



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**



**INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
CAMPUS APIZACO**

INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

INSPECCIÓN DE FRONT MODULE PARA AUDI Q5

PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

**LICENCIATURA EN:
INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

Residente:

RODRIGO ESPEJEL PÉREZ

Asesor interno:

DR. JOSÉ ADRIÁN TREVERA JUÁREZ

San José Chiapa, Puebla

26 de enero de 2026



Tzompantepec, Tlaxcala, 05/Febrero/2026.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

LIC. CECILIA YARELLY AREGUIN LARA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E.

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

a) Nombre del Egresado:	RODRIGO ESPEJEL PEREZ
b) Carrera:	INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL
c) Número de Control:	21370766
d) Nombre del proyecto:	INSPECCIÓN DE FRONT MODULE PARA AUDI Q5.
e) Producto	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

A T E N T A M E N T E

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

LIC. NORMA ANGÉLICA AGUIÑAGA SÁNCHEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS.

ASESOR INTERNO
DR. JOSE ADRIAN TREVERA JUÁREZ

NAAS/mcvh





Tzompantepec, Tlaxcala, **17/Marzo/2026**

RODRIGO ESPEJEL PÉREZ
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL
CON NÚMERO DE CONTROL 21370766.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"INSPECCIÓN DE FRONT MODULE PARA AUDI Q5"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
CYAL/Gvm*



2026
año de
Margarita
Maza



2. Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este informe y que me acompañaron durante mi proceso de residencias y prácticas profesionales.

En primer lugar, agradezco profundamente a mi familia por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante a lo largo de esta etapa. Su confianza en mí ha sido un pilar fundamental para seguir adelante y alcanzar mis metas profesionales.

De manera muy especial, agradezco a mi esposa, por su paciencia, respaldo y acompañamiento en cada momento de este proceso. Su apoyo emocional y su confianza fueron clave para mantenerme enfocado y comprometido con la culminación de este proyecto.

Asimismo, expreso mi agradecimiento al **Dr. José Adrián Trevera Juárez**, mi asesor interno, por su orientación académica, disposición y valiosas observaciones que contribuyeron al fortalecimiento y correcta estructuración de este informe. De igual forma, agradezco a la **Lic. Mariana Mignon Reding**, asesora externa, por su acompañamiento profesional, asesoría técnica y apoyo durante el desarrollo del proyecto en el entorno industrial, lo cual permitió enriquecer mi aprendizaje práctico y profesional.

Finalmente, agradezco a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron a la realización de este trabajo, ya que su apoyo fue fundamental para completar esta etapa de formación y crecimiento profesional.

3. Resumen

El presente proyecto se desarrolló durante el periodo de residencias profesionales, y tuvo como objetivo la inspección del Front Module del vehículo Audi Q5, componente fundamental en la integración estética y funcional del interior del automóvil. El Front Module es una estructura plástica disponible en acabados cromado y vanadio, encargada de soportar diversos elementos como el cargador inalámbrico, puertos USB, botón de arranque (Start/Stop), encendedor, intermitentes y portavasos con guías LED, además de aportar un alto nivel estético al vehículo.

El proceso de inspección se centró en la evaluación visual y funcional de tres áreas principales: la superficie cromada o vanadio, la pestaña principal de ensamble y las guías LED. En la inspección de las superficies estéticas se verificó la ausencia de rayones, puntos negros, defectos de pintura, defectos de inyección y golpes. En la pestaña principal se evaluó la integridad estructural, asegurando que no presentara rupturas o deformaciones que afectaran el ensamble. Finalmente, las guías LED fueron sometidas a inspección visual y pruebas con tester para comprobar su correcto funcionamiento y detectar defectos como fisura de laser, contaminación, luz tenue o guías rotas.

Los resultados obtenidos permitieron identificar defectos recurrentes y establecer criterios claros de aceptación y rechazo del componente, contribuyendo al fortalecimiento del control de calidad dentro del proceso productivo. Asimismo, el desarrollo de este proyecto permitió aplicar conocimientos técnicos, adquirir experiencia en inspección industrial y comprender la importancia de los procesos de aseguramiento de calidad en la industria automotriz.

4. INDICE

1. Portada	0
2. Agradecimientos	1
3. Resumen.....	2
Generalidades del Proyecto	5
5. Introducción.....	5
6. Descripción de la empresa	9
7. Problemas a resolver	11
8. Objetivos	12
Objetivo General	12
Objetivos Específicos	12
9. Justificación.....	13
Justificación económica y social	13
10. Marco teórico.....	14
Industria automotriz y aseguramiento de la calidad	14
Concepto de Calidad	16
Control de calidad en procesos productivos.....	17
Inspección visual en la industria automotriz	18
Inspección funcional en componentes electrónicos.....	20
Defectos en procesos de manufactura	21
Estandarización de procesos de inspección	23
Trazabilidad en procesos productivos.....	25
Aseguramiento de calidad en proveedores automotrices	27
Importancia de la documentación técnica	28
Desarrollo	32
11. Procedimiento de actividades realizadas.....	32
Proceso de inspección de Front Module	33
Recepción de Front Module por parte de logística de HBPO.....	33
Inspección funcional de guías LED	33
Inspección Visual de la parte Cromada o de Vanadio	33
Revisión de la pestaña principal de ensamble.....	33
Certificación de Front Module conformes y no conformes.....	34
Registro de Front Module conformes y No conformes.....	34
Diagrama de Flujo 1. Proceso de inspección de Front Module	35

	4
Documentación y registros del proceso de inspección.....	36
Análisis del proceso de inspección del Front Module	38
12. Resultados.....	43
Criterios de aceptación y rechazo	43
Comparación del desempeño	44
Análisis de defectos de Front Module.....	49
Escala de frecuencia observada	51
13. Actividades Sociales realizadas en la empresa u organización.....	52
Conclusiones.....	53
14. Conclusiones del proyecto, recomendación y experiencia profesional adquirida	53
Competencias desarrolladas.....	57
15. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	57
16. Fuentes de información	59
17. Anexos.....	61
Anexos 1 al 5. Reportes antes de los criterios establecidos	62
Anexos 6 al 10. Reportes después de los criterios establecidos	67
Anexo 11. Reporte de registros de Front Module.....	72
Anexo 12. Ruta de inspección	73
Anexo 13. Carta de no inconveniencia por parte de la empresa	74

Generalidades del Proyecto

5. Introducción

La industria automotriz se distingue por operar bajo estrictos estándares de calidad, seguridad y confiabilidad, debido a que cada vehículo está compuesto por cientos de componentes que deben interactuar de manera precisa para garantizar un funcionamiento óptimo. En este entorno, la calidad no solo se limita al desempeño mecánico o electrónico, sino que también abarca la percepción visual y la experiencia del usuario final. Por ello, los procesos de inspección representan una etapa fundamental dentro de la cadena productiva, ya que permiten verificar que cada componente cumpla con las especificaciones establecidas antes de integrarse al producto terminado.

En los últimos años, la evolución tecnológica en los vehículos ha incrementado la complejidad de los sistemas interiores, integrando elementos electrónicos, dispositivos de conectividad, sistemas de iluminación ambiental y superficies con acabados de alta estética. Esta tendencia ha elevado la importancia de mantener controles de calidad más rigurosos, dado que cualquier defecto, por mínimo que sea, puede ser fácilmente percibido por el usuario y afectar la imagen de la marca. En consecuencia, la inspección de componentes interiores se convierte en una actividad crítica para asegurar la satisfacción del cliente y preservar la reputación del fabricante.

Dentro del Audi Q5, uno de los vehículos representativos del segmento premium, la consola central concentra diversos elementos diseñados para brindar confort, funcionalidad y una experiencia tecnológica avanzada al conductor y los pasajeros. En esta sección se integra el Front Module, pieza que cumple una función estructural al servir de soporte para distintos dispositivos, una función funcional al permitir la interacción directa con controles del vehículo, y una función estética al aportar una apariencia visual acorde con el diseño interior del automóvil.

El Front Module incorpora componentes como la base para carga inalámbrica de dispositivos móviles, puertos USB, encendedor, botón Start-Stop, portavasos con guías LED e intermitentes. Además, presenta acabados superficiales de alta calidad que pueden ser cromados o vanadio, los cuales forman parte del diseño interior del vehículo y contribuyen a la percepción de lujo del usuario. Debido a estas características, este componente requiere una inspección minuciosa que asegure tanto su correcto funcionamiento como la ausencia de defectos visuales o estructurales.

Los acabados cromado y vanadio demandan controles estrictos, ya que defectos como rayones, puntos negros, imperfecciones en pintura, defectos de inyección o golpes pueden ser evidentes a simple vista. De igual forma, fallas en las guías LED, daños en la pestaña principal de ensamble o problemas de conexión interna pueden comprometer el funcionamiento del módulo y generar inconformidades durante el ensamble final. Por ello, la inspección del Front Module no solo busca detectar defectos, sino garantizar que cada unidad liberada cumpla plenamente con los criterios de aceptación definidos por el cliente.

La empresa Soluciones Integrales de Calidad Balcorta S. de R.L. de C.V. (QSB) participa en este proceso brindando servicios especializados de inspección de calidad en la industria automotriz. Su labor consiste en asegurar que los componentes suministrados cumplan con los estándares establecidos, mediante la aplicación de procedimientos definidos, uso de herramientas de evaluación específicas y personal capacitado para la detección de fallas. De esta manera, QSB contribuye a mantener la confiabilidad de los procesos productivos y a fortalecer la relación entre proveedor y cliente mediante la entrega de productos conformes.

En este contexto, el presente proyecto se enfoca en la ejecución, análisis y documentación del proceso de inspección del Front Module del Audi Q5. Durante el desarrollo de las actividades se llevan a cabo las evaluaciones funcionales y visuales del componente, aplicando criterios de inspección previamente establecidos por la empresa. A partir de estas evaluaciones se identifican defectos

presentes en los Front Module inspeccionados, se registran los resultados obtenidos y se recopila evidencia técnica que respalda la aceptación o el rechazo de cada pieza.

La inspección funcional contempla la verificación del correcto funcionamiento de las guías LED mediante el uso de un tester, asegurando que la iluminación se active de manera adecuada y sin anomalías. Por otro lado, la inspección visual se centra en evaluar las superficies cromadas o vanadio, detectando defectos estéticos como rayones, puntos negros, irregularidades de pintura o daños ocasionados durante la manipulación o el transporte. Asimismo, se revisa la pestaña principal de ensamble para confirmar que no presente fracturas, deformaciones o debilitamiento estructural que puedan afectar el montaje del módulo en el vehículo.

Una vez que el Front Module cumple con todos los criterios de inspección, se procede a su certificación mediante marcas específicas que permiten identificarlo como conforme. En caso contrario, los módulos rechazados son separados y registrados, especificando el tipo de defecto detectado y su número de serie. Este procedimiento asegura la trazabilidad del proceso, permitiendo dar seguimiento a los lotes inspeccionados y analizar tendencias en la aparición de defectos.

Adicionalmente, el proyecto contempla la clasificación de los defectos detectados en el Front Module, diferenciándolos en fallas estéticas, funcionales y de ensamble. Esta clasificación permite generar un análisis más detallado del comportamiento del proceso de inspección y de las condiciones que pueden influir en la aparición de fallas. A partir de esta información, se realiza un análisis de posibles causas de origen, relacionando los defectos observados con factores como procesos de inyección, manejo del material, condiciones de almacenamiento o manipulación durante el transporte.

Este enfoque no implica la modificación ni implementación de nuevos procesos dentro de la empresa. El alcance del proyecto se limita a ejecutar la inspección, analizar los resultados obtenidos y documentar de manera estructurada el proceso actual. La información recopilada sirve como respaldo técnico del procedimiento

operativo, aportando una base documental que puede ser utilizada para fines de capacitación, auditorías internas o futuros proyectos enfocados en mejora continua.

Desde una perspectiva académica, este trabajo permite aplicar conocimientos relacionados con control de calidad, inspección visual y funcional, documentación de procesos, trazabilidad y análisis de defectos dentro de un entorno real de la industria automotriz. Asimismo, facilita la comprensión de la importancia de la disciplina operativa y la estandarización en procesos de inspección, donde la consistencia en la evaluación es clave para garantizar resultados confiables.

Finalmente, el presente informe tiene como propósito describir de forma clara, ordenada y detallada el proceso de inspección del Front Module del Audi Q5, destacando su relevancia dentro de la cadena productiva y evidenciando la importancia de la inspección de calidad como herramienta esencial para asegurar componentes que cumplan con los estándares exigidos por la industria automotriz y por el cliente final.



Imagen 1. Front Module en presentación Cromado
Fuente: Imagen tomada en HBPO (2025)



Imagen 2. Front Module en presentación Vanadio
Fuente: Imagen tomada en HBPO (2025)

6. Descripción de la empresa

Soluciones Integrales de Calidad Balcorta S. de R.L. de C.V., identificada comercialmente como QSB, es una empresa mexicana fundada el 17 de octubre de 2007, dedicada a brindar servicios especializados de inspección y aseguramiento de calidad en la industria automotriz. Desde su creación, QSB ha enfocado sus operaciones en ofrecer soluciones integrales adaptadas a las necesidades específicas de cada cliente, respaldadas por un equipo de colaboradores capacitados y comprometidos con la excelencia operativa.

