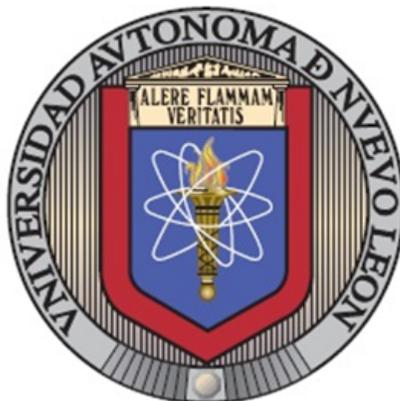


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN Y
TRAZABILIDAD DE DEFECTOS EN AUTOS DE LUJO

POR

BERTHA FLOR PEÑA MARTÍNEZ

EN OPCIÓN AL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

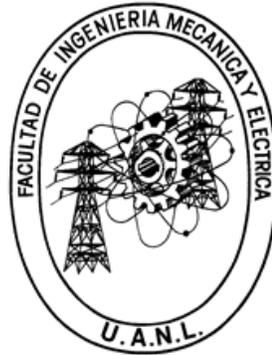
SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN

JULIO 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN Y
TRAZABILIDAD DE DEFECTOS EN AUTOS DE LUJO

POR

BERTHA FLOR PEÑA MARTÍNEZ

EN OPCIÓN AL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN

JULIO 2021



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Subdirección de Estudios de Posgrado

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis "Metodología para la optimización y trazabilidad de defectos en autos de lujo", realizada por el alumno Bertha Flor Peña Martínez, con número de matrícula 1707078, sea aceptada para su defensa como requisito para obtener el grado de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Automotriz.

El Comité de Tesis

Dra. Adriana Salas Zamarripa
Director

Dra. Flor Esthela Palomar Pérez
Co-Director

MA. Alan Eduardo Capilla García
Revisor

Dr. Diego-Francisco Ledezma Ramírez
Revisor

Vo. Bo.

Dr. Simón Martínez Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado



156

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, Julio de 2021



Dedico esta tesis...

A Dios

A mis padres Agustín y Delfina que siempre me apoyaron en todo este proceso desde que decidí empezar la maestría hasta el día de hoy, y por ser un gran ejemplo de éxito y dedicación en la vida.

A mis hermanos Aldo y Dulce por animarme día con día.

A mi prometido Andres por su gran soporte y ánimo para terminar la tesis.

A mis abuelitas y abuelito porque a pesar de la distancia sé que siempre me animan a superarme.

A mis amigos, especialmente a Ali S.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	XIII
Resumen	XIV
1. Introducción	1
1.1. Motivación y relevancia industrial	1
1.2. Hipótesis	3
1.3. Objetivo General	3
1.4. Objetivo Específico	3
1.5. Metodología Científica	4
1.6. Alcances y limitaciones	4
1.7. Descripción general de la tesis	5
2. Antecedentes	6
2.1. Introducción	6
2.2. Calidad en la industria automotriz	6
2.3. Herramientas usadas para la gestión de la calidad	13

2.4. Definición de la percepción de la calidad en la industria automotriz	17
2.4.1. Valor basado en la percepción de la calidad (VPQ)	24
2.4.2. Percepción técnica de la calidad (TPQ)	26
2.4.3. Características de apariencia de calidad visual (VQA)	28
2.4.4. Estética	30
2.5. Conclusión	35
3. Satisfacción del cliente en el sector Premier (premium)	36
3.1. Introducción	36
3.2. Calidad en el sector premier	36
3.3. Importancia de los atributos de calidad y su impacto	38
3.4. Metodologías de auditorías de producto para evaluar la percepción al cliente	39
3.5. Impacto de la cadena de suministros hacia la calidad del producto final.	42
3.6. Estudio de casos en la industria automotriz	44
3.7. Conclusión	48
4. Metodología	49
4.1. Introducción al capítulo cuatro	49
4.2. Fases de desarrollo	49
4.3. Problemática	50
4.4. Desarrollo del sistema de trazabilidad	52

4.4.1. Clasificación de las zonas relevantes al cliente	52
4.4.2. Clasificación de tipos de defectos	59
4.4.3. Muestreo de fallas comunes	60
4.5. Desarrollo y optimización durante la generación del reporte	61
4.6. Conclusión	65
5. Resultados	66
6. Conclusiones generales y Recomendaciones	78
6.0.1. Recomendaciones	80

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Que significa calidad (Planning for Quality, 2d ed. 1990. Juran Institute, Inc., Wilton, CT, pp. 1-10).	8
2.2. Evaluación de un objetivo de estilo suave por radios de proporciones completas del vehiculo (Weber (2009)).	9
2.3. Vehículo con un fuerte mensaje de estilo exterior (Weber (2009)). . .	10
2.4. Estilo distintivo del interior de un vehículo (Weber (2009)).	10
2.5. Zona expuesta del compartimeinto de motor de un vehículo (Weber (2009)).	11
2.6. Sistemas eléctrico y electrónicos E/E (Electric and Electronic), tomando el BWM serie 7 (Weber (2009)).	11
2.7. Grabación de sonido en el interior del vehículo con una cabeza artificial (Weber (2009)).	12
2.8. Vehículo de prueba con equipo de medición dinámica (Weber (2009)).	12
2.9. Perspectiva general de conceptos en la gestión de la calidad (Weckenmann et al. (2015)).	14
2.10. Ilustración esquemática de las dimensiones de la calidad y la relación entre ellas (Stylidis <i>et al.</i> (2015b)).	22

2.11. Terminologías de la percepción de la calidad en la industria automotriz (Stylidis <i>et al.</i> (2015a)).	23
2.12. Muestra las sub divisiones que conforman el valor de percepción de la calidad (Aaker (2009)).	24
2.13. Proceso de ensamble de un vehículo (Hu y Koren (1997)).	29
2.14. Contribuidores en la apariencia de calidad visual (Forsslund <i>et al.</i> (2006)).	29
2.15. Características afectadas por variaciones geométricas (Wickman y Söderberg (2007)).	31
2.16. Separación (GAP) entre dos objetos (Dagman <i>et al.</i> (2004)).	32
2.17. Ejemplo de abertura (GAP) en una zona visible del vehículo (Söderberg <i>et al.</i> (2006)).	32
2.18. Enrase visible entre dos ensamblados (Stoll y Paetzold (2008)).	33
2.19. Puntos de medición seleccionados de enrase y aberturas (Lee <i>et al.</i> (2008)).	34
2.20. Ejemplo de líneas de separación (Wärmefjord <i>et al.</i> (2020)).	35
3.1. Ejemplo de evaluación de distancia y ángulo (Striegel <i>et al.</i> (2018)). .	42
3.2. Efecto látigo de los requerimientos del cliente (Schmitt <i>et al.</i> (2014)).	43
3.3. Principales atributos que se comunican a los clientes (Stylidis <i>et al.</i> (2020a)).	45
3.4. Perfeccionamiento y calidad producible (Striegel <i>et al.</i> (2017)).	47
3.5. Baja calidad de perfección en las líneas de separación (Striegel <i>et al.</i> (2017)).	47

4.1. Fases de desarrollo de la metodología de optimización.	50
4.2. Zona delantera del vehículo referida como la de mayor impacto, la cual es la más expuesta enfocada a la primera impresión visual de los clientes.	53
4.3. En estas áreas se tienen identificados diferentes componentes del vehículo que son visuales y algunos funcionales, los cuales se indican con un respectivo QR el cual indica un nombre específico.	54
4.4. Identificación visual de componente que hacen referencia mediante códigos QR	55
4.5. Zona que tiene un ángulo de visión directa por parte del cliente, así como los componentes con los que interactúan desde esa área.	56
4.6. Zona que tiene un ángulo de visión directa por parte del cliente, así como los componentes con los que interactúan desde esa área.	57
4.7. Zona que tiene un ángulo de visión directa por parte del cliente, así como los componentes con los que interactúan desde esa área.	57
4.8. Componentes y área con mayor interacción en el compartimiento trasero.	58
4.9. Clasificación de los tipos de defecto que se detectaron.	59
4.10. Reporte automático generado de los defectos con información relevante	64
5.1. Diferencia de tiempos en minutos durante la captura de defectos de manera manual y automática.	68
5.2. Definiciones dadas para un mismo componente	69
5.3. Comparación de definiciones correctas e incorrectas.	70
5.4. Reporte original usado en la presentación de defectos.	71

5.5. Diferencia de tiempos en minutos durante la creación de los reportes de manera manual y automática.	73
5.6. Reporte de calidad generado para un defecto detectado.	74
5.7. Se muestra la mejoría durante el proceso de implementación de la estandarización de los nombres usando los códigos.	77

ÍNDICE DE TABLAS

3.1. Atributos de calidad detectados por clientes (Schmitt <i>et al.</i> (2014)). . .	39
4.1. Listado de defectos sin la utilización de un estándar en la evaluación.	51
4.2. Defectos detectados por los auditores antes de la implementación. . .	60
4.3. Defectos de mayor relevancia detectados en los últimos tres meses. . .	62
4.4. Defectos reportados en los últimos tres meses sin un estándar.	63
5.1. Listado de defectos usando títulos de manera general.	67
5.2. Listado semanal de tendencia de defectos sin un estándar.	75
5.3. Listado semanal de tendencia de defectos con un estándar de títulos.	76

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la oportunidad de estudiar esta maestría y por el apoyo brindado durante este tiempo.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica por brindarme los conocimientos teóricos y técnicos que me ayudaron a terminar este proyecto.

Agradezco a la Doctora Adriana Salas, a la Doctora Flor Palomar y al Doctor Diego Ledezma, por el gran soporte brindando durante las revisiones de esta tesis.

A BMW Group Planta San Luis Potosí por acceder en brindar la información necesaria para el término de este proyecto.

A mi asesor de BMW Alan Capilla por brindar parte de su tiempo en las revisiones y presentación de la tesis.

RESUMEN

En la actualidad, debido a que la industria automotriz sigue siendo una de las más rentables en la economía global. Es indispensable el estar a la vanguardia de los cambios en requerimientos de los clientes en relación, a la tecnología, al diseño, a la estética y acabados finales del vehículo. Esto conlleva a una gran cantidad de estudios enfocados en estos requerimientos continuos.

Este proyecto de investigación se basa en el estudio sobre el impacto que tiene la percepción de la calidad de un producto respecto a los clientes, ya que a lo largo de los años estas investigaciones han permitido entender diferentes conceptos de percepción y aplicar nuevas técnicas de evaluación de calidad en el producto final. Lo que ha permitido que la satisfacción del cliente en el sector premier sea lo más certero posible, evitando así inconformidades de parte de los clientes.

La investigación se desarrolló en base a la teoría de los conceptos de calidad, así como las investigaciones actuales de los métodos de evaluación de percepción de la calidad y los conceptos que intervienen en cada uno, ya que estos conceptos tales como el enrase entre componentes, las aberturas entre ensambles, los acabados simétricos etc, son parte fundamental del acabado en calidad visual final del vehículo. Este resultado al final tendrá un impacto en la compra, posición de la marca, precio e interés.

El interés de este proyecto de investigación fue idear una metodología la cual permitiera optimizar la trazabilidad de los defectos detectados durante el proceso de evaluación del producto mediante las técnicas y conceptos mencionados anteriormente, y aunado a esta optimización el poder generar de una manera eficaz los reportes de cada uno de las inconformidades detectadas.

Para alcanzar un seguimiento adecuado, se desarrollaron códigos QR que permitió identificar las partes del vehículo y de igual manera se crearon códigos para los diferentes tipos de defectos existentes, lo cual derivó a una reducción de tiempos de captura, reducción de tiempos de edición y presentación. Ayudando así el poder diferenciar y seleccionar los temas de mayor impacto para solucionar.

El proyecto explica las diferentes etapas de investigación y desarrollo que se tomaron en cuenta para la evaluación de mejoras en los procesos actuales en la empresa a mejorar, así como el impacto que generó en la efectividad de tiempo que se usaba de parte del auditor para la generación de defectos y creación de los reportes. De igual manera se muestran las comparativas mediante tablas y gráficas de estos resultados.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 MOTIVACIÓN Y RELEVANCIA INDUSTRIAL

Actualmente, el sector automotriz es una de las industrias más rentables e importantes, ya que con sus resultados obtenidos de ventas y servicios ha logrado tener una gran repercusión y un alto impacto dentro de la economía global. Es por ello que existe una gran competencia entre las marcas y organizaciones actuales que están en constante búsqueda de obtener las mejores tecnologías de innovación para implementarla a sus productos, este proceso permite el comienzo de investigación a un enfoque más certero a los clientes que de igual manera logre que exista un objetivo claro en la calidad de los productos que se ofrecen (Sabbagha *et al.* (2016)).

