Consecuencias del Problema Identificado**

A través de herramientas de análisis como el diagrama de causa-efecto y con el apoyo del enfoque KAIZEN, se identificaron las causas más importantes del problema. Las más relevantes fueron:

Falta de estandarización de las boquillas: Había boquillas con formas, tamaños, ángulos y materiales distintos, incluso para una misma función.

Ausencia de planos técnicos: No existían diseños oficiales ni documentación de respaldo para las boquillas en uso.

Boquillas deterioradas o modificadas manualmente: Esto generaba aplicaciones irregulares del mástico.

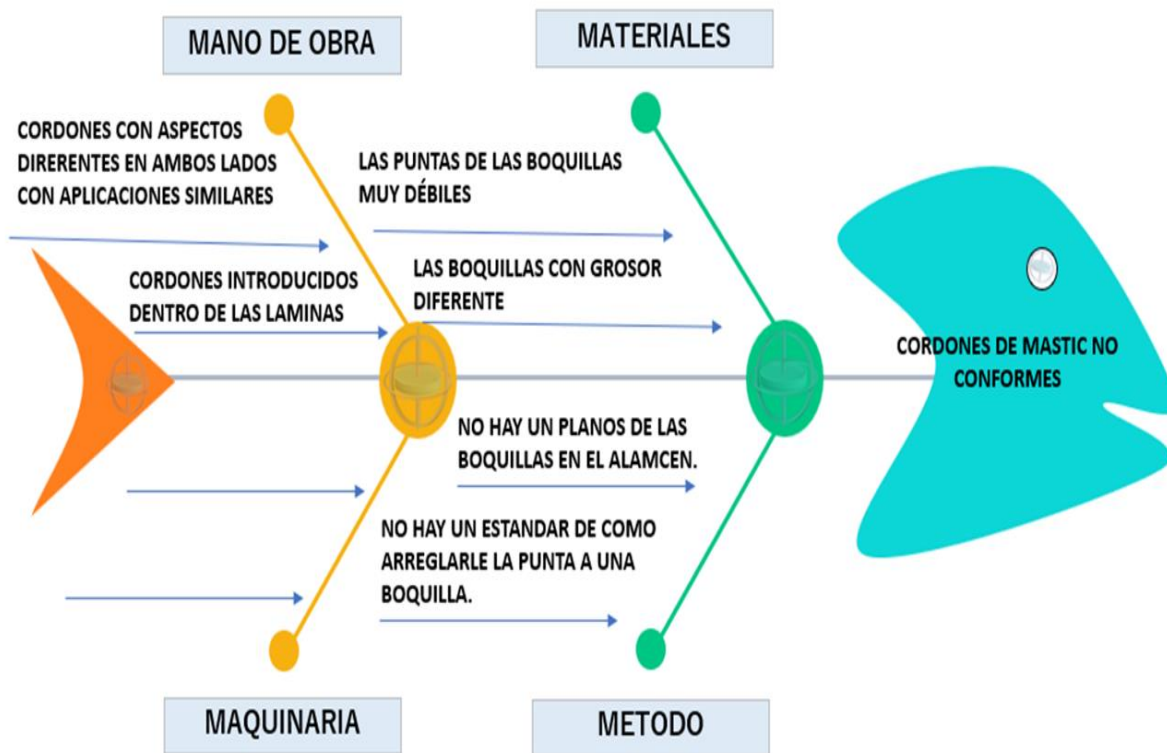
Sin criterios claros para reparación o ajuste: Cada operario hacía modificaciones según su experiencia, sin seguir una guía común.

No había un sistema de stock o control de herramientas: Cuando una boquilla se dañaba, no siempre había otra disponible.

Estas causas originaban consecuencias como cordones mal aplicados, errores estéticos, pérdida de sellado correcto, necesidad de retrabajos, tiempos muertos en la línea de producción, y una disminución general en la calidad del producto final.

**Figura 9**

*Esquema de Espina de Pescado*



*Fuente.* Elaboración propia

## **Resultados del Análisis Técnico Documental**

Una vez comprendido el problema, se consultó documentación técnica relacionada con el proceso de aplicación del mástico, así como especificaciones de cada punto de aplicación en la carrocería de los vehículos. También se revisaron los estándares de calidad exigidos en la industria automotriz. Este análisis permitió establecer qué características debían cumplir las boquillas para garantizar un trabajo uniforme y de alta calidad. A continuación, en la tabla #2 podremos encontrar 1 ejemplo de la información que se encuentra en los documentos técnicos de Renault.

**Figura 10***Información Técnica de los Cordones*

<b>Mástico</b>		
Funcion	Etanchéité	
Norma	03_70_230	
Diversidad	N° de plan BE	Código Funcion
L52	8201275324	R100038002
Referencia	Identificador	Longitud (mm)
Longueur B	B	360
Longueur C	C	130
Longueur A	A	1080
Prestacion	E-P-AS	
Clase / Gravedad	2	

*Fuente.* Renault S.A.S. (2025). [Estanqueidad elemento soporte faro trasero izquierdo.] [Tabla 1]. Plataforma proAPW. Documento interno no publicado.

Entre los elementos evaluados estuvieron el tipo de material, las medidas ideales, el ángulo de salida del mástico, la forma de la punta, la compatibilidad con las pistolas existentes y la durabilidad esperada. Esta información fue fundamental para poder diseñar boquillas que cumplieran con los requerimientos reales del proceso.

Entre los elementos evaluados estuvieron el tipo de material, las medidas ideales, el ángulo de salida del mástico, la forma de la punta, la compatibilidad con las pistolas existentes y la durabilidad esperada. Esta información fue fundamental para poder diseñar boquillas que cumplieran con los requerimientos reales del proceso.

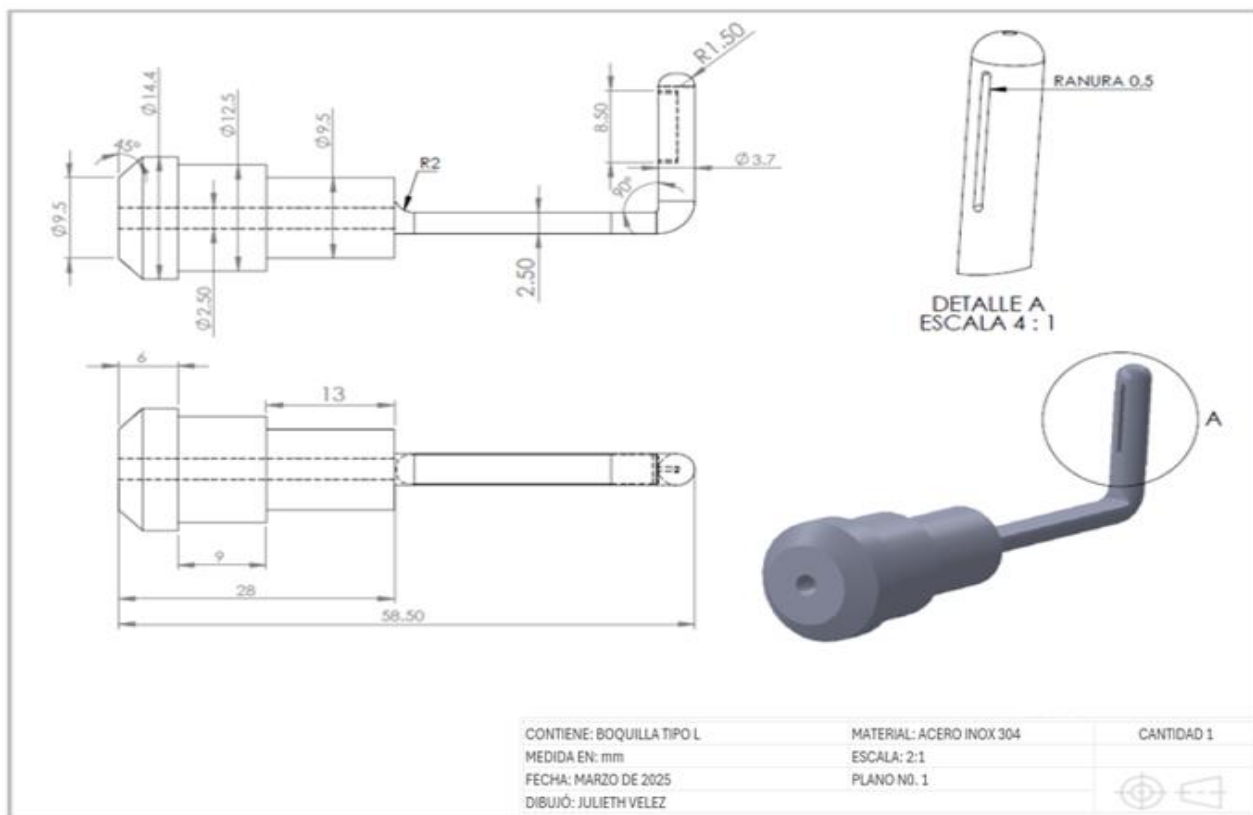
### ***Especificaciones Técnicas y Parámetros Identificados***

