

ELABORACIÓN DE UN DISPOSITIVO EN 3D PARA EL POSICIONAMIENTO DE  
MONOGRAMAS EN VEHÍCULOS DUSTER EN LA EMPRESA RENAULT SOFASA EN  
LA CIUDAD DE MEDELLÍN – COLOMBIA.

NICOLAS CIFUENTES LOPEZ

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTA DE INGENIERIA, DEPARTAMENTO DE PRODUCCION Y DISEÑO  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MEDELLIN  
2025

ELABORACIÓN DE UN DISPOSITIVO EN 3D PARA EL POSICIONAMIENTO DE  
MONOGRAMAS EN VEHÍCULOS DUSTER EN LA EMPRESA RENAULT SOFASA EN  
LA CIUDAD DE MEDELLÍN – COLOMBIA.

NICOLAS CIFUENTES LOPEZ

ELABORACIÓN DE UN DISPOSITIVO EN 3D PARA EL POSICIONAMIENTO DE  
MONOGRAMAS EN VEHÍCULOS DUSTER EN LA EMPRESA RENAULT SOFASA EN  
LA CIUDAD DE MEDELLÍN – COLOMBIA.

MARIA FERNANDA GUALTERO MIRA  
MAGÍSTER EN GESTIÓN DE ORGANIZACIONES

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MEDELLÍN (ANT)

2025

## CONTENIDO

GLOSARIO.....	6
RESUMEN .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
1. OBJETIVO GENERAL .....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
2. JUSTIFICACIÓN .....	14
3. MARCO CONTEXTUAL.....	17
4. MARCO CONCEPTUAL.....	23
4.1 Automatización industrial .....	23
4.1.2 Sistemas de control .....	23
5.2 Manufactura aditiva (impresión 3D) .....	24
5.2.1 Tipos de impresión 3D .....	24
5.2.2 Tipos de materiales de impresión 3D.....	25
5.3 Monograma automotriz .....	25
5.3.1 Dispositivos de posicionamiento .....	25
5.4 Indicadores de calidad en la industria automotriz. ....	26
5.4.1 Conceptos de calidad en la industria automotriz .....	27
5.4.2 Principales indicadores utilizados .....	27
5.5 Ergonomía industrial.....	28
5.5.1 Principios de economía del movimiento.....	28
5.5.2 Posturas de trabajo y prevención de fatiga .....	29
6. METODOLOGÍA.....	29
Etapa 1 Diseño de dispositivo para el posicionamiento de monograma TCE .....	30
7. RESULTADOS .....	32
7.1. Diseño dispositivo para el posicionamiento de monograma TCE .....	32

7.2.	Implementación del dispositivo para el posicionamiento de monograma.....	34
7.2.1.	Primera etapa .....	35
7.2.2.	Segunda etapa.....	35
7.2.3.	Tercera etapa.....	35
7.3	Evaluación del Dispositivo para el posicionamiento de monograma TCE .....	38
8.	Conclusiones.....	43
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	44

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Vehículo Duster.....	11
Figura 2 Número de monogramas mal posicionados en diferentes semanas .....	12
Figura 3 Informe DPU .....	15
Figura 4 TOP Defectos.....	16
Figura 5 Flujograma de proceso.....	18
Figura 6 Organigrama Renault SOFASA .....	19
Figura 7 Taller de Soldadura .....	20
Figura 8 Taller Ensamble .....	21
Figura 9 Taller Ensamble .....	22
Figura 10 Porton 3D Duster.....	32
Figura 11 Diseño del prototipo Dispositivo para posicionar monograma TCE.....	33
Figura 12 Recolección del modelo 3D y análisis geométrico .....	34
Figura 13 Formación con dispositivo.....	36
Figura 14 Ficha de operación proceso .....	37
Figura 15 Informe DPU .....	38
Figura 16 TOP Defectos.....	39
Figura 17 casos luego de implementación .....	40
Figura 18 Dispositivo de monograma TCE.....	42
Figura 19 Monograma instalado en cabina .....	42

## GLOSARIO

**Dispositivo:** Mecanismo o artificio para producir una acción prevista.

**Posicionamiento:** Acción y efecto de posicionar.

**Monograma:** Cifra que como abreviatura se emplea en sellos, marcas, etc.

**Colaborador:** En contextos organizacionales y productivos, como en la industria automotriz, **colaborador** es el término que se utiliza para referirse de manera inclusiva y respetuosa a las personas que participan activamente en los procesos operativos, productivos o administrativos de una empresa.

**Ergonomía:** Estudio de la adaptación de las máquinas, muebles y utensilios a la persona que los emplea habitualmente, para lograr una mayor comodidad y eficacia.

**Portón:** En un automóvil, puerta de acceso al maletero que incluye la luneta posterior.

**Cabina:** aeronaves, camiones y otros vehículos automóviles o de uso industrial

Ensamble / Ensamblaje

**Proceso:** Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

**Calidad:** Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.

**Retroalimentación:** Retorno de parte de la energía o de la información de salida de un circuito o un sistema a su entrada.

**Estandarización:** Tipo, modelo, patrón, nivel.

**Reproceso:** La repetición de una operación o proceso productivo debido a errores o defectos detectados en una fase previa, con el fin de corregirlos y lograr que el producto cumpla con los estándares de calidad requeridos.

**Alineación:** Acción y efecto de alinear.

**Prototipo:** Ejemplar original que sirve de modelo para fabricar otros de la misma clase.

**Imanes:** Mineral de hierro, generalmente magnetita, que tiene la propiedad de atraer el hierro, el acero y otros cuerpos.

**Geometría:** Parte de las matemáticas que estudia las propiedades y medidas de las figuras en el espacio o en el plano.

**Diseño:** Concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie.

**Fijación / Sujeción:** Acción y efecto de sujetar.

**Evaluación:** Acción y efecto de evaluar.

**Producción:** Acción y efecto de producir.

**Capacitación:** Acción y efecto de capacitar.

**Optimización:** Acción y efecto de optimizar.

**Precisión:** Calidad de preciso.

## RESUMEN

Renault Sofasa es una empresa colombiana con una larga trayectoria en la industria automotriz, cuya planta está ubicada en Medellín. Actualmente, ensambla modelos como el Renault Duster, Sandero y Logan, y se caracteriza por combinar procesos altamente automatizados en áreas como soldadura, con procesos completamente manuales en otras áreas como el ensamble. Esta particularidad genera desafíos en cuanto a la estandarización de ciertas tareas críticas para la calidad del producto final.

Una de estas problemáticas se presenta en el posicionamiento manual de los monogramas en los portones traseros de los vehículos Duster. Esta actividad, al depender del criterio subjetivo del colaborador, ha generado errores de ubicación, reprocesos y un incremento en el consumo de insumos, lo que impacta negativamente en los indicadores de calidad, particularmente el DPU (Defectos por Unidad).

Este proyecto tiene como objetivo general desarrollar un dispositivo de posicionamiento en 3D para estandarizar la ubicación de monogramas en vehículos Duster dentro de la planta Renault Sofasa. Los objetivos específicos incluyen: diseñar el dispositivo utilizando herramientas de manufactura aditiva, implementarlo en la línea de ensamble y evaluar su efectividad mediante indicadores de calidad y retroalimentación del personal involucrado.

Para abordar esta problemática, se emplearon herramientas de diseño asistido por computador (CAD) y se utilizó el modelo digital original del portón (pieza perse), evitando así desviaciones geométricas y asegurando una compatibilidad dimensional precisa. El dispositivo fue diseñado con elementos de fijación magnética y guías de alineación, permitiendo una colocación exacta sin intervención visual subjetiva del colaborador.

La estrategia de implementación contempló una formación estructurada en tres fases: inducción teórica, práctica guiada y ejecución autónoma supervisada, permitiendo al colaborador adquirir competencias técnicas para el uso adecuado del dispositivo. Posterior a su implementación, se evidenció una reducción sustancial en los errores de posicionamiento, así como mejoras en la ergonomía del puesto de trabajo, al disminuir la carga visual y el esfuerzo postural.

La validación del impacto se realizó mediante el análisis de indicadores de calidad, observación directa, retroalimentación del jefe de unidad y percepción del colaborador. Los resultados demuestran que el dispositivo cumple con los objetivos de precisión, repetibilidad y eficiencia, aportando significativamente a la estandarización del proceso y a la mejora continua dentro del sistema productivo de la planta.



## INTRODUCCIÓN

En el entorno actual de la industria automotriz, caracterizado por altos estándares de calidad, eficiencia operativa y competitividad global, la estandarización de procesos manuales resulta esencial para asegurar productos consistentes y libres de defectos. Este proyecto de grado aborda una situación específica en la planta de Renault Sofasa, ubicada en Medellín, Colombia, relacionada con la instalación manual de monogramas en vehículos Duster, actividad que actualmente depende del criterio visual del colaborador, lo cual genera errores de posicionamiento, reprocesos y un impacto negativo en indicadores clave como el DPU (Defectos por Unidad).

Como respuesta, se plantea el desarrollo de un dispositivo de posicionamiento, diseñado en software CAD y fabricado mediante tecnologías de manufactura aditiva (impresión 3D), que garantice una ubicación precisa, uniforme y ergonómica del monograma en el portón trasero del vehículo. El documento expone el contexto industrial, el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación técnica y económica de la solución propuesta.

El marco conceptual incluye temáticas como automatización industrial, manufactura aditiva, ergonomía, indicadores de calidad y dispositivos de posicionamiento. La metodología se estructura en tres etapas: diseño del dispositivo, implementación en la línea de ensamble con capacitación al colaborador, y evaluación de resultados mediante datos cuantitativos y retroalimentación cualitativa de los responsables del proceso.

Los resultados muestran mejoras significativas en la calidad del producto, reducción de la variabilidad operativa y aumento en la eficiencia del puesto de trabajo. Este avance técnico responde a una necesidad real de la planta, optimizando una tarea que anteriormente dependía de la percepción individual. Además, se fortalece la estandarización de procesos en entornos con bajo nivel de automatización. La experiencia adquirida en este desarrollo abre la posibilidad de replicar la solución en otros modelos de vehículos. Así mismo, contribuye al bienestar del colaborador al reducir la carga visual y física en su labor diaria. Finalmente, el proyecto reafirma el papel de la manufactura aditiva como aliada estratégica en la mejora continua de procesos industriales.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Renault SOFASA es una empresa colombiana que comenzó a funcionar en 1969 y se encarga de armar carros de la marca Renault. Fue la primera en fabricar el modelo Renault Logan en América. Actualmente, se producen modelos como el Renault Clio, Sandero y Duster. Antes también ensamblaba camionetas Toyota y camiones Daihatsu que se enviaban a otros países. Hoy en día, Renault es el único dueño de la empresa, que sigue teniendo presencia en varios países de Latinoamérica (Renault, s. f.).