La empresa tiene como prioridad cubrir los requerimientos de capital humano solicitados por sus clientes, ofreciendo un valor agregado en cada servicio mediante la mejora continua en materia de seguridad, calidad de procesos, técnicas de inspección, estándares industriales y cumplimiento de requisitos legales y normativos. Este enfoque permite garantizar la satisfacción plena de los clientes y contribuir al fortalecimiento de los sistemas de calidad dentro de las organizaciones a las que presta servicio.

QSB ofrece una amplia gama de servicios industriales, entre los que destacan el reclutamiento y selección de personal basado en competencias y requerimientos del cliente, capacitación constante en metodologías de solución de problemas (Problem Solving), reportes 8D y filosofía 5S. Asimismo, cuenta con sistemas de manejo y almacenamiento de matrices de competencia, asegurando que el personal asignado a cada proyecto cumpla con los perfiles técnicos necesarios.

Adicionalmente, la empresa proporciona soporte administrativo integral, incluyendo la administración de nóminas para proyectos de corto, mediano y largo plazo, aplicación de baterías psicométricas, dispersión de nóminas y realización de estudios socioeconómicos. Estos servicios permiten a QSB ofrecer soluciones completas en gestión de personal y control de calidad industrial.

En marzo de 2019, QSB obtuvo la certificación ISO 9001:2015, la cual avala que sus procedimientos cumplen con los estándares internacionales requeridos en

inspección, selección, retrabajo, empaque, ensamble de partes de producción y gestión de personal. Esta certificación respalda el compromiso de la empresa con la calidad y la mejora continua de sus procesos.

QSB busca consolidarse de manera sustentable como el proveedor más grande de servicios industriales a nivel nacional, brindando satisfacción, lealtad y confianza a todos sus clientes, proveedores, personal y socios estratégicos. Gracias a su experiencia, enfoque en la excelencia operativa y compromiso con la calidad, Soluciones Integrales de Calidad Balcorta se ha posicionado como una empresa confiable dentro del sector automotriz.

7. Problemas a resolver

Con base en la observación directa del proceso de inspección del Front module, el análisis de los registros generados durante el proyecto y las pláticas técnicas con el residente de la empresa encargada de la fabricación del componente, se identificaron diversas áreas de oportunidad que afectaban la uniformidad del criterio de inspección, el control de defectos y la documentación del proceso. A partir de este diagnóstico, se definieron los siguientes problemas a resolver, los cuales orientaron el desarrollo de herramientas de registro, análisis y estandarización implementadas durante el proyecto.

1. Ausencia de criterios claramente definidos de aceptación y rechazo para la inspección del Front module, lo que provocaba variabilidad en la decisión de conformidad del producto.
2. Falta de una ruta de inspección visual estandarizada que indicara el orden y los puntos críticos a revisar durante la evaluación del componente.
3. Inexistencia de un formato estructurado para el registro de defectos, número de parte, serial del empaque (ropack) y conteo de piezas conformes y no conformes.
4. Carencia de una tabla de análisis que permitiera identificar los defectos más recurrentes y su frecuencia relativa durante la producción.
5. Falta de un gráfico de tendencias que facilitara la visualización del comportamiento de los defectos a lo largo del tiempo.
6. Ausencia de documentación técnica formal del proceso de inspección, necesaria para asegurar la estandarización y facilitar la capacitación de nuevo personal.
7. Desconocimiento documentado de las posibles causas asociadas a los defectos detectados durante la inspección del Front module.
8. Necesidad de evaluar el desempeño del proceso de inspección antes y después de la implementación de los criterios establecidos, con el fin de medir su impacto en la reducción de rechazos.

8. Objetivos

Objetivo General

Documentar y analizar el proceso de inspección del Front Module del Audi Q5, identificando los criterios de aceptación y rechazo, los defectos más recurrentes y los métodos de registro utilizados, con el fin de estructurar una descripción técnica del control de calidad aplicado al componente.

Objetivos Específicos

1. Definir los criterios de aceptación y rechazo del Front module, con base en la observación directa del proceso y el acompañamiento técnico del residente de la empresa fabricante.
2. Elaborar una ruta de inspección visual que establezca el orden y los puntos críticos de revisión del front module.
3. Diseñar un formato de registro para documentar número de parte, serial del ropack, cantidad de piezas inspeccionadas, piezas conformes y no conformes, así como los defectos detectados.
4. Construir una tabla de análisis de defectos que permita identificar los tipos de fallas más recurrentes y su frecuencia relativa.
5. Desarrollar un gráfico de tendencias de defectos para visualizar el comportamiento de las no conformidades a lo largo del periodo de observación.
6. Documentar el proceso de inspección del front module, integrando los formatos y registros generados como respaldo técnico.
7. Analizar los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de los criterios establecidos, con el fin de evaluar la mejora en el desempeño del proceso de inspección.
8. Identificar posibles causas asociadas a los defectos más frecuentes, a partir de la observación y el análisis de los registros generados.

9. Justificación

Justificación económica y social

La inspección del Front Module del Audi Q5 cumple un papel fundamental en la prevención de pérdidas económicas dentro del proceso productivo. La detección oportuna de defectos evita que piezas no conformes avancen hacia etapas posteriores de ensamble, donde los costos de retrabajo, sustitución o rechazo son significativamente mayores.

La implementación y documentación de un proceso de inspección estructurado contribuye a optimizar el uso de recursos materiales y humanos, reduciendo desperdicios y tiempos improductivos. Asimismo, permite mantener la eficiencia operativa y minimizar los costos asociados a fallas internas o reclamaciones externas por parte del cliente final.

Adicionalmente, asegurar altos estándares de calidad en componentes visibles del vehículo fortalece la reputación de la marca en el mercado automotriz premium. Esto impacta directamente en la competitividad de la empresa, en la permanencia de contratos productivos y en la estabilidad económica de la operación industrial.

Por otro lado, el aseguramiento de la calidad en la industria automotriz no solo tiene impacto técnico y económico, sino también social. Garantizar que los vehículos entregados al consumidor final cumplan con altos estándares de seguridad, funcionalidad y estética contribuye a la satisfacción del usuario y a la confianza en la marca. Por otra parte, el desarrollo de este proyecto dentro de un entorno industrial real favorece la formación profesional del estudiante, permitiéndole adquirir experiencia práctica en procesos de inspección y sistemas de gestión de calidad. Esto fortalece sus competencias laborales, incrementa sus oportunidades de inserción profesional y aporta al desarrollo del capital humano especializado en la región. Asimismo, la correcta documentación de procesos industriales contribuye a la transferencia de conocimiento dentro de la organización, facilitando la capacitación de nuevo personal y promoviendo una cultura de calidad y mejora continua en el entorno laboral.

10. Marco teórico

Industria automotriz y aseguramiento de la calidad

Teoría de la Calidad Total (Feigenbaum, 1991)

Feigenbaum (1991) plantea que la calidad no depende únicamente de la inspección final, sino que debe integrarse en todas las etapas del proceso productivo mediante sistemas estructurados de control y documentación. Su enfoque de *Total Quality Control* establece que cada actividad operativa debe contar con procedimientos definidos y registros que permitan asegurar la conformidad del producto.

En este contexto, la calidad no se limita únicamente al correcto funcionamiento mecánico del automóvil, ni a los aspectos estéticos, electrónicos y de percepción del cliente sino también a que se deben de integrar en todas las etapas del proceso productivo mediante sistemas estructurados de control y documentación.

De acuerdo con Joseph M. Juran (1988), la calidad puede definirse como la “adecuación al uso”, es decir, la capacidad de un producto para cumplir con las necesidades y expectativas del usuario final. Bajo esta perspectiva, un componente automotriz no solo debe cumplir con especificaciones técnicas internas, sino también con requisitos funcionales, estéticos y de durabilidad percibidos por el cliente. En el caso del Front module, su función no se limita a formar parte del conjunto frontal del vehículo, sino que también contribuye de manera directa a la imagen visual interior mediante elementos como acabados cromados o en vanadio y sistemas de iluminación LED.

Por su parte, W. Edwards Deming (1986) sostiene que la calidad es el resultado de un sistema bien gestionado, donde los procesos se encuentran controlados, medidos y en constante mejora. Deming enfatiza que los defectos no deben considerarse únicamente como errores individuales, sino como consecuencias de fallas en los procesos productivos. Esta visión resulta fundamental para comprender la importancia de implementar procedimientos de inspección estructurados, ya que

permiten detectar desviaciones en etapas tempranas, evitar que productos no conformes avancen en la línea de producción y reducir costos asociados a retrabajos o reclamaciones.

Otro autor relevante es David A. Garvín (1984), quien propone que la calidad puede analizarse desde diversas dimensiones, entre ellas: desempeño, confiabilidad, conformidad con especificaciones, durabilidad y estética. Esta última dimensión cobra especial relevancia en componentes visibles del vehículo, como el Front module, donde defectos superficiales, irregularidades en el acabado o fallas en la iluminación pueden afectar de manera significativa la percepción del usuario sobre el nivel general del automóvil.

Dentro de este marco, el aseguramiento de la calidad se convierte en un elemento indispensable en la industria automotriz. Este concepto se refiere al conjunto de actividades planificadas y sistemáticas que se implementan dentro de un sistema de calidad para garantizar que un producto cumpla con los requisitos establecidos. A diferencia del control de calidad tradicional, que se enfoca principalmente en la detección de defectos, el aseguramiento de la calidad busca prevenirlos mediante la estandarización de procesos, la capacitación del personal, la documentación técnica y la mejora continua.

En los procesos de fabricación y ensamble de componentes automotrices, el aseguramiento de la calidad se materializa a través de inspecciones visuales, pruebas funcionales, registros de resultados, trazabilidad de piezas y aplicación de normas internacionales. Estas actividades permiten garantizar que cada componente liberado al siguiente proceso cumpla con los criterios técnicos y estéticos definidos por el fabricante.

En relación con el presente proyecto, la inspección del Front module del Audi Q5 se inscribe directamente dentro de este enfoque de aseguramiento de la calidad. La evaluación funcional de las guías LED, la revisión estructural de la pestaña principal de ensamble y la inspección visual de los acabados en cromo y vanadio constituyen

actividades críticas para asegurar que el componente cumpla con los estándares exigidos por la industria automotriz y por la marca.

Por lo tanto, comprender el papel de la calidad y su aseguramiento dentro del sector automotriz permite contextualizar la relevancia del proceso de inspección analizado y justifica la necesidad de documentarlo de manera técnica y sistemática como parte de un proyecto de residencias profesionales orientado a la mejora y fortalecimiento de los procesos productivos.

Concepto de Calidad

Teoría de la calidad: adecuación al uso

Según Joseph M. Juran (1992), quien define la calidad como “la adecuación al uso”, es decir, el grado en que un producto cumple con las necesidades para las cuales fue diseñado. Desde esta perspectiva, la calidad no se limita únicamente a las características técnicas del producto, sino que considera la percepción del usuario final y su nivel de satisfacción.

Aplicando la teoría de Juran al Front Module de la Audi Q5, la 'adecuación al uso' implica que el componente no solo debe ser estéticamente correcto, sino funcionalmente vital. Si la inspección falla en detectar una mala alineación en los radares de proximidad o una fuga en el sistema de enfriamiento (componentes del módulo), el producto deja de ser adecuado para su uso, comprometiendo la seguridad del usuario final, la satisfacción del cliente y el prestigio de la marca.

Por su parte, W. Edwards Deming (1986) establece que la calidad se alcanza mediante la mejora continua de los procesos, enfocándose en la reducción de la variabilidad y en la prevención de errores antes de que ocurran. Deming sostiene que un sistema de producción estable y controlado es fundamental para garantizar productos consistentes y confiables.

Desde un enfoque normativo, la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015) define la calidad como el “grado en el que un conjunto de características

inherentes cumple con los requisitos”. Esta definición constituye la base de los sistemas de gestión de calidad establecidos en la norma ISO 9001:2015, ampliamente aplicada en sectores industriales y de manufactura.

Asimismo, Armand V. Feigenbaum (1991) introduce el concepto de Control Total de Calidad, señalando que la calidad es responsabilidad de todas las áreas de la organización y no únicamente del área de inspección, integrando actividades de prevención, evaluación y mejora.

En el sector automotriz, la calidad adquiere una importancia crítica debido a los altos estándares de seguridad, funcionalidad y estética exigidos por los fabricantes y consumidores. Por ello, los procesos de inspección y aseguramiento de calidad son esenciales para garantizar que los componentes cumplan con las especificaciones técnicas y visuales requeridas antes de su liberación a producción.

En síntesis, la calidad puede entenderse como el cumplimiento de requisitos técnicos y funcionales, la satisfacción del cliente y la mejora continua de los procesos, sustentada en metodologías y normas internacionales que permiten asegurar productos confiables y competitivos en el mercado.