Con base en el análisis anterior, se definieron parámetros técnicos estandarizados para cada tipo de boquilla que se utiliza en el proceso. Por ejemplo, se estableció la necesidad de fabricar las boquillas en aluminio, por su resistencia y facilidad de limpieza. También se fijaron dimensiones precisas para asegurar que el cordón de mástico tenga el grosor, la forma y la dirección correctos en cada aplicación.

Además, se elaboraron planos detallados para cada tipo de boquilla: tipo L, tipo V (con y sin extensión), tipo cuello de pato, tipo Bostee, boquillas para aplicaciones de engastado en capó y portón, y boquillas para pistolas de pulverizado. Estos planos quedaron almacenados oficialmente en el almacén de herramientas para consulta y control.

**Figura 11**

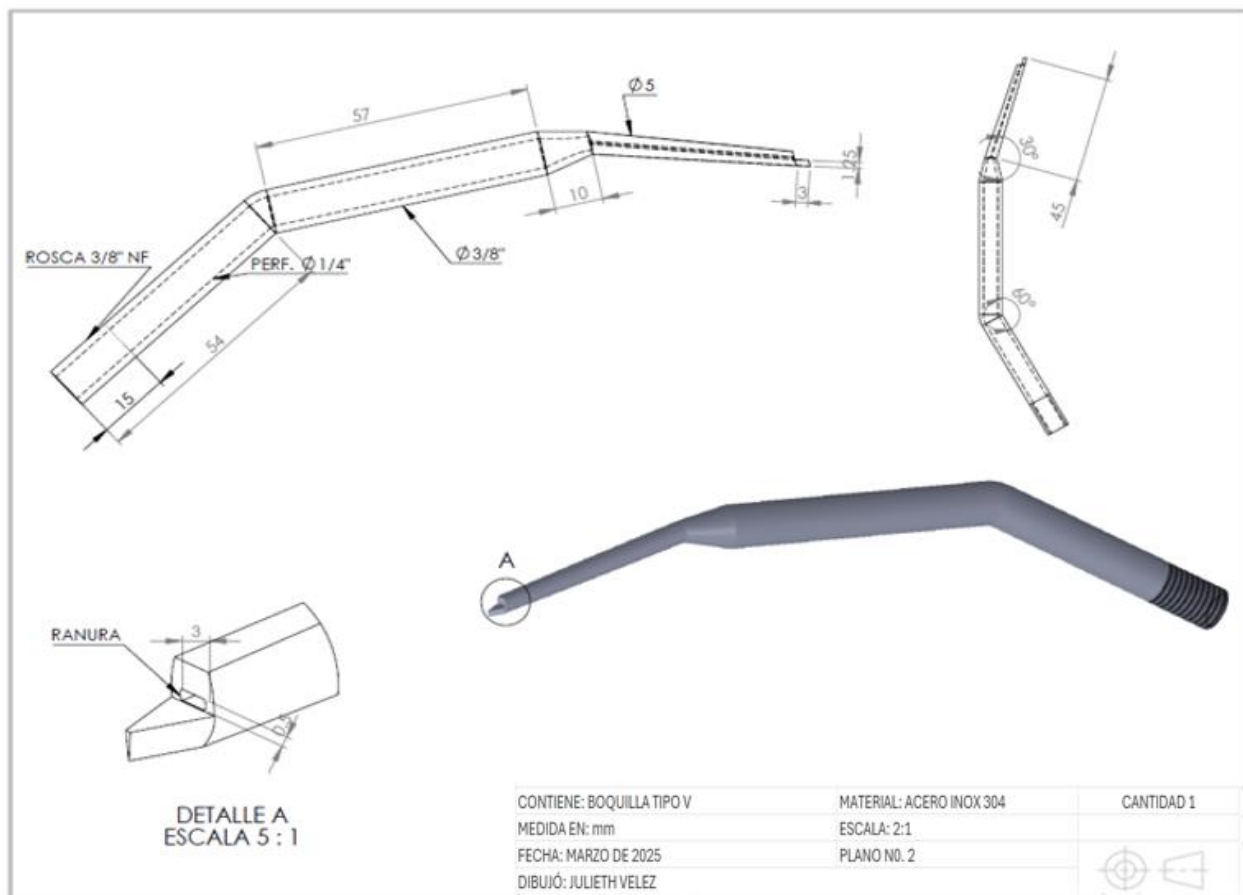
*Diseño de Plano Boquilla Tipo L*



*Nota.* Este plano corresponde a la boquilla tipo L, una de las más utilizadas en el proceso de sellado. Su diseño en ángulo recto permite aplicar el mástico en zonas de difícil acceso, como esquinas o uniones interiores de la carrocería. En este diseño se tuvo en cuenta la necesidad de mantener una salida uniforme del material, minimizando obstrucciones y garantizando una aplicación precisa y limpia. Se establecieron medidas exactas para asegurar que todos los operarios puedan lograr un resultado estandarizado. Tomado de Renault SOFASA (2025, archivo interno).