Inicialmente, Renault Sofasa se dedicaba exclusivamente a la fabricación de vehículos de la marca Renault. Con el paso de los años, y como una gran oportunidad para la industria automotriz colombiana, Toyota se unió a esta planta, marcando un hito en el futuro de Renault Sofasa. Esta alianza permitió la transferencia de conocimiento mediante la implementación de buenas prácticas japonesas, las cuales siguen vigentes hoy en día (Renault, s. f.).

La planta apoyó un papel clave en la producción de la Toyota Prado, un modelo que, en su momento, solo se fabricaba en tres plantas a nivel mundial. En Colombia, su producción se llevó a cabo entre 1998 y 2008, consolidando así la relevancia de esta planta en el ámbito internacional (Renault, s. f.).

Actualmente, la marca busca reducir su huella de carbono mediante el desarrollo de motores más eficientes y menos contaminantes que los modelos anteriores. Además, está innovando en el uso de materiales sostenibles, como plásticos derivados de la cáscara de cacao. Este material, procesado adecuadamente, se utiliza en la fabricación de piezas no visibles del vehículo, pero que cumplen con altos estándares de resistencia y funcionalidad, abriendo así el camino hacia una movilidad más sostenible.

Además, la planta cuenta con un sistema avanzado de tratamiento de aguas residuales, el cual permite purificar el agua utilizada durante el proceso industrial. Una vez tratada, el agua alcanza niveles de potabilidad que permiten su reincorporación segura al proceso productivo, cerrando el ciclo del agua y reduciendo significativamente el impacto ambiental. Esta práctica no solo optimiza el uso de recursos hídricos, sino que también refuerza el compromiso de la empresa con la sostenibilidad y la eficiencia operativa.

En la planta de Renault Sofasa, ubicada en Envigado, Medellín, Colombia, más específicamente en la línea de ensamble, se realiza la operación de instalación de los monogramas en las carrocerías de los vehículos Duster, en particular el monograma TCE, el cual, va ubicado en la parte trasera del carro e indica que el carro posee un motor turbo; este monograma va ubicado en la parte inferior del portón del vehículo. Este vehículo cuenta con 3 tipos de monogramas en la parte posterior. los monogramas nos

ayudan con la identificación del tipo de vehículo se puede definir un monograma en el ámbito automotriz un monograma se refiere a un emblema o distintivo ubicado generalmente en la parte trasera del vehículo, que permite identificar el modelo, la versión o la generación del automóvil. Estos elementos poseen características específicas en cuanto a forma, tamaño y apariencia, lo que facilita su detección mediante técnicas de visión artificial y clasificación automática (Car emblems, s. f.).

La Ubicación de los monogramas se lleva a cabo de forma manual y no se cuenta con un dispositivo que ayude al Colaborador a realizarla, como resultado, el Colaborador posiciona el monograma según su propio criterio, tratando de ubicarlo en el lugar que considere más adecuado, el cual, va ubicado en la parte inferior del portón del vehículo.

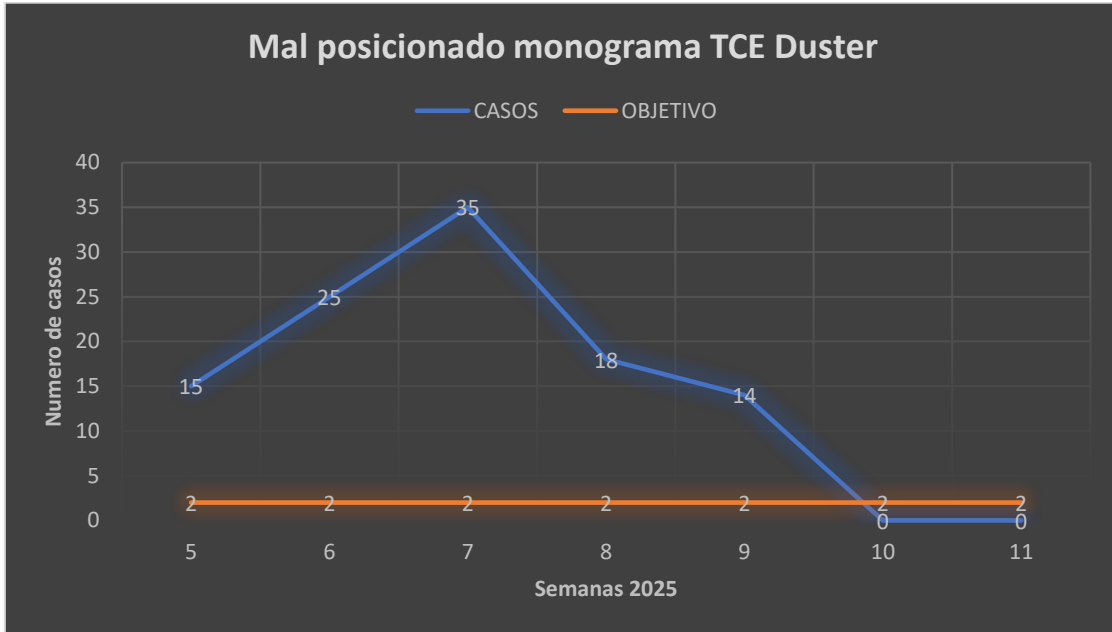
Figura 1 Vehículo Duster



Nota: Vehículo Duster en área de recuperación sin monograma

Debido a la falta de estandarización, se generan reprocesos y un consumo adicional de monogramas, ya que, al intentar corregir su ubicación, estos se degradan y deben ser reemplazados por nuevos. Este dispositivo no se había implementado anteriormente debido al alto costo de desarrollo e implementación por parte de un proveedor.

Figura 2 Número de monogramas mal posicionados en diferentes semanas



Nota: La gráfica se realizar a partir de los datos Del Área de Recuperación calidad

En la Figura 1 podemos observar una ventana temporal de 9 semanas, donde se identifica que entre las semanas 5 y 7 se presentó un aumento significativo de casos, alcanzando un pico de 35 en la semana 7.

Dada la información anterior, se fórmula la pregunta problematizadora, ¿Es posible elaborar un dispositivo 3D para el posicionamiento de monogramas en vehículos Duster?

## **1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un dispositivo en 3D para el posicionamiento de monogramas en vehículos DUSTER en la empresa RENAULT SOFASA.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un dispositivo en 3D para el posicionamiento de monogramas en vehículos Duster en la empresa Renault Sofasa.
- Implementar el dispositivo en la línea de ensamble de vehículos Duster en la empresa Renault Sofasa.
- Evaluar el rendimiento del dispositivo mediante pruebas piloto en la línea de ensamble de vehículos Duster en la empresa Renault Sofasa.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La planta de Renault Sofasa, ubicada en Envigado, Medellín, es una de las plantas automotrices del Grupo Renault en América Latina. Aunque cuenta con un 20% de automatización en sus procesos, esta automatización se concentra principalmente en el taller de soldadura. En esta área, mediante el uso de robots como el BM30 y diferentes matrices, se realiza la unión de componentes estructurales como los laterales, el piso y el techo de los vehículos, así como los cajones de las puertas, el capó y el portón.

Sin embargo, en el taller de ensamble, donde se enfoca este proyecto, los procesos continúan siendo completamente manuales. Cada actividad depende directamente de la habilidad y criterio de los Colaboradores, incluyendo tareas como la instalación de monogramas en los vehículos. Esta realidad genera ciertos desafíos relacionados con la precisión, la ergonomía y la estandarización del trabajo.

Uno de los principales retos que enfrenta la planta es la limitación de espacio. Al tratarse de una instalación construida hace varias décadas, el tamaño del predio adquirido originalmente no fue amplio, lo que hoy dificulta la implementación de nuevos sistemas automatizados o la instalación de matrices robotizadas en otras áreas de producción. Además, al ser la planta más pequeña del Grupo Renault a nivel global, las inversiones destinadas a infraestructura y tecnología suelen ser menores en comparación con otras plantas más grandes del grupo.

Este contexto de baja automatización y limitaciones físicas influye directamente en la calidad del producto final. Los principales indicadores de calidad utilizados en la planta como el DPU (número de defectos por unidad que no pueden ser corregidos dentro del proceso productivo), el STR (tiempo de recuperación por fuera del proceso) y el número de reclamaciones de clientes después de los primeros tres meses de entrega muestran áreas de oportunidad importantes. Por ejemplo, errores en el posicionamiento de los monogramas generan reprocesos, consumen recursos adicionales y, en casos graves, pueden impactar la satisfacción del cliente final.

Figura 3 Informe DPU

Cant Veh				
BBB	B52	L52	HJD	
51	14	9	32	
	DPU IN ENS	DPU OFF	DPU IN PINT	DPU IN SOLD
BBB	4,27	1,35	13,51	7,13
VS	3,09	0,89	11,33	6,05

DPU OFF: 1,11		CASOS	
DEFECTO	TA	Total general	
BBB PRESENCIA DE AGUA (ORIGEN INDETERMINADO INTERIOR BAUL	4	4	
BBB SOBRESALE PARACHOQUES / ADI	3	3	
BBB FALTA FLUIDO DE AIRE ACONDICIONADO	3	3	
HJD SOBRESALE PARACHOQUES / ADI	2	2	
BBB PRESENCIA DE AGUA (ORIGEN INDETERMINADO JUNTA DE PORTON	2	2	
BBB FUGA TUBERIAS DE AIRE	2	2	
HJD PRESENCIA DE AGUA (ORIGEN INDETERMINADO INTERIOR BAUL	2	2	
BBB FUNCIONAMIENTO INCOMPLETO CHAPA DE PDI	2	2	
B52 PRESENCIA DE AGUA (ORIGEN INDETERMINADO INTERIOR BAUL	1	1	
BBB NO FUNCIONA SURTIDOR DE LAVALUNETA	1	1	
HJD RAYAS PARACHOQUES TRASERO	1	1	
B52 RUIDO A LA MANIOBRA VIDRIO MOVIL DE PTD	1	1	
BBB RAYAS CARTER ASIENTO DI	1	1	
B52 SOBRESALE LAT. D.DE PARACHOQ. / ADD	1	1	
HJD FALTA OBTURADOR PISO BAJO CAJA	1	1	
BBB RAYAS MANDO INTERIOR DE PDD	1	1	
L52 PICO CAPOT	1	1	
BBB BANDA DECORATIVA DETERIORADA MARCO PTI.	1	1	
BBB PRESENCIA DE AGUA (ORIGEN INDETERMINADO GUARNECIDO DE PORTON	1	1	
BBB DEFECTO PEV DINAMICO CALCULADOR AIRBAG	1	1	

Nota: Informe del Pareto de defectos no recuperados en línea

De acuerdo con la figura 3, el informe DPU (Numero de defectos por vehículo) permite identificar y cuantificar los defectos detectados por vehículo durante el proceso de producción. Su objetivo es medir la calidad del producto final y detectar áreas críticas en talleres o referencias específicas, facilitando la toma de acciones correctivas para mejorar la eficiencia y reducir retrabajos.