Aunado a esto, se han encontrado nuevas áreas de estudio para lograr estos objetivos, dando un enfoque más detallado a la calidad en los vehículos que sigue en constante evolución y que ha permitido mejorar oportunamente el desarrollo de los productos desde una perspectiva más clara relacionada a la estética del vehículo. Esto conlleva a las mejoras en procesos internos de las empresas haciendo que los productos sean lo más apegados a los cambios que demanda el cliente día con día, por lo que cada vez se buscan estrategias y metodologías que permitan evaluar de una manera rápida y eficaz estos requerimientos puntuales en etapas tempranas para

mejorarlos y evitar que se lleguen a detectar por el cliente, logrando así una completa satisfacción.

La literatura que se muestra en este proyecto, se enfoca en la importancia que tiene el tomar de referencia las necesidades que cada cliente pueda tener hacia un producto en específico, como agente principal para el desarrollo de los productos desde el diseño hasta su producción final, pero de igual forma se indaga en los diferentes enfoques que se han estudiado y que el fabricante de equipo original (OEM- por sus siglas en inglés) deberá tomar en cuenta para definir las prioridades y plantearse objetivos claros y que sean alcanzables. La calidad siempre será algo difícil de comprender o interpretar, porque las necesidades de los clientes nunca serán completamente claras y estarán en constante cambio, lo importante es que cada empresa monitoree estas discrepancias de forma oportuna para así lograr una solución rápida.

Este proyecto tiene como finalidad el mejorar y optimizar la detección de defectos en vehículos de gama premier, que en la actualidad tienen un impacto directo en la percepción de la calidad del vehículo evaluada por los clientes, esto también deriva en que el cliente apruebe o no la calidad del producto específico de una marca dentro del sector automotriz.

Este proceso de investigación y estudio se llevó a cabo dentro de una industria de giro automotriz productora de vehículos premier en la cual se evaluaron los atributos de percepción de calidad visual usados y generalizados en la industria automotriz, observando y evaluando el producto desde una perspectiva similar a como los clientes del sector premier (premium) percibirían la calidad del producto final.

Con la implementación de este proyecto se buscó reducir defectos que se consideraran sistemáticos, mediante la reducción de errores de captura de los defectos y la reducción de tiempo que esto conlleva para los auditores. Esto permitió que los defectos sean detectados en etapas tempranas y permitió direccionarlos correctamente a los responsables, con información de manera constante teniendo como objetivo el

dar un seguimiento oportuno a la detección, solución y la investigación que se derive para así asegurar la calidad final del vehículo.

1.2 HIPÓTESIS

El empleo de metodologías de detección de defectos permitirá optimizar la localización de errores en el proceso de manera oportuna, lo cual reducirá la afectación de la percepción del cliente hacia la calidad visual del producto.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Establecer una metodología de optimización para detectar defectos mejorando la trazabilidad y que permita trabajar de forma oportuna en las fallas detectadas, así como mejorar la comunicación de los mismos a las áreas involucradas mediante una correcta definición y lograr una solución de una manera rápida.

1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Detectar de manera temprana los defectos con la utilización gráfica de imágenes y códigos QR.
- Optimizar el tiempo durante la creación de reportes mediante el uso de macros.
- Reducir el número de rechazos de vehículos al tener un mejor seguimiento y solución a los problemas.

1.5 METODOLOGÍA CIENTÍFICA

Generar imágenes específicas de las zonas consideradas relevantes para los clientes, lo que permitirá identificar los tipos de defectos acorde al lugar y tipo de falla presentada. Cada una tendrá un código QR el cual al ser escaneado guardará la información de manera automática, la cual se usará para la creación de los reportes.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances: La trascendencia que tiene esta investigación consiste en lograr un enfoque oportuno de detección de defectos, permitiendo así tener una solución rápida, y de esta manera evitar que surjan temas relacionados a la calidad del producto final, los cuales puedan llegar a ser detectados por los clientes.

Limitaciones: Las limitaciones detectadas para el desarrollo de esta metodología son las siguientes:

- Falta de conocimiento técnico por parte de los auditores en el nombramiento de los componentes del vehículo.
- Falta de experiencia dentro del equipo de trabajo, relacionado a los conceptos teóricos de la percepción de la calidad.
- Falta de conocimiento práctico para el uso de las herramientas de trabajo durante las confirmaciones de los defectos.

1.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA TESIS

Cada uno de los capítulos muestra la similitud que tienen los conceptos de percepción de calidad, ya sea de manera práctica o de manera teórica, con el objetivo de desarrollar la mejor metodología de detección de defectos.

El Capítulo 1 presenta los objetivos planteados para el desarrollo de la optimización, así como la metodología a seguir para el logro de los mismos, de igual manera se plantean los alcances y las limitantes.

El Capítulo 2 expone los antecedentes de la calidad en la industria automotriz, así como el progreso que ha tenido a través de los años, en el que se han desarrollado herramientas que permiten investigar y solucionar las problemáticas de las industrias.

El Capítulo 3 muestra la importancia de atributos de calidad para el sector premier, los cuales llegan a ser parte fundamental del estudio de la percepción de la calidad, y de igual manera señala las investigaciones de otras compañías en esta área de investigación.

El Capítulo 4 presenta el proceso de la metodología que se siguió para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados. De igual manera se observan los cambios logrados en las detecciones debido a la optimización en el proceso.

El Capítulo 5 expone los resultados obtenidos en cuestión del tiempo que se usaba para la captura de defectos y creación de reportes, logrando así la detección oportuna de las fallas.

El Capítulo 6 muestra las conclusiones generales de la investigación, así como las recomendaciones para futuras investigaciones relacionadas a la percepción de la calidad.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el significado que tiene la palabra «calidad» dentro de la industria automotriz, así como la importancia que posee para asegurar la satisfacción de los clientes. De igual manera se profundiza sobre las áreas del vehículo, las cuales son estudiadas actualmente para mejorar la calidad del producto final, haciendo uso de herramientas de gestión de calidad para el control del proceso.

Se comienza también con la descripción del concepto de la percepción de calidad, haciendo un énfasis en el enfoque al cual debe ser guiado el producto y definir el éxito o no del mismo.

2.2 CALIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Hoy en día la palabra «calidad» es un término de gran importancia en los productos y servicios que ha logrado ser una prioridad para las organizaciones y que ha ido evolucionando con el paso de los años, para convertirse en algo crucial en el logro de la satisfacción de los clientes. Para entender mejor este término hay que

entender el significado de la palabra cliente, es decir un cliente se puede definir como persona que adquiere un producto y se ve afectado por el mismo durante el proceso de uso, este puede ser un cliente interno o externo en las organizaciones y debido a esto se ha logrado mejorar el enfoque que se da a los productos finales dentro de los procesos de producción en las industrias, en donde se entiende que el cliente interno es aquel que colabora en la producción del producto, y el cliente externo es aquel que lo adquiere y hace uso de el (Gryna *et al.* (2007)). Por lo tanto calidad significa las características de los productos que cumplen las necesidades de los clientes en general y que les genera una satisfacción con el resultado final, pero de igual forma el proveer mayor calidad usualmente requiere una inversión y costo adicional a los productos lo que incrementa su valor, es por eso que mientras la calidad de un producto sea mayor de igual forma el precio se incrementa, es necesario para las organizaciones definir los tipos de mercados acorde a lo que los clientes estarían dispuestos a pagar.

Otra definición, que explica la calidad, es el que un producto esté libre de deficiencias, es decir libre de errores que requieran hacer un trabajo adicional después de haberse terminado o que resulten en una insatisfacción al cliente con defectos en campo y reclamos del producto. Esta definición puede ser también entendible como que, el tener una alta calidad en la elaboración de un producto puede costar menos debido a que se logrará evitar trabajos adicionales al proceso que no son planeados obteniendo una cantidad limitada de defectos y por lo tanto reduciendo reclamos de cliente.

Cabe mencionar que hay productos que no necesariamente incumplen la satisfacción del cliente, si no que también influye la existencia del desarrollo de los productos de la competencia, el cual puede mostrar otro tipo de características que capte más la atención de los clientes. Estas dos definiciones se pueden observar de manera resumida en la Figura 2.1.

Características del producto que cumplen las expectativas de los clientes	Libertad de deficiencias
Alta calidad permite a las compañías:	Alta calidad permite a las compañías:
Incrementar la satisfacción al cliente	Reducir los tipos de error
Hacer que los productos se puedan vender	Reducir retrabajos, desperdicios
Conoce la competencia	Reducir fallas en campo, garantías
Aumentar la cuota de mercado	Reducir la insatisfacción del cliente
Proporcionar ingresos por ventas	Reducir inspección y pruebas
Asegurar un precio premium	Acortar el tiempo para poner nuevos productos en el mercado
	Aumentar rendimiento y capacidad
	Mejorar el desempeño de entrega
El efecto principal es en las ventas	El efecto principal está en el costo
Usualmente una alta calidad cuesta mas	Usualmente una alta calidad cuesta menos

FIGURA 2.1: Que significa calidad (Planning for Quality, 2d ed. 1990. Juran Institute, Inc., Wilton, CT, pp. 1-10).

La manera de ver estas definiciones en ocasiones genera una gran confusión dentro de las organizaciones, sobre si el obtener una alta calidad en los productos cuesta más o cuesta menos debido a la inversión inicial o final que se necesita hacer. Esto genera que en muchas industrias solo se enfoquen en cumplir las especificaciones dadas del producto, lo cual podría ser un error, debido a que hay necesidades de los clientes que no están incluidas en las especificaciones dadas inicialmente, y por ello es necesario evaluar de manera constante el producto, así como los cambios existentes en el mercado de una manera objetiva, para poder reaccionar de manera rápida ante cualquier imprevisto (Juran y Godfrey (1999)).

Se observa que en todas las definiciones que se podrán encontrar en las organizaciones relacionadas a la calidad siempre se tendrá un objetivo en común, que es lograr la apreciación del producto. Esto en la industria automotriz se puede dividir en tres partes:

- **Calidad del concepto:** Es el concepto del vehículo, incluyendo el precio, el cual se debe ajustar a los objetivos que se tienen con los clientes y ofrecer una gama suficiente robusta para superar la competencia.
- **Calidad de producción:** Después de la manufactura del vehículo, ofrecerlo y venderlo, este debe cumplir con las especificaciones y toda la completa funcionalidad que fue ofrecida a los clientes.
- **Confiabilidad :** Esto significa que la funcionalidad completa del vehículo debe ser correcta acorde a los estándares de desempeño y durabilidad.

En la industria automotriz, el objetivo final hablando de calidad durante el desarrollo y manufactura del vehículo completo debe ser lo más apegado a los requerimientos ofrecidos a los clientes como concepto, evaluando la calidad con el uso de métricos de calidad, con pruebas de desempeño o realizando auditorías estáticas en las diferentes áreas del vehículo, las cuales son:

- **Parte inferior: Ajuste de componentes**
- **Carrocería: Forma de las vistas y aberturas**

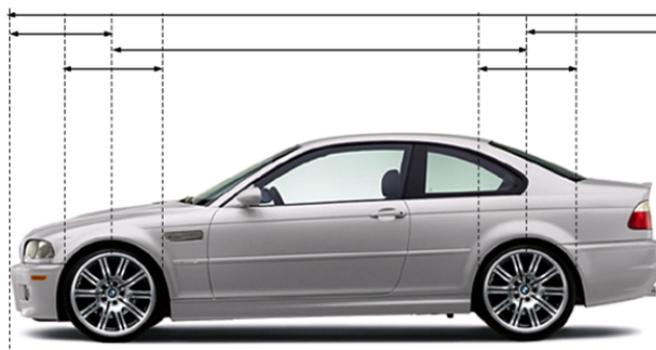


FIGURA 2.2: Evaluación de un objetivo de estilo suave por radios de proporciones completas del vehículo (Weber (2009)).