Figura 12

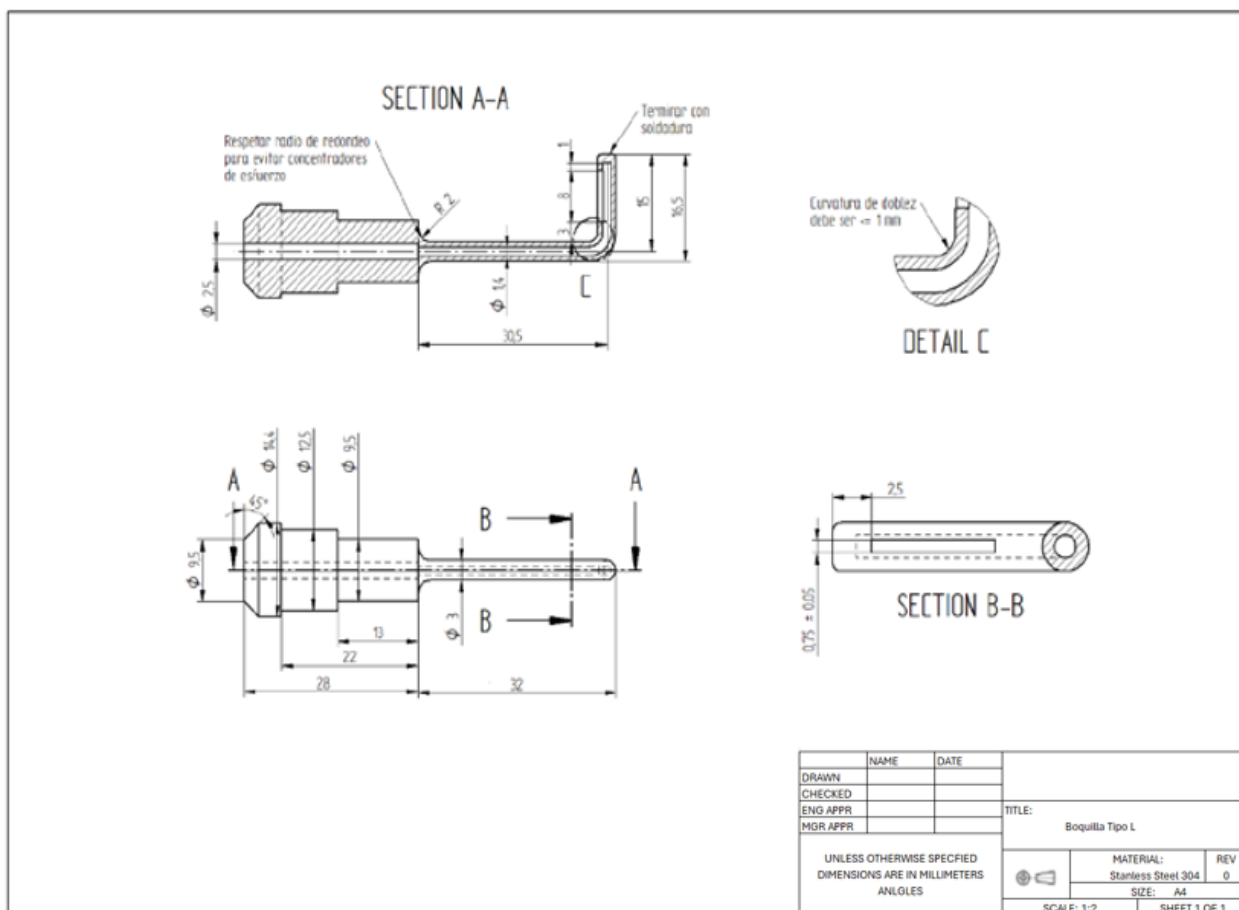
## Diseño de Plano Boquilla Tipo V



*Nota.* La boquilla tipo V está diseñada para crear cordones lineales y simétricos en superficies abiertas. Su forma angular garantiza una distribución pareja del mástico a lo largo del trayecto. Este diseño busca mejorar el control del operario durante la aplicación, permitiendo un acabado limpio y con el espesor adecuado. Tomado de Renault SOFASA (2025, archivo interno).

Figura 13

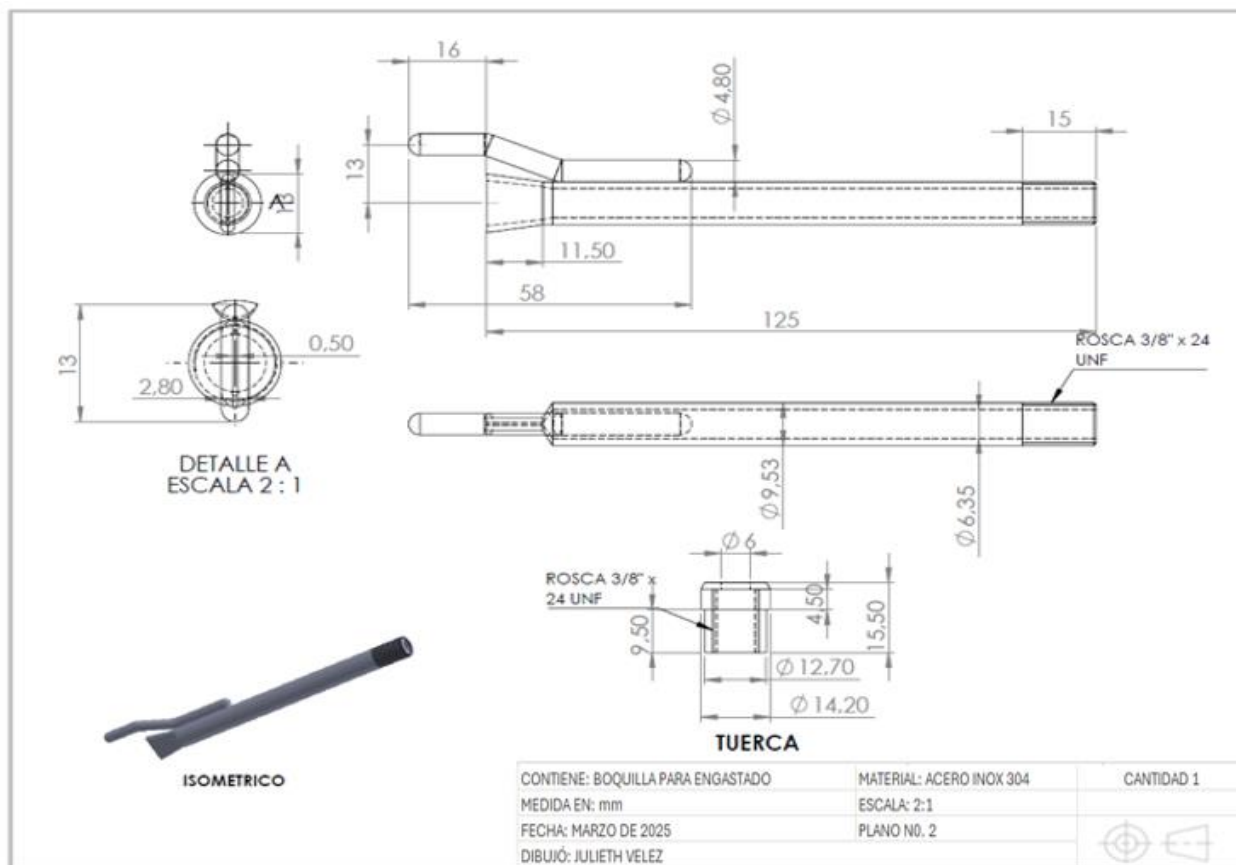
## Diseño De Plano Boquilla Tipo L



*Fuente.* Esta variación del diseño tipo L responde a ajustes requeridos por el equipo operativo, con una extensión modificada para adaptarse a áreas donde el acceso es más limitado. Se ajustaron parámetros como el largo del canal y el ángulo de salida, priorizando la comodidad del operario y la precisión del sellado. Esta personalización demuestra cómo el prototipo se ajustó a las condiciones reales de trabajo. Tomado de Renault SOFASA (2025, archivo interno).