En la Figura 4, se presentan los principales defectos identificados en el informe del DPU por el área de calidad en línea. Aunque el error de posicionamiento de monogramas no aparece entre los más frecuentes en esta gráfica, sí se ha detectado de forma constante en registros internos y en el área de recuperación. Por esta razón, el desarrollo del dispositivo propuesto en este proyecto busca anticiparse a ese tipo de defectos y contribuir a la mejora continua del proceso de ensamble.

Figura 4 TOP Defectos



Nota: Top de defectos capturados en el informe del DPU por el área de calidad en línea, Fuente Propia

La elaboración de un dispositivo de posicionamiento en 3D para la instalación de monogramas en los vehículos Duster surge como una respuesta concreta a estas necesidades. Este dispositivo busca estandarizar la ubicación de los monogramas, eliminando la variabilidad entre Colaboradores y reduciendo la probabilidad de errores. Además, se espera que mejore la ergonomía del puesto de trabajo, disminuyendo la carga cognitiva y el esfuerzo visual requerido, lo cual a su vez puede reducir la fatiga y los riesgos de errores asociados.

El desarrollo del dispositivo permitirá estandarizar el posicionamiento de los monogramas, eliminando la variabilidad introducida por el criterio individual de cada colaborador. Esto será especialmente útil en contextos de polivalencia, asegurando una ubicación precisa y uniforme, sin importar quién realice la operación, además, debido a que en cada recuperación se debe hacer un cambio de monograma, estamos utilizando más recursos de lo planeado, generando un posible agotamiento de piezas.



Con la implementación del dispositivo, se espera reducir la carga cognitiva del Colaborador al eliminar la necesidad de juicio subjetivo sobre la ubicación del monograma. El dispositivo proporciona una guía física clara, mejorando así la ergonomía del proceso y disminuyendo la probabilidad de errores por fatiga o falta de precisión visual.

### **3. MARCO CONTEXTUAL**

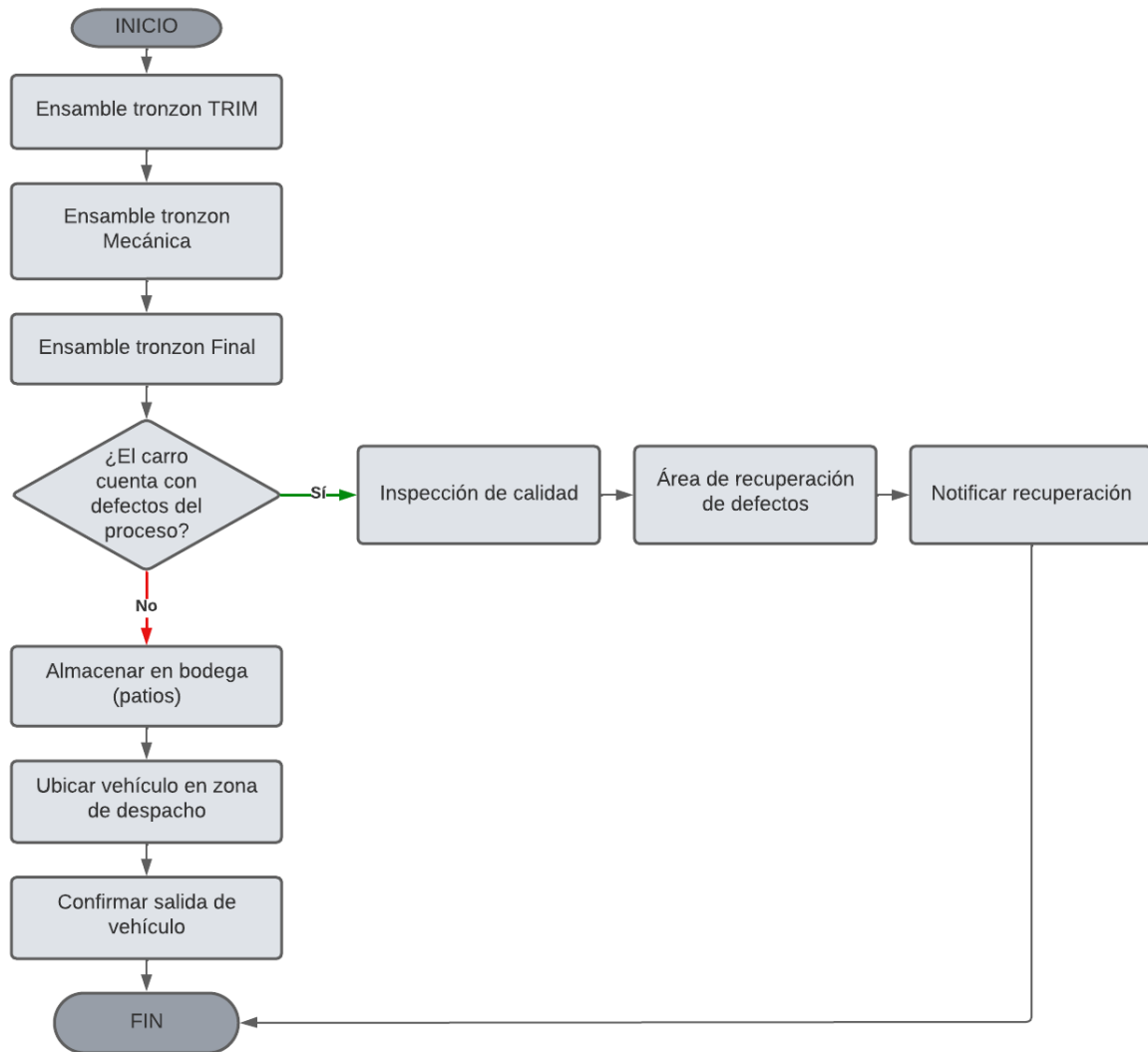
La empresa Renault Sofasa, en sus inicios, fue una planta que comprendía dos marcas: Toyota y Renault. En ella, compartían información y línea de producción. Cuando Toyota salió del país, el Grupo Renault adquirió toda la planta (Renault, s. f.).

En el país han pasado muchas ensambladoras, como Mazda, Chevrolet, Toyota, Hino y Renault. Actualmente, en el año 2025, Sofasa es la única ensambladora de carros activa en el país (Renault, s. f.).

En la planta de Renault Sofasa, se cuenta con tres talleres: Soldadura, Pintura y Ensamblaje. Todo empieza con el estampado de la lámina, la cual llega lista al área de soldadura, donde se encargan de unificar los diferentes componentes que comprenden ya sea una puerta, un portón o un capó. Para más adelante, hacer de esto un ensamble completo, uniéndolo a la base, a la superestructura, la cual podría ser llamada también como cabina. En el taller de soldadura, se encuentran la mayoría de los procesos automatizados, ya que diferentes máquinas y matrices son las encargadas de unir todas las piezas que conlleva una cabina, para garantizar la perfección de la geometría del vehículo final (Renault, s. f.).

En la Figura 5 se muestra el flujograma del proceso en el taller de ensamble de Renault Sofasa. Este diagrama detalla las etapas principales del proceso, comenzando por el ensamble en los tronzones Trim, Mecánica y Final, seguido por la inspección de calidad. En caso de encontrarse defectos, el vehículo es enviado al área de recuperación para su ajuste. Si cumple con los requisitos, es almacenado y posteriormente ubicado en la zona de despacho. Este flujo refleja el compromiso de la planta con la calidad y la mejora continua.

Figura 5 Flujograma de proceso



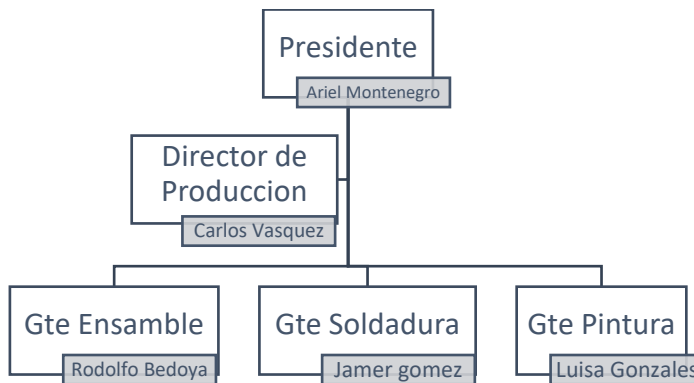
Nota: flujograma del taller de ensamble

En el taller de ensamble de Renault Sofasa, el proceso inicia con el armado del vehículo en tres etapas: ensamble de Trim, ensamble mecánico y ensamble final. Una vez completadas, se verifica que el vehículo cuente con todas las piezas requeridas.

Si cumple con los requisitos, pasa a una inspección de calidad; de lo contrario, se gestiona su corrección. Si durante la inspección se detectan defectos, el vehículo es enviado al área de recuperación para ser ajustado. Posteriormente, los vehículos que cumplen con los estándares de calidad son almacenados o ubicados en el área de despacho, donde se confirma su salida para continuar su camino hacia el cliente. Este proceso refleja el compromiso de la planta con la calidad y la mejora continua en cada etapa de producción

En la Figura 6 se muestra el organigrama de Renault Sofasa, donde se puede ver cómo está organizada la planta en cuanto a sus líderes principales. En la parte superior está el presidente, seguido por el director de producción, y luego los gerentes de los tres talleres: ensamble, soldadura y pintura. Esta estructura ayuda a entender quiénes son los responsables de cada área y cómo se distribuyen las funciones dentro de la planta.