Control de calidad en procesos productivos

Teoría del Control de Calidad según ISO 9001:2015

Según la norma ISO 9001:2015, el control de calidad es el conjunto de actividades operativas, inspecciones y técnicas utilizadas para verificar que los productos o servicios cumplen con los requisitos especificados y los estándares de la organización. Se centra en la medición y el cumplimiento de las características del producto, siendo una parte esencial del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) enfocado en prevenir desviaciones.

Por su parte, W. Edwards Deming (1986) establece que un proceso productivo solo puede considerarse confiable cuando se mantiene bajo control, es decir, cuando se monitorean continuamente sus resultados y se identifican oportunamente las

desviaciones. Desde esta perspectiva, el control de calidad no se limita a detectar defectos, sino que también busca prevenir su aparición mediante la observación constante del proceso.

En los sistemas de gestión de calidad, la norma ISO 9001:2015 indica que las organizaciones deben implementar controles operativos que aseguren que los productos cumplen con los requisitos antes de su liberación. Este enfoque resalta la importancia de contar con procedimientos de inspección definidos y criterios claros de aceptación y rechazo dentro del proceso productivo.

En el sector automotriz, la norma IATF 16949:2016 complementa estos requisitos al exigir que los proveedores establezcan métodos de inspección y registros documentados que garanticen la conformidad de las piezas durante su fabricación. Esto permite mantener la trazabilidad del producto y evidenciar que se realizaron los controles necesarios.

Finalmente, Douglas C. Montgomery (2013) menciona que la recopilación de datos derivados de las inspecciones permite analizar tendencias, identificar defectos recurrentes y fortalecer el control de los procesos productivos. El uso de registros de inspección facilita la toma de decisiones para mejorar el desempeño del proceso y reducir costos asociados a retrabajos o rechazos.

En conclusión, el control de calidad en los procesos productivos es indispensable para garantizar la estabilidad de la producción, evitar la liberación de productos no conformes y asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad. La aplicación de inspecciones, criterios definidos y registros documentados fortalece el aseguramiento de calidad en entornos industriales.

Inspección visual en la industria automotriz

Teoría de la inspección visual

Según Armand V. Feigenbaum (1961). La inspección visual es una actividad esencial dentro de los procesos de aseguramiento de calidad en la industria

automotriz, ya que permite identificar defectos visibles que pueden afectar tanto la funcionalidad como la apariencia de los componentes. En vehículos modernos, los consumidores valoran no solo la operación de cada pieza, sino también su acabado y estética, por lo que cualquier imperfección puede influir significativamente en la percepción de calidad del producto final.

Este tipo de inspección se enfoca en la detección de irregularidades superficiales, defectos de acabado, daños estructurales y desviaciones en la geometría de las piezas. Entre los defectos más comunes que pueden identificarse mediante inspección visual del Front Module del Audi Q5 se encuentran rayones, marcas de inyección, contaminación, fisuras, deformaciones, puntos negros y daños por manipulación. La identificación temprana de estos defectos permite evitar que piezas no conformes avancen a etapas posteriores del proceso de producción, minimizando retrabajos, rechazos y costos asociados.

En la industria automotriz, la inspección visual se realiza bajo condiciones controladas de iluminación, ángulo de visión y distancia, con el fin de garantizar resultados consistentes y reproducibles. Los inspectores deben contar con criterios claros de aceptación y rechazo que definan tolerancias específicas, ubicación de defectos críticos y su severidad. La estandarización de estos criterios asegura que la evaluación de los componentes sea uniforme, independientemente del inspector o del turno de trabajo.

La inspección visual no se limita únicamente a la detección de fallas; también cumple una función de registro y análisis de los defectos encontrados. Los resultados obtenidos permiten identificar patrones de fallas recurrentes, evaluar la eficacia de los procesos de producción y diseñar acciones correctivas o preventivas. De esta manera, la inspección visual contribuye directamente a la mejora continua del sistema de calidad y a la optimización de los procesos de manufactura.

Asimismo, la inspección visual permite verificar características críticas que pueden afectar la funcionalidad del componente, como la correcta alineación de piezas, el ensamble adecuado de pestañas o guías y la uniformidad de los acabados

cromados o de vanadio. En componentes como el Front module del Audi Q5, donde la combinación de estética y funcionalidad es determinante, este control se vuelve imprescindible.

En conclusión, la inspección visual en la industria automotriz representa una herramienta fundamental para garantizar la calidad estética, estructural y funcional de los componentes. Su correcta aplicación contribuye a prevenir la liberación de piezas no conformes, fortalecer el sistema de control de calidad, reducir costos por retrabajos y asegurar la satisfacción del cliente final. Además, el registro y análisis sistemático de los defectos permite establecer medidas preventivas, optimizar procesos y mantener un alto estándar de calidad a lo largo de toda la cadena de producción.

Inspección funcional en componentes electrónicos

Según el Manual: *VDA 6.3 Process Audit Standard* (2016). La inspección funcional es una práctica esencial en la industria automotriz, ya que permite verificar que los componentes y sistemas cumplan correctamente su función antes de ser liberados al cliente o enviados a la siguiente etapa de ensamble. Este tipo de inspección contribuye a garantizar la confiabilidad del producto y la estabilidad del proceso productivo. De acuerdo con el estándar VDA 6.3 (2016), las organizaciones deben implementar evaluaciones funcionales para asegurar que los productos cumplen los requisitos de desempeño definidos por el cliente y las especificaciones técnicas establecidas.

Este tipo de inspección se centra en verificar que los componentes eléctricos y electrónicos operen dentro de los parámetros especificados. Entre las pruebas más comunes se incluyen la verificación de continuidad, la medición de voltajes, la evaluación de la intensidad luminosa de los LEDs, la detección de cortocircuitos o fallas en los circuitos y la comprobación de respuestas a estímulos específicos. La realización de estas pruebas permite identificar defectos funcionales que no podrían detectarse mediante inspección visual, como crackeo de circuitos, fallas de conexión, luz tenue, cortocircuitos o guías LED dañadas.

En la industria automotriz, la inspección funcional se realiza siguiendo procedimientos estandarizados que especifican los instrumentos, las condiciones de prueba y los criterios de aceptación o rechazo. La estandarización de estas pruebas asegura que todos los componentes sean evaluados de manera uniforme y que los resultados sean comparables, independientemente del operador que realice la inspección o del turno en el que se encuentre.

Además de la detección de defectos, la inspección funcional permite registrar y documentar los resultados obtenidos para cada componente. Estos registros son fundamentales para mantener la trazabilidad del producto, identificar patrones de falla recurrentes y generar información técnica que respalde la toma de decisiones en la mejora de procesos y en la prevención de no conformidades.

En el caso de componentes como el Front module, donde la integración de sistemas electrónicos y estéticos es compleja, la inspección funcional es indispensable. Asegura que los módulos cumplan con las especificaciones de luminosidad, tiempo de respuesta, uniformidad de iluminación y correcto ensamble de guías y conexiones. De esta manera, se evita que piezas defectuosas continúen en la línea de producción, reduciendo costos asociados a retrabajos y rechazando componentes que no cumplen los estándares de calidad.

En conclusión, la inspección funcional en componentes electrónicos es una herramienta clave para garantizar la confiabilidad, funcionalidad y seguridad de los productos en la industria automotriz. Su correcta aplicación permite mantener los estándares de calidad, mejorar la eficiencia del proceso de producción, asegurar la satisfacción del cliente y contribuir a la mejora continua de los sistemas de manufactura.

Defectos en procesos de manufactura

Según Douglas C. Montgomery (2013), En los procesos de manufactura, los defectos representan desviaciones respecto a las especificaciones o requisitos establecidos para un producto, lo que genera piezas no conformes y afecta la

eficiencia del proceso productivo. La presencia de defectos puede deberse a variaciones en materiales, maquinaria, métodos de trabajo o factores humanos, por lo que su detección y prevención es fundamental para garantizar la calidad del producto final, la variabilidad inherente en los procesos de producción es la principal causa de la generación de defectos, y su control mediante técnicas estadísticas permite reducir la probabilidad de productos fuera de especificación.

En los procesos de manufactura, los defectos pueden clasificarse en tres categorías principales:

1. Defectos estéticos: incluyen rayones, marcas de inyección, imperfecciones en los acabados de cromo o vanadio, manchas, golpes o cualquier irregularidad visible que afecte la apariencia del componente. Estos defectos no siempre comprometen la funcionalidad, pero tienen un impacto directo en la percepción de calidad por parte del cliente.
2. Defectos estructurales: se refieren a daños o irregularidades que afectan la integridad física del componente, como pestañas rotas, deformaciones o fisuras. Este tipo de defectos puede comprometer el correcto ensamblaje y la seguridad del producto, generando problemas durante el ensamble o en la operación del vehículo.
3. Defectos funcionales: incluyen fallas en sistemas electrónicos o mecánicos integrados en el componente, como guías LED que presentan crackeo, contaminación, luz tenue o daños que impiden su correcto funcionamiento. La detección de estos defectos es esencial para garantizar que el componente cumpla con los requerimientos de operación y seguridad.

Según Juran (1992), la identificación y clasificación de defectos en los procesos productivos es fundamental para la mejora continua de la calidad. El autor resalta que, para controlar efectivamente los procesos, es necesario registrar las no conformidades, analizarlas y aplicar acciones correctivas que eviten su recurrencia. Este enfoque permite que los procesos se mantengan bajo control y que los productos cumplan consistentemente con los estándares establecidos.

La identificación de defectos en la manufactura requiere la aplicación de procedimientos de inspección estandarizados, que combinan métodos visuales y funcionales. Estos procedimientos permiten evaluar cada componente de acuerdo con criterios de aceptación y rechazo definidos, asegurando que solo las piezas conformes avancen a la siguiente etapa del proceso de producción.

Además, es fundamental registrar los defectos encontrados durante la inspección. Esta documentación incluye el tipo de defecto, el número de serie del componente, la fecha de inspección y cualquier otra información relevante. La recopilación de esta información permite analizar patrones de fallas, identificar causas recurrentes y establecer acciones preventivas que mejoren la calidad del proceso de manufactura.

En el caso del Front Module, los defectos detectados pueden afectar tanto la funcionalidad de las guías LED como la apariencia estética del módulo. Por ello, un control riguroso de defectos asegura que los componentes liberados cumplan con los estándares de calidad, reduciendo el riesgo de retrabajos y contribuyendo a la satisfacción del cliente final.

Los defectos en los procesos de manufactura representan riesgos significativos para la calidad de los productos automotrices. Su identificación, registro y análisis, siguiendo criterios claros como los propuestos por Juran, permiten establecer controles efectivos, prevenir no conformidades y mejorar continuamente los procesos de producción, garantizando la funcionalidad, seguridad y apariencia de los componentes.

Estandarización de procesos de inspección

Teoría de la estandarización de procesos

Según Ishikawa (1985). La estandarización de los procesos de inspección es fundamental para garantizar la consistencia y confiabilidad en la evaluación de productos dentro de la industria manufacturera. Al establecer métodos, criterios y

procedimientos uniformes, se reduce la variabilidad en la detección de defectos y se asegura que todas las piezas sean evaluadas bajo los mismos parámetros, la estandarización de actividades de control de calidad permite mantener los procesos bajo control y prevenir errores derivados de la falta de métodos definidos.

Aplicando la teoría de Ishikawa (1985), la estandarización de los procesos de inspección permite que la evaluación de los componentes del front module de la Audi Q5 se realice bajo métodos, criterios y procedimientos uniformes, asegurando que todas las piezas sean revisadas con los mismos parámetros. Esto garantiza consistencia y confiabilidad en la detección de defectos como crackeo, contaminación, luz tenue o guía rota.

La estandarización contribuye a mantener los procesos bajo control, minimizar errores derivados de la variabilidad en la inspección y prevenir la liberación de piezas que no cumplan con los estándares de calidad. De esta forma, se asegura que los front modules cumplan con los requisitos funcionales y estéticos, reforzando la confiabilidad del producto y la percepción de calidad de la marca Audi.

En los procesos de inspección, la estandarización implica definir procedimientos claros que especifiquen:

- Las actividades para realizar en cada etapa de la inspección.
- Los criterios de aceptación y rechazo de los componentes.
- Las condiciones bajo las cuales se realizará la evaluación (iluminación, distancia, ángulo de visión, instrumentos utilizados).
- Los registros que se deben generar para documentar los resultados y la trazabilidad de cada componente.

La estandarización también facilita la capacitación del personal, al proporcionar procedimientos claros y repetibles que cualquier inspector puede seguir. Esto minimiza errores derivados de la experiencia individual y asegura que las evaluaciones sean objetivas y confiables. Además, permite identificar con mayor

precisión patrones de defectos y posibles causas, lo que contribuye a la mejora continua de los procesos de producción.

Por otro lado, la estandarización de los procesos de inspección permite que los resultados sean auditables y verificables, generando evidencia técnica que respalda las decisiones de aceptación o rechazo de los componentes. Esta documentación es fundamental tanto para la trazabilidad interna como para cumplir con los estándares de calidad exigidos por la industria automotriz, como ISO 9001 e IATF 16949.