Figura 14

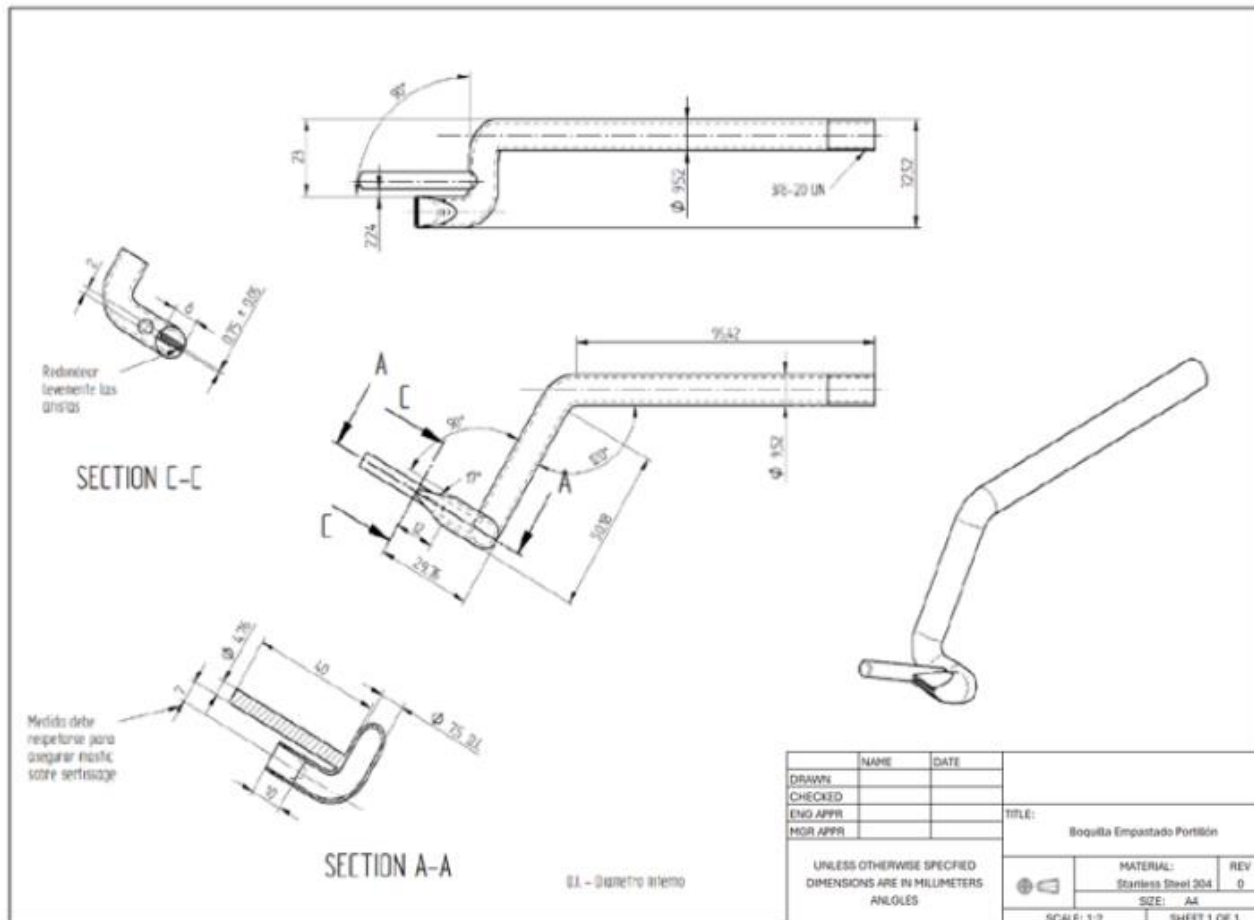
## Diseño de Boquilla Tipo Engastado



*Nota.* El plano de la boquilla tipo engastado muestra una herramienta especializada para la aplicación del mástico en zonas de contacto entre láminas, como el marco del capó. Se priorizó una forma delgada pero resistente, que permita aplicar el cordón en línea recta sin alterar la unión de las piezas. Este diseño fue validado por los operarios como efectivo y fácil de manejar. Tomado de Renault SOFASA (2025, archivo interno).

Figura 15

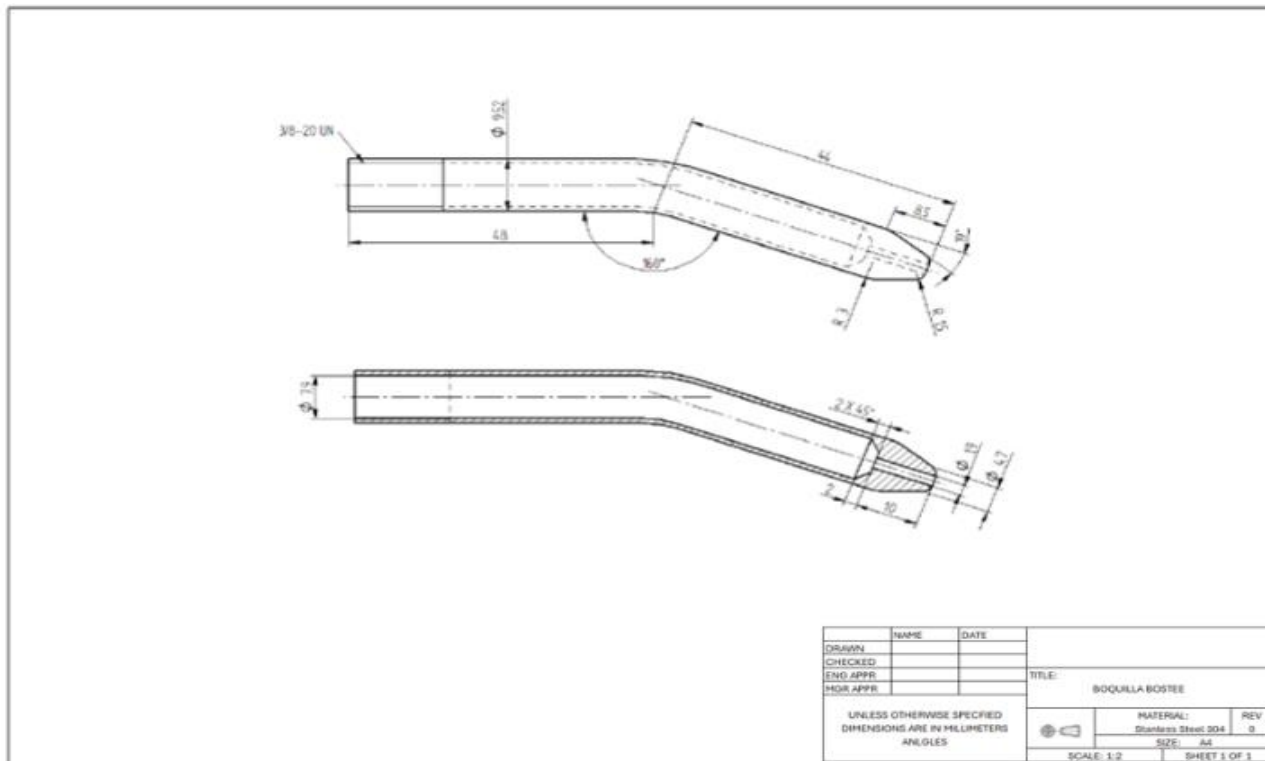
## Diseño de Boquilla Tipo Engastado Portillón



*Nota.* Esta boquilla fue creada específicamente para la zona del portón trasero del vehículo, donde se requiere un sellado hermético en curvas cerradas. Su forma responde a la geometría del Portillón, permitiendo una aplicación sin interrupciones y evitando excesos o goteos. El plano muestra detalles clave como el radio de curvatura y el ancho del canal de salida. Tomado de Renault SOFASA (2025, archivo interno)