Figura 6 Organigrama Renault SOFASA



Nota: Organigrama Renault Sofasa y los principales gerentes de los 3 Talleres

En la Figura 7 se puede observar el taller de soldadura de Renault Sofasa, específicamente el tronzón de base rodante. En esta área se unen varias partes estructurales del vehículo, como el piso y los laterales, utilizando maquinaria especializada. Este proceso es clave para asegurar que la estructura del vehículo quede firme y bien alineada desde las primeras etapas del ensamble.

Figura 7 Taller de Soldadura



Nota: Taller de soldadura Tronzón de base rodante, Fuente propia

Luego, en el taller de pintura, que recibe el proceso de soldadura, se realiza el proceso de cataforesis, el cual es el encargado de que la lámina del carro no se oxide con el tiempo, garantizando que la estructura del vehículo perdure. También, Sofasa realiza el proceso de cataforesis a diferentes partes del vehículo que están expuestas al óxido, como cunas de motor, entre otras piezas. Además, el área de pintura se encarga de realizar el proceso de mastic de la cabina, el cual podríamos traducirlo como impermeabilizar todas estas uniones de lámina por donde el agua se podría filtrar en el carro, y, por último, se realiza el proceso de pintado de la cabina y posteriormente el proceso de horneado de las cabinas.

Posterior de esto, el taller de ensamble recibe el producto de pintura, el cual son las cabinas ya listas para ensamblarles sus diferentes componentes, que al final de todo su proceso terminan con el producto final. El taller de ensamble está dividido en tres tronzones, los cuales son: Trim, Mecánica y Final. Cada tronzón está dirigido por un jefe de unidad, el cual es el encargado de formar a los Colaboradores, velar por la calidad del producto en su tronzón y de entregar al siguiente tronzón el producto listo para sus siguientes operaciones. En el taller de ensamble, el vehículo Duster es el que más conlleva operaciones, por lo cual no pueden pasar más de dos cabinas seguidas de Duster, ya que tiene tantas operaciones que podríamos generar cuellos de botella o paros de línea, ya que los Colaboradores no alcanzarían a estar dentro del tiempo de ciclo para proceder con los vehículos que vienen detrás. Cada vehículo tiene su hoja de vida, que dentro de la empresa se conoce como la OFI, en la cual contiene todas las especificaciones del vehículo.

En la Figura 8 se muestra el taller de ensamble en el tronzón de Trim. En esta parte del proceso se instalan varios componentes interiores del vehículo, como cableado, tableros y elementos de confort. Es una de las primeras etapas del ensamble final, y en ella participan varios colaboradores que trabajan en cadena para preparar la cabina antes de pasar al siguiente tronzón

Figura 8 Taller Ensamble

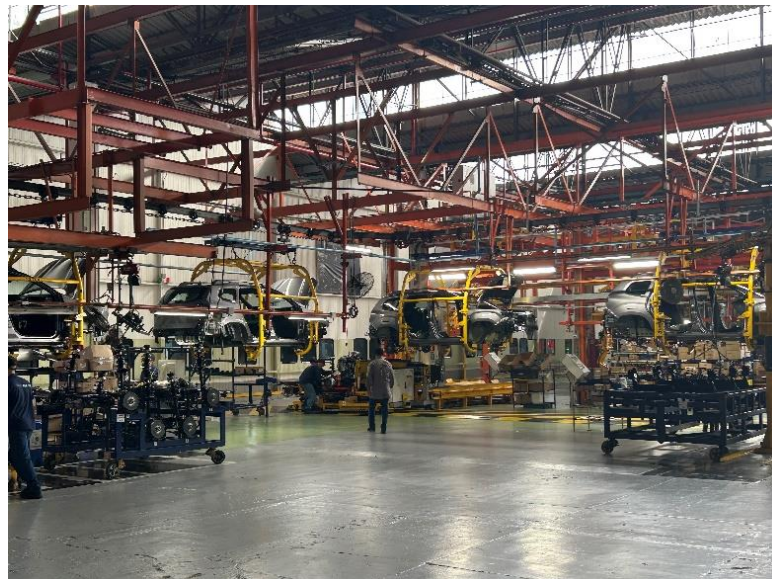


Nota: Taller de ensamble en el tronzón de Trim, Fuente Propia

El vehículo Duster 4X4 conlleva más operaciones que el 4X2, por lo cual no pueden pasar dos de este tipo de diversidad juntos, ya que el proceso de ensamble tiene 0% de automatización en sus procesos. Es muy importante la implementación de dispositivos que permitan a los Colaboradores hacer más fácil y más rápido cada uno de los procesos que tienen en sus puestos.

En la Figura 9 se observa el taller de ensamble en el tronzón de aérea. En esta etapa se integran partes importantes del vehículo como el motor y la suspensión, utilizando sistemas colgantes que permiten mover las cabinas por el aire. Este proceso facilita el acceso de los colaboradores a diferentes zonas del vehículo y mejora la organización del espacio en la línea de producción.

Figura 9 Taller Ensamble



Nota: Taller de ensamble en el Tronzón de aérea, Fuente propia

Por consiguiente de que el vehículo termina su ciclo por el taller de ensamble, el área de calidad termina haciendo un testeo por una pista, la cual simula diferentes entornos por los cuales el carro podría ser sometido en el día a día, como terrenos rizados, baches, lluvia, etc., para así garantizar que el vehículo sale de la fábrica hacia el cliente en las mejores condiciones y poder recuperar los defectos del vehículo dentro de la fábrica, y que no lleguen a la red de concesionarios con defectos



## 4. MARCO CONCEPTUAL

**4.1 Automatización industrial** La automatización industrial se puede entender como el proceso mediante el cual las tareas realizadas tradicionalmente por operadores humanos son sustituidas o complementadas por tecnologías, como sensores, sistemas de control y robots. Este avance busca optimizar la eficiencia de los procesos productivos, mejorar la calidad de los productos y minimizar la intervención humana directa en operaciones repetitivas o de alta precisión, tal como ocurre en la industria automotriz con el uso de robots de soldadura y matrices automatizadas para garantizar la consistencia en el ensamblaje de componentes (Acuña, 1990).

Además, la automatización permite no solo reducir costos de producción, sino también incrementar la seguridad y la productividad en las plantas industriales. A pesar de que existen retos asociados a su implementación, como la necesidad de inversión inicial o la capacitación del personal, su adopción se considera un paso esencial para mejorar la competitividad de las organizaciones en un mercado cada vez más exigente (Acuña, 1990).

**4.1.2 Sistemas de control** En el contexto de la automatización industrial, los sistemas de control representan una pieza clave para lograr la supervisión y regulación eficiente de los procesos productivos. Estos sistemas permiten mantener las variables del proceso dentro de los límites deseados, asegurando calidad, seguridad y continuidad operativa. Entre los más utilizados se encuentran los controladores lógicos programables (PLC), los sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y los sensores que capturan información del entorno. La correcta implementación de estos mecanismos facilita la integración entre máquinas, equipos y software, permitiendo una respuesta inmediata ante cualquier desviación del proceso. Su adopción ha demostrado ser una herramienta estratégica para reducir errores humanos, mejorar la eficiencia energética y aumentar la productividad en las líneas de ensamblaje.

Según Acuña (1990), “los sistemas de control automatizados sustituyen las decisiones humanas por instrucciones programadas que se ejecutan de forma precisa, garantizando la estandarización del proceso y la reducción del margen de error” (p. 12). Esta afirmación destaca el papel fundamental que tienen estas tecnologías en entornos donde la repetibilidad y la precisión son determinantes, como ocurre en la industria automotriz. En este sector, los sistemas de control se integran con tecnologías como la visión artificial o la robótica para optimizar tareas como la soldadura, el montaje de componentes o la inspección final del producto. Su aplicación no solo mejora los indicadores de calidad, sino que también permite adaptar rápidamente la producción a nuevas referencias, contribuyendo a una mayor flexibilidad y competitividad empresarial.

**5.2 Manufactura aditiva (impresión 3D)** La manufactura aditiva es una tecnología de producción que permite crear piezas físicas a partir de modelos digitales, agregando material capa por capa. Esta técnica ofrece grandes ventajas para el desarrollo y la innovación de productos, ya que posibilita la fabricación directa de componentes con geometrías complejas y un uso eficiente de materiales. Gracias a su flexibilidad, resulta ideal para prototipado rápido y para procesos de producción personalizados en sectores como la industria automotriz, donde se busca optimizar tiempos y reducir costos de manufactura (González-Sosa & García-Carranco, 2023).

Además, la impresión 3D facilita la fabricación de estructuras tanto homogéneas como heterogéneas, disminuyendo el consumo energético comparado con métodos tradicionales. Para garantizar buenos resultados, es fundamental controlar parámetros como el espesor de capa, la densidad de relleno, la temperatura de impresión y la velocidad de deposición. Una adecuada gestión de estos factores permite obtener piezas de alta calidad y refuerza el potencial de la manufactura aditiva como una herramienta estratégica en la optimización de procesos industriales (González-Sosa & García-Carranco, 2023).

**5.2.1 Tipos de impresión 3D** La impresión 3D se ha convertido en una de las tecnologías más versátiles en la fabricación actual gracias a la variedad de métodos disponibles para construir objetos capa por capa. Entre los tipos más comunes se encuentran la extrusión de material (FDM), la fotopolimerización (SLA), el sinterizado selectivo por láser (SLS) y el sistema Polyjet. Cada una de estas tecnologías utiliza una forma distinta de materia prima (filamento, polvo o resina líquida) y un tipo diferente de energía (calor, láser o luz ultravioleta) para solidificar el material. Esto permite que las piezas resultantes tengan propiedades específicas dependiendo del método usado, como mayor resistencia, flexibilidad o precisión.

Tal como señalan León, Marcos-Fernández y Rodríguez (2019), estas tecnologías varían entre ellas dependiendo del estado del material (fundido, líquido), forma de la materia prima (filamento, polvo o resina líquida) o el tipo de energía utilizada (calor, luz)". Esta diversidad de enfoques permite adaptar la impresión 3D a múltiples aplicaciones industriales, desde prototipos hasta productos finales. Además, la elección del tipo de impresión depende en gran parte del material que se desea utilizar y del resultado que se espera obtener, lo que convierte a esta tecnología en una herramienta flexible y estratégica para el diseño y la producción.