- **Superficie externa: Pintura y vistas terminadas**



FIGURA 2.3: Vehículo con un fuerte mensaje de estilo exterior (Weber (2009)).

- **Revestimiento Interior y exterior: Ajustes en revestimientos**



FIGURA 2.4: Estilo distintivo del interior de un vehículo (Weber (2009)).

- **Compartimiento de motor: Ajustes de componentes**

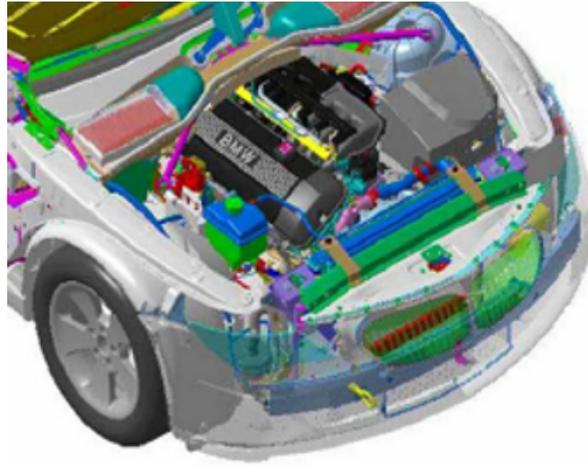


FIGURA 2.5: Zona expuesta del compartimiento de motor de un vehículo (Weber (2009)).

De igual forma existen defectos que no se pueden detectar hasta que el vehículo esté en uso y que se presentan al ser evaluados en los siguientes aspectos:

- **Evaluación de sistemas:** Revisiones funcionales de todo el sistema eléctrico.

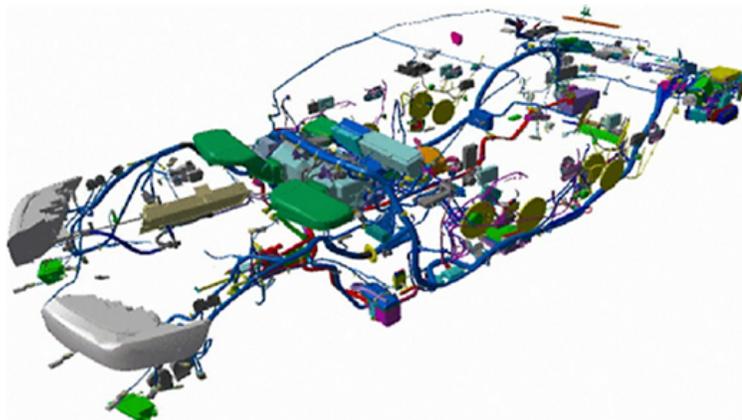


FIGURA 2.6: Sistemas eléctrico y electrónicos E/E (Electric and Electronic), tomando el BWM serie 7 (Weber (2009)).

- **Prueba de manejo: Ruido y vibraciones.**



FIGURA 2.7: Grabación de sonido en el interior del vehículo con una cabeza artificial (Weber (2009)).

- **Prueba de manejo: Dinámico y ágil.**

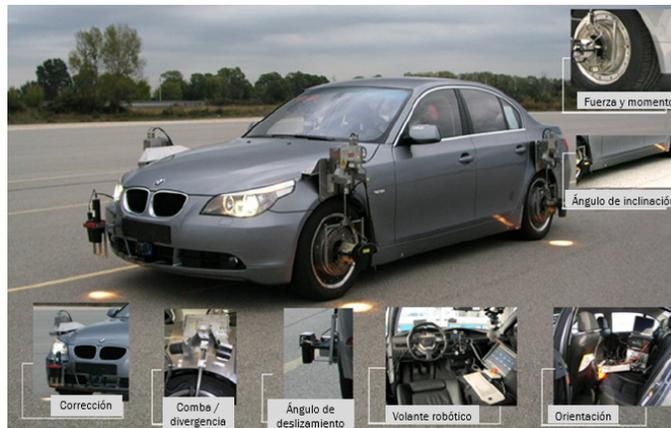


FIGURA 2.8: Vehículo de prueba con equipo de medición dinámica (Weber (2009)).

- **Pruebas de agua: Ingreso de agua al interior del vehículo.**

Debido a que todos estos puntos son muy importantes para evaluar la calidad de un vehículo final, algunas industrias de giro automotriz recurren a evaluaciones internas de sus productos por medio de auditores, los cuales seleccionan de manera aleatoria un carro de la producción y evalúan los puntos antes mencionados para tener un resultado inmediato de la calidad que se está produciendo en el día (Weber (2009)).

El desarrollo de metodologías que ayuden a mejorar la calidad de un producto en específico durante las etapas de su desarrollo es crucial para los departamentos involucrados en la liberación del producto, tal como el diseño, ya que se sabe que el costo relacionado a un cambio de ingeniería o diseño se incrementa drásticamente durante un proceso de producción ya liberado, y que resultará en un incremento en los costos y retrasos en la entrega de los productos, es por ello que los esfuerzos de investigación y análisis se deben hacer en etapas tempranas para hacer cambios oportunos en el producto, evitando así un incremento alto en los costos de producción para las empresas (Stylidis (2019)).

2.3 HERRAMIENTAS USADAS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

Debido a la competencia que actualmente existe en las organizaciones en donde se provee el mismo producto, la supervivencia de una empresa dependerá de la habilidad de ganar clientes vinculando el entusiasmo generado con los productos ofrecidos. Para el logro de este objetivo se pueden implementar muchas estrategias, las cuales tendrán que ser definidas por cada organización, pero sin duda cada una deberá considerar una estrategia tal que asegure que se adecue a los cambios actuales proveyendo una alta calidad en los productos, lo cual es la tarea principal de la gestión de la calidad.

A lo largo de los años y debido al incremento en la generación de nuevas empresas del mismo giro, se identificó que era necesario establecer actividades que se consideraran dentro de un sistema de gestión de calidad, lo que generó el desarrollo de áreas como la orientación al producto, inspecciones de calidad, aseguramiento de la calidad, hasta llegar a lo que hoy se conoce como la gestión total de la calidad. Estos sistemas permiten identificar, medir y controlar el desempeño de los procesos centrales del negocio, así como establecer políticas y objetivos de calidad para lograr los objetivos planeados.

El desarrollo de estos procesos ha sido fundamental en el éxito de la mejora continua, y como se muestra en la Figura 2.9, su desarrollo ha sufrido grandes cambios a lo largo de los años, y han logrado establecerse como componentes básicos de los sistemas en las organizaciones (Weckenmann *et al.* (2015)).

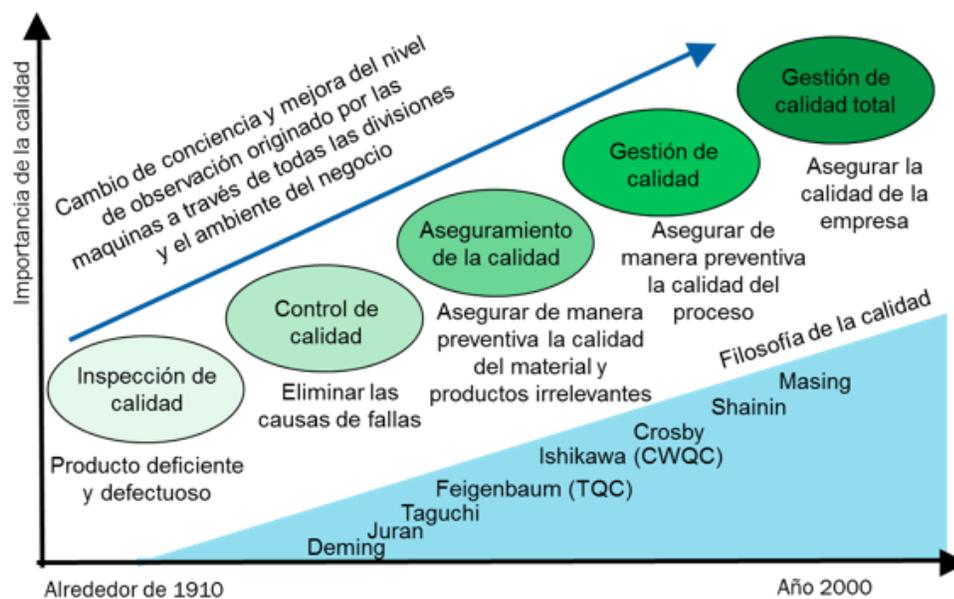


FIGURA 2.9: Perspectiva general de conceptos en la gestión de la calidad (Weckenmann *et al.* (2015)).

Como se puede observar en la Figura 2.9, cada área o departamento tiene actividades claras con estrategias definidas internamente, con el objetivo de la mejora continua en la calidad del producto. Se pueden mencionar las siguientes como parte de estas actividades principales.

- **Control de calidad:** Esta área se identifica por su enfoque en la detección de errores, así como el seguimiento que se da en la implementación de acciones de corrección en el proceso, incluyendo la segregación de las partes afectadas. Los métodos de soporte usados para la solución de problemas en esta área incluye las siete herramientas de la calidad, el ciclo de Deming «PDCA»(planificar, hacer, verificar, actuar), o el análisis de cinco porqués. Actualmente en las industrias es requerido el uso de procesos de control estadístico «SPC» (Control estadístico del proceso) por sus siglas en inglés, para observar tendencias y detectar anomalías de forma oportuna.
- **Aseguramiento de la calidad:** Esta división se creó con la finalidad no sólo de implementar un sistema de control de calidad de los productos y procesos, si no también, para asegurar la calidad identificando posibles riesgos y problemas, previniéndose mucho antes de que estos puedan ocurrir. Esto permitió la evolución de nuevos métodos usando un razonamiento lógico como el uso del «AMEF» (Análisis del Modo y Efecto de Fallas), la mejora de las siete herramientas de la calidad y sistemas de planeación de aseguramiento de la calidad.
- **Gestión de calidad:** Debido al incremento en el desarrollo de un enfoque más hacia el cliente y a la complejidad de las industrias para enfatizar este objetivo, fue necesario el desarrollar políticas de calidad en donde se documentaran las actividades básicas y el uso de métodos a seguir para lograr estándares de calidad. Esto es lo que se conoce actualmente como las series de la norma ISO 9000, que es un conjunto de control de calidad y gestión de calidad establecidas por la Organización Internacional de Normalización. Estas

normativas permitieron que las industrias se certificaran en estos estándares establecidos, permitiendo que hubiese una mayor confianza en la manufactura de los productos de los proveedores hacia los clientes de manera internacional, mediante la certificación continua de agencias especializadas y aprobadas para esta evaluación.

- **Gestión de calidad total:** Esta última evolución de la gestión de la calidad se debió a que el enfoque hacia la calidad ya no estaba directamente relacionado con la demanda de lo que se requería en el mercado, si no a la importancia de obtener altos resultados de calidad, lo cual comenzó a ser visto como una oportunidad de mejora por diferentes sectores. Una de las metodologías que se logró desarrollar más en este proceso fue el «Six Sigma» (Seis sigma) por sus siglas en inglés, como una estrategia de mejora en la que mediante técnicas estadísticas permite reducir la variación de los procesos logrando así la mejora de la calidad. Una de sus bases principales es el uso del proceso «DMAIC» (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar) por sus siglas en inglés. Otro modelo que cabe mencionar dentro del surgimiento de este proceso es el de «EFQM» (Fundación Europea para la gestión de la calidad) por sus siglas en inglés, el cual permitió tener una mejor orientación e importancia a los empleados dentro de una organización, logrando así una mejor estructura empresarial que ayudara a tener un conocimiento más eficaz detectando errores y carencias.

Estos puntos mencionados anteriormente en el capítulo 2.2, es lo que ha permitido que a lo largo de los años el enfoque de la calidad sea más apegado a los requerimientos de los clientes, así como mantenerse actualizados en los procesos en constante cambio dentro de las industrias (Weckenmann *et al.* (2015)).

Adicionalmente, todas estas políticas y metodologías que se han alcanzado ser implementadas a lo largo de los años, permitirán identificar mejor las áreas de oportunidad de cada empresa, obteniendo así la mejora continua y de esta manera, lograr un desempeño de negocio rentable dentro de cada organización, que sin duda

es un esfuerzo grande que afecta no solo a los procesos de la compañía, si no también, la cultura con la cual se trabaja diariamente.