**Figura 16**

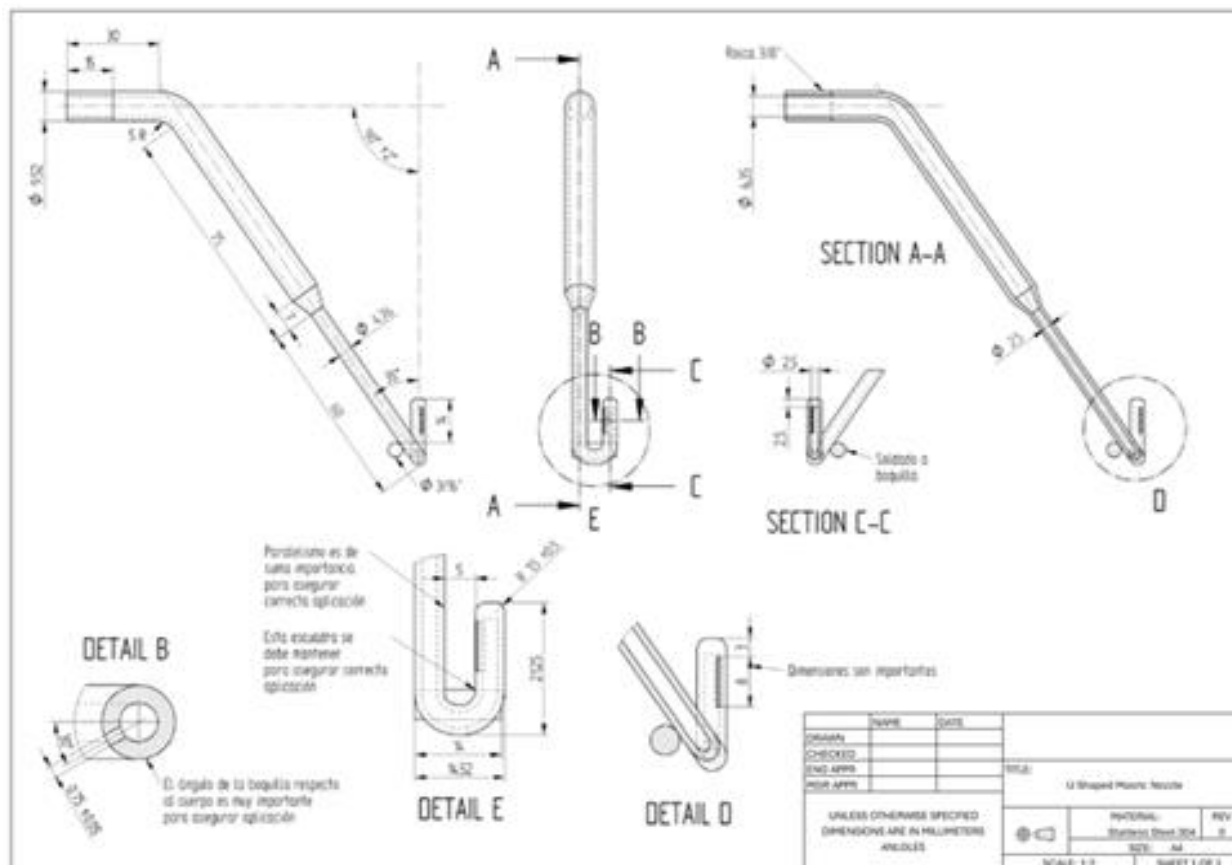
*Diseño de Boquilla Tipo Bostee*



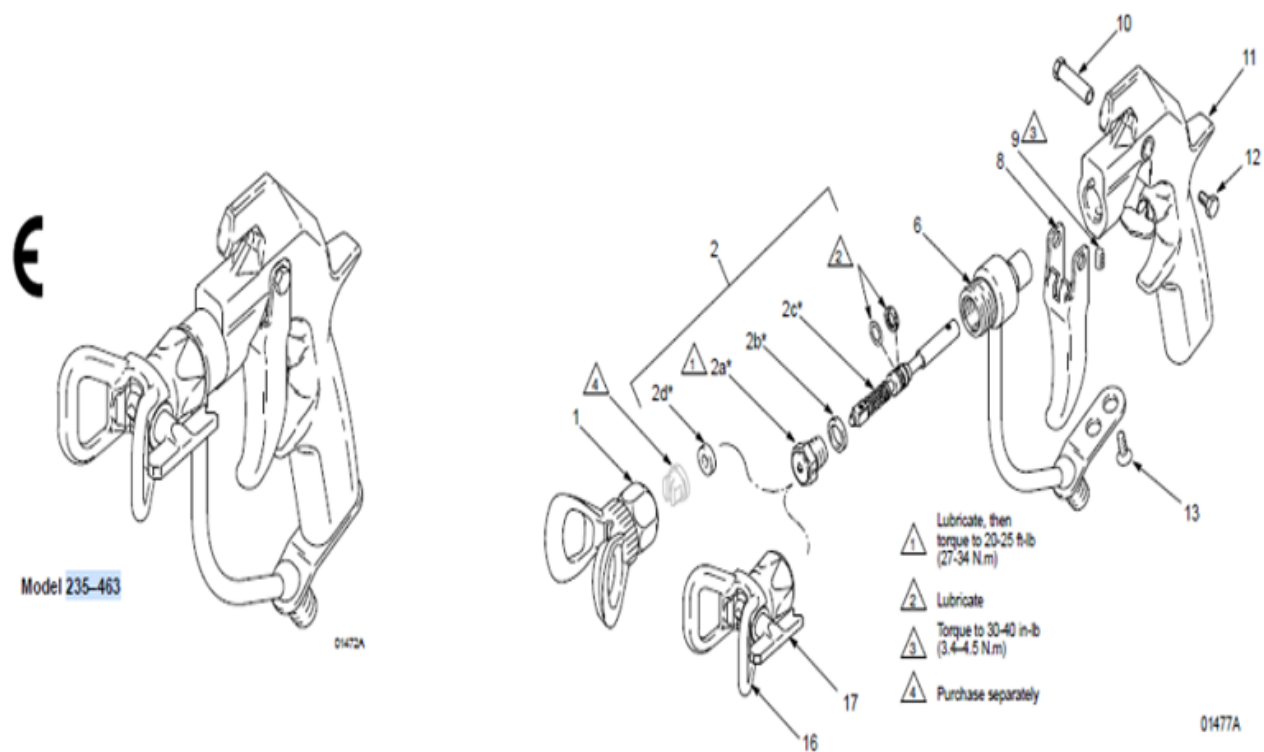
*Nota.* La boquilla tipo Bostee fue diseñada para lograr un cordón ancho y plano, ideal para áreas amplias o de refuerzo. Se tuvo en cuenta la necesidad de una salida homogénea del mástico para evitar burbujas o capas irregulares. Este diseño es especialmente útil en puntos que requieren resistencia estructural adicional. Tomado de Renault SOFASA (2025, archivo interno).

Figura 17

## Diseño De Boquilla Tipo U



*Nota.* Esta boquilla permite aplicar mástico con forma de U, ideal para zonas que requieren sellado en tres lados de una estructura. El diseño busca mantener un espesor constante en toda la aplicación, con una salida uniforme del material y facilidad de control por parte del operario. Su fabricación en aluminio facilita su mantenimiento y limpieza. Tomado de Renault SOFASA (2025, archivo interno)

**Figura 18***Diseño de Boquilla Tipo Mariposa o de Aspersión*

*Nota.* Este diseño corresponde a la boquilla tipo mariposa, también conocida como boquilla de aspersión o pulverizado. Su función principal es permitir la aplicación del mástico en forma de abanico, logrando una cobertura amplia y uniforme sobre superficies de gran extensión, como la parte inferior de la carrocería. A diferencia de las otras boquillas desarrolladas en este proyecto, esta herramienta no fue fabricada internamente, ya que se trata de un producto comercial disponible en el mercado. El plano mostrado corresponde al diseño original de la marca **GRACO**, reconocida por su experiencia en equipos de aplicaciones de recubrimientos. Tomado de Renault SOFASA (2025, archivo interno).

## **Resultados del Diseño y Construcción del Prototipo**

Con todas las especificaciones definidas, se procedió al diseño técnico de las nuevas boquillas, las cuales fueron fabricadas por el proveedor Metal Logística, seleccionado por su capacidad de cumplir con los requisitos técnicos y por la calidad de sus materiales.

Se elaboraron prototipos de cada tipo de boquilla, siguiendo al pie de la letra los planos diseñados. Posteriormente, se validaron en planta bajo condiciones reales de operación. Esto permitió hacer ajustes menores para asegurar que el diseño fuera completamente funcional y cómodo para el operario.

## **Descripción Técnica del Prototipo Final**

Cada boquilla del prototipo final fue fabricada en aluminio, lo que garantiza durabilidad y resistencia al desgaste. Se diseñó la punta de manera que permitiera un flujo constante y uniforme del mástico, sin obstrucciones ni deformaciones. El tamaño, el ángulo de salida y el grosor del canal fueron adaptados para cada aplicación específica, de acuerdo con las necesidades del vehículo y el punto de aplicación.

Los prototipos aprobados fueron entregados oficialmente al almacén, junto con los planos técnicos respectivos, asegurando que toda la documentación quede centralizada y disponible para futuras referencias o producciones adicionales.