**5.2.2 Tipos de materiales de impresión 3D** En el desarrollo de piezas mediante impresión 3D, los materiales juegan un papel esencial, ya que influyen directamente en el rendimiento, la resistencia y la precisión de los productos fabricados. Los más utilizados en la actualidad son los plásticos termofusibles, como el PLA, el ABS, el PETG y el TPU, que se presentan en forma de filamentos para impresoras FDM. Otros métodos como la estereolitografía utilizan resinas líquidas, mientras que el sinterizado selectivo trabaja con materiales en polvo. La elección del tipo de materia prima está estrechamente relacionada con las características técnicas deseadas en la pieza final, como su rigidez, flexibilidad o nivel de detalle.

Como lo mencionan León, Marcos-Fernández y Rodríguez (2019), “hoy en día se usa una amplia variedad de materiales que van desde termoplásticos o fotopolímeros a cerámicos o polvo metálico”. Esta diversidad ha permitido que la impresión 3D sea adoptada en distintos sectores productivos gracias a su capacidad de adaptación. En particular, los materiales flexibles como el TPU son ideales para fabricar componentes que requieren elasticidad y resistencia al desgaste. La selección del material dependerá de factores como el tipo de impresora, el diseño del objeto, el uso previsto y los requisitos técnicos del proceso.

**5.3 Monograma automotriz** Dentro de la industria automotriz, los monogramas son elementos visuales que representan de manera simbólica la identidad de cada vehículo y su fabricante. Estas insignias han evolucionado hacia diseños más simples y minimalistas, en respuesta a la transición del sector hacia energías limpias y nuevas tecnologías. Muchas marcas optan por rediseñar sus monogramas buscando transmitir valores como modernidad, transparencia y eficiencia, al tiempo que evocan una conexión emocional con su legado histórico (Carcavilla Puey, 2021).

Hoy en día, algunos fabricantes de automóviles han encontrado en sus monogramas una poderosa herramienta para reforzar su autenticidad y diferenciarse en un mercado saturado. Al reinterpretar símbolos clásicos del pasado, consiguen mantener viva su herencia mientras se adaptan a los retos del futuro eléctrico. Esta tendencia refleja una estrategia de branding emocional, donde el diseño del monograma no solo identifica al vehículo, sino que también conecta con la nostalgia y los valores tradicionales de la marca (Carcavilla Puey, 2021).

**5.3.1 Dispositivos de posicionamiento** En el contexto de procesos de manufactura e impresión, los dispositivos de posicionamiento son fundamentales para asegurar la correcta ubicación de componentes o piezas durante su fabricación. Estos dispositivos permiten fijar elementos de manera precisa, reduciendo la probabilidad de errores y optimizando el flujo de trabajo. Al igual que en el desarrollo de dispositivos microfluídicos,

donde la geometría de los canales debe respetarse con exactitud, en la industria automotriz el posicionamiento adecuado garantiza la correcta instalación de componentes críticos como los monogramas, mejorando la calidad del producto final (Platero Dueñas, 2023).

Además, para lograr una producción de alta precisión, es necesario considerar desde el diseño mismo de los dispositivos de posicionamiento, hasta su integración en el proceso productivo. La experiencia en impresión 3D por estereolitografía, como la aplicada en la fabricación de chips microfluídicos, muestra que pequeños desajustes pueden generar defectos relevantes. Por ello, en líneas de ensamblaje automotriz, la implementación de dispositivos de posicionamiento bien diseñados es esencial para mantener estándares de calidad elevados y reducir la variabilidad entre unidades producidas (Platero Dueñas, 2023).

**5.4 Indicadores de calidad en la industria automotriz** En los procesos de manufactura automotriz, medir la calidad y la productividad no solo es útil, sino esencial para garantizar la mejora continua. Los indicadores permiten entender con precisión cómo se comportan los procesos, identificando variaciones y oportunidades de mejora. Instrumentos como el DPU (Defectos por Unidad) ayudan a visualizar cuántos errores se presentan en una producción estándar, mientras que indicadores como el STR (Straight Time Recovery) permiten conocer el tiempo necesario para corregir productos fuera de especificación, aportando datos clave para optimizar la eficiencia del sistema productivo (Rodríguez & Gómez Bravo, 1991).

Además, gestionar reclamaciones de clientes postventa representa una medición crítica de la percepción de calidad real del usuario. Analizar estas reclamaciones ayuda no solo a corregir fallos individuales, sino a identificar patrones sistémicos que requieren ajustes en los procesos de manufactura, mejorando de manera integral el producto final y fortaleciendo la confianza del cliente en la marca (Rodríguez & Gómez Bravo, 1991).

Un uso adecuado de los indicadores permite a las empresas anticiparse a los problemas antes de que escalen, planificando mejoras continuas y optimizando los recursos. De esta manera, se logra un enfoque de gestión basado en datos objetivos, alejándose de decisiones improvisadas y contribuyendo a la consolidación de estándares de calidad que sostengan la competitividad de la organización a largo plazo (Rodríguez & Gómez Bravo, 1991).

En la industria automotriz moderna, donde los ciclos de producción son cada vez más ágiles y la personalización del producto es clave, utilizar correctamente los indicadores de calidad asegura no solo la eficiencia del proceso, sino también la satisfacción y fidelización del cliente. Cada dato recolectado a través de estos indicadores se convierte

en una oportunidad estratégica para diferenciarse en el mercado y garantizar la excelencia operativa.

**5.4.1 Conceptos de calidad en la industria automotriz** En el sector automotriz, la calidad no solo se trata de que los productos cumplan con ciertas medidas o características. También se espera que estos funcionen bien, duren lo necesario y que el cliente quede satisfecho con lo que recibe. Por eso, no basta con que una pieza esté bien fabricada, también debe cumplir su propósito y no generar problemas en el uso diario.

En esta misma línea, Rodríguez y Gómez Bravo (1991) explican que conocer bien cómo trabajan los procesos dentro de una empresa es muy importante para poder mejorar lo que se hace. Para ellos, medir lo que ocurre en las diferentes áreas no es algo opcional, sino necesario para tomar buenas decisiones. Si no se miden las cosas, es difícil saber qué está fallando o qué se puede hacer mejor.

Además, los autores mencionan que no se puede depender solo de lo que las personas creen o suponen, sino que las decisiones deben apoyarse en datos claros y confiables. En una industria como la automotriz, donde los errores pueden causar altos costos o afectar la imagen de la marca, tener esta información ayuda a prevenir problemas y a mejorar cada día más lo que se produce.

**5.4.2 Principales indicadores utilizados** Las empresas necesitan formas de saber si lo que están haciendo está bien o si hay algo que se puede mejorar. Para esto se usan ciertos datos o medidas que muestran cómo va el trabajo. A estos se les llama indicadores, y son muy útiles para revisar el estado de las actividades día a día.

Por ejemplo, uno de los indicadores más comunes es la cantidad de errores o fallas que tiene un producto. Si en una fábrica se ensamblan 100 carros en un día y 5 salen con algún defecto, ese número ayuda a saber si todo va bien o si se necesita hacer ajustes.

Otro indicador es el que mide si el trabajo se hace bien a la primera, sin tener que repetirlo. Esto es importante porque, si hay que rehacer las cosas, se pierde tiempo y dinero. También se pueden usar medidas para saber cuánto tiempo se tarda en arreglar un error, o cuántas quejas han llegado por parte de los clientes.

En la industria automotriz, estos indicadores son muy importantes porque cualquier error puede afectar la seguridad, la imagen de la marca o generar gastos adicionales. Por eso, revisar estos números de manera frecuente ayuda a tomar decisiones a tiempo y a evitar problemas más grandes.

## **5.5 Ergonomía industrial**

La ergonomía industrial se centra en diseñar ambientes de trabajo que se adapten a las capacidades físicas y cognitivas de los trabajadores, buscando optimizar su bienestar y desempeño. En el sector automotriz, donde las tareas repetitivas y el esfuerzo físico son constantes, implementar programas de ergonomía ayuda a prevenir lesiones musculoesqueléticas y mejorar la eficiencia de los procesos productivos. Además, un ambiente ergonómico impacta positivamente en la satisfacción laboral, lo que a su vez repercute en mejores índices de calidad y productividad (Ramos Rodríguez & Maldonado, 2022).

Desde la perspectiva del trabajador, la ergonomía se valora como un elemento que promueve la seguridad, la comodidad y la disminución de la fatiga física. Para las organizaciones, estos beneficios se traducen en la reducción de accidentes laborales, menor rotación de personal y una mejora sustancial en el cumplimiento de estándares de calidad. Un correcto diseño ergonómico no solo busca minimizar riesgos, sino también potenciar la motivación de los colaboradores, generando un entorno de trabajo más saludable y sostenible en el tiempo (Ramos Rodríguez & Maldonado, 2022).

La validación de programas de ergonomía, a través de instrumentos de medición confiables como el cuestionario desarrollado en Ciudad Juárez, es clave para entender el impacto real de estas prácticas. Los datos recopilados permiten establecer relaciones causales entre las mejoras ergonómicas y los resultados productivos, aportando evidencia para justificar nuevas inversiones en este campo. En la industria automotriz, fortalecer la ergonomía no solo es una cuestión de cumplimiento legal, sino también una estrategia competitiva que mejora la calidad del producto final (Ramos Rodríguez & Maldonado, 2022).

### **5.5.1 Principios de economía del movimiento**

Cuando una persona realiza una tarea muchas veces durante su jornada, es importante que esa tarea se haga de forma sencilla, rápida y sin causar cansancio. Los principios de economía de movimientos ayudan a lograrlo, ya que están pensados para que las personas trabajen con menos esfuerzo físico y con mayor comodidad.

Alba Covelo Villar y Arturo Barba Pingarrón (2016) señalan que estos principios se basan en tres aspectos clave: el uso del cuerpo humano, la organización del área de trabajo y el diseño de las herramientas. Según los autores, cuando se siguen estos principios, se pueden reducir los movimientos innecesarios, evitar posiciones incómodas y mejorar la forma en que se realizan las tareas.