En conclusión, la estandarización de los procesos de inspección es un elemento esencial para garantizar la consistencia, confiabilidad y efectividad del control de calidad. Su correcta implementación en la inspección del Front module asegura que los componentes cumplan con los requisitos establecidos, reduce el riesgo de liberar piezas no conformes, facilita la capacitación de personal y contribuye a la mejora continua de los procesos de manufactura.

Trazabilidad en procesos productivos

Según Juran y Godfrey (1999). La trazabilidad en los procesos productivos es un elemento esencial para garantizar el control y seguimiento de los productos a lo largo de todas las etapas de fabricación. Mediante la identificación y registro de materiales, componentes y operaciones realizadas, las organizaciones pueden localizar el origen de fallas, prevenir la propagación de productos no conformes y facilitar acciones correctivas oportunas, la capacidad de rastrear productos y procesos es fundamental para mantener la calidad y responder eficazmente ante problemas de producción. Asimismo, la norma ISO 9001:2015 establece que las organizaciones deben implementar sistemas de identificación y trazabilidad para asegurar la conformidad del producto y mejorar la confiabilidad del proceso productivo (ISO, 2015).

La implementación de trazabilidad permite identificar el origen de cualquier defecto o no conformidad, facilitando la aplicación de acciones correctivas y preventivas.

Asimismo, garantiza que los productos que avanzan a etapas posteriores cumplan con los requisitos establecidos, minimizando riesgos de fallas en el producto final y optimizando la eficiencia de los procesos.

En los procesos productivos, la trazabilidad se logra mediante la documentación sistemática de cada actividad, incluyendo:

- Registro de lotes y números de serie de los componentes.
- Fecha y hora de producción o inspección.
- Resultados de pruebas funcionales y visuales.
- Identificación del personal responsable de cada actividad.

Este registro permite reconstruir la historia completa de un componente, desde su fabricación hasta su entrega, facilitando la detección de patrones de fallas y la evaluación del desempeño de los procesos productivos.

La trazabilidad también cumple un papel crucial en la gestión de la calidad y la conformidad normativa, ya que permite cumplir con estándares internacionales como ISO 9001 e IATF 16949, los cuales exigen que los productos y procesos sean verificables y que las no conformidades puedan ser rastreadas hasta su origen.

Además, la trazabilidad fortalece la mejora continua al proporcionar información objetiva sobre defectos recurrentes y posibles causas de fallas, lo que facilita la toma de decisiones basada en evidencia y la implementación de acciones preventivas que incrementen la confiabilidad de los productos y procesos.

En conclusión, la trazabilidad en los procesos productivos es un elemento esencial para garantizar la calidad, seguridad y confiabilidad de los productos. Su correcta implementación permite monitorear cada etapa del proceso, identificar rápidamente defectos, optimizar los procedimientos y asegurar que los productos cumplan consistentemente con los estándares establecidos.

Aseguramiento de calidad en proveedores automotrices

De acuerdo con el estándar IATF 16949 (2016). El aseguramiento de calidad en proveedores automotrices es un factor crítico para garantizar que los componentes suministrados cumplan con los requisitos técnicos, funcionales y de seguridad establecidos por las armadoras. La industria automotriz exige que los proveedores implementen sistemas robustos de gestión de calidad y procesos estandarizados que aseguren la conformidad del producto desde su origen, los proveedores del sector automotriz deben establecer y mantener sistemas de aseguramiento de calidad enfocados en la prevención de defectos, la reducción de variabilidad y la mejora continua de los procesos productivos. Asimismo, el manual APQP de la AIAG (2015) establece metodologías específicas para la planificación avanzada de la calidad del producto, garantizando que los proveedores cumplan con los requerimientos del cliente desde la fase de desarrollo hasta la producción en serie.

Este proceso implica establecer criterios claros de evaluación y aceptación de los proveedores, que incluyen la capacidad de producción, control de procesos, historial de no conformidades, cumplimiento de normas internacionales y capacidad de trazabilidad de los componentes suministrados. La selección y monitoreo continuo de los proveedores aseguran que los materiales y piezas recibidos cumplan con los estándares esperados, evitando defectos que puedan afectar la fabricación o la satisfacción del cliente final.

El aseguramiento de calidad en proveedores incluye actividades como:

- Auditorías de calidad: evaluación sistemática de los procesos y sistemas de gestión de los proveedores para asegurar cumplimiento con los requisitos de la industria automotriz.
- Inspección de recepción: verificación de cada lote de componentes para asegurar que cumpla con los criterios de aceptación definidos antes de ser incorporado al proceso productivo.

- Gestión de no conformidades: identificación y seguimiento de cualquier defecto en los componentes suministrados, con comunicación directa al proveedor para la implementación de acciones correctivas.
- Capacitación y comunicación continua: colaboración con los proveedores para mejorar procesos y mantener un estándar de calidad uniforme a lo largo del tiempo.

El aseguramiento de calidad en proveedores permite reducir riesgos de defectos en la línea de producción, mejorar la eficiencia operativa y garantizar la confiabilidad del producto final. Además, asegura la trazabilidad de los componentes desde su origen, facilitando la detección de causas de fallas y la implementación de acciones preventivas.

En conclusión, el aseguramiento de calidad en proveedores automotrices es una práctica indispensable para mantener estándares elevados de producción, garantizar la consistencia de los componentes y asegurar la satisfacción del cliente final. Su correcta aplicación fortalece la cadena de suministro, disminuye la probabilidad de fallas en el producto terminado y contribuye a la mejora continua en los procesos de manufactura.

Importancia de la documentación técnica

Según la norma ISO 9001:2015. La documentación técnica es un elemento fundamental en los sistemas de gestión de calidad, ya que permite estandarizar los procesos, asegurar la correcta ejecución de las actividades y mantener la trazabilidad de la información generada durante la producción. En la industria manufacturera, contar con documentación técnica clara y actualizada facilita la capacitación del personal, reduce errores operativos y garantiza que los procesos se realicen conforme a los requisitos establecidos, las organizaciones deben mantener información documentada para apoyar la operación de los procesos y demostrar la conformidad del producto con los requisitos del cliente (ISO, 2015). Asimismo, Juran y Godfrey (1999) señalan que la documentación de procedimientos

y registros es esencial para asegurar la consistencia del trabajo y el control efectivo de la calidad en los procesos productivos.

Un primer autor que ha abordado la importancia de la documentación desde una perspectiva teórica es Jacques Chaumier (1986), quien ha contribuido al campo de la información y la documentación describiendo la documentación como un proceso sistemático que articula distintas fases de captura, organización, descripción y recuperación de información. En este sentido, la documentación técnica busca representar de forma clara y estructurada los procedimientos, resultados y parámetros utilizados en actividades técnicas o científicas, facilitando así su comprensión y uso posterior.

Otra dimensión relevante es la función de la documentación como instrumento de preservación del conocimiento y transferencia de información, especialmente en entornos donde el personal o los equipos pueden cambiar con el tiempo. La literatura especializada señala que la documentación técnica sirve como un repositorio de conocimiento formal que permite transmitir las experiencias, conclusiones y metodologías a nuevos integrantes de un equipo, evitando la pérdida de información crítica cuando ocurren transiciones de personal. Por ejemplo, la documentación de especificaciones, procedimientos y hallazgos técnicos facilita el aprendizaje autónomo de nuevos participantes y la continuidad de las actividades sin dependencia exclusiva de un solo individuo.

En el ámbito académico y profesional también se reconoce que la correcta elaboración de documentos técnicos contribuye a la mejora de la calidad y eficiencia en la ejecución de proyectos, ya que obliga al autor a organizar sistemáticamente sus ideas, estructurar las actividades y reflexionar sobre los resultados alcanzados. Esto se traduce en una mayor claridad operativa y en la posibilidad de realizar análisis comparativos entre distintas etapas del proyecto o con trabajos similares. La documentación permite, además, identificar errores, inconsistencias o áreas de oportunidad, lo que impulsa la mejora continua de procesos y soluciones técnicas.

La documentación técnica también tiene un papel fundamental en la comunicación entre distintos grupos de interés, ya que los proyectos de ingeniería y actividades profesionales suelen involucrar a diversos actores: tutores académicos, asesores industriales, pares evaluadores y, en algunos casos, autoridades normativas. Documentos bien elaborados facilitan la comprensión del alcance, propósito y resultados del proyecto por cada grupo de interés, independientemente de su nivel de especialización. Esto promueve una interacción más clara y objetiva entre equipos multidisciplinarios y favorece los procesos de revisión técnica, defensa y evaluación de los resultados.

En el contexto de las normas de calidad y sistemas de gestión, la documentación técnica también cumple con una función de evidencia documental, tal como lo plantean los estándares internacionales como la ISO 9001:2015 en su apartado de información documentada. Estos estándares establecen que las organizaciones deben implementar y mantener información documentada para garantizar que los procesos y productos cumplan con requisitos definidos, ofreciendo así una base documental que respalde decisiones, control de procesos y resultados de auditorías. Este enfoque normativo refuerza la idea de que la documentación técnica no es solo un requisito académico, sino una práctica profesional esperada en entornos industrializados.

Cuando se prepara un informe técnico, la documentación técnica se convierte en una evidencia tangible de las actividades, análisis y resultados, permitiendo evaluar objetivamente el desempeño de los responsables y la calidad del trabajo realizado. La documentación incluye registros de actividades, formatos de inspección, diagramas de procesos, resultados de pruebas, análisis estadísticos, conclusiones y recomendaciones. De esta manera, el documento final no es solo un reporte descriptivo, sino una acumulación de conocimiento técnico que puede ser consultado, reutilizado o revisado en el futuro.

Además, la documentación técnica contribuye a la formación del pensamiento crítico y de análisis, ya que exige que cada actividad y decisión se respalde con

evidencia, que se justifiquen los procedimientos utilizados y que se clarifiquen los criterios para aceptar resultados. Este enfoque promueve la responsabilidad profesional y la capacidad de argumentar técnicamente cada aspecto del trabajo.

Finalmente, la documentación técnica tiene una función educativa y de transferencia de conocimiento a largo plazo, permitiendo que las experiencias generadas durante un proyecto no se pierdan, sino que puedan servir de referencia para otros profesionales que enfrenten retos similares. De esta forma, la documentación se convierte en un aporte duradero al cuerpo de conocimiento de la disciplina, fortaleciendo la cultura de la calidad, la transparencia y la mejora continua en el ámbito académico y profesional.

Desarrollo

11. Procedimiento de actividades realizadas

El presente capítulo expone el desarrollo de las actividades realizadas para la inspección del Front Module del Audi Q5, así como el análisis y la documentación del proceso aplicado para la detección de defectos funcionales, estéticos y estructurales. En este apartado se describen los procedimientos llevados a cabo, los criterios de aceptación y rechazo utilizados y los registros generados como evidencia técnica del control de calidad implementado.

Como punto de partida, fue necesario conocer a profundidad el proceso de inspección del Front Module, comprendiendo su secuencia de trabajo, los métodos de verificación funcional y visual, los puntos críticos de evaluación y los estándares de calidad requeridos para la liberación del componente. Este conocimiento permitió establecer una base sólida para realizar las actividades de manera ordenada y conforme a los lineamientos definidos.

Una vez comprendido el proceso, se procedió a la ejecución de la inspección del Front Module, aplicando las técnicas aprendidas para verificar el funcionamiento de las guías LED mediante pruebas funcionales, así como la revisión visual de las superficies cromadas y vanadio y la inspección de las pestañas principales de ensamble. Esta etapa permitió identificar defectos, registrar hallazgos y certificar los módulos conformes, generando información clave para la trazabilidad del producto.

Durante el proyecto de inspección del Front Module del Audi Q5, se siguió un procedimiento sistemático que permitió garantizar la calidad funcional y estética de cada módulo antes de su liberación para el ensamble del vehículo. Las actividades se realizaron siguiendo los estándares internos de la empresa y los requerimientos del fabricante, asegurando trazabilidad y control de cada componente.

Proceso de inspección de Front Module

Recepción de Front Module por parte de logística de HBPO

Los Front Module fueron recibidos en paquetes denominados ropack, cada uno conteniendo 14 Front Module. Al recibir los ropacks, se verificó que cada paquete contara con los Front Module completos y con su respectiva documentación. Se registró el número de serie de cada Front Module y del ropack correspondiente en hojas de control, asegurando la trazabilidad de cada lote. Esta práctica permite identificar rápidamente los módulos de cualquier ropack en caso de detectar defectos.

Inspección funcional de guías LED

Cada Front Module fue sometido a pruebas funcionales utilizando un tester especializado. Se evaluó que las guías LED encendieran correctamente, sin parpadeos ni fallas de iluminación. Además, se verificó que la intensidad lumínica cumpliera con los estándares del fabricante y que todas las guías respondieran de manera uniforme. Los módulos que no cumplieron con estos criterios fueron separados para su revisión y registro, asegurando que solo los componentes funcionales avanzaran al siguiente paso.