Algo importante a recalcar es que éstas acreditaciones (incluyendo las metodologías) no certifican el producto o servicio, si no comprueban y avalan que la organización cuenta con la estructura necesaria para proveer productos de calidad (Weber (2009)).

2.4 DEFINICIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Por mucho tiempo la calidad técnica de un producto ha sido uno de los factores de mayor éxito dentro de las compañías en general, pero a pesar de esto muchos estudios han demostrado que han emergido otros factores subjetivos como la percepción de la calidad, la imagen de una marca, el precio y el diseño, que tienen una alta influencia en la evaluación de un cliente sobre los productos ofrecidos (Lieb *et al.* (2008)).

Hoy en día para los fabricantes de automóviles la satisfacción de los clientes sigue siendo una parte primordial para el desarrollo exitoso de los productos. Específicamente, el sector premier tiene un gran desafío para alcanzar el cumplimiento de este objetivo debido a que es un sector altamente competitivo y de un rango específico de clientes, que esperan no solo recibir un carro con cero defectos de calidad, si no también, que sea único y con un impacto atractivo por la estética, lo funcional y lo emocional, todo esto comúnmente llamado percepción de la calidad del cliente que juzga la superioridad y excelencia de un producto. Esta percepción de calidad se puede ver de dos maneras; calidad del producto y percepción del cliente, debido a esto muchos autores han establecido diferentes puntos de vista y con ello sus respectivas definiciones (Stylidis *et al.* (2015b)).

Se ha descrito que dentro de los términos a indagar en temas de calidad son la calidad objetiva contra lo que es la percepción de la calidad. La calidad objetiva se puede describir por algunos autores (e.g. Hjorth-Anderson 1984; Monroe and Krishnan 1985) como la superioridad técnica actual o excelencia de los productos, que refiere a la superioridad medible y verificable de predeterminados estándares. En un estudio hecho por (Morgan (1985)), se encontró que lo que actualmente buscan los consumidores son diferentes conceptos como la apariencia, la facilidad de limpieza y la durabilidad del producto (Zeithaml (1988)).

Otra definición del desarrollo inicial de la percepción de la calidad que se estudió, fue la importancia de ver la percepción de la calidad general o superior de un producto o servicio respecto a su finalidad prevista relativa a alternativas. La percepción de la calidad es primeramente percibida por los clientes, es por ello que refiere a severos conceptos tales como:

- **Calidad real u objetiva:** el grado en el cual el producto o servicio entrega un servicio superior.
- **Calidad basada en el producto:** la naturaleza y la cantidad de ingredientes, características o servicios incluidos.
- **Calidad de fabricación:** cumplimiento de las especificaciones, la meta de cero defectos.

De acuerdo a estos estudios, la percepción de la calidad no se puede determinar de manera objetiva, esto debido a que es una percepción y también por que se involucra el juicio de lo que es importante para los clientes, después de todo, los clientes difieren considerablemente en sus personalidades, necesidades y preferencias.

La percepción de la calidad difiere de la satisfacción ya que un cliente puede estar satisfecho debido a su baja expectativa del nivel de desempeño y una alta percepción de la calidad no es consistente con expectativas bajas, ya que difiere de

igual forma por la actitud, una actitud positiva se puede generar por que un producto de inferior calidad es muy barato, pero por el contrario, una persona podría tener una actitud negativa hacia un producto de alta calidad que tiene un precio excesivo. La percepción de la calidad es intangible, es un sentimiento general acerca de una marca (Aaker (2009)).

Otro estudio de investigación que formó parte primordial de este desarrollo fue la introducción de cinco fundamentos para definir la calidad, los cuales se nombraron de la siguiente manera: enfoque trascendente, enfoque basado en el producto, enfoque basado en el usuario, enfoque basado en la fabricación y el enfoque basado en el valor.

1. Enfoque trascendente: Se reconoce a la calidad como sinónimo de la excelencia innata que puede ser una marca de estándares intransigentes, esto también ocasiona que no se pueda definir con precisión ya que es una propiedad que se aprende y se reconoce a través de la experiencia.
2. Enfoque basado en el producto: Este enfoque otorga una dimensión vertical o jerárquica a la calidad de los productos que pueden ser clasificados acordes a la cantidad de atributos que posee.
3. Enfoque basado en el usuario: Esto se puede definir como una vista personal de la calidad, y una de las más subjetivas ya que cada consumidor tiene diferentes necesidades, asumiendo que los artículos que mejor satisfagan las preferencias de la mayoría de los clientes son los que se consideran de mayor calidad.
4. Enfoque basado en la fabricación: Este punto se enfoca en el cumplimiento de las especificaciones dadas, logrando que el producto se elabore correctamente desde la primera vez. Lo importante a recalcar es que una vez que se establezca un diseño o una especificación, cualquier desviación implica una reducción en la calidad.

5. Enfoque basado en el valor: En este punto se define como la calidad de un producto en relación a su costo y precio. En este caso se sigue buscando un buen desempeño del producto, pero de igual manera se busca que el precio sea accesible. Lo difícil de este enfoque es lidiar con estos dos aspectos, el ver la calidad como una medida de excelencia y compararla con el valor que tendría el producto.

Con estos puntos, se estableció que la calidad no puede ser definida claramente con precisión debido a todas las implicaciones y los enfoques que se necesitan considerar, pero de igual manera propuso ocho dimensiones de la calidad que pueden ser una gran referencia de uso como elementos básicos hacia la calidad del producto.

1. Desempeño / Rendimiento: Se refiere a la principal característica operacional de un producto. Para un automóvil sería la aceleración, manejo, velocidad crucero y comodidad.
2. Características / equipamiento: Se refiere a las características secundarias o adicionales que complementan las funciones básicas de los productos que fueron inicialmente ofrecidos.
3. Confiabilidad: Refleja la probabilidad de un producto de fallar dentro de un periodo de tiempo específico.
4. Cumplimiento: Grado en el cual el diseño y las características operacionales de un producto cumplen con estándares preestablecidos.
5. Durabilidad / Resistencia: Se refiere a la cantidad de uso que se obtiene del producto antes de deteriorarse o descomponerse.
6. Mantenimiento: Muestra el tiempo estipulado de los servicios que requiere el producto, así como la entrega y la atención del mismo.
7. Estética: Esta dimensión engloba lo subjetivo del producto derivado de preferencias y juicios individuales de como se ve, el sonido que tiene, el gusto y

como se siente. Estas son combinaciones de atributos del producto que mejor encajan en las preferencias de un cliente en específico.

8. Percepción de la calidad: Se considera una evaluación subjetiva al igual que la estética por parte de los consumidores, ya que muchas veces los consumidores no siempre tienen suficiente información acerca de los atributos del producto y deben confiar en mediciones indirectas cuando hacen sus evaluaciones.

Con estas ocho dimensiones de la calidad que se engloban en el estudio, se identificó que la estética y la percepción de la calidad son las dimensiones de la calidad más subjetivas. Como luce un producto, como se siente, cómo huele y como suena es claramente una valoración personal Garvin (1984b).

Es cierto que estos elementos visuales afectan en muchas ocasiones el comportamiento de compra y venta de los productos en una empresa, ya que se presta una atención superior a los ajustes y acabados, logrando así diferenciarse a sí mismos en el mercado, y además esta percepción de la calidad plasmada en la publicidad o en otros productos que hayan tenido éxito y que se hayan producido por la misma empresa tendrán un impacto similar de éxito, los cuales serán críticos para la evaluación de lanzamiento de productos desconocidos. Ser líder en el mercado no requiere ser el primero en las ocho dimensiones antes descritas. Las organizaciones podrían ser igual exitosas al evaluar una estrategia de una alta calidad del producto si selecciona un pequeño número de dimensiones en las cuales competir y adaptarlos lo más cerca a las necesidades que han elegido los mercados. Por lo tanto, las implicaciones son claras, en el que las empresas deben seleccionar detenidamente estas dimensiones en las cuales competir para poner todas sus energías en esa área (Garvin (1984a)).

Estos conceptos y definiciones se muestran en la Figura 2.10, la cual engloba a estos tres autores mencionados y en donde se observa la relación que existe entre cada una de sus definiciones.

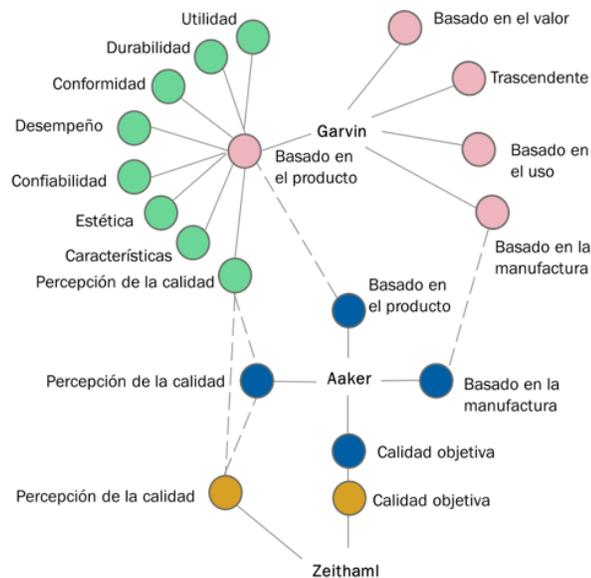


FIGURA 2.10: Ilustración esquemática de las dimensiones de la calidad y la relación entre ellas (Stylidis *et al.* (2015b)).

Como se comentó al principio del capítulo 2.10, los estudios que se han hecho relacionados a la percepción que tienen los clientes para denominar la calidad de un producto, ha detonado que esto sea parte primordial dentro de las etapas de desarrollo y evaluación en las organizaciones, ya que estos son considerados atributos que tienen un impacto directo con la selección final de los clientes respecto a una marca de otra (Stylidis *et al.* (2015b)).

El poder encontrar una definición clara para este término será difícil, ya que es el resultado de procesos de comparación emocionales entre clientes tomando en cuenta los criterios y expectativas que se relacionen con el precio, el diseño y la experiencia que se tenga con las partes técnicas de funcionamiento del producto en situaciones específicas, añadiendo nuevamente que todas ellas serán diferentes (Stylidis (2019)). Esto muestra a su vez que incrementando la identificación de los requerimientos de los clientes y poder plasmarlos de manera exitosa en las características de los productos pueden influir notablemente en el incremento de la percepción de la calidad (Schmitt y Quattelbaum (2009)).

Es por ello que basado en la literatura que engloba la industria automotriz, se ha logrado dividir por algunos autores en dos terminologías, en donde se puede apreciar más las áreas que influyen e interactúan directamente con la percepción de la calidad.

Una de las divisiones es el Valor Basado en la Percepción de la calidad (VPQ) por sus siglas en inglés, y el segundo término es la percepción técnica de la calidad (TPQ) por sus siglas en inglés. VPQ explora la experiencia total de los clientes enfocado en los atributos del producto incluyendo factores subjetivos como las expectativas de los clientes, las marcas etc.

Respecto a los aspectos que engloba la percepción técnica de la calidad (TPQ), se muestran las fases de manera técnica del producto, y que estos se adapten con los requerimientos de los clientes especificados inicialmente (Stylidis *et al.* (2015a)). La Figura 2.11 muestra el contexto de estas dos terminologías que hacen mención a los conceptos de percepción de calidad.

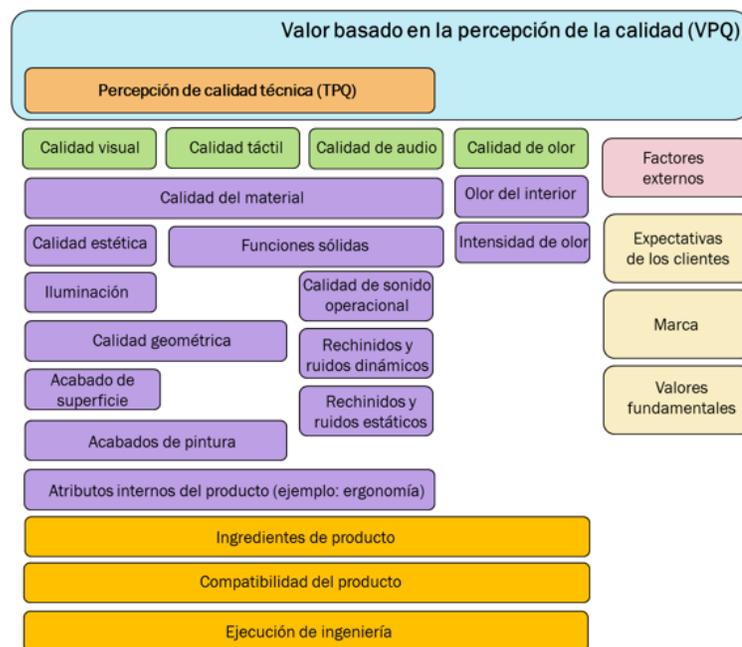


FIGURA 2.11: Terminologías de la percepción de la calidad en la industria automotriz (Stylidis *et al.* (2015a)).