## Figura 19

### Stock Establecido en el Almacén Central

**FW: BOQUILLAS EN EL STOCK DEL ALMACEN PHF**  Confidential C\Accessible to everybody

Cordial saludo, Boquillas con que se trabaja el Mastic en stock del almacen PHF:

MATERIAL	DESCRIPCION	INVENTARIO	MINIMO STOCK	MAXIMO STOCK
100001088	EXTENSION BOQUILLA 80cm P/BOQU MASTIC FL	1	1	1
100000043	BOQUILLA APLICA. MASTIC BAM1027 X90 H79*	4	2	2
100000044	BOQUILLA APLICA. MASTIC BAM 1027 H79*	2	1	2
100000161	BOQUILLA APLICA. MASTIC DOBLE SEGU/PLANO	2	1	1
100000170	BOQUILLA MASTIC INOXIDABLE REF. 0076*	1	1	1
100000245	BOQUILLA ENGASTADOS MASTIC FL	2	2	2
100000920	BOQUILLA MASTIC CUELLO PATO INOX FL*	2	1	1
100000921	BOQUILLA MASTIC TIPO V INOX FL*	0	1	1
100000922	BOQUILLA MASTIC TIPO L INOX FL*	4	2	3
100001087	BOQUILLA BOSTEE ACERO INOX P/MASTIC FL	1	1	1
100001191	BOQUILLA PIST. MASTIC BQLLA-TRAV-TEC01	1	1	1
1700000314	BOQUILLA MASTIC REDONDA DIAN 2MM PLANO*	2	1	1

Quedamos atentos a sus comentarios,



**Almacén PHF de Consumo y Mantenimiento**  
**MANTENIMIENTO CENTRAL**  
 RENAULT- SOFASA  
 Cra. 49 # 39 Sur-100 Envigado, Antioquia  
[almacenphf@renault.com](mailto:almacenphf@renault.com)

Fuente. Renault SOFASA. (2025, abril 15).

### **Resultados de Pruebas de Validación en Condiciones Reales**

Las boquillas fueron puestas a prueba en el proceso real de fabricación de cabinas.

Durante varias semanas, se evaluó su rendimiento en aspectos como:

- Calidad del cordón de mástico.
- Uniformidad en la aplicación.
- Facilidad de uso para los operarios.
- Adaptabilidad al proceso.
- Reducción de errores o retrabajos.

Los resultados fueron muy positivos. Se logró una aplicación consistente en todos los vehículos, sin importar quién fuera el operario. La estandarización facilitó la tarea, y la durabilidad del material redujo los daños frecuentes que antes se presentaban. También se redujeron de forma evidente los reclamos por parte del área de calidad.

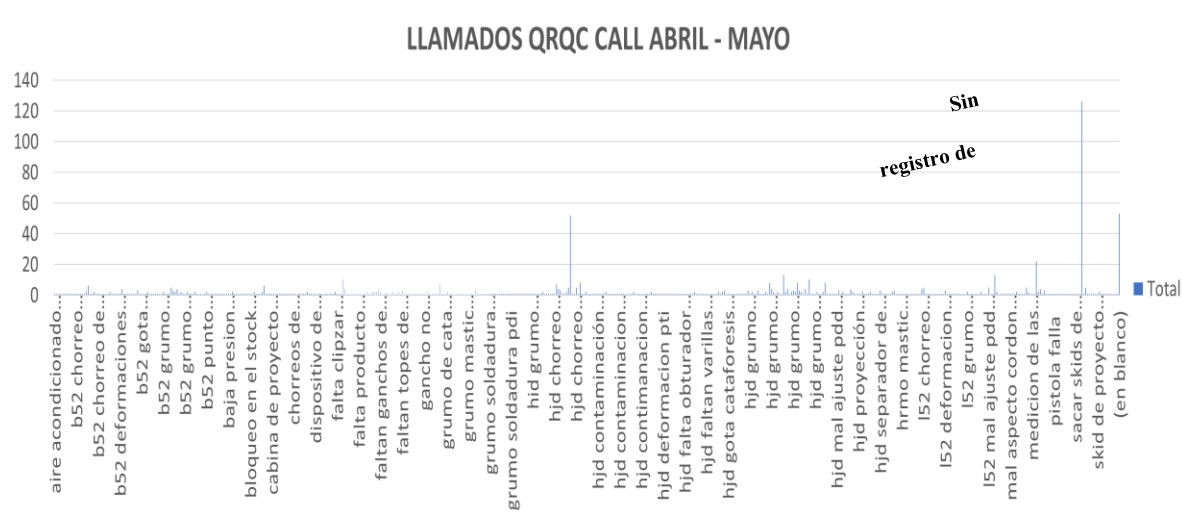
### **Discusión Sobre los Resultados Obtenidos Frente a Objetivos Específicos**

El proyecto logró cumplir de forma efectiva con todos los objetivos propuestos. Se identificaron claramente las causas del problema, se definieron los requisitos técnicos necesarios, se diseñaron herramientas adecuadas, y se validaron en el entorno real de trabajo. Además, se fortaleció la gestión de herramientas, se creó una reserva de repuestos con niveles mínimos y máximos en el almacén, y se mejoró el proceso desde el punto de vista de calidad, eficiencia y control.

Este resultado demuestra que los objetivos no solo fueron alcanzados, sino que se logró un impacto positivo en la planta, mejorando el rendimiento operativo y aportando soluciones sostenibles.

**Figura 20**

*Gráfica del Registro de Llamados por Ocurrencia*

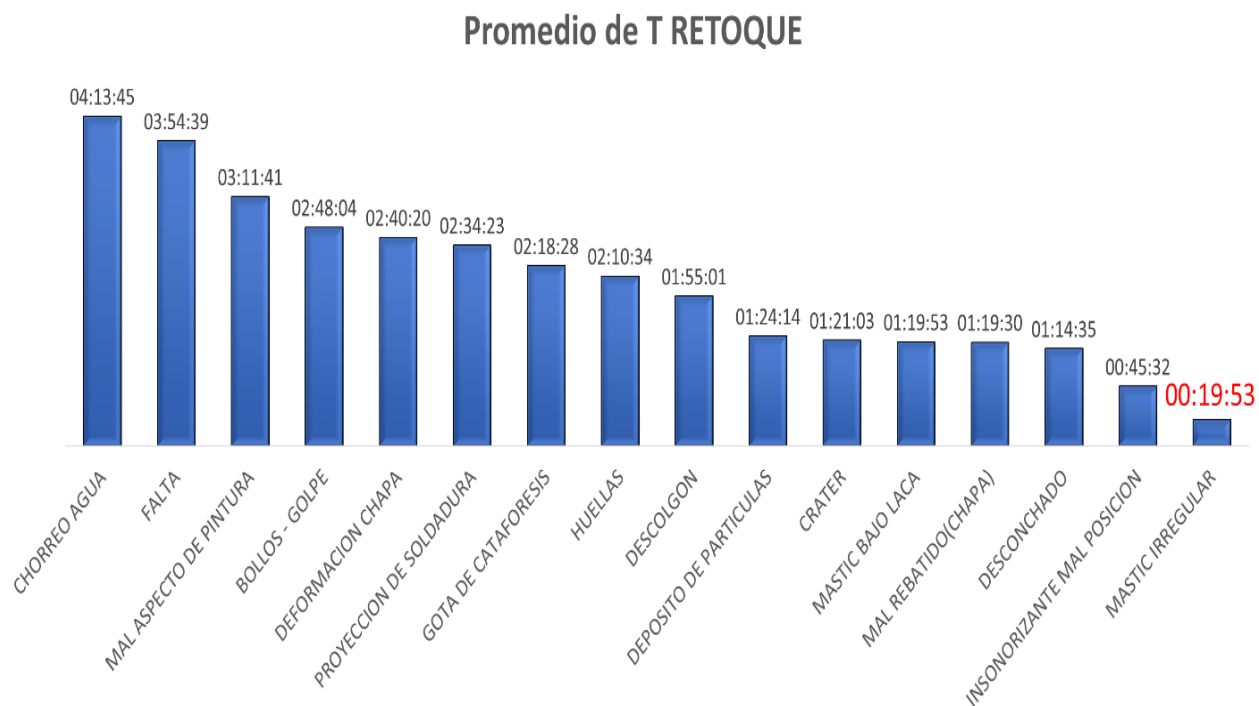


*Fuente.* Renault. (2025). Tiempos de paros por daños en las boquillas en la unidad de Mástic.

Tras implementar el prototipo de boquillas estandarizadas, se compararon indicadores clave del proceso. Se evidenció una mejora del 100 % en el indicador de uniformidad del cordón aplicado, pasando de una alta variabilidad entre operarios a una aplicación homogénea. También se logró la eliminación total de llamados por problemas con las boquillas, lo cual refleja un impacto directo en la reducción de tiempos muertos. La satisfacción de los operarios con las nuevas herramientas fue alta, al disminuir el esfuerzo físico y eliminar la necesidad de adaptaciones improvisadas.