Inspección Visual de la parte Cromada o de Vanadio

La superficie estética del Front Module fue examinada cuidadosamente, verificando que no presentara rayones, puntos negros, defectos de pintura, deformaciones, burbujas o golpes. Esta revisión fue realizada bajo iluminación controlada y, en casos necesarios, utilizando lupas para detectar detalles finos que podrían afectar la apariencia final. Se registró cada defecto encontrado para su trazabilidad y análisis de causa.

Revisión de la pestaña principal de ensamble

Se inspeccionó la pestaña principal de cada Front Module, asegurando que no estuviera rota, doblada o dañada, ya que esta pieza es crítica para el ensamblaje del Front Module en el vehículo. La correcta condición de la pestaña garantiza que el Front Module pueda integrarse sin problemas en la línea de ensamble y evita fallas durante el montaje final.

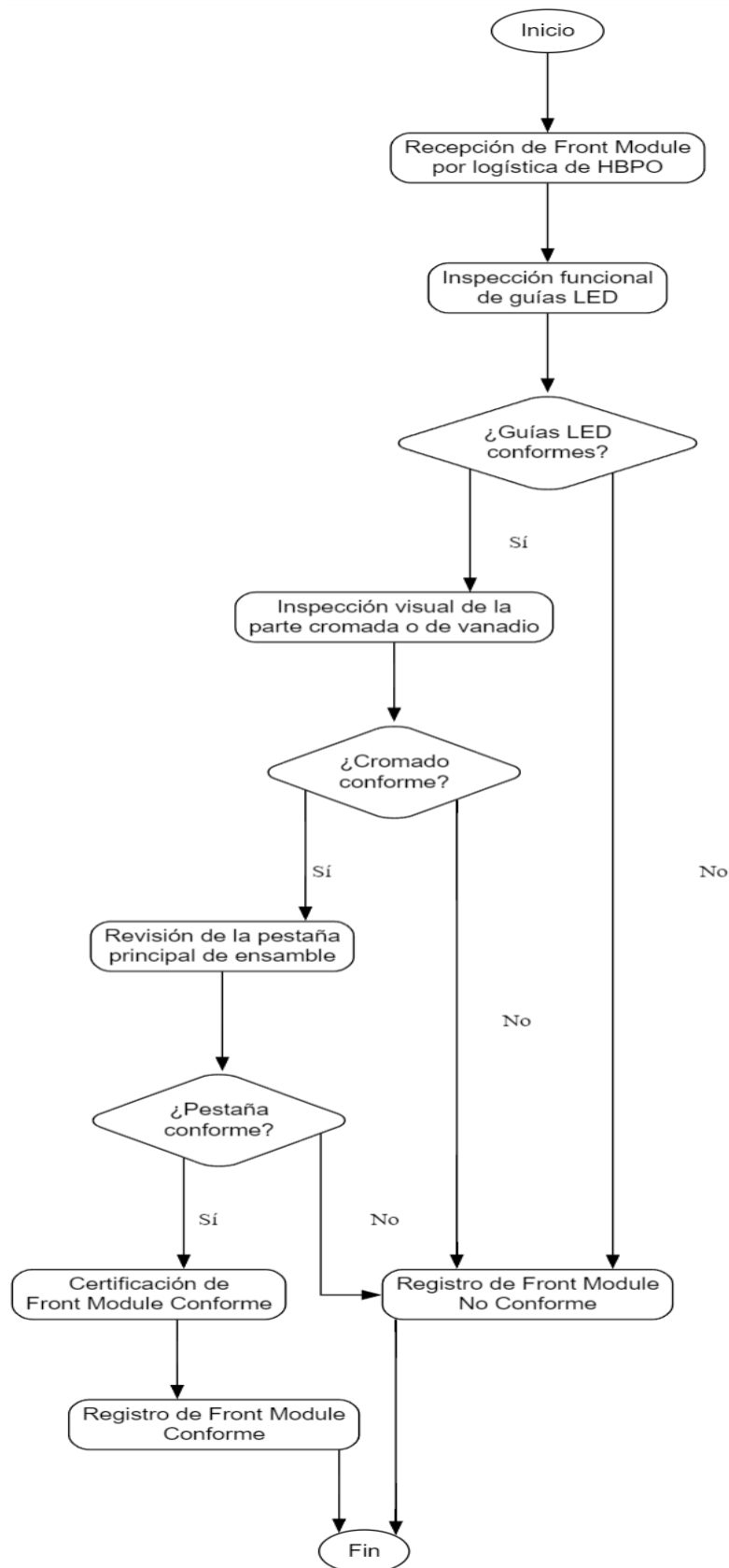
Certificación de Front Module conformes y no conformes

Los Front Module que cumplieron con todas las pruebas funcionales y estéticas fueron certificados mediante la colocación de dos puntos en la etiqueta y una línea en la pestaña principal, como registro visual de conformidad. Posteriormente, los Front Module son entregados al residente de Hella para continuar con los procesos de producción y control.

Registro de Front Module conformes y No conformes

Al finalizar la inspección de cada ropack, se documentaron los Front Module rechazados, indicando el tipo de defecto y registrando el número de serie del módulo y del ropack. Asimismo, se contabilizaron los Front Module conformes, generando un registro detallado para análisis estadístico y control de calidad. Este registro permite detectar tendencias en defectos, facilitar acciones correctivas y mejorar continuamente el proceso de inspección.

Diagrama de Flujo 1. Proceso de inspección de Front Module
Fuente: Elaboración propia (2025)



Documentación y registros del proceso de inspección

Una vez definido y comprendido el proceso de inspección del Front Module, se procedió al análisis y estructuración de la documentación necesaria para registrar de manera ordenada y sistemática los resultados obtenidos durante las actividades de inspección. La documentación generada cumple la función de evidenciar el control de calidad aplicado al componente, así como de permitir la trazabilidad de cada Front Module evaluado dentro del proceso productivo.

La documentación del proceso de inspección se diseñó con el propósito de registrar de forma clara los criterios de evaluación, los defectos detectados, el estatus de conformidad de cada pieza y la identificación del lote o contenedor (ropack) de procedencia. Esto permite contar con un respaldo técnico que facilita la consulta posterior, el análisis de tendencias de defectos y la toma de decisiones ante posibles reincidencias de fallas.

Para ello, se elaboró un formato de registro de inspección de defectos, donde se anota la siguiente información:

- Número de parte del Front Module
- Número de serie del ropack de procedencia
- Cantidad de Front Modules inspeccionados por ropack
- Número de piezas conformes
- Número de piezas no conformes
- Descripción de los defectos detectados (estéticos, estructurales o funcionales)

Este documento permite integrar y centralizar toda la información relevante durante la inspección. Para efectos de este informe, el formato completo se presenta como (Anexo 11. Reporte de registros de Front Module), donde se puede observar cómo se registran todos los datos de cada pieza inspeccionada y la manera de identificar los defectos encontrados.

Adicionalmente, los registros incluyen la certificación de las piezas conformes mediante la marcación física en etiqueta y pestaña del Front Module, acción que se refleja también en los formatos de inspección. Esto asegura que las piezas aprobadas están listas para continuar en la siguiente etapa del proceso productivo y que cualquier pieza no conforme quede debidamente identificada para su análisis y control.

Toda la información capturada en estos registros constituye evidencia técnica del proceso de inspección, demostrando que la evaluación de los Front Modules se ejecuta bajo criterios claros, repetibles y verificables. Esto permite mantener un control sistemático de calidad y asegurar la trazabilidad de cada componente.

Finalmente, la documentación generada sirve como base para el análisis posterior de los resultados del proceso de inspección, la identificación de posibles causas de defectos y la propuesta de mejoras en etapas futuras del proyecto, garantizando la calidad y trazabilidad de los Front Modules inspeccionados.



Imagen 3. Etiqueta máster de Ropack
Fuente: Imagen tomada en HBPO (2025)

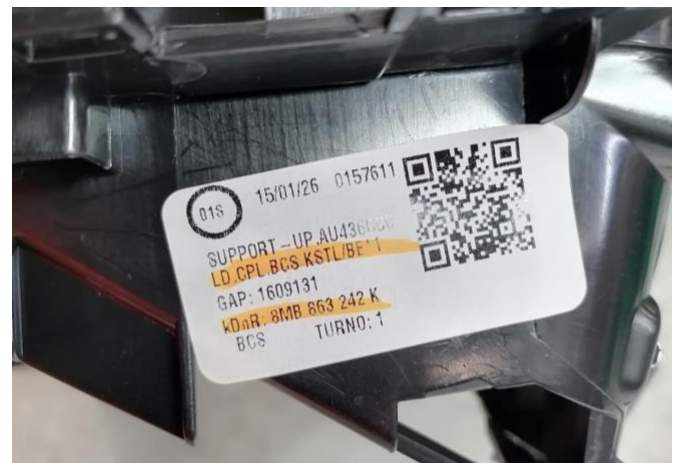


Imagen 4. Etiqueta Individual de Front Module
Fuente: Imagen tomada en HBPO (2025)

Análisis del proceso de inspección del Front Module

Una vez completada la documentación y los registros de inspección, se procedió al análisis detallado de los resultados obtenidos durante la evaluación de los Front Modules del Audi Q5. Este análisis permitió identificar tendencias de defectos, evaluar la eficacia de los procedimientos aplicados y determinar las áreas de oportunidad para mejorar la calidad del proceso.

El primer aspecto considerado fue la frecuencia y tipo de defectos detectados. Los registros mostraron que los defectos estéticos en las superficies cromadas y vanadio fueron los más recurrentes, seguidos por fallas funcionales en las guías LED, como crackeo, contaminación, luz tenue o guías rotas, y finalmente defectos estructurales en las pestañas principales de ensamble. Esta clasificación permitió priorizar los defectos que requieren atención inmediata y establecer criterios de inspección más estrictos para los tipos de fallas más frecuentes, así como la retroalimentación de la ruta de inspección del Front Module (

Anexo 12. Ruta de inspección

El resumen de los defectos más recurrentes se presenta en la Tabla de Análisis de Defectos (Tabla 4. Análisis de defectos) La cual detalla la cantidad de ocurrencias de cada tipo de defecto

El análisis de los datos también permitió evaluar la eficacia del proceso de inspección. Se constató que la aplicación de los criterios definidos en los formatos de registro y la trazabilidad de cada Front Module garantizaban la identificación oportuna de piezas no conformes, evitando su liberación hacia el siguiente proceso de ensamble. Esto confirma que la metodología aplicada es confiable, aunque se identificaron oportunidades de optimización en la consistencia de la evaluación visual y la estandarización de la revisión funcional. Para visualizar de manera clara la proporción de defectos por tipo, se elaboró un Gráfico de Tendencias de Defectos, que permite identificar patrones y priorizar acciones correctivas.



Gráfico 1. Gráfico de tendencias de defectos donde 4 es muy frecuente, 3 es frecuente, 2 poco frecuente, 1 es raro

Fuente: Elaboración propia (2025)

Otro elemento relevante del análisis fue la identificación de posibles causas de los defectos (Tabla 4. Análisis de defectos). Los defectos estéticos se relacionan principalmente con impactos durante el transporte y manipulación dentro de la línea de producción, así como con fallas en los procesos de cromado y acabado vanadio. Las fallas funcionales en las guías LED se asociaron a problemas de ensamblaje previo o contaminación de los componentes electrónicos. En cuanto a los defectos estructurales de las pestañas de ensamble, se identificó que algunas piezas presentaban deformaciones debido a un manejo inadecuado durante el proceso de montaje o a fallas de moldeo en la fabricación.

El análisis también incluyó la comparación entre el tipo de embalaje de la pieza ya sea por bolsa de plástico o esponja de poliuretano, lo que permitió detectar posibles causas de algunos defectos como rayones durante el transporte. Esta información es clave para retroalimentar a los procesos de embalaje, identificar áreas donde se

requiere mayor control de calidad y establecer planes de mejora dirigidos a minimizar defectos futuros.

Finalmente, el análisis de los resultados generó recomendaciones para optimizar el proceso de inspección. Entre estas recomendaciones destacan la implementación de un protocolo más detallado para la revisión visual de acabados, la incorporación de herramientas adicionales de verificación funcional para las guías LED y la estandarización de procedimientos de manipulación y transporte de los Front Modules dentro de la línea de producción. Estas acciones buscan aumentar la confiabilidad del proceso de inspección, reducir la tasa de piezas no conformes y asegurar que la calidad del Front Module cumpla con los estándares esperados.

En resumen, el análisis del proceso permitió no solo identificar y clasificar los defectos presentes en los Front Module, sino también evaluar la efectividad del procedimiento de inspección, establecer las posibles causas de los defectos y generar recomendaciones concretas para la mejora continua de la calidad del componente. La Tabla de Análisis de Defectos (Tabla 4. Análisis de defectos) y el Gráfico de Tendencias de Defectos (Gráfico 1. Gráfico de tendencias) sirven como evidencia tangible del estudio realizado, respaldando de manera visual y cuantitativa todas las observaciones y conclusiones obtenidas.