2.4.1 VALOR BASADO EN LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD (VPQ)

El valor basado en la percepción de la calidad está relacionado a la imagen de las marcas, la historia que tienen, así como valores sociales que lo conforman. El impacto de atributos globales, la publicidad que pueda tener y la promoción técnica por medio de la mercadotecnia, también logran ser una referencia que define el valor de una marca y por consiguiente la respuesta de compra del consumidor. Esto se relaciona con nuestro estudio basado en que dependiendo el valor que tenga la marca o el prestigio definido, es la importancia que se le debe dar a la calidad del producto, con el fin de lograr que su prestigio se mantenga o bien, se incremente (Stylidis *et al.* (2020b)). Estos aspectos dentro de la percepción de la calidad se pueden observar en la Figura 2.12.

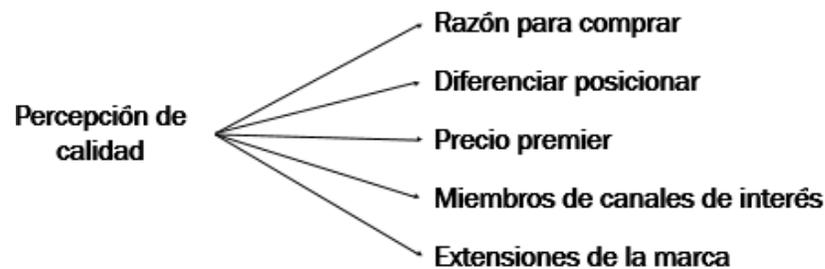


FIGURA 2.12: Muestra las sub divisiones que conforman el valor de percepción de la calidad (Aaker (2009)).

Estas sub divisiones que conforman este conjunto de valores de percepción de calidad, se describen de la siguiente manera:

- **Razón para comprar:** La percepción de la calidad de una marca proporciona una razón fundamental para comprar, influenciando que marcas están incluidas y excluidas de ser consideradas.

- **Diferenciar / Posicionar:** Una característica principal de posicionamiento de una marca, es su postura en la dimensión de la percepción de la calidad. Si la marca es la mejor, o solo es competitiva con otras en su misma clase.
- **Precio premier:** Una ventaja de la percepción de la calidad, es que provee la opción de cambiar a un precio premier. Esto puede incrementar las ganancias y proveer recursos para mejorar la marca. Un precio premier no solo provee recursos, si no también permite reforzar la percepción de la calidad. La creencia de la frase -Tu obtienes lo que pagas - es especialmente importante en el caso de bienes y servicios. Al cliente se le ofrecerá en lugar de un precio premier un valor superior a un precio competitivo que traerá una alta lealtad a la marca así como una base de clientes específica.
- **Miembros de canales de interés:** La percepción de la calidad puede ser significativas para minoristas, distribuidores, u otros canales de interés los cuales pueden ofrecer productos con una alta percepción de la calidad a un precio atractivo, y esto los motiva a estar a cargo de marcas que son bien consideradas a lo que los clientes necesitan.
- **Extensiones de la marca:** La percepción de la calidad puede ser aprovechada introduciendo extensiones a las marcas. Usando el nombre de la marca original se pueden incluir o generar nuevas categorías de productos.

Estos son los factores generales que definen el valor que logra obtener un producto basado en la percepción de la calidad, y para que este producto siga siendo sostenible o redituable, dependerá de sus características y atributos de calidad (Aaker (2009)).

2.4.2 PERCEPCIÓN TÉCNICA DE LA CALIDAD (TPQ)

La percepción técnica de la calidad es un subsistema del valor de la percepción de la calidad como se observó en la Figura 2.11. Se define como todo lo que está incluido en la formación de un producto o servicio, y que se controla mediante especificaciones de ingeniería definidas en base a los requerimientos, los cuales pueden variar debido a que está compuesta de atributos como el tipo de material, acabados, métodos de ensamble, o bien hay atributos más generales tales como el consumo de combustible, ruidos, durabilidad entre otros. Cada uno de estos atributos deben ser aprobados por cada empresa de manufactura para la implementación en el producto, es por ello que no todos los vehículos contienen las mismas características. Todas estas características tienen el fin de acercarse efectivamente a las expectativas de los clientes y es por ello que se considera a la percepción técnica de la calidad como un atributo global del producto (Stylidis *et al.* (2020b)).

Este atributo global está enfocado en cuatro sentidos primarios del humano, que son básicamente los sentidos que le permiten al ser humano observar, tocar, escuchar y oler. Cada uno de estos sentidos se cimienta hacia aspectos técnicos en la percepción del vehículo como lo son:

- **Calidad visual:** Se considera el sentido inicial debido a que permite el observar el color y el brillo del entorno que nos rodea. Dentro de los aspectos técnicos que lo engloban están la calidad estética, la calidad geométrica, acabados de superficies, las superficies pintadas y la iluminación.
- **Calidad táctil:** En este sentido es en donde el humano percibe la apariencia mediante una combinación de percepción táctil con los objetos a su alrededor. La piel del humano es la parte del cuerpo que tiene un primer contacto de sensibilidad. Sobre los aspectos técnicos que lo conforman están; la calidad del material, la solidez del material y de igual manera los acabados de las superficies pintadas.

- **Calidad de audio:** El oído se encarga de captar sensaciones acústicas, las cuales transmite directamente al cerebro que codifica lo que el humano escucha o percibe como sonidos. Dentro de este sentido se hace referencia a aspectos técnicos de calidad de sonido operacionales y ruidos presentes en evaluaciones dinámicas y estáticas.
- **Calidad de olor:** La parte del humano que permite recibir estos estímulos es la nariz, la cual permite que los olores captados sean percibidos y comparados con otras experiencias de olfato en el área que esté evaluando. Esto viéndolo como calidad técnica serían los olores en el interior del vehículo, así como la intensidad que emanen.

Todos estos aspectos de los sentidos de percepción del humano, permiten que la industria automotriz logre tener un enfoque más claro y certero sobre las expectativas de los clientes (Stylidis *et al.* (2015a)), y de igual manera permite que estos aspectos sean evaluados como aspectos técnicos dentro de las etapas de diseño y desarrollo en las empresas (Schmitt y Quattelbaum (2009)).

Hoy en día el enfoque a estos aspectos sensoriales han alcanzado también ser de gran relevancia para los estudios de mercadotecnia que ayudan a las industrias a generar un mayor impacto al consumidor, relacionando la percepción del producto con lo que el cliente espera obtener y de esa forma lo induce a la compra del mismo (Shabgou y Daryani (2014)).

2.4.3 CARACTERÍSTICAS DE APARIENCIA DE CALIDAD VISUAL (VQA)

La apariencia de calidad visual se define como la impresión que se logra tener del aspecto de un producto al momento de ser observado (Wickman (2005)). Cuando se habla de esta característica de apariencia en un entorno en donde interactúan muchos componentes, se puede decir que las desviaciones que logren presentarse entre el conjunto de ensambles, pueden causar un impacto negativo en la apariencia de calidad visual (Forsslund *et al.* (2006)).

El poder generar un diseño, en este caso hablando de la elaboración de un vehículo, consiste en tomar en cuenta una gran cantidad de componentes que consiguen converger como uno solo, esto trae consigo un gran reto para los diseñadores en la obtención de un exitoso impacto de calidad visual del producto final al ser observado. Esta relación puede ser notoria por las variaciones que existen entre las partes que conforman el vehículo como las puertas, el cofre, los cristales y otros componentes adicionales (Dagman *et al.* (2004)).

Es difícil lograr que todos los ensambles estén en la especificación deseada, debido a todas las partes que interactúan entre sí, es por eso que dependiendo en la sensibilidad visual del diseño previamente hecho, las desviaciones que se presenten tendrán que ser muy mínimas, de tal forma que no tenga un impacto negativo de la apariencia de calidad visual. Esta sensibilidad visual se describe como la habilidad de un producto de incrementar o disimular la falta de calidad que puede ser percibida por los clientes (Forsslund *et al.* (2006)).

La Figura 2.13 muestra de una manera general los diferentes componentes que interfieren en el ensamble de un vehículo.

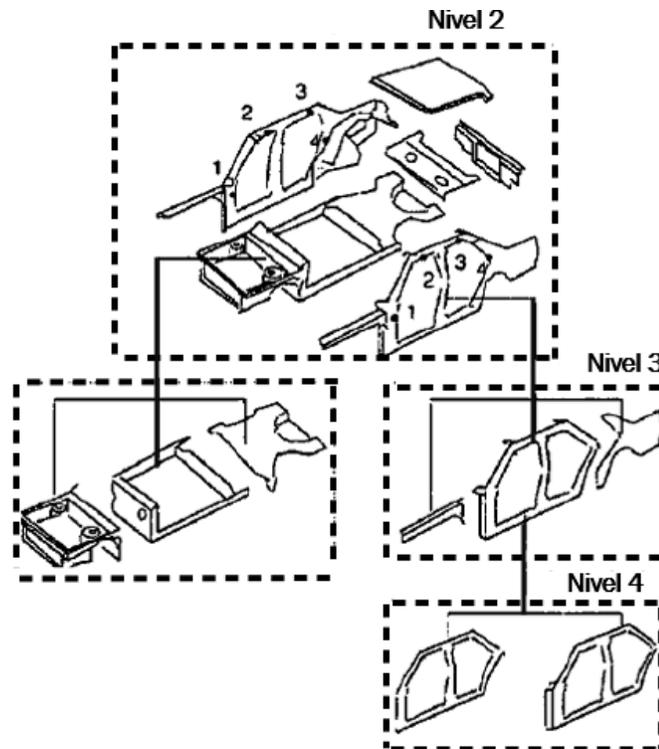


FIGURA 2.13: Proceso de ensamblaje de un vehículo (Hu y Koren (1997)).

Estos aspectos geométricos del ensamblaje completo pueden ser afectados por otras dos características referidas hacia, qué tan robusto es el diseño y la variación que estas puedan tener en dimensiones críticas. Lo robusto de un diseño muestra que tanto se pueden reducir o amplificar las variaciones de los procesos de ensamblaje, con el fin de no afectar los requerimientos finales del diseño del producto.

Dependiendo la dimensión de esta variación en áreas críticas, se tendrá como resultado que el hecho que el cliente lo pueda llegar a notar. Este proceso se puede notar resumidamente en la Figura 2.14 (Söderberg y Lindkvist (2002)).

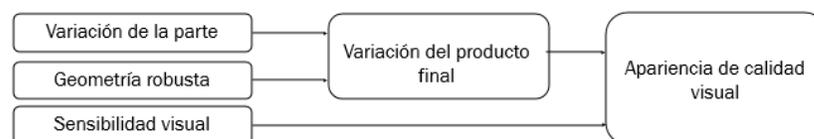


FIGURA 2.14: Contribuidores en la apariencia de calidad visual (Forslund *et al.* (2006)).

2.4.4 ESTÉTICA

La estética de un producto suele ser un factor que permite a los clientes el discriminar entre productos de un mismo rango o tipo, cuando sus características funcionales son similares. Con este factor se suele generar una opinión sobre la calidad como conjunto total del producto, mediante una inspección de comparación visual sobre su aspecto, lo que en ocasiones es crucial para la selección y compra del producto. Debido a la importancia que tiene, hoy en día las empresas manufactureras han incluido estos métodos de inspección visual en sus procesos de producción y liberación de los productos.

Este concepto estético de calidad en la industria automotriz no tiene una definición concreta, ya que es un atributo cualitativo que depende del factor visual y que es evaluado por diferentes personas, por lo tanto se puede referenciar como el atributo que indica cómo luce un producto, el cual se controla mediante características conocidas como variaciones geométricas (Maxfield *et al.* (2002)).