Por ejemplo, uno de los principios más importantes es que las dos manos trabajen al mismo tiempo y de manera coordinada. También se recomienda que los materiales o herramientas estén al alcance, para que el trabajador no tenga que caminar, agacharse o girar constantemente. Alba y Barba (2016) explican que, al organizar bien el espacio y usar el cuerpo de manera eficiente, se logra una gran mejora en el tiempo y la calidad del trabajo realizado.

### **5.5.2 Posturas de trabajo y prevención de fatiga**

Cuando una persona trabaja durante muchas horas seguidas, su cuerpo empieza a sentirse cansado. Si la posición en la que hace su tarea no es buena, pueden aparecer dolores en la espalda, el cuello o las muñecas. Esto puede afectar tanto la salud de la persona como la calidad del trabajo que realiza.

Alba Covelo Villar y Arturo Barba Pingarrón (2016) explican que una buena postura ayuda a que el cuerpo esté relajado y a que se pueda trabajar por más tiempo sin molestias. También dicen que, si el puesto de trabajo está bien organizado, el trabajador no tiene que forzarse tanto ni hacer movimientos incómodos. Por ejemplo, si las manos están a la altura correcta, si no hay que agacharse tanto o si no es necesario mirar hacia abajo por mucho tiempo, el cuerpo se cansa menos.

## **6. METODOLOGÍA**

Este proyecto se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, ya que busca analizar y detallar cómo la implementación de un dispositivo de posicionamiento en 3D mejora las condiciones de calidad y ergonomía en el proceso de instalación de monogramas en la línea de ensamble de vehículos Duster en Renault Sofasa. El enfoque descriptivo permite identificar y comprender las características actuales del proceso, así como los cambios generados a partir de la intervención propuesta.

Además, se trata de un proyecto con alcance mixto, al combinar herramientas cualitativas y cuantitativas. Desde la perspectiva cualitativa, se evaluará el impacto ergonómico en el puesto de trabajo, considerando la experiencia del Colaborador y su percepción sobre la facilidad, precisión y comodidad durante la operación. Desde el componente cuantitativo, se medirá el indicador de gastos evitados, calculando el ahorro económico al desarrollar el dispositivo internamente, sin recurrir a proveedores externos, y analizando la reducción de reprocesos y el consumo de monogramas defectuosos.

## **Etapa 1 Diseño de dispositivo para el posicionamiento de monograma TCE**

La etapa inicia con la idea del dispositivo. Se busca que sea cómodo, preciso y que encaje bien en el carro. Para eso, se estudia la parte donde se va a instalar y se realizan varias iteraciones hasta lograr un modelo que funcione bien.

### **Actividades:**

- Recolección del modelo 3D de la cabina del vehículo Duster.
- Identificación geométrica del portón trasero para asegurar compatibilidad del dispositivo.
- Diseño de prototipo del dispositivo, garantizando sujeción firme, bordes redondeados y ausencia de aristas filosas.

### **Resultado esperado:**

Diseño funcional y ergonómico de un dispositivo de posicionamiento que se ajuste con precisión al portón trasero del vehículo, evitando errores en la ubicación del monograma.

### **Herramientas o técnicas utilizadas:**

- Software de diseño CAD fusión 360
- Revisión técnica del diseño con personal del área de ingeniería.
- Impresión 3D de prototipos para validación.

## **Etapa 2 Implementación del dispositivo para el posicionamiento de monograma TCE**

Una vez creado el dispositivo, se pone en práctica. Se le enseña al Colaborador cómo usarlo y se observa cómo le va en su puesto. Durante este periodo, también se recopilan sus observaciones con el fin de identificar oportunidades de mejora y realizar los ajustes necesarios al dispositivo o al procedimiento.

### **Actividades:**

- Formación del Colaborador en tres etapas: explicación teórica del funcionamiento, práctica asistida y ejecución independiente supervisada.
- Acompañamiento continuo con el Colaborador para realizar ajustes en tiempo real.
- Retroalimentación del Colaborador sobre facilidad de uso, comprensión y precisión del dispositivo.
- Estandarización en el proceso

### **Resultado esperado:**

- Dispositivo completamente funcional e integrado en el puesto de trabajo, con el Colaborador capacitado y adaptado a su uso.

**Herramientas o técnicas utilizadas:**

- Manual o presentación de capacitación.
- Formato de retroalimentación o encuesta estructurada.
- Observación directa y registro de desempeño.

**Etapa 3 Evaluación del Dispositivo para el posicionamiento de monograma TCE**

En esta parte se revisan los resultados obtenidos. Se compara cómo era el trabajo antes y después del uso del dispositivo. También se analiza la retroalimentación del jefe de área y del trabajador, y se hacen los últimos ajustes si se necesitan.

**Actividades:**

- Recopilación de datos de desempeño del dispositivo durante su uso real en producción.
- Registro de errores de posicionamiento antes y después de la implementación.
- Recolección de propuestas de mejora directamente del Colaborador y líderes de calidad.
- ajuste del diseño final en función de las observaciones recibidas.

**Resultado esperado:**

- Validación del impacto positivo del dispositivo en términos de reducción de errores, mejora ergonómica y ahorro económico.
- Dispositivo final estandarizado e implementado de forma permanente en el puesto de trabajo.

**Herramientas o técnicas utilizadas:**

- Indicadores de calidad como DPU (número de defectos por vehículo)
- Registro de gastos evitados.
- Análisis comparativo antes y después de la intervención.

## 7. RESULTADOS

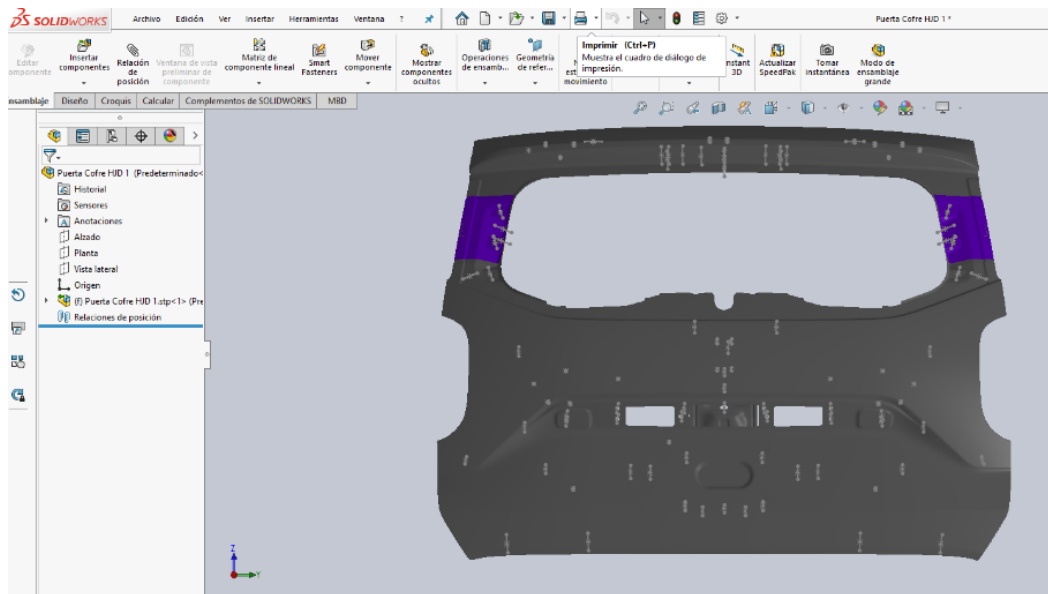
A continuación, se presentan los resultados de cada uno de los objetivos específicos

### 7.1. Diseño dispositivo para el posicionamiento de monograma TCE

Se realizó la recolección del modelo 3D del portón trasero del vehículo utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD), lo que permitió analizar con precisión las superficies disponibles para la sujeción del dispositivo. A partir de este análisis geométrico, se determinaron las zonas más adecuadas para la colocación de los imanes y pestañas de guía, garantizando un acople seguro y una ubicación precisa del monograma durante el proceso de instalación en línea.

En la Figura 10 se muestra el modelo 3D del portón trasero del vehículo Duster, elaborado en el software SolidWorks. Este diseño permitió analizar con detalle la geometría de la pieza y definir los puntos clave para adaptar el dispositivo de posicionamiento del monograma. Usar este modelo digital facilitó un trabajo más preciso y evitó la necesidad de escanear físicamente la pieza.

Figura 10 Porton 3D Duster



Nota: Portón Duster en Solidworks para realizar diseño con cabina, Fuente Propia

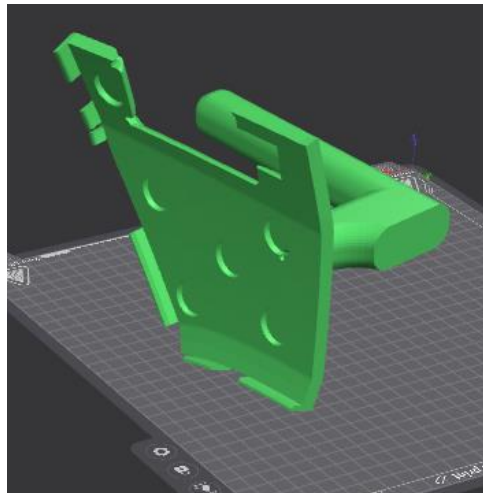


Cada pieza del vehículo cuenta con un número de referencia único. Gracias a este número, es posible buscar directamente la pieza en la plataforma de Renault, donde se encuentra almacenada toda su información, incluida su forma y dimensiones exactas.

Esto nos evitaría una etapa de ingeniería inversa, como escanear el portón, ya que podemos trabajar directamente con el modelo original. Esta pieza se conoce como *pieza perse* y se caracteriza por tener la geometría precisa sin errores o desviaciones del proceso de fabricación. Usar esta versión nos asegura que el dispositivo se diseñe con base en una geometría exacta y totalmente fiel a la pieza real del vehículo.

En la figura 11 se muestra la parte frontal del dispositivo diseñado para ubicar el monograma en el portón del vehículo. Se pueden ver los espacios donde van colocados los imanes, los cuales ayudan a que el dispositivo se mantenga firme durante su uso. También se identifica unas guías a los lados que evitan que el dispositivo se mueva, ayudando a que el monograma quede siempre en el lugar correcto.