El desarrollo del presente proyecto permitió estructurar y documentar de manera detallada el proceso de inspección del Front Module del Audi Q5, consolidando una metodología clara para la detección de defectos estéticos, funcionales y estructurales. La descripción secuencial de las actividades realizadas evidenció que un proceso de inspección bien definido resulta fundamental para garantizar que cada componente cumpla con los estándares de calidad exigidos antes de continuar hacia las etapas posteriores de ensamble.

A partir de la observación directa y continua del proceso, fue posible comprender el flujo operativo desde la recepción del Front Module en el ropack, la inspección funcional de las guías LED mediante el uso de tester, la revisión visual de superficies cromadas y vanadio, la verificación de la pestaña principal de ensamble y,

finalmente, la certificación del componente conforme. Esta secuencia permitió establecer puntos críticos de inspección, en los cuales se concentra la mayor probabilidad de aparición de defectos, lo que facilita una evaluación más precisa y ordenada del componente.

La elaboración de formatos de registro para documentar los resultados de la inspección representó un avance significativo en la estandarización del proceso. La incorporación de campos específicos para el número de parte del Front Module, número de serie del ropack, cantidad de piezas conformes y no conformes, así como la descripción del defecto detectado, permitió fortalecer la trazabilidad del componente dentro de la línea de producción. Esta documentación no solo genera evidencia técnica del trabajo realizado, sino que también constituye una herramienta útil para la retroalimentación hacia los procesos de fabricación y ensamble.

El análisis de los defectos observados durante el periodo de inspección permitió identificar tendencias generales en la aparición de fallas. Los defectos estéticos, principalmente rayones y puntos negros en superficies cromadas y vanadio, se reconocieron como las no conformidades más recurrentes, lo que indica que las etapas de manipulación, transporte interno y acabado superficial representan áreas sensibles dentro del proceso productivo. Por otro lado, las fallas funcionales en guías LED, como crackeo, contaminación o luz tenue, se presentaron de manera ocasional, mientras que los defectos estructurales, como la rotura de pestañas de ensamble, fueron identificados como eventos poco frecuentes, pero críticos debido a su impacto directo en el montaje del componente.

La utilización de una escala de frecuencia relativa basada en observación directa permitió representar de manera objetiva la tendencia de aparición de defectos, aun en ausencia de registros estadísticos históricos detallados. Esta metodología demostró ser adecuada para interpretar el comportamiento general del proceso y establecer prioridades en la atención de las no conformidades detectadas. Asimismo, la elaboración del Gráfico de tendencias (Gráfico 1. Gráfico de tendencias de defectos facilitó la visualización comparativa de las fallas más

recurrentes, contribuyendo a una mejor comprensión de los puntos donde se requiere reforzar el control de calidad.

Otro aspecto relevante identificado durante el desarrollo fue la importancia de mantener criterios de aceptación y rechazo claramente definidos. La estandarización de dichos criterios permitió reducir la variabilidad en la evaluación del Front Module, asegurando que todas las piezas fueran inspeccionadas bajo los mismos parámetros. Esto contribuye directamente a minimizar el riesgo de liberar componentes no conformes al proceso de ensamble final y fortalece la confiabilidad del sistema de inspección implementado.

Adicionalmente, la documentación generada durante este proyecto representa una base técnica que puede ser utilizada para la capacitación de futuros inspectores. La descripción detallada del procedimiento, los formatos de registro y la clasificación de defectos constituyen herramientas que facilitan la transferencia de conocimiento y promueven la continuidad de las buenas prácticas de inspección dentro del área productiva.

El desarrollo de este capítulo también permitió identificar oportunidades de mejora orientadas al fortalecimiento del proceso de inspección. Entre ellas, se reconoce la necesidad de optimizar los métodos de manipulación y transporte interno de los Front Modules para reducir la aparición de defectos estéticos, reforzar las condiciones de limpieza en las áreas de ensamble de guías LED y promover una cultura de cuidado del componente en todas las etapas de producción. Estas acciones, de ser implementadas, contribuirían a disminuir la tasa de no conformidades y a elevar la calidad general del producto final.

Finalmente, el desarrollo integral de las actividades de inspección, análisis y documentación permitió consolidar una visión clara de la relevancia que tiene el control de calidad en la industria automotriz. La correcta aplicación de un proceso de inspección estructurado no solo garantiza la conformidad del Front Module con los estándares establecidos, sino que también impacta directamente en la percepción de calidad del vehículo por parte del cliente final.

12. Resultados

Criterios de aceptación y rechazo

Durante el desarrollo del proyecto, se contó con el apoyo y la orientación del residente de la empresa Grammer, responsable de la fabricación del Front Module. A través de pláticas técnicas y observación directa del proceso productivo, fue posible detallar y validar los criterios de aceptación y rechazo del componente, asegurando que los parámetros establecidos en la inspección correspondieran con los estándares reales de manufactura del proveedor. Este intercambio de información permitió que los criterios definidos no fueran únicamente teóricos, sino alineados a las condiciones reales de producción.

Como resultado de esta colaboración, se logró unificar los criterios de evaluación, reduciendo la variabilidad en la interpretación de defectos por parte del personal de inspección. Esto generó mayor consistencia en la detección de no conformidades y una toma de decisiones más objetiva durante la revisión del Front Module.

Tabla 1. Defectos visuales y funcionales (área plástica y C-Blende)

Fuente: Elaboración propia junto con Residente de Grammer (2025)

Tipo de defecto	Descripción	Criterio de aceptación
Rayones	Marcas superficiales visibles al ojo humano.	Aceptables sin estar visibles en zona conductor.
Puntos negros	Contaminación o partículas quemadas en el plástico o pintura.	Aceptables de acuerdo si son indetectables a más de 30cm de distancia.
Estrías	Líneas de flujo visibles del proceso de inyección.	Solo aceptables si no están en zona visible.
Golpes	Deformación o hundimiento por impacto.	No permitidos en zonas visibles
Pestaña rota	Rotura o daño en las pestañas de ensamble.	No permitidos.
Defecto de pintura	Diferencias de tono, manchas, burbujas o zonas sin recubrimiento.	No permitidos.
Defecto de inyección	Rechupe, burbujas internas, mala fusión o rebaba.	No permitidos.

Tabla 2. Defectos funcionales (guías LED)

Fuente: Elaboración propia junto con residente de Grammer

Tipo de defecto	Descripción	Criterio de aceptación
Guía rota	Fisura o rotura visible en el difusor LED.	No permitida pero la falla es directamente con la empresa HELLA
Crackeo	Grietas o fracturas superficiales.	No permitidas.
Contaminación interna	Polvo, burbujas o residuos dentro del difusor.	No permitidas.
Falla total de encendido	No prende al conectar tester.	No permitida.

Comparación del desempeño

Otro resultado importante fue la comparación del desempeño de inspección antes y después del establecimiento de los criterios formales. Durante una jornada laboral, se observó el comportamiento del proceso de inspección sin criterios estandarizados y posteriormente con los criterios ya definidos. A partir de esta observación, se elaboró un gráfico comparativo de “antes y después”, donde se representa la disminución en la cantidad de fallas detectadas durante la inspección una vez que los criterios fueron aplicados de manera uniforme.

Este gráfico no busca representar valores estadísticos exactos, sino mostrar una tendencia visual de mejora, evidenciando que la estandarización de criterios contribuyó a reducir errores de inspección, reprocesos y discrepancias en la clasificación de piezas conformes y no conformes.

Para evaluar el impacto de la estandarización de los criterios de aceptación y rechazo en la inspección del Front Module, se realizó una comparación del desempeño del proceso durante dos periodos consecutivos de cinco días laborales. En ambos casos, se mantuvo constante el volumen de inspección, considerando una producción de 30 piezas por hora en un turno de 8 horas, lo que equivale a 240 piezas inspeccionadas por jornada.

Durante el primer periodo, correspondiente a los cinco días previos a la definición formal de los criterios de inspección, se utilizaron los reportes históricos disponibles en el área para obtener datos estadísticos de rechazo. Posteriormente, durante un segundo periodo de cinco días consecutivos, ya con los criterios de aceptación y rechazo estandarizados y con el acompañamiento del residente de Grammer, se registraron nuevamente los resultados de la inspección.

Los reportes permitieron comparar el comportamiento del proceso antes y después de la estandarización, observando una disminución significativa en la cantidad de piezas rechazadas por jornada.

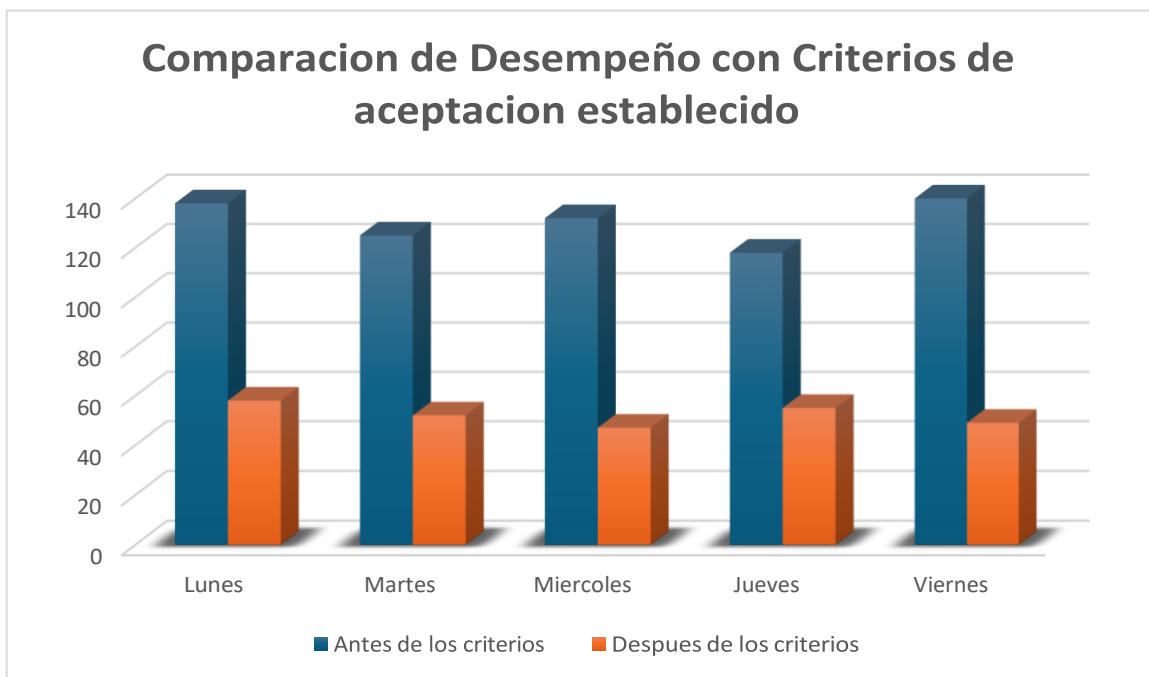


Gráfico 2. Gráfico de comparación de desempeño después de establecer con el residente de Grammer los criterios de aceptación

Fuente: Elaboración propia (2025)

Para la elaboración del gráfico comparativo de desempeño del proceso de inspección, se tomaron como referencia los reportes diarios de producción correspondientes a dos periodos consecutivos de cinco días laborales. El primer periodo corresponde a la semana previa a la definición de los criterios formales de

aceptación y rechazo, mientras que el segundo periodo corresponde a la semana posterior a su implementación.

Los registros diarios de inspección permitieron identificar la cantidad total de piezas revisadas por jornada y el número de piezas clasificadas como no conformes en cada día. A partir de esta información se construyó un gráfico de tendencias que muestra el comportamiento del proceso antes y después de la estandarización de los criterios de inspección.

Identificación de posibles causas de defectos

Como resultado del análisis sistemático realizado durante el proceso de inspección del Front module, fue posible no únicamente registrar y clasificar los defectos detectados, sino también identificar las posibles causas que originan su aparición dentro del proceso productivo. Este resultado se obtuvo a partir de la observación directa de las piezas inspeccionadas, el seguimiento de reportes diarios de no conformidades y las pláticas técnicas sostenidas con el personal responsable de fabricación del componente.

El análisis permitió relacionar los defectos estéticos más recurrentes, como rayones, puntos negros, golpes y defectos de pintura, con factores asociados a la manipulación de las piezas durante las etapas de ensamble, almacenamiento y transporte interno. La exposición de las superficies cromadas y vanadio a movimientos repetitivos, contacto entre componentes o condiciones de limpieza inadecuadas fue identificada como una posible fuente de estas afectaciones visuales.

En el caso de los defectos funcionales en las guías LED, tales como crackeo, contaminación o luz tenue, se observó que su aparición puede estar vinculada a variaciones en los parámetros del proceso de inyección del material, contaminación de partículas durante el ensamble electrónico o fallas en la colocación de los elementos de iluminación. Este tipo de defectos, aunque menos frecuentes, fue

reconocido como crítico debido a su impacto directo en la funcionalidad del Front module dentro del vehículo.