Variaciones geométricas existentes, son características estéticas de un producto que se tienen que considerar de una manera puntual y eficaz dentro de la industria automotriz, esto debido a que las variaciones al producto que lleguen a presentarse, afectarían directamente a la calidad visual, lo cual a su vez afecta su valor final basado en la percepción de la calidad por parte de los clientes. Este tipo de variaciones se pueden presentar por diferentes factores dentro de un proceso de producción, tales como: Ensamblajes deficientes, calidad baja de productos o un diseño estructurado de una manera errónea.

Los tipos de factores ha considerar de mayor importancia y que tienen mayor relación sobre la estética de los productos son: los enraques (flush), aberturas (GAP-split lines) y el paralelismo o simetría de los ensamblajes, los cuales se pueden representar mediante algunos ejemplos en la Figura 2.15, en la cual se muestra como se relacionan estas tres características tomando de referencia dos objetos que son

observados desde un mismo ángulo (Wickman y Söderberg (2007)).

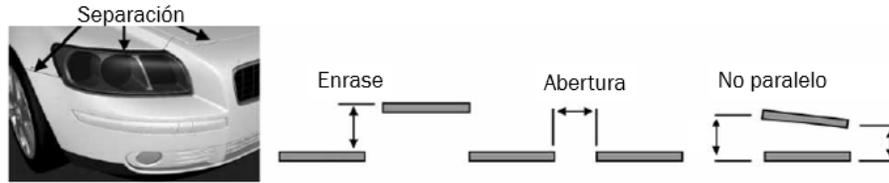


FIGURA 2.15: Características afectadas por variaciones geométricas (Wickman y Söderberg (2007)).

- **Abertura (GAP)**

Parte de las áreas de enfoque que ayudan o mantienen una percepción de calidad en un vehículo, está enfocada en la distancia que existe en las líneas de separación de un área en específico, las cuales se conocen como abertura (GAP) que se definen como la separación que hay entre dos piezas acopladas o bien, huecos que son observadas sobre una distancia específica (Dagman *et al.* (2004)).

Algo importante a señalar es que este requerimiento tiene de igual manera una relación directa con aspectos funcionales, ya que el no cumplir la separación inicial del diseño en áreas primordiales como las puertas, cajuela etc, estas pueden no funcionar correctamente debido a una posible colisión (Wagersten *et al.* (2011)). La Figura 2.16 muestra un ejemplo de lo que se define como la separación que existe entre dos componentes, en este caso la cajuela y una parte lateral del vehículo, al igual permite diferenciar este aspecto entre dos objetos, en este caso la cajuela y una parte lateral del vehículo. Son este tipo de especificaciones las que se deben controlar dentro de un proceso de ensamble, de tal forma que no se logre apreciar alguna variación a simple vista.

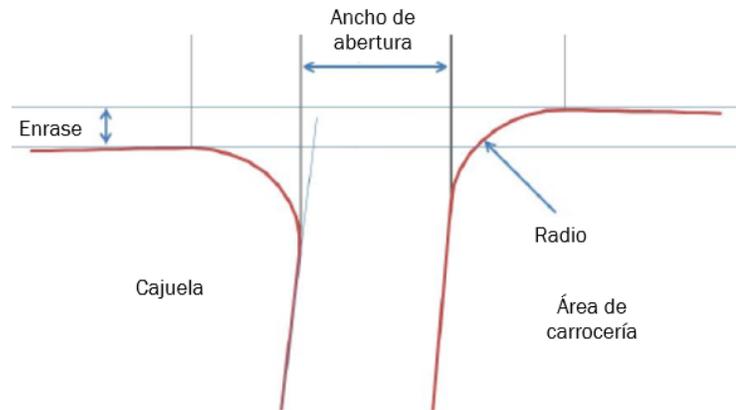


FIGURA 2.16: Separación (GAP) entre dos objetos (Dagman *et al.* (2004)).

La Figura 2.17 muestra el GAP (abertura) que existe en la zona del cofre con parte de la salpicadera, en la cual se observa claramente una variación demasiado amplia, capaz de ser percibida a simple vista.



FIGURA 2.17: Ejemplo de abertura (GAP) en una zona visible del vehículo (Söderberg *et al.* (2006)).

- **Enrase (Flush)** Otra de las características geométricas que influyen directamente en la apariencia sobre el acabado estético de las partes de un vehículo son los enrases, los cuales se pueden definir como un «escalón» visible que se genera entre dos objetos que están posicionados a una misma altura, pero que debido a este «escalón» se logra ver una diferencia en la estética del ensamble (Stylidis *et al.* (2020b)), un ejemplo se observa en la Figura 2.18 (Dagman *et al.* (2004)).

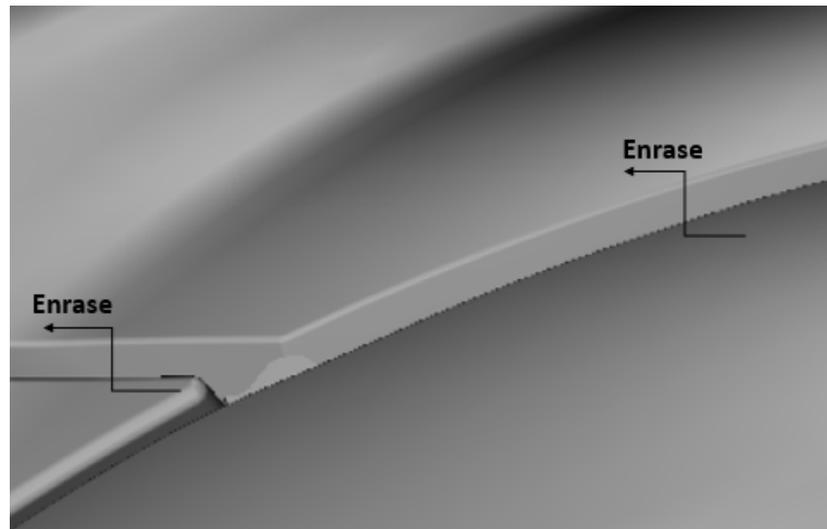


FIGURA 2.18: Enrase visible entre dos ensamblajes (Stoll y Paetzold (2008)).

La abertura puede definirse como un intervalo de medición horizontal entre dos componentes observados sobre un mismo ángulo, y el enrase es la diferencia que puede existir en la medición vertical entre estos dos componentes. Es por ello que existen diferentes análisis de mediciones enfocados en la mejora y el cumplimiento de las mediciones, para alcanzar una congruencia o detectar variaciones evitando una baja calidad del producto final.

Estas mediciones se seleccionan en ciertas zonas del vehículo, que suelen ser claves para la percepción de la calidad y funcionalidad como se observa en la Figura 2.19, en la cual se seleccionaron 14 zonas (Lee *et al.* (2008)).

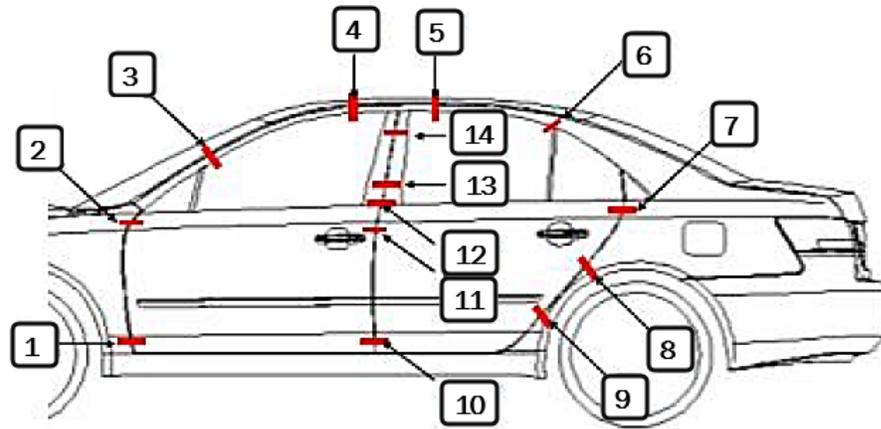


FIGURA 2.19: Puntos de medición seleccionados de enrase y aberturas (Lee *et al.* (2008)).

- **Línea de separación (split-lines)** Las características mencionadas de abertura y enrases son parte de los atributos que tienen una influencia significativa sobre la sensibilidad visual adecuada de un producto, que permite expresar lo que se conoce como líneas de separación en partes ensambladas, ya que puede afectar la manera de percepción de calidad de un cliente (Wagersten *et al.* (2011)).

Si bien, esta característica se asemeja a la abertura (GAP), no es hasta que se cumplen las especificaciones de los enrases el que estas líneas logren adecuarse de manera uniforme como se muestra en la Figura 2.20.



FIGURA 2.20: Ejemplo de líneas de separación (Wärmefjord *et al.* (2020)).

La Figura 2.20 muestra de una manera clara el como la línea de separación en la parte baja (número 1) tiene una especificación mucho más amplia de abertura que la línea en la parte superior (número 2), en la cual no se observan variaciones a lo largo de la superficie y esto permite que estas diferencias lleguen a ser visible aunque el enrase en ambas esté correcto, de esta manera no se logra obtener una vista estética en estas partes que interactúan entre sí.

2.5 CONCLUSIÓN

Las conclusiones que dejan estos antecedentes, ayudan a entender de mejor manera el término de percepción de calidad que se puede evaluar directamente en un vehículo, así como los conceptos que se involucran para lograr tener una referencia más exacta como lo son las aberturas, los enrases y las líneas de separación. Como tal, la percepción de la calidad sigue siendo una evaluación subjetiva, por lo que los estudios ayudan a tener mejor referencia de aplicación.

CAPÍTULO 3

SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN EL SECTOR PREMIER (PREMIUM)

3.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este capítulo es mostrar la importancia que tiene la calidad en un producto premier, ya que, para lograr la satisfacción de un cliente, esta debe ser lo más perfecto posible. Para ello se explican diferentes atributos que intervienen como impacto directo y de igual manera se explican metodologías que ayudan en esta evaluación. Al final del capítulo también se muestran algunos casos reales en el uso de estas metodologías.

3.2 CALIDAD EN EL SECTOR PREMIER

La competencia en el sector automotriz sigue siendo una de las más importantes dimensiones de la percepción de la calidad. Esto para el sector premier «Premium» resulta más crítico debido a que los clientes son limitados y es por ello que el nivel de calidad que se percibe en este segmento debe ser más preciso y en constante desarrollo, de tal manera que pueda diferenciarlos sobre otras marcas en el sector

(Stylidis *et al.* (2015b)).

Estudios actuales han demostrado que es confuso en algunas ocasiones para los clientes, el poder diferenciar entre los productos denominados de lujo o los denominados premier. Se ha sugerido en algunos estudios que los productos premier son un pre requisito para llegar al lujo, pero actualmente no existe algún método para poder medir estos conceptos en la industria automotriz.

Debido a esto, la información que se ha logrado recabar a lo largo de los años, es de gran importancia para el sector premier, la cual hoy en día refleja una imagen positiva del producto ofrecido y que tiene una gran influencia sobre las preferencias de un cliente, lo que al final consigue que el precio de la marca se defina como premier.

El resultado que se tendrá debido a la preferencia del cliente, es que provocará que exista un incremento en la lealtad hacia una marca o producto en específico debido a la diferenciación que existe entre la competencia (Wiedmann *et al.* (2011)). Por lo tanto no puede solo enfocarse en la tecnología, si no también dar un énfasis importante a la percepción de la calidad, ya que como se describió anteriormente esto puede ser crucial en el éxito de las organizaciones, no solo porque incluye cambios a través del diseño y la imagen, si no también porque permite experimentar diversos aspectos funcionales y estéticos (Schmitt y Quattelbaum (2009)).

La calidad premier de igual manera se enfoca en factores externos de la calidad del producto, para alcanzar un efecto de percepción adecuada sobre lo que se está ofreciendo, esto a la vez tiene una relación directa con el precio del producto lo cual genera que los clientes deseen pagar más por lo que sería una mayor calidad, teniendo así un enfoque directo con el concepto de percepción de calidad, ya que el reconocimiento como excelente producto se basará en la experiencia de lo que el cliente conoce de la marca, así como el resultado de lo que pueda observar y que logre exceder sus expectativas.