**Figura 21**

*Promedio de Tiempos de Retoque por Tipo de Defecto en el Área de Pintura*



*Fuente.* Renault. (2025). Promedio de tiempos de retoque por tipo de defecto en el área de pintura.

### ***Mejoras en la Uniformidad del Proceso de Aplicación del Mástico***

Gracias a la estandarización, los cordones de mástico ahora presentan la misma forma, grosor y dirección en todos los vehículos. Ya no hay diferencias visibles entre una unidad y otra, lo que contribuye a una imagen más profesional y a un sellado más confiable. Esto es especialmente importante en la industria automotriz, donde los detalles son clave para garantizar calidad y seguridad.

### ***Reducción Observada de Defectos de Fabricación***

Desde que se implementaron las nuevas boquillas, los defectos asociados al mástico han disminuido notablemente. Ya no se presentan errores como cordones mal formados, mástico fuera de lugar o problemas por desgaste de la boquilla. El número de vehículos que requieren retrabajo en esta etapa se redujo, y los reportes de calidad reflejan una mejora clara en el indicador correspondiente.

### ***Evaluación de Tiempos de Interrupción Antes y Después del Prototipo***

Antes del proyecto, los paros por problemas con las boquillas alcanzaban un total acumulado de hasta 83 minutos, según registros del sistema QRQC CALL. Esto representaba una pérdida de tiempo valiosa que afectaba la continuidad del proceso. Después de la implementación de las nuevas herramientas y la organización del inventario en el almacén, estos tiempos de paro fueron eliminados por completo, logrando 0 minutos de parada por boquillas en los reportes recientes. Esto demuestra que el proyecto tuvo un impacto real en la productividad y en la eficiencia del proceso.

## **Propuesta de Implementación**

### ***Plan Detallado de Implementación del Prototipo Validado***

Para solucionar los problemas identificados en la aplicación del mástico, se llevó a cabo el diseño y fabricación de boquillas estandarizadas para cada tipo de aplicación presente en el proceso. Este plan de implementación contempla las siguientes acciones clave:

**Diseño Técnico de las Boquillas.** Se realizó un análisis detallado de cada una de las boquillas existentes, evaluando su funcionalidad y problemas asociados. A partir de esta revisión, se diseñaron nuevos planos técnicos estandarizados para los diferentes tipos de boquillas: tipo L, tipo V, cuello de pato, engastado capó y portón, tipo Bostee y boquillas para pistola de pulverizado.

**Validación y Fabricación del Prototipo.** Con los planos definidos, se procedió a la fabricación de prototipos en aluminio, a través del proveedor Metal Logística, cumpliendo con las especificaciones técnicas establecidas. Las boquillas fueron probadas en condiciones reales de trabajo para asegurar su funcionalidad y desempeño en la línea de producción.

**Distribución y Entrega al Almacén.** Todas las boquillas nuevas fueron registradas y entregadas al almacén con sus respectivos planos físicos y digitales. Esto permite el control y la trazabilidad del inventario de herramientas.

**Definición de Inventario Mínimo y Máximo.** Se creó un sistema de stock con niveles mínimos y máximos por cada tipo de boquilla. Esto asegura la disponibilidad continua de herramientas, evitando interrupciones por falta de repuestos.

**Entrenamiento al Personal.** Se realizó la socialización del nuevo diseño de boquillas con el personal operativo, explicando los criterios técnicos de uso y ajuste, y reforzando la importancia de mantener la estandarización para garantizar la calidad.

## **Procedimientos Estandarizados para el Uso, Almacenamiento y Mantenimiento de la Herramienta**

### ***Uso***

Cada operario debe utilizar únicamente la boquilla asignada para el tipo de aplicación específica, según el plano y referencia correspondientes.

No se deben realizar ajustes improvisados ni modificaciones manuales a las boquillas.

Se debe verificar el estado de la boquilla antes de cada jornada de trabajo, asegurando que no tenga daños visibles o deformaciones.

### ***Almacenamiento***

Las boquillas deben ser devueltas al área de almacenamiento al finalizar el turno, en los compartimientos designados por tipo.

No se deben dejar boquillas sueltas en las estaciones de trabajo ni sobre superficies calientes o expuestas a contaminantes.

El almacén debe llevar un registro actualizado del inventario, controlando entradas, salidas y reemplazos.

### ***Mantenimiento***

Las boquillas deben limpiarse después de cada uso, utilizando solventes aprobados y herramientas suaves que no deformen su estructura.

Se deben revisar semanalmente en mantenimiento preventivo para verificar desgaste, fisuras o acumulación de residuos.

Las boquillas que no cumplan con los parámetros definidos deben ser retiradas de uso y reemplazadas inmediatamente.

El personal encargado del mantenimiento debe seguir los planos técnicos para validar dimensiones y simetría.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

El desarrollo de este proyecto permitió identificar y resolver una problemática real dentro del proceso de pintura de cabinas en Renault SOFASA, evidenciando cómo la mejora de herramientas y métodos de trabajo impacta directamente en la calidad del producto final.

La implementación de soluciones prácticas, como la estandarización de herramientas, puede generar mejoras importantes en términos de eficiencia, reducción de retrabajos y cumplimiento de estándares de calidad, lo que beneficia tanto a la empresa como al cliente final.

A través del análisis, diseño y validación de una propuesta técnica, se demostró la importancia de integrar el conocimiento académico con la experiencia en planta, permitiendo aplicar conceptos de ingeniería industrial para generar resultados concretos.

Este proyecto destaca el valor del trabajo en equipo, la planificación y la mejora continua como pilares fundamentales para enfrentar los retos que se presentan en los procesos productivos de la industria automotriz.

Finalmente, se comprobó que incluso los cambios más simples, cuando se realizan con orden y propósito, pueden tener un impacto significativo en la calidad, el tiempo y los recursos utilizados en una organización.

### **Recomendaciones**

#### ***Fortalecer la Cultura de Mejora Continua***

Se recomienda seguir impulsando iniciativas que promuevan la observación crítica de los procesos y la búsqueda de soluciones desde el equipo operativo. Aplicar metodologías como KAIZEN permite identificar oportunidades de mejora con bajo costo y alto impacto.

### ***Documentar y Estandarizar Procesos Clave***

Toda solución implementada debe quedar registrada a través de planos, instructivos y procedimientos estandarizados. Esto facilita la capacitación de nuevos operarios, mejora el control de calidad y garantiza que las mejoras sean sostenibles a largo plazo.

### ***Mantener una Comunicación Constante Entre Áreas***

Es fundamental que los equipos de producción, calidad, mantenimiento y logística trabajen de manera articulada para anticiparse a los problemas y tomar decisiones informadas que beneficien el flujo de trabajo y la eficiencia operativa.

### ***Evaluar Periódicamente el Desempeño de los Procesos***

Se sugiere establecer indicadores que permitan medir el impacto de las mejoras implementadas. Esto facilita la toma de decisiones basada en datos reales y promueve una gestión más efectiva de los recursos.

### ***Asegurar la Disponibilidad de Insumos Críticos***

Para evitar interrupciones en la producción, es clave mantener inventarios adecuados y relaciones sólidas con proveedores confiables. Esto contribuye a una operación más estable y a la entrega oportuna de los productos.

### ***Invertir en Capacitación Continua***

El conocimiento y la habilidad de los operarios son fundamentales para garantizar procesos de calidad. Por ello, se recomienda continuar con programas de formación técnica y actualización sobre buenas prácticas y uso correcto de herramientas.

### ***Replicar Este Tipo de Proyectos en Otras Áreas de la Planta***

El enfoque utilizado en esta propuesta puede adaptarse a otros procesos donde se presenten fallas recurrentes. Identificar, analizar y mejorar de manera estructurada puede ser una estrategia efectiva para elevar los estándares generales de la organización.