Respecto a los defectos estructurales, como la ruptura de pestañas de ensamble, el análisis permitió asociarlos principalmente a esfuerzos mecánicos excesivos durante la manipulación de la pieza o a condiciones inadecuadas en el proceso de montaje. Aunque estos eventos se presentaron con baja frecuencia, su detección oportuna resulta fundamental, ya que comprometen la correcta fijación del componente en el ensamble final del vehículo.

Contar con la identificación de estas posibles causas representa un resultado significativo del proyecto, ya que proporciona una base técnica para la toma de decisiones en mejora de procesos. La información obtenida permite orientar futuras acciones correctivas hacia las etapas donde se originan las no conformidades, en lugar de limitarse únicamente a su detección en la inspección final.

Adicionalmente, este análisis contribuyó a fortalecer el conocimiento del proceso por parte del inspector, permitiendo que la inspección no se limite a una revisión visual o funcional, sino que integre una comprensión más amplia del comportamiento del producto y de las variables que influyen en su calidad. Este enfoque favorece una cultura de prevención de defectos dentro del área productiva.

En conjunto, la identificación de las posibles causas de los defectos observados se consolida como uno de los resultados más relevantes del proyecto, ya que complementa el proceso de inspección con un entendimiento técnico del origen de las fallas y abre la posibilidad de implementar estrategias de mejora continúa enfocadas en la reducción de no conformidades desde su fuente.

Tabla 3. Tabla de identificación de posibles causas de defectos

Fuente: Elaboración propia (2025)

Tipo de defecto	Descripción del defecto	Causas probables	Acciones preventivas o correctivas
Rayones	Marcas visibles en el área del C-Blende o superficie plástica.	- Manipulación inadecuada sin guantes. - Fricción entre piezas durante transporte. - Herramientas o bandejas sucias.	- Uso de guantes de algodón o nitrilo. - Colocar protectores de espuma. - Mantener limpieza constante del área.
Puntos negros	Contaminación o partículas quemadas.	- Material sucio o recirculado. - Temperatura de inyección excesiva. - Purga insuficiente.	- Limpiar tolva y husillo. - Controlar temperatura. - Asegurar purgado completo del sistema.
Golpes	Deformaciones o hundimientos por impacto.	- Golpe durante el manejo o transporte.	- Implementar racks acolchados. - Capacitar al personal de manejo.
Pestaña rota	Daño en el punto de sujeción principal.	- Exceso de presión al ensamblar. - Material quebradizo. - Error de montaje.	- Ajustar herramientas de ensamble. - Verificar flexibilidad del material. - Capacitar al operador.
Defecto de pintura	Diferencias de tono, manchas o zonas sin recubrimiento.	- Falta de limpieza previa al pintado. - Condiciones inadecuadas en cabina.	- Controlar humedad y presión del aire. - Implementar limpieza antes de pintar.
Defecto de inyección	Rechupe, burbujas o rebabas.	- Parámetros mal ajustados. - Mal cierre del molde. - Enfriamiento insuficiente.	- Revisar calibración del molde. - Ajustar temperatura y presión. - Mantenimiento preventivo.
Guías LED rotas	Fisuras o fracturas visibles.	- Manipulación inadecuada. - Presión	- Implementar plantilla de montaje. - Usar herramientas

		excesiva en ensamble.	plásticas. - Capacitar personal.
Crackeo (fisuras)	Grietas pequeñas en plástico o LED.	- Enfriamiento brusco. - Tensión mecánica.	- Controlar temperatura. - Ajustar proceso de montaje.
Contaminación interna	Polvo o partículas dentro del LED o difusor.	- Área de trabajo sucia. - Falta de control ESD. - Manipulación sin guantes.	- Limpieza diaria. - Uso de guantes. - Mantenimiento de filtros HEPA.

Análisis de defectos de Front Module

Durante el periodo de observación del proceso de inspección y con base en los demás resultados obtenidos a lo largo del proyecto, se llevó a cabo un análisis de defectos del Front module, con el propósito de comprender el comportamiento general de las no conformidades detectadas durante la revisión de las piezas.

Este análisis se fundamentó en los registros generados en los formatos de inspección, los reportes diarios de producción y la clasificación estandarizada de defectos previamente establecida. A partir de esta información, fue posible organizar los defectos detectados de acuerdo con su tipo y nivel de recurrencia, permitiendo visualizar el comportamiento general del proceso productivo.

El análisis de defectos se presentó mediante una tabla comparativa, en la cual se registran los tipos de fallas identificadas y su frecuencia relativa. Esta tabla facilita la interpretación de los datos obtenidos durante la inspección, permitiendo identificar de manera clara los defectos más recurrentes y aquellos que se presentan con menor frecuencia.

La tabla de análisis de defectos se integra en la sección de anexos como respaldo técnico del estudio realizado y constituye una herramienta útil para la consulta y seguimiento de las no conformidades detectadas en el Front module.

En conjunto, la elaboración de esta tabla complementa los resultados del proyecto, ya que transforma los datos recopilados durante la inspección en información organizada y comprensible, útil para la toma de decisiones y el fortalecimiento del aseguramiento de calidad del Front module.

Tabla 4. Análisis de defectos de Front Module
Fuente: Elaboración Propia (2025)

Tipo de defecto	Descripción detallada del defecto	Área afectada del Front Module	Frecuencia observada	Criterio de rechazo aplicado	Posibles causas identificadas
Rayones	Marcas lineales visibles en la superficie cromada o vanadio que afectan la apariencia estética	Superficie frontal cromada / vanadio	Muy frecuente	Presencia de rayones visibles en zona de conductor	Manipulación durante transporte, contacto con otras piezas, manejo sin protección
Puntos negros	Presencia de partículas oscuras incrustadas o manchas en el acabado superficial	Superficie cromada / vanadio	Frecuente	Puntos visibles a más de 30 cm de distancia en áreas estéticas del componente	Contaminación en procesos de pintura o cromado
Golpes	Hundimientos o deformaciones leves en la estructura visible	Bordes y zonas de ensamble	Frecuente	Cualquier deformación que altere la geometría original	Caídas, impacto durante traslado interno
Defectos de pintura	Zonas con pintura irregular, burbujas o falta de recubrimiento	Superficie vanadio	Poco frecuente	Irregularidad visible en el acabado superficial	Fallas en proceso de aplicación de pintura o secado
Crackeo	Presencia de grietas en las guías LED	Sistema de iluminación LED	Poco frecuente	Grietas visibles que comprometan la	Ensamble incorrecto o tensión mecánica

				uniformidad de iluminación	
Contaminación LED	Presencia de polvo o partículas dentro de la guía LED	Sistema de iluminación LED	Poco frecuente	Partículas visibles dentro del sistema óptico	Ensamble en ambiente con partículas o mala limpieza
Luz tenue	Iluminación débil o no uniforme en guías LED	Sistema de iluminación LED	Poco frecuente	Intensidad de luz inferior al estándar visual esperado	Fallas electrónicas o mala conexión
Guía LED rota	Fragmentación parcial o total de la guía de iluminación	Sistema de iluminación LED	Raro	Ruptura visible de la guía	Manejo inadecuado o defecto de moldeo
Pestaña rota	Fractura total de la pestaña de fijación	Zona de ensamble principal	Raro	Ruptura total que impide el ensamble correcto	Fallas de moldeo o impacto durante manejo

Escala de frecuencia observada

- **Muy frecuente:** Defecto observado en la mayoría de las inspecciones diarias.
- **Frecuente:** Defecto presente de manera constante durante la jornada, pero no en la mayoría de las piezas.
- **Poco frecuente:** Defecto detectado ocasionalmente.
- **Raro:** Defecto observado en muy pocas piezas durante todo el periodo de inspección.

13. Actividades Sociales realizadas en la empresa u organización

Durante el periodo de residencias profesionales, integrarse al entorno laboral de la empresa permitió participar en actividades de convivencia y colaboración con el personal de distintas áreas, favoreciendo la adaptación al ambiente de trabajo y el fortalecimiento del trabajo en equipo.

Como parte de las actividades organizacionales, se participó en la jornada ACT for All, enfocada en seguridad e higiene, cuyo objetivo fue reforzar la cultura de prevención de riesgos, el cumplimiento de normas de seguridad industrial y la concientización sobre la importancia de mantener condiciones de trabajo seguras. Esta actividad permitió interactuar con diferentes áreas de la empresa y comprender la relevancia de la seguridad como parte fundamental de los procesos productivos.

Asimismo, la convivencia diaria con el personal de producción y del área de calidad facilitó la integración al equipo de trabajo, promoviendo un ambiente de respeto, cooperación y comunicación efectiva.

Estas experiencias contribuyeron al desarrollo de habilidades sociales, al sentido de pertenencia dentro de la organización y a una mejor comprensión de la cultura laboral de la empresa.

Conclusiones

14. Conclusiones del proyecto, recomendación y experiencia profesional adquirida

El desarrollo del presente proyecto permitió analizar, estructurar y documentar de manera integral el proceso de inspección del Front module del Audi Q5, logrando transformar una actividad operativa en un procedimiento formalmente definido y respaldado por evidencia técnica. A través de la observación directa, la aplicación de formatos de registro y la definición de criterios de aceptación y rechazo, fue posible establecer una metodología clara que garantiza una evaluación sistemática de cada componente antes de su liberación al proceso de ensamble final.

La elaboración de documentación técnica, como la ruta de inspección, los formatos de registro, la tabla de análisis de defectos y los criterios de evaluación, permitió generar un sistema de control estructurado que facilita la trazabilidad de las piezas inspeccionadas y fortalece el aseguramiento de calidad del producto. Este resultado representa una aportación relevante al proceso, ya que proporciona herramientas que pueden ser replicadas y actualizadas para mantener la uniformidad de la inspección a lo largo del tiempo.

A partir del análisis de los registros y de los reportes de inspección, fue posible identificar los defectos con mayor presencia dentro del proceso productivo, así como reconocer las áreas críticas del Front module que requieren una atención especial durante la revisión. Este conocimiento permite orientar futuras acciones de mejora hacia los puntos donde se originan las no conformidades, contribuyendo a la prevención de defectos desde etapas tempranas de fabricación.

La comparación del desempeño del proceso de inspección antes y después de la estandarización de criterios evidenció una reducción significativa en el número de piezas rechazadas, demostrando que la aplicación de parámetros claros y uniformes mejora la eficiencia del proceso y disminuye la variabilidad en la toma de decisiones. Este resultado confirma que la estandarización no solo optimiza la

inspección, sino que también impacta positivamente en los costos asociados a reprocesos y rechazos innecesarios.

Asimismo, la identificación de las posibles causas de los defectos permitió ampliar la visión del proceso, pasando de una inspección centrada únicamente en la detección de fallas a un enfoque orientado a la comprensión de su origen. Este aspecto fortalece la cultura de mejora continua, al proporcionar información útil para la retroalimentación de las áreas de producción y ensamble.

Finalmente, el proyecto dejó como resultado un conjunto de herramientas técnicas y documentales que pueden servir como base para futuras auditorías internas, capacitación de nuevo personal y evaluación constante del proceso de inspección. En conjunto, el trabajo realizado demuestra que la documentación y el análisis sistemático de un proceso productivo representan un factor clave para el fortalecimiento del control de calidad y para el incremento de la confiabilidad del producto final dentro de la industria automotriz.

Recomendaciones

Se recomienda mantener la aplicación constante de los criterios de aceptación y rechazo establecidos, asegurando que todos los inspectores utilicen los mismos parámetros durante la evaluación del Front module. La uniformidad en la inspección es fundamental para conservar la reducción en la variabilidad del proceso y garantizar una correcta clasificación de piezas conformes y no conformes.

Es conveniente actualizar periódicamente los formatos de registro de inspección y la tabla de análisis de defectos, de manera que se continúe generando información estadística que permita monitorear la evolución del proceso y detectar oportunamente cambios en el comportamiento de las no conformidades.

Se sugiere implementar programas de capacitación continua para el personal encargado de la inspección, enfocados en el uso adecuado de la ruta de inspección y en la interpretación de los criterios de evaluación. Esto permitirá mantener el nivel

de conocimiento adquirido durante el proyecto y facilitará la integración de nuevo personal al área.

Se recomienda fortalecer los controles en las etapas previas a la inspección, particularmente en los procesos de manipulación, almacenamiento y transporte interno del Front module, debido a que varios de los defectos estéticos identificados pueden originarse en estas fases. La mejora de estas condiciones contribuirá a reducir la aparición de fallas antes de que el componente llegue al área de inspección.

Resulta recomendable compartir los resultados del análisis de defectos y de las posibles causas identificadas con las áreas de producción y ensamble, a fin de que puedan evaluarse ajustes en los procesos de fabricación que permitan disminuir las no conformidades desde su origen.

Finalmente, se sugiere considerar la integración de herramientas tecnológicas de inspección visual automatizada en futuras etapas del proceso, con el propósito de incrementar la precisión de la evaluación y complementar la inspección manual actualmente implementada.

Experiencia profesional adquirida

Durante el desarrollo de mis residencias profesionales tuve la oportunidad de participar directamente en el proceso de inspección y control de calidad del Front Module del Audi Q5, lo que me permitió integrarme a un entorno industrial real y comprender la importancia del aseguramiento de calidad dentro de la industria automotriz.