Algunos autores definen en general que las marcas premier son reconocidas como de alto precio y prestigio, así como de una calidad perfecta que solo se distribuye a grupos específicos, lo cual hace que sea deseada por todos, pero obtenida solo por algunos sectores, haciéndola más única en su gama (Law y Evans (2007)).

3.3 IMPORTANCIA DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD Y SU IMPACTO

Como se había mencionado en el capítulo 2.3 sobre la percepción de la calidad en la industria automotriz de carros premier, la manera en la cual las características generales de un producto que ofrece una marca lo hacen diferenciarse en el sector, y gracias a esto lo que el cliente perciba será la clave del éxito en la compra y venta del producto.

Es por ello que se necesita recabar información actualizada sobre los resultados de la percepción de un producto, ya que permite enfocarse en parámetros que son relevantes a los clientes, evitando así invertir esfuerzos en parámetros que no representan algún resultado en la percepción. Los atributos de calidad se identifican como un nivel de precisión alto en cuestión de calidad, ya que se enfoca en métodos descriptivos de las diferentes variables relacionadas a los clientes.

Alguno de estos atributos, como referencia, suelen obtenerse mediante estudios hechos con clientes en el cual les piden observar el vehículo y comentar lo que ven respecto a la calidad de las partes o acabados finales como se puede notar en la Tabla 3.1, la cual muestra alguno de los atributos obtenidos en un estudio hecho (Schmitt *et al.* (2014)).

TABLA 3.1: Atributos de calidad detectados por clientes (Schmitt *et al.* (2014)).

Atributos
Aberturas
Distancia entre la posición de la mano respecto a los interruptores
Interface de los materiales
Tamaño de espacios visibles
Protuberancias
Fuerza para activar el claxón
Aspecto de costuras

3.4 METODOLOGÍAS DE AUDITORÍAS DE PRODUCTO PARA EVALUAR LA PERCEPCIÓN AL CLIENTE

La percepción que se percibe en un vehículo desde que se ingresa por primera vez es crucial para el éxito del producto, ya que cualquier discrepancia encontrada en este generará comentarios negativos, lo que conlleva a críticas hacia el producto o garantías. Esto suele pasar en ocasiones cuando las empresas no toman en cuenta los comentarios hechos por los clientes o bien, debido a los resultados obtenidos por evaluaciones hechas, debido a que en algunas ocasiones resulta difícil el poder discernir en qué atributo enfocarse (Turley *et al.* (2007)).

A pesar de todo este trabajo diario de las organizaciones, sigue sin ser suficiente para cumplir todas las necesidades de los clientes que siguen en constante cambio. Actualmente, no existe un listado que muestre cuales son estas necesidades en específico, lo cual genera mucha frustración entre las áreas dentro de las organizaciones que sin importar que un proceso ya esté definido, siempre habrá factores adicionales como las nuevas tecnologías, la competencia y los cambios sociales que pueden cambiar estas necesidades de forma inesperada (Juran y Godfrey (1999)). Uno de los estudios que se hacen y que es de gran relevancia para la industria au-

tomotriz, son los resultados que se muestran por JD Power (James David Power) por sus siglas en inglés, la cual es una empresa de análisis de datos e inteligencia del consumidor, enfocada a estudiar y recabar los comentarios de los clientes respecto a la satisfacción actual de cierta marca y modelo de vehículo. Este estudio incorpora diferentes divisiones de evaluación, incluyendo la percepción de la calidad, estudios han demostrado que este aspecto en específico contribuye en un 25 % sobre todos los demás aspectos, lo que significa que es un factor crucial de referencia para la venta de un vehículo (Schmitt y Quattelbaum (2009)).

Debido a esta situación es importante que se revisen frecuentemente los resultados de venta en los mercados. Unas de maneras comunes de obtener esta información de las necesidades de los clientes incluyen:

- Encuestas a clientes, enfoque en grupos y estudios de mercado.
- Comunicación rutinaria entre las ventas y las llamadas de servicio por reportes.
- Seguimiento a quejas de los clientes e informes de incidentes.
- Visitas personales con los clientes para evaluar su satisfacción.
- Información de productos de los competidores.

Las evaluaciones que harían las empresas manufactureras para cumplir con estos resultados encontrados por este tipo de estudios o encuestas, es el uso de metodologías de auditorías a vehículos de producción. Una de las metodologías existentes y que es muy usada para este aspecto es la Auditoría del producto del vehículo final (FVPA- Final Vehicle Product Audit) por sus siglas en inglés. Esta auditoría puede ser utilizada en cualquier fase de utilización de un vehículo, es decir, desde que es nuevo o bien, después de que un cliente ya lo ha usado, con la finalidad de identificar áreas de riesgo o problemas que puedan ser detectados y resueltos de una manera oportuna sin tener más afectación (EuroMotor (2021)). Las áreas de enfoque principales son las siguientes:

- Márgenes entre las interfaces de los componentes.
- Apariencia de superficies de pintura, vidrio y cromo de partes.
- Ajuste y acabados de molduras exteriores.
- Ajuste y acabados de molduras interiores.
- Condiciones de funcionalidad y de operación.

Esta lista muestra los tipos de elementos que serán medidos y evaluados, los cuales se relacionan directamente con los atributos de apariencia (percepción de la calidad). De este proceso tomado como principal es donde cada empresa definirá la criticidad de los hallazgos encontrados (EuroMotor (2021) (2021)).

Otro aspecto que se debe tomar en consideración cuando se trate de las evaluaciones durante el proceso de producción, es el incorporar una distancia estándar de evaluación mediante un ángulo de referencia específico, de tal manera que la evaluación sea lo más adecuado a como un cliente observaría el vehículo, ya que el no definir este tipo de condiciones de evaluación, puede traer consigo el que se presenten defectos que no serían relevantes.

Una de las referencias a usar en este proyecto y que se representa en la Figura 3.1, en la cual se incorpora un ángulo y distancia de referencia, ya que de esta manera se hacen algunas evaluaciones de percepción de la calidad. La distancia referenciada hacia el objeto a observar fue de 0.8m que hace referencia al valor (V1) y los ángulos observados son en los ejes X, Y y Z los cuales se direccionan al valor de (P1), estos dos valores serán de gran utilidad para la evaluación de percepción de un cliente sobre el objeto especificado (Striegel *et al.* (2018)).



FIGURA 3.1: Ejemplo de evaluación de distancia y ángulo (Striegel *et al.* (2018)).

3.5 IMPACTO DE LA CADENA DE SUMINISTROS HACIA LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL.

Debido al incremento de la información de la percepción de la calidad, es de suma importancia que la información de estos nuevos requerimientos de los clientes se distribuya a través de la cadena de suministros una vez que sean obtenidas por las empresas manufactureras, ya que esta información ayuda a tener enfoque más claro en los requerimientos de los clientes de tal manera que todos los involucrados en aspectos de ensamble logren evaluar el cómo se complementan (Schmitt *et al.* (2014)).

Actualmente solo obtienen las especificaciones técnicas y los dibujos a tomar de referencia, debido a esto muchas veces se pierde la idea original durante el recorrido de esta información hacia los proveedores que dan lugar a mal interpretar las especificaciones, debido a la falta de datos, teniendo como resultado la percepción incorrecta originalmente plasmada por el cliente (Schmitt y Quattelbaum (2009)).

La Figura 3.2 muestra la manera de cómo cambian las definiciones en las

diferentes etapas.

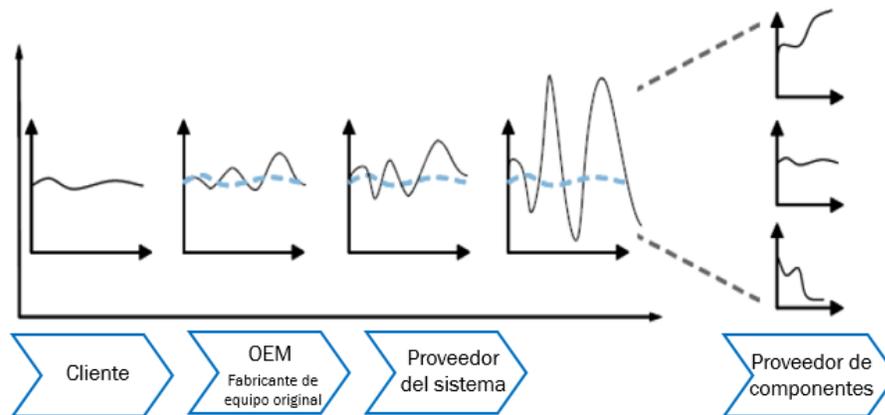


FIGURA 3.2: Efecto látigo de los requerimientos del cliente (Schmitt *et al.* (2014)).

En resumen, la pérdida o incorrecta interpretación de las necesidades iniciales que proveen los clientes, pueden llegar a ser completamente diferentes para los proveedores al final de la cadena de suministros, lo que conlleva a una baja o incorrecto seguimiento de mejora en los procesos de calidad, pero lo más crítico es que no se logrará cumplir con los estándares de calidad que plasma el fabricante de equipo original «OEM» (Original Equipment Manufacturer) por sus siglas en inglés, para sus clientes finales, teniendo un impacto negativo en compra y venta del producto.

3.6 ESTUDIO DE CASOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Es importante que estos estudios de investigación que se plantean dentro de la industria automotriz, se lleven a cabo de manera interna en los procesos de manufactura de una empresa, ya que solo de esa manera se podrá confirmar la efectividad mediante la observación y aplicación por medio de los clientes. Es por ello que muchas empresas rigen sus procesos enfocados a valores que fundamenten la meta a la cual se quiere llegar, en donde la Calidad juega un papel muy importante dentro de este grupo, ya que la satisfacción del cliente es el objetivo final.

En la industria automotriz de sector premier, la calidad sigue siendo una de las áreas principales que permite seguir siendo competitivos ante la variedad de marcas, pero de igual manera se ha estudiado que en este sector uno de los factores principales a tomar en cuenta es la percepción de la calidad de parte de los clientes. Tal es el caso de Volvo Car Group, una compañía de vehículos premier que direcciona sus estudios a la mejora continua en la percepción de la calidad acorde al sector al cual estén dirigidos parte de sus productos, y como se mencionó en el capítulo 2.3, es de manera fundamental definir desde un inicio el alcance al cual se quiere llegar en cada uno de los sectores para alcanzar a desarrollar un mejor enfoque al cliente.

Debido a esto, esta empresa definió mediante encuestas hechas a trabajadores y usuarios de la marca, sobre cuáles serían los atributos más importantes de calidad a considerar de parte ellos, y de esta manera observar cuales son los que tienen un mayor impacto e importancia en cada segmento.

Los resultados demuestran que, en los vehículos compactos, la calidad es percibida como una característica dada, debido a que lo que el cliente espera tener es una experiencia de un carro de lujo, la cual cumpla con diseños perfectos del exterior e interior, líneas de separación correctas entre partes en conjunto, así como temas de

ruido poco perceptibles. Esto también demostró que en el segmento de vehículos de carga (Volvo Group Truck technology) por sus siglas en inglés, la percepción de la calidad se direcciona mas a la calidad en desempeño y durabilidad que tiene el producto, más que el diseño o lujo del mismo. Lo que demuestra que, aunque estas dos compañías pertenecen al mismo grupo, sus atributos difieren en cuanto al enfoque que se elige para cada uno de sus sectores (Stylidis *et al.* (2014)).

En resumen, este estudio reveló la importancia que existe al tener claro el enfoque para cada sector, en el primer caso para los vehículos compactos en donde los atributos de la percepción de la calidad se basan en tres pilares en específico; experiencia de lujo, fuerza en todos los sentidos y creado alrededor de la gente. De igual manera el sector enfocado a los vehículos de carga, basa sus atributos hacia; tiempo de actividad, innovación, atención posventa, eficiencia de combustible y entorno del conductor, como se observa en la Figura 3.3.



FIGURA 3.3: Principales atributos que se comunican a los clientes (Stylidis *et al.* (2020a)).

Otro aspecto importante dentro de la calidad se presenta en el estudio hecho con ayuda de la compañía BMW Group, en donde la definición de las características claves del producto son algunos de los retos en general para que una compañía siga siendo competitiva ante los estándares del cliente, dentro de los que se destacan los patrones de líneas de separación, la cual tiene una gran influencia en la impresión visual del automóvil como uno de los requerimientos que demanda el cliente por parte de la percepción de la calidad.