### Referencias Bibliográficas

- Arroyo, F.R. y Buenaño, C.S. (2017). Calidad en el servicio: Oportunidad para el sector automotor en Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 2(9), 42-52.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6128451>
- AT Precisión Machining Ltda. (2023, 14 de agosto). *Comprensión de los prototipos automotrices*. <https://at-machining.com/es/automotive-prototyping-guide/>
- Baltodano, C.H., Dioses, F.J., Guevara, E.J. y Zamudio, P.F. (2015). *Propuesta de mejora en la gestión de almacén de repuestos de una empresa del sector automotriz*. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/596577>
- Carabalí, S. y Ortega, J.F. (2018). *Diseño de caracterización del área de pintura en la empresa Montero Mobiliario*. [Anteproyecto de Pregrado, Institución Universitaria Antonio José Camacho]. Repositorio UNIAJC.  
<https://repositorio.uniajc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b281b9e7-c619-43f2-b87d-4ec877ea6191/content>
- Conesa, J. E. (2007). Kaizen: cuando la mejora se hace realidad. *Revista Técnica Industrial*, 271, 30-35. <https://usa.mtscode.net/docs/kaizenCuandoMejoraHaceRealidad.pdf>
- Curiel, M. (2015). *Proceso de aplicación de mastico sobre carrocería*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Valladolid]. Repositorio UVaDOC.  
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/15100/TFG-G1627.pdf?sequence=1&isAllowed=yes/bitstream/handle/10324/15100/TFG-G1627.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Diez, J. y Abreu, J.L. (2009). Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos: un estudio de caso. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 4(2), 97-144.
- [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53817671/capacitacionlibre.pdf?1499701147=&responsecontentdisposition=inline%3B+filename%3DImpacto\\_de\\_la\\_capacitacion\\_interna\\_en\\_la.pdf&Expires=1755206094&Signature=TjUP5RfnOfB0dPiUc67SofVkBqZh6qzfU5jincYsv4m9yfjIviv7TJKTH4lJhpQ7huHFTYUOruQYpyhRdQkCpXn4UnRbJfKwZvgfoeag4c9VQqWbkcT6OTeKMLWsDLSqNBWq9JQNx5qJQeKkUhLjvbahfzOYrhsX3yoWU2oFEE3KTQxuv1uThi4FAvuApRIoApiEqKi8ZWZxxUdDdeINyIeglx8rIKJqkQUusyTYQhPVpa17k2HRNcaPKGKtmgQnCbH9FwizedmjptkMw72BMuTj9eYaQ6tNF-tBYtHn0DLWMvIUuOLSkERxW75isZyGgdjKZ177xEjjGCxbTg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53817671/capacitacionlibre.pdf?1499701147=&responsecontentdisposition=inline%3B+filename%3DImpacto_de_la_capacitacion_interna_en_la.pdf&Expires=1755206094&Signature=TjUP5RfnOfB0dPiUc67SofVkBqZh6qzfU5jincYsv4m9yfjIviv7TJKTH4lJhpQ7huHFTYUOruQYpyhRdQkCpXn4UnRbJfKwZvgfoeag4c9VQqWbkcT6OTeKMLWsDLSqNBWq9JQNx5qJQeKkUhLjvbahfzOYrhsX3yoWU2oFEE3KTQxuv1uThi4FAvuApRIoApiEqKi8ZWZxxUdDdeINyIeglx8rIKJqkQUusyTYQhPVpa17k2HRNcaPKGKtmgQnCbH9FwizedmjptkMw72BMuTj9eYaQ6tNF-tBYtHn0DLWMvIUuOLSkERxW75isZyGgdjKZ177xEjjGCxbTg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- Giraldo, L.F. (2019). *Aportes de la calidad en el sector automotriz para lograr la fidelización del cliente*. [Tesis de Especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio UMNG. <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/eccfb3f-5fc7-4cbe-b978-4885c3bad7c7/content>
- González, F. (2014). *Proceso de pintura en la industria de automoción*. [Tesis de Maestría, Universidad de Valladolid]. Repositorio UVaDOC. <https://uvadoc.uva.es/https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/11607/TFM-I-180.pdf?sequence=1&isAllowed=ybitstream/handle/10324/11607/TFM-I-180.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2013, 18 de septiembre). Norma Técnica Colombiana NTC 6018: Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello

ambiental colombiano. Criterios ambientales para pinturas y materiales de recubrimiento.

<https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/S>

[ello\\_ambiental\\_colombiano/NTC\\_6018\\_-\\_Etiquetas\\_Ambientales\\_Tipo\\_I.pdf](https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/NTC_6018_-_Etiquetas_Ambientales_Tipo_I.pdf)

Intertek Group. (consultado el 2 de mayo de 2025). *Sistema de Gestión de Calidad Automotriz*.

<https://www.intertek.com/assurance/iatf-16949/com/assurance/iatf-16949/>

Machorro, A., Vanegas, A., Resenos, E., Gallardo, M. y Acuña, B.A. (2009). La calidad en el

servicio como ventaja competitiva en una empresa automotriz. *Revista de la Ingeniería*

*Industrial*, 3(1), 1-16.

[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&lr=lang\\_es&as\\_sdt=0%2C5&q=La+calidad+en+](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&lr=lang_es&as_sdt=0%2C5&q=La+calidad+en+el+servicio+como+ventaja+competitiva+en+una+empresa+automotriz.+&btnG=)

[el+servicio+como+ventaja+competitiva+en+una+empresa+automotriz.+&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&lr=lang_es&as_sdt=0%2C5&q=La+calidad+en+el+servicio+como+ventaja+competitiva+en+una+empresa+automotriz.+&btnG=)

Meneses, R. y Navarro, J. (2015). ¿Cómo mejorar la eficacia de los equipos a través de los

Procesos grupales en la Industria Automotriz? *Papeles del Psicólogo*, 36(3), 224-229.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77842122008>

Montaudon, C. (2010). Artículo de investigación: explorando la noción de calidad. *Acta*

*Universitaria*, 20(2), 50-56. <https://doi.org/10.15174/au.2010.81>

Peresson, L. (2007). *Sistemas de gestión de la calidad con enfoque al cliente*. ENCLAVE

formación, Universidad de Valladolid. [https://es.scribd.com/document/55028887/calidad-](https://es.scribd.com/document/55028887/calidad-enfocada-cliente)

[enfocada-cliente](https://es.scribd.com/document/55028887/calidad-enfocada-cliente)

Production Tools. (2024, 14 de febrero). *¿Cómo implementar el Diagrama Ishikawa para una*

*Gestión Lean?* <https://productiontools.es/lean/diagrama-de-ishikawa/>

- Puerta, F.D. (2022). *Gestión y arranque de línea de producción de pintado*. [Tesis de Maestría, Centro de Tecnología Avanzada]. Repositorio CIATEQDIGITAL.  
<http://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1020/615>
- Renault Colombia. (2025). Nuestra historia en Colombia. <https://www.renault.com.co/renault-en-colombia/cifras-fechas-claves.html>
- Renault Group Planta Envigado. (consultado 2 de mayo de 2025). Nuestra historia.  
<https://www.renaultgroup.com/en/group/locations/envigado-sofasa-plant/>
- Romero, B. y Díaz, J. (2010). El uso del diagrama causa – efecto en el análisis de casos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 40(3-4), 127-142.  
<https://rlee.iberomex.mx/index.php/rlee/article/view/344>
- Ruiz C.I. (2021). *Diseño de procesos productivos de un taller de pintura automotriz*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital de la Universidad Técnica del Norte. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11207>
- Todo Ingenierías. (consultado el 6 de mayo de 2025). *Normas y regulaciones en Seguridad Industrial*. <https://todoingenierias.com>
- Valencia, J.D. (2022). *Estándares de calidad aplicados en las medianas empresas de actividad industrial automotriz y su productividad en la ciudad de Cali – Valle del Cauca*. [Tesis Pregrado, Universidad Autónoma de Occidente]. Repositorio Institucional UAO.  
<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/12f02e8a-9d53-4414-8774-455afb49a9fa/content>