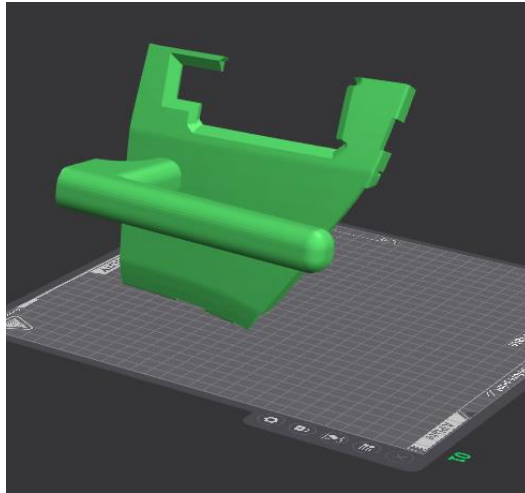
Figura 11 Diseño del prototipo Dispositivo para posicionar monograma TCE



Nota: Dispositivo para posicionar monograma TCE en placa de laminado de impresión 3D, Fuente Propia

Se observa en la figura 12 el dispositivo desde otro ángulo, que permite ver la parte trasera y de abajo. En esta vista se destacan mejor las partes que hacen contacto con el portón y que ayudan a que el dispositivo quede bien apoyado. Además, esta forma facilita que el Colaborador lo pueda colocar de manera rápida y cómoda, mejorando el tiempo de trabajo y la precisión del proceso.

Figura 12 Recolección del modelo 3D y análisis geométrico



Nota: Dispositivo para posicionar monograma TCE en placa de laminado de impresión 3D, Fuente Propia

Una característica importante en esta versión del prototipo es la incorporación de imanes. Estos fueron añadidos porque, durante la operación, el Colaborador debe hacer pequeños desplazamientos y ajustes del monograma antes de instalarlo, y luego aplicar presión con ambas manos para asegurar su fijación al portón. Gracias a los imanes, el dispositivo se mantiene fijo en su lugar durante todo este proceso, evitando que se deslice o se caiga. Esto le da al Colaborador mayor confianza, ya que no necesita preocuparse por sostener el dispositivo mientras realiza las demás tareas. En resumen, los imanes cumplen una función clave para asegurar la estabilidad del dispositivo y facilitar su uso sin interrumpir el ritmo de trabajo.

## **7.2. Implementación del dispositivo para el posicionamiento de monograma TCE**

- **Formación del Colaborador en tres etapas y Acompañamiento continuo**

La formación se realizó en tres etapas. A través de una demostración completa del uso del dispositivo, se explica su función y cómo se debe ubicar correctamente en el portón del vehículo. Se pasó a una etapa práctica junto al Colaborador, en la que realizaron juntos el proceso para aclarar dudas y asegurar que comprendiera cada paso. Finalmente, el Colaborador ejecutó la tarea de forma independiente, aplicando lo aprendido. Con este enfoque, se logró que el uso del dispositivo fuera claro, preciso y se integrara fácilmente al flujo de trabajo.

- 7.2.1. Primera etapa** Se le explicó con detalle al colaborador el propósito del dispositivo, su funcionamiento y la importancia que tenía para mejorar la calidad del proceso. Se le mostró cómo se coloca en el portón del vehículo, cuáles son las partes que debe alinear y los puntos clave que debe revisar antes de usarlo. Esta parte fue completamente explicativa; el colaborador solo observó mientras se realizaba la operación, y se resolvieron de inmediato todas las dudas que surgieron.
- 7.2.2. Segunda etapa** Se realizó la operación junto al colaborador. Se le permitió manipular el dispositivo mientras era guiado paso a paso. Se reforzaron detalles importantes como la posición correcta del dispositivo, la forma de asegurarse de que estuviera bien sujeto y cómo verificar que el monograma estuviera alineado. Esta parte resultó muy útil, ya que le brindó confianza para usar el dispositivo y corregir los errores que fueron apareciendo durante la práctica.
- 7.2.3. Tercera etapa** el colaborador realizó todo el proceso de forma autónoma. Fue acompañado durante la ejecución, pero sin recibir intervención directa, únicamente bajo observación. Esta fase permitió evaluar si realmente había comprendido cada paso y si era capaz de integrar el dispositivo en su rutina diaria sin dificultad. Al final, se evidenció que logró utilizarlo correctamente, con seguridad y dentro del tiempo normal de ciclo.

En la Figura 13 se muestra una de las etapas del proceso de formación al colaborador estándar del puesto de trabajo. Esta capacitación se realizó en tres fases: explicación teórica, práctica guiada y ejecución autónoma. La imagen evidencia el acompañamiento cercano y el enfoque práctico utilizado para asegurar que el colaborador comprendiera correctamente el uso del dispositivo de posicionamiento del monograma.

Figura 13 Formación con dispositivo



Nota: Formación en 3 Etapas con el colaborador estándar del puesto de trabajo; Fuente propia

- **Retroalimentación del Colaborador y jefe de unidad**

La efectividad del dispositivo implementado también ha sido reconocida por el jefe de unidad del área de ensamble, quien, mediante un correo electrónico, destacó que la mejoría en el proceso es notoria. Este tipo de retroalimentación directa por parte de líderes operativos refuerza el valor del proyecto, ya que evidencia que la intervención tuvo un impacto positivo tangible en la calidad del producto y en la eficiencia del puesto

de trabajo. Además, resalta el compromiso del equipo con la mejora continua y la rápida capacidad de respuesta ante las necesidades del proceso.

En la Figura 14 se presenta la ficha de operación del proceso, en la cual se documenta el uso del dispositivo de posicionamiento para la instalación del monograma. Esta ficha incluye las instrucciones detalladas, referencias del vehículo, herramientas específicas y puntos clave de colocación. Con esta estandarización se busca asegurar que todos los colaboradores sigan el mismo procedimiento, reduciendo errores y garantizando uniformidad en el resultado final.

- Estandarización del dispositivo

Figura 14 Ficha de operación proceso

Ficha Operación Proceso 'A'				Fecha	Aprobado por	Validado por	Emitido por
				10/09/20	UPEGUI Maria-		CASTANO Julian
				<b>Consumible</b>			
				Nombre LINGETTE IMP			
				Ref R100557111			
				Cantidad 1			
Temps ouverture /							
Met de vigil /							
<b>Herramienta específica V</b> Designation ROULETTE Referencia R100482623 Met de vigil SM-ADH-500				<b>Herramienta específica W</b> Designation GABARIT Referencia EB10013610 Met de vigil			
Veh. XJD N° F.E. F20810— Diversidad HJD/TR4X4/DECA11/ENPH01/SLNAVL HJD/TR4X4/ENPB01. HJD/ENPD01/H5H.				N° Plan de montaje Hoja de operación			
Modelo Pegar monograma 4WD-> Techroad/TCe en la puerta del maletero.				Página 1/2			
Nombre Ficha Operación Proceso				Número Ficha Operación Proceso			
L9101-XJD				Niv Prep Appr			
Modif RMET ENPD01				Modif RMTC			
Modif RMTC				Comentarios			
31/01/19				Fecha			

Nota: Estandarización de dispositivo en ficha de operación proceso, Fuente Propia

Para asegurar que el dispositivo se utilice siempre de la misma forma, se actualizó la ficha del puesto de trabajo incluyendo su uso paso a paso. En esta hoja se muestra claramente cómo debe colocarse el dispositivo, qué referencia de monograma aplicar y en qué modelos de vehículo. Esta información permite que cualquier Colaborador que tome el puesto pueda seguir el mismo método, garantizando uniformidad y reduciendo errores en el proceso.

### 7.3 Evaluación del Dispositivo para el posicionamiento de monograma TCE

En el informe actual, en la figura 15, no se evidencian casos de defectos relacionados con el mal posicionado del monograma en los vehículos HJD (Duster), lo cual representa una mejora frente al informe presentado en el planteamiento del problema, donde este defecto era recurrente. Esto indica que las acciones correctivas implementadas en esta área han sido efectivas.

Figura 15 Informe DPU

Cant Veh			
BBB	B52	L52	HJD
35	12	11	69
	DPU IN ENS	DPU OFF	DPU IN PINT
BBB	3,33	1,33	16,36
VS	2,38	0,77	10,76

DPU OFF: 0,92	CASOS	
DEFECTO	TA	Total general
HJD FUGA TUBERIAS DE AIRE	6	6
HJD FUGA AA TUBERIA DE ALTA VS SALIDA DE CONDENSA	5	5
HJD FALTA FLUIDO DE AIRE ACONDICIONADO	3	3
B52 DEFORMACION CHAPA CAPOT	3	3
L52 DEFORMACION CHAPA CAPOT	2	2
HJD MAL ADOPLADO JUNTA DE PARABRISAS	2	2
HJD DEFORMACION CHAPA TECHO	2	2
BBB DEFECTO PEV DINAMICO BOMBA DE DIRECCION ASISTADA	2	2
HJD RUIDO A LA MANIOBRA VIDRIO MOVIL DE PTI	2	2
BBB DEFECTO PEV DINAMICO FUNCION ABS	2	2
BBB RAKAS CARTER ASIENTO DD	2	2
BBB DEFORMACION CHAPA PORTON / STOP TI	2	2
HJD FUGA AA UNION DE LA BRIDA TUBERIA DE ALTA	2	2
BBB MANCHA LUNETAS TRAS. FUJA	2	2
BBB NO FUNCIONA SURTIDOR A CENTRAL DE LAVAPARABRISAS	2	2
HJD PRESENCIA DE AGUA (ORIGEN INDETERMINADO) JUNTA ENTRADA PTD	2	2
HJD MAL PLACADO TABLERO DE INSTRUMENTOS	1	1
HJD ENTRADA DE AGUA ALPOMBRA DE PISO TI	1	1
BBB DEFORMACION CHAPA PANO EXT DE PORTON	1	1
BBB DEPOSITO DE PARTICULAS DOBLADO BRANCARD DE TECHO D.	1	1

Nota: Informe del Pareto de defectos no recuperados en línea

Figura 16 TOP Defectos



Nota: Top de defectos capturados en el informe del DPU por el área de calidad en línea, Fuente Propia

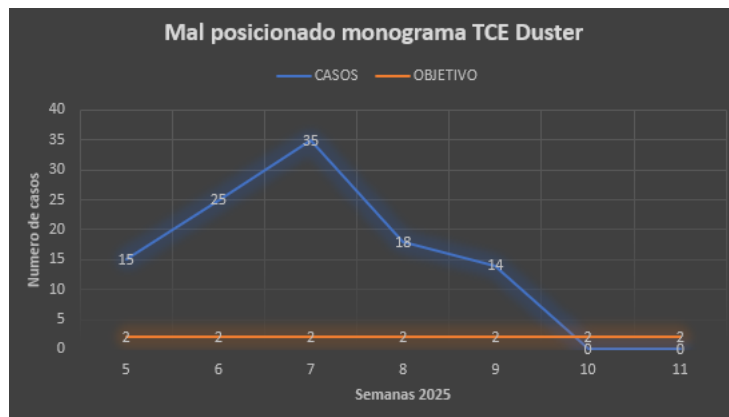
Como se muestra en la figura 16 el gráfico de “TOP Defectos” evidencia que el defecto más recurrente en la etapa OFF es la fuga en las tuberías de aire del modelo HJD, con un total de 6 casos, seguido por la falta de fluido de aire acondicionado y la deformación de chapa capot con 3 casos cada uno. La mayoría de los defectos se concentran en el modelo HJD, lo que indica una oportunidad de mejora específica en este vehículo. Además, hay varios defectos con baja frecuencia (1 o 2 casos) que, aunque no representan una tendencia crítica, deben mantenerse en seguimiento para evitar su recurrencia.