A lo largo del proyecto realicé de manera constante la inspección de los componentes, lo que me ayudó a desarrollar una mayor capacidad de observación técnica y atención al detalle para la detección de defectos estéticos, estructurales y funcionales. Esta experiencia me permitió realizar inspecciones más precisas y tomar decisiones más objetivas al clasificar piezas conformes y no conformes.

Asimismo, participé en la elaboración de documentación técnica, como formatos de registro, criterios de aceptación y rechazo y rutas de inspección, lo que me permitió transformar actividades operativas en procedimientos estructurados y respaldados por evidencia documental. A través de esta actividad adquirí experiencia en la redacción técnica y en la estandarización de procesos dentro de un entorno productivo.

La interacción con personal especializado del área de producción y con el residente de la empresa fabricante del Front module me permitió ampliar mi conocimiento sobre los procesos de manufactura del componente, los estándares de calidad aplicables y la importancia de la comunicación técnica dentro de la empresa. Esta relación facilitó la resolución de dudas técnicas y el aprendizaje práctico sobre el funcionamiento del proceso productivo.

Además, durante el desarrollo del proyecto fortalecí habilidades en el registro y análisis de información, organizando datos de inspección en tablas de análisis y evaluando tendencias en la aparición de defectos. Esto me permitió comprender cómo los datos operativos pueden convertirse en información útil para la toma de decisiones y la mejora de procesos.

Finalmente, esta experiencia me permitió desarrollar disciplina profesional, responsabilidad y capacidad de adaptación a un entorno industrial con altos estándares de calidad. Considero que el aprendizaje obtenido durante mis residencias profesionales me brindó una base sólida para integrarme en áreas de producción, inspección y aseguramiento de calidad dentro del sector automotriz.

Competencias desarrolladas

15. Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Durante el desarrollo de las residencias profesionales, participar activamente en el proceso de inspección y control de calidad del Front Module permitió aplicar conocimientos teóricos en un entorno industrial real y desarrollar competencias técnicas y profesionales relevantes para la formación académica.

A continuación, se presentan las principales competencias desarrolladas y aplicadas durante el proyecto:

1. Observación técnica y atención al detalle

Identificar defectos estéticos, estructurales y funcionales en el Front Module, realizar inspecciones precisas y asegurar la correcta clasificación de piezas conformes y no conformes.

2. Análisis de información y manejo de datos

Registrar defectos, organizar la información en tablas de análisis y evaluar tendencias en la aparición de no conformidades, transformando datos operativos en información útil para la toma de decisiones.

3. Elaboración de documentación técnica

Diseñar y estructurar formatos de registro, criterios de aceptación y rechazo, así como rutas de inspección, contribuyendo a la estandarización del proceso de inspección.

4. Aplicación de criterios de calidad

Aplicar criterios de aceptación y rechazo definidos, asegurando la evaluación uniforme de las piezas inspeccionadas conforme a los estándares establecidos.

5. Comunicación técnica y trabajo en equipo

Interactuar con personal de producción y especialistas del área de calidad, facilitando el análisis conjunto de posibles causas de defectos.

6. Organización y gestión del trabajo

Planificar actividades de inspección, mantener registros ordenados y cumplir con los tiempos establecidos dentro del entorno productivo.

7. Responsabilidad y disciplina profesional

Cumplir con normas internas, mantener compromiso con la calidad del trabajo realizado y adaptarse a los estándares operativos de la empresa.

8. Comprensión de procesos productivos automotrices

Adquirir conocimiento práctico sobre el proceso de fabricación y ensamble del Front Module, permitiendo tener una visión integral del aseguramiento de calidad dentro de la industria automotriz.

16. Fuentes de información

1. CHAUMIER, C., 1986, La calidad total en la empresa, Editorial Gestión 2000, España
2. CROSBY, P. B., 1979, Quality is free: The art of making quality certain, McGraw-Hill, Estados Unidos
3. DEMING, W. E., 1986, Out of the crisis, MIT Press, Estados Unidos
4. FEIGENBAUM, A. V., 1991, Total quality control, McGraw-Hill, Estados Unidos
5. GARVIN, D. A., 1984, What does “product quality” really mean?, Sloan Management Review, Estados Unidos
6. JURAN, J. M., 1992, Juran on quality by design: The new steps for planning quality into goods and services, Free Press, Estados Unidos
7. MONTGOMERY, D. C., 2013, Introduction to statistical quality control (7th ed.), John Wiley & Sons, Estados Unidos
8. ISO 9001:2015, 2015, Quality management systems — Requirements, International Organization for Standardization, Suiza
9. IATF 16949:2016, 2016, Quality management system requirements for automotive production, International Automotive Task Force, Estados Unidos
10. AIAG (AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP), 2019, Advanced product quality planning (APQP) and control plan manual, AIAG, Estados Unidos
11. AIAG (AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP), 2019, Production part approval process (PPAP) manual, AIAG, Estados Unidos
12. COMUNICACIÓN TÉCNICA CON RESIDENTE DE CALIDAD DE GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA, 2025, Información del proceso de inspección del front module del Audi Q5, criterios de aceptación y rechazo, México
13. SOLUCIONES INTEGRALES DE CALIDAD BALCORTA, 2025, (QSB): Procedimientos internos de inspección y control de calidad, Documento interno confidencial, México

- 14.** SOLUCIONES INTEGRALES DE CALIDAD Balcorta, 2025, Registros internos de inspección del front module del Audi Q5, Archivo interno confidencial, México
- 15.** VERBAND DER AUTOMOBILINDUSTRIE (VDA), 2016, VDA 6.3 Process Audit, VDA QMC, Alemania
- 16.** ISHIKAWA, K., 1985, What Is Total Quality Control? The Japanese Way, Prentice Hall, Estados Unidos
- 17.** JURAN, J. M., & GODFREY, A. B., 1999, Juran's Quality Handbook (5th ed.), McGraw-Hill, Estados Unidos

17. Anexos

Los anexos de este proyecto se dividen en tres grupos según la función y momento de la inspección del Front module de la Audi Q5:

Anexos 1 al 5: Registros de inspección obtenidos antes de establecer los criterios de aceptación y rechazo, donde los defectos se registraban sin parámetros estandarizados. Se incluyen para mostrar el estado inicial del proceso y servir como base de comparación.

Anexos 6 al 10: Registros de inspección después de la implementación de los criterios de aceptación y rechazo, evaluando los defectos bajo parámetros uniformes. Se incluyen para evidenciar la mejora en la consistencia de la inspección y respaldar los datos utilizados en la gráfica de desempeño.

Anexo 11: Formato de registro utilizado para clasificar los Front module como conforme o no conforme según sus defectos. Se incluye para documentar de manera sistemática los resultados de inspección.

Anexo 12: Formato de ruta de inspección empleado para la retroalimentación de cómo se realizó la inspección. Se incluye para mostrar la metodología aplicada y garantizar que las inspecciones siguieron los pasos establecidos.

Anexo 13: Carta de no inconveniencia emitida por la empresa. Se incluye para respaldar que la realización del proyecto y la inspección de los front modules cuentan con la autorización institucional necesaria, evitando problemas para la titulación.

La gráfica de desempeño se elaboró con los datos de los anexos 1 al 10, permitiendo comparar los resultados antes y después de la estandarización de los criterios de aceptación y rechazo. Los anexos 11 y 12 respaldan los procedimientos de registro y seguimiento, mientras que el anexo 13 valida la conformidad institucional de las actividades realizadas.

Anexos 1 al 5. Reportes antes de los criterios establecidos
Anexo 1. Reporte del 10/11/2025 antes de los criterios establecidos

[illegible]

Anexo 2. Reporte del 11/11/2025 antes de los criterios establecidos

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

BS
The Best Price

DATE: 19-11-2025
COUNTRY: Argentina
CITY: BUENOS AIRES

NAME: Carlos Negron Colaco
AGE: 1.0
ADDRESS: Carlos Negron Colaco
CITY: Buenos Aires

PHONE: 0035
EMAIL: carlosnegroncolaco@gmail.com

NAME: **Normal**

PRICE: 240 T. and Model

DATE: 19-11-2025

TIME: 12:00

LOCATION: 30m

STATUS: **Good**

ITEM	QTY	UNIT PRICE	TOTAL PRICE	TAXES	TOTAL	REMARKS
1	1	240	240	0	240	Normal
2	1	240	240	0	240	Normal
3	1	240	240	0	240	Normal
4	1	240	240	0	240	Normal
5	1	240	240	0	240	Normal
6	1	240	240	0	240	Normal
7	1	240	240	0	240	Normal
8	1	240	240	0	240	Normal
9	1	240	240	0	240	Normal
10	1	240	240	0	240	Normal
11	1	240	240	0	240	Normal
12	1	240	240	0	240	Normal
13	1	240	240	0	240	Normal
14	1	240	240	0	240	Normal
15	1	240	240	0	240	Normal
16	1	240	240	0	240	Normal
17	1	240	240	0	240	Normal
18	1	240	240	0	240	Normal
19	1	240	240	0	240	Normal
20	1	240	240	0	240	Normal
21	1	240	240	0	240	Normal
22	1	240	240	0	240	Normal
23	1	240	240	0	240	Normal
24	1	240	240	0	240	Normal
25	1	240	240	0	240	Normal
26	1	240	240	0	240	Normal
27	1	240	240	0	240	Normal
28	1	240	240	0	240	Normal
29	1	240	240	0	240	Normal
30	1	240	240	0	240	Normal
31	1	240	240	0	240	Normal
32	1	240	240	0	240	Normal
33	1	240	240	0	240	Normal
34	1	240	240	0	240	Normal
35	1	240	240	0	240	Normal
36	1	240	240	0	240	Normal
37	1	240	240	0	240	Normal
38	1	240	240	0	240	Normal
39	1	240	240	0	240	Normal
40	1	240	240	0	240	Normal
41	1	240	240	0	240	Normal
42	1	240	240	0	240	Normal
43	1	240	240	0	240	Normal
44	1	240	240	0	240	Normal
45	1	240	240	0	240	Normal
46	1	240	240	0	240	Normal
47	1	240	240	0	240	Normal
48	1	240	240	0	240	Normal
49	1	240	240	0	240	Normal
50	1	240	240	0	240	Normal
51	1	240	240	0	240	Normal
52	1	240	240	0	240	Normal
53	1	240	240	0	240	Normal
54	1	240	240	0	240	Normal
55	1	240	240	0	240	Normal
56	1	240	240	0	240	Normal
57	1	240	240	0	240	Normal
58	1	240	240	0	240	

[illegible]

Anexo 10. Reporte del 21/11/2025 después de los criterios establecidos



Fecha: **21-11-2025** Hora: **18:00** Lugar: **10**

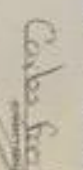
Paciente: **Diomedes** Edad: **48** Sexo: **M**

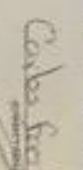
Diagnóstico: **008**

Tratamiento: **10**

Observaciones: **Se inyectaron 240 cc de Tetracikl**

Firma del médico: 

Firma del enfermero: 

Paciente	Fecha	Hora	Lugar	Sexo	Edad	Diagnóstico	Tratamiento		Observaciones	Firma del médico	Firma del enfermero
							Medicamento	Dosis			
Diomedes	21-11-2025	18:00	10	M	48	008	240 cc	240 cc	Se inyectaron 240 cc de Tetracikl		

Anexo 11. Reporte de registros de Front Module

[illegible]

Anexo 12. Ruta de inspección

Instrucciones de Manufactura- e Inspeccion							
Numero de Diseño: SMC 863 242 A / 1523307 SMC 863 242 A / 1523380	Elaborado por: Depto. de Manufactura y Inspección:	Eng.: C. Hernandez Carat.: R. Escobar	Nivel: 01	Aprueba:	Eng.: Carat.: Producción:	11/08/2025 11/08/2025 11/08/2025	
Desc. Del Producto:		Descr. Descripción:		Descripción de proceso de manufactura:			
Foto Nombre Hgn		Inspección de Front module					
No.:	Inspecciones de Proceso:		Ajustes Visuales/Grandes/Información Adicional:				
1	ANTES DE INICIAR LA INSPECCIÓN DEBERÁS PORTAR TU EQUIPO DE SEGURIDAD:		 Guantes de tela blancos  Lentes de seguridad  Calzado de seguridad				
2	Toma la pieza cuidadosamente del contenedor a inspeccionar. Fig. 1						
3	Retira la bolsa y coloca sobre la mesa de inspección. Fig. 2						
4	Coloca el foco de iluminación sobre las 2 terminales de la guía de luz led. Fig. 3 y 4						
5	Inspecciona el Front module a una distancia de 50 - 70 cm (Brazo estirado) (Conforme a estandar VDA 16: 5.2.4 Distancia de observación) Fig. 5						
6	Evalua la pieza, si es conforme certifica la etiqueta individual colocando un punto y colocar en contenedor de material conforme. Fig. 6						
7	Si la pieza no es conforme, identificar la zona afectada colocando una peca color roja y colocar en el contenedor de material rechazado. Fig. 7						