Se recibe la retroalimentación del jefe de unidad, quien observa mejoras en los indicadores de calidad, ya que su Tronzón es medido mediante el DPU, lo que permite evidenciar la disminución en las degradaciones. Además, se obtiene retroalimentación por parte del Colaborador, quien percibe una mejora significativa en su puesto de trabajo, especialmente en la reducción del tiempo de ciclo. Esto se debe a que la operación ha sido optimizada, logrando un proceso más eficiente y ágil, lo que contribuye tanto a la calidad como a la productividad.

- **Recopilación de datos**

En la Figura 17 se presenta una gráfica con el número de casos de monogramas mal posicionados durante varias semanas del año 2025. Se observa un aumento de errores entre las semanas 5 y 7, alcanzando un pico de 35 casos. A partir de la semana 10, cuando se implementó el dispositivo de posicionamiento, los errores disminuyen drásticamente, evidenciando el impacto positivo de la solución en la calidad del proceso.

Figura 17 casos luego de implementación



Nota: a partir de la semana 10 que se hizo la implementación se recolecta la información del progreso del dispositivo

Durante las nueve primeras semanas, se evidenció una variación importante en la cantidad de errores relacionados con el posicionamiento de los monogramas, siendo más notorio el incremento entre las semanas 5 y 7, donde se alcanzaron hasta 35 casos. Este comportamiento reflejaba la falta de estandarización en el proceso y la dependencia del criterio individual del Colaborador. No obstante, a partir de la semana 10, con la implementación del dispositivo de posicionamiento diseñado en impresión 3D, el problema fue erradicado, logrando un posicionamiento uniforme y preciso. Esta mejora permitió reducir los reprocesos y asegurar la calidad del producto final de manera sostenida.



- **Recolección de propuestas de mejora**

Durante la evaluación del dispositivo, se solicitó retroalimentación al jefe de unidad del área de ensamble con respecto a posibles ajustes o recomendaciones. Sin embargo, según lo expresado en su respuesta, no se identificaron propuestas de mejora, ya que la primera versión del dispositivo resultó eficaz y cumplió con los objetivos planteados. El mensaje recibido resalta que la mejora en el proceso fue notoria, lo que evidencia que el diseño inicial respondió adecuadamente a las necesidades del puesto de trabajo.

En las figuras 18 y 19 muestran el uso del dispositivo en la línea de trabajo. En la figura 17 se observa al Colaborador utilizando el dispositivo para ubicar correctamente el monograma en el portón del vehículo, lo cual facilita la tarea y asegura que siempre se coloque en el mismo lugar. En la figura 19 se puede ver el resultado final, donde el monograma ha sido instalado con precisión gracias al uso del dispositivo, evitando desviaciones y mejorando la presentación del producto terminado.

Figura 18 Dispositivo de monograma TCE



Nota: Dispositivo de monograma TCE siendo utilizado por Colaborador estándar del puesto, Fuente propia

Figura 19 Monograma instalado en cabina



Nota: Monograma instalado con dispositivo estandarizado para el posicionamiento de monograma TCE en la línea de producción de Renault Sofasa, Fuente propia

## 8. Conclusiones

Durante el desarrollo del proyecto, se cumplió satisfactoriamente con el diseño de un dispositivo en 3D adaptado a las necesidades reales del proceso de instalación de monogramas en vehículos Duster. A partir del análisis de la geometría del portón trasero y del uso de la pieza original (pieza perse), se logró un modelo exacto que evitó la necesidad de realizar ingeniería inversa. Este enfoque permitió trabajar directamente con dimensiones confiables, evitando errores de ajuste y garantizando compatibilidad con el vehículo. El dispositivo fue desarrollado considerando aspectos prácticos como la facilidad de colocación, la comodidad del Colaborador y la repetibilidad en el posicionamiento. Se incorporaron elementos como imanes para mantener el dispositivo en su lugar sin necesidad de sostenerlo con las manos, y pestañas laterales que aseguran una alineación precisa en cada uso. Este resultado cumple con el objetivo general del proyecto, ya que proporciona una solución precisa y replicable para mejorar la calidad en el ensamble de los monogramas.

La implementación del dispositivo en la línea de ensamble se realizó de manera organizada y planificada. La formación al Colaborador fue un paso fundamental para garantizar que el dispositivo se integrara correctamente en el proceso productivo. Esta formación se llevó a cabo en tres etapas: primero, se ofreció una explicación completa sobre la función del dispositivo, su importancia y su correcta colocación; luego, se realizó una práctica conjunta para reforzar el conocimiento adquirido; y finalmente, el Colaborador realizó la operación por sí mismo, demostrando que comprendió el procedimiento. Además, se actualizó la ficha del puesto de trabajo con instrucciones claras, imágenes de apoyo y especificaciones según el modelo de vehículo y referencia del monograma.

Esta documentación asegura la estandarización del proceso y facilita la continuidad en caso de rotación de personal. Gracias a esta implementación, se logró reducir la carga visual y física del Colaborador, disminuir el tiempo de ciclo de la operación y, sobre todo, asegurar que el monograma quede correctamente instalado en cada vehículo, aportando al objetivo general de mejorar la eficiencia y calidad del proceso.

La evaluación del dispositivo se realizó a través del seguimiento en línea, observación directa del Colaborador y recolección de datos semanales relacionados con la correcta instalación del monograma. Durante las semanas previas a la implementación del dispositivo, se registraron hasta 35 casos de errores en el posicionamiento del monograma. Sin embargo, después de la introducción del dispositivo, especialmente desde la semana 10, se evidenció una eliminación total de estos errores. Este resultado demostró que el dispositivo es altamente efectivo para asegurar una ubicación precisa y

repetitiva, sin necesidad de ajustes adicionales. También se recibió retroalimentación por parte del jefe de unidad, y a través del indicador DPU del proceso, como se observa en la figura 15 y 16, se refleja una reducción clara de reprocesos por degradaciones percibidas por el cliente. Además, el Colaborador manifestó satisfacción con el uso del dispositivo, destacando la facilidad de manipulación y la mejora en su rutina de trabajo. Aunque se detectaron algunas oportunidades menores de mejora en el diseño, como ajustes en la forma para mayor comodidad, el dispositivo cumplió plenamente con su propósito y demostró ser una herramienta útil y eficaz. Este análisis final respalda el cumplimiento del objetivo general, al ofrecer una solución funcional y validada que mejora la calidad del proceso de ensamble en la planta, específicamente en el troncón de Final.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

1. Llorca, D. F., Colas, D., Daza, I. G., Parra, I., & Sotelo, M. A. (2014). Vehicle model recognition using geometry and appearance of car emblems from rear view images. *17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, 3094–3099.
2. Acuña, J. (1990). Automatización industrial: definición y conceptos. Dialnet.
3. Sosa, J. V. G., & Carranco, S. M. G. (2023). Análisis de varianza en manufactura aditiva con impresión 3D. Dialnet.
4. Puey, F. C. (2021). Tendencias en el diseño de identidad visual de las marcas de automóviles: entre la nostalgia del pasado y el reto del futuro eléctrico. *Redmarka Revista de Marketing Aplicado*, 25(2), 1-23.
5. Luis, M. Á. C., & Miguel, M. F. (s. f.). Desarrollo de dispositivos microfluídicos mediante impresión 3D para aplicaciones en biomedicina
6. Rodríguez, F., & Luis, G. B. (1991). Indicadores de calidad y productividad de la empresa
7. Rodríguez, J. C. R., & Macías, A. A. M. (2022, 18 noviembre). Diseño y validación de cuestionario sobre la perspectiva del trabajador en la implementación de ergonomía: 4CP22-21.
8. Paucar, J., & Cabrera, F. (2017, 1 marzo). Diseño de un control auto sintonizado usando software de control LabVIEW para la planta QNET Vertical Take–Off and Landing (VTOL). <http://dspace.espoeh.edu.ec/handle/123456789/6876>
9. León-Calero, M., Marcos-Fernández, Á., & Rodríguez-Hernández, J. (2020, 6 marzo). Impresión 3D con materiales elásticos. DIGITAL.CSIC. <https://digital.csic.es/handle/10261/203003>
10. Rodríguez, F., & Luis, G. B. (1991b). Indicadores de calidad y productividad de la empresa. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/863>
11. Alba, C. V., & Arturo, B. P. (2016). Diseño de material didáctico para reforzar el aprendizaje del Análisis y Principios de la Economía de Movimientos en alumnos de la Facultad de Ingeniería. <http://www.innovacioneducativa.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/5315>

12. *Car emblems.* (s. f.). Google Books. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=p8FQCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=automotive+monogram&ots=Q6DNhkUcc\\_&sig=AwBwkTo3CVImxtNk9-tH5dULbRU#v=onepage&q=automotive%20monogram&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=p8FQCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=automotive+monogram&ots=Q6DNhkUcc_&sig=AwBwkTo3CVImxtNk9-tH5dULbRU#v=onepage&q=automotive%20monogram&f=false)
13. *renault.* (s. f.). *Cifras y fechas clave | Renault CO.* Renault. <https://www.renault.com.co/renault-en-colombia/cifras-fechas-claves.html>