Los estudios realizados se relacionaron más a mostrar un método que ayudase en mejorar la calidad de los vehículos premier enfocada al diseño de la separación de piezas y a las tolerancias permitidas respecto a las partes que lo conforman durante el proceso de ensamble, ya que estas diferencias son las que se notarían más a manera de percepción por parte de los clientes.

Se lograron definir dos niveles de patrones de evaluación como indicadores claves de calidad; el primer nivel es el «Perfeccionamiento» y el segundo nivel es «Calidad producible». El perfeccionamiento es examinado de manera subjetiva mediante una evaluación visual, mientras que la calidad producible significa la elaboración del producto dentro de los límites permitidos acorde a las tolerancias dadas durante el diseño del producto.

Como se demuestra en la Figura 3.4, ambos patrones se relacionan significativamente durante el proceso de manufactura, pero en este desarrollo cada aspecto es valorado por diferentes personas, una por el diseñador, que básicamente evalúa como deben lucir los ensambles como un conjunto, y otra por el experto en tolerancias que define los límites de estas especificaciones, para que, las discrepancias que pudiese haber en las mediciones debido a la suma de tolerancias de los componentes no lleguen a ser notorias.

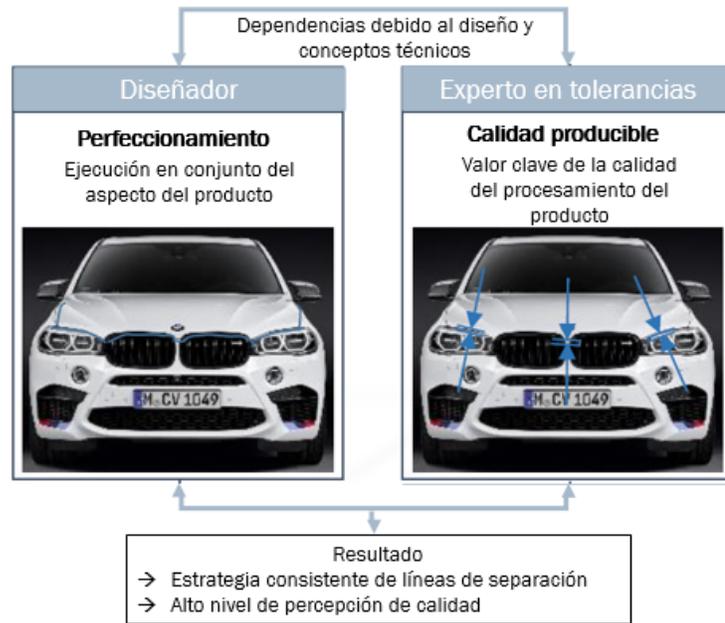


FIGURA 3.4: Perfeccionamiento y calidad producible (Striegel *et al.* (2017)).

Se presentó un ejemplo de un defecto de calidad posicionado en el exterior del vehículo, el cual se consideró como relevante para el cliente en las líneas de separación, es decir, el defecto se relacionó directamente con uno de los atributos de percepción de calidad como se observa en la Figura 3.5. Esto demuestra que las separaciones entre componentes suelen ser temas de gran impacto que deben de ser estudiados en etapas tempranas (Striegel *et al.* (2017)).



FIGURA 3.5: Baja calidad de perfección en las líneas de separación (Striegel *et al.* (2017)).

Otro aspecto importante en donde la percepción de la calidad tiene un impacto directo, es respecto a la lealtad que el cliente tendrá derivado a la satisfacción del producto que compró.

Un estudio realizado que involucra dos marcas de prestigio en vehículos de gama premier (Mercedes-Benz y BMW), demostró que hay tres aspectos que se relacionaron directamente con la lealtad a una marca, los cuales son; percepción de la calidad, satisfacción y confianza. Se demostró que estos tres aspectos son fundamentales en el éxito de la retención de clientes, y de igual manera son buenos predictores sobre la lealtad que se tendrá hacia una marca de automóviles seleccionada. Se afirmó que la calidad de un producto es una pre condición necesaria para lograr una valoración certera sobre una marca ya que, en efecto, la percepción que el cliente tenga sobre la calidad del producto mejorará la manera de como un cliente le sea leal y esté dispuesto a pagar el precio de la calidad premier.

Dado que la percepción de la calidad es unos de los factores importantes en este estudio, se recomienda que se dé un enfoque más detallado a estos aspectos dentro de las organizaciones, mejorando e ideando cada día nuevos métodos para lograr la satisfacción al cliente y que de como resultado una confianza plena en la marca (Al-Hawary (2013)).

3.7 CONCLUSIÓN

Finalmente, se puede concluir que la calidad del sector premier tiene un enfoque más preciso en el aspecto del producto que se ofrece, esto debido a que los clientes son limitados y por consiguiente requieren la mejor calidad. Es por ello que los atributos de percepción de calidad tienen una gran importancia en este resultado y de igual manera el cómo se distribuya esta información a los proveedores, pero como se mencionó también, es igual de importante tener una retroalimentación para asegurar la eficacia de los resultados como lo hicieron ver los casos de Volvo y BMW.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

4.1 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO CUATRO

En este capítulo se describe la metodología utilizada para optimizar el proceso de trazabilidad de los defectos en el sector automotriz, enfocada a la gama premier. De igual manera muestra cómo se dividieron las áreas de mayor interacción para el cliente y así definir las zonas más críticas.

4.2 FASES DE DESARROLLO

Se generó una serie de imágenes específicas de las zonas más relevantes para los clientes en las que se definieron los tipos de fallas que se presentaron acorde a un tipo de lugar específico durante la evaluación, de los cuales en cada uno se generó un código QR, mediante el cual al ser escaneado permitió el registro de la información de manera automática en un sistema y esta información a su vez migró a una base de datos, la cual se usó para la creación de los reportes usando un modelo que se programó para la estructura de este.

La Figura 4.1 muestra las fases en las que se dividió el proceso, desde la identificación de las zonas de mayor impacto en percepción, hasta la implementación y monitoreo de los resultados.

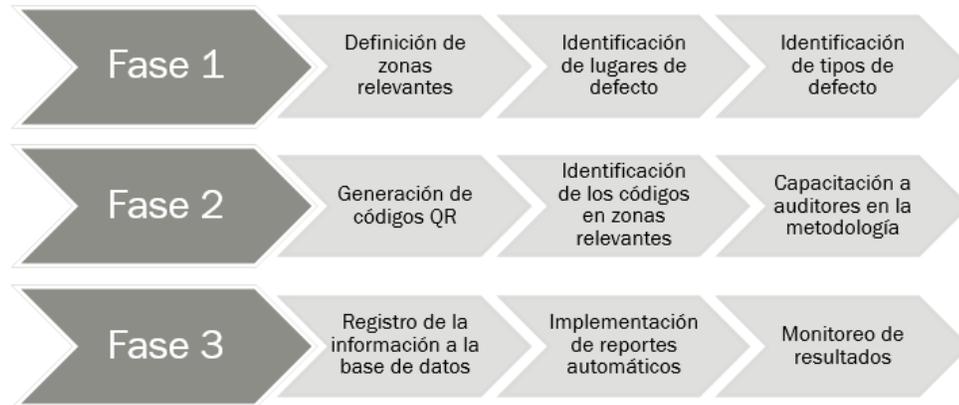


FIGURA 4.1: Fases de desarrollo de la metodología de optimización.

4.3 PROBLEMÁTICA

Para lograr un mayor enfoque en la identificación de los defectos más perceptibles por el cliente a nivel estético o de primera vista, se requirió desarrollar una metodología en la que se detectará de manera oportuna los defectos más repetitivos encontrados y que a su vez permitiese ser presentado y entendido de una manera rápida y sencilla a los responsables de la solución, por lo que mientras más rápida y certera fue la definición de la falla encontrada, más rápido se lograría encontrar la solución al problema.

Anteriormente, en línea de producción de esta empresa, no se contaba con un estándar de revisión y evaluación de las zonas que podrían estar más en contacto directo con el cliente, esto tuvo como resultado un enfoque erróneo en la prioridad de temas, así como una incorrecta interpretación y definición de los defectos encontrados, lo que generó confusión en los nombres o componentes a utilizar en todo el vehículo, y al no tener una congruencia clara en la información, se observó que los

reportes se generaban con temas repetitivos o cantidades totales incorrectas como se puede observar en la Tabla 4.1, la cual presenta los defectos en porcentaje de impacto.

Los defectos enlistados en primer y segundo lugar, se consideran como el mismo tipo de modo de falla; sin embargo, fueron interpretados de manera diferente por cada auditor, el cual nombró y guardó en el sistema su respectivo comentario del que no sería viable poder obtener un reporte enfocado a los defectos totales más representativos, ya que no mostraría las cantidades reales. Además, esto resultaría en defectos duplicados que al ser guardados en el sistema dejaría de ser algo relevante a solucionar.

TABLA 4.1: Listado de defectos sin la utilización de un estándar en la evaluación.

Defecto	Porcentaje
Faro delantero, líneas de separación incorrecta	3.46
Faro principal, líneas de separación incorrecta	3.08
Puerta delantera, abertura incorrecta	3.08
Vidrio delantero, enrase incorrecto	2.69
Respaldo de asiento trasero, contaminado	2.69
Techo contaminado	2.31
Vidrio de puerta delantera, mal funcionamiento	2.31
Respaldo de asiento trasero contaminación	1.92
Reflectores traseros, parte equivocada	1.92
Faro principal, falla eléctrica	1.92

4.4 DESARROLLO DEL SISTEMA DE TRAZABILIDAD

El proceso de diseño del sistema de trazabilidad se fundamentó en hacer un muestreo de todas deficiencias comunes que se presentaron y se reportaron diariamente en un lapso de tres meses de producción acorde al modelo de referencia del vehículo.

Al tener tipificados y ubicados los defectos, se comenzó con planeación estructural de las divisiones y evaluaciones correspondientes respecto a las zonas más representativas para el cliente de una manera única, para que al presentarse un defecto en esa área se procediera con el uso de un mismo comentario y de esta manera evitar que se presentaran variaciones de escritura o entendimiento que ocasionaron la pérdida de la trazabilidad del defecto, evitando así la la discrepancia en cantidades mostradas en los reportes.

4.4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS RELEVANTES AL CLIENTE

Como se mencionó en capítulos anteriores, la percepción de la calidad tiene una gran diversidad de definiciones que hoy en día sigue en constante desarrollo, pero al final en todas ellas se tiene como objetivo principal el lograr la satisfacción al cliente.

Por consiguiente, en estas definiciones y conceptos se evaluaron las zonas más representativas y críticas con mayor impacto hacia el cliente, las cuales resultaron de la siguiente manera: Primera zona parte externa delantera, segunda zona parte externa trasera, tercera zona parte interna delantera y cuarta zona parte interna trasera.

Cada componente o pieza en las diferentes zonas de evaluación contarán con un nombre específico del lugar en donde se percibirá la anomalía y para la optimización de este proyecto se incluyeron códigos QR para hacer más práctica la creación de los reportes ya que reduce el tiempo de escritura de los auditores que reportan la anomalía.

Esto consistió en escanear el código con un dispositivo de lectura de códigos acorde al componente o pieza que haya presentado un defecto, esta información se guarda en un sistema que alimenta una base de datos de donde se obtienen los reportes diarios, semanales y mensuales a nivel gerencial.

Primera zona: Parte externa delantera

La Figura 4.2 muestra el ángulo de percepción de vista del cliente al observar el vehículo desde el exterior, con una distancia de 0.8m tomada de referencia (Striegel *et al.* (2018)).



FIGURA 4.2: Zona delantera del vehículo referida como la de mayor impacto, la cual es la más expuesta enfocada a la primera impresión visual de los clientes.

La Figura 4.3 muestra la zona de referencia frontal en la cual se definieron los componentes de mayor interacción al cliente, estas partes son referenciadas mediante códigos QR los cuales tienen la misma información descrita en la parte inferior en cada código, en el que el objetivo es solo escanear en lugar de escribirlo, y de esta manera evitar la perdida de tiempo durante este proceso.



FIGURA 4.3: En estas áreas se tienen identificados diferentes componentes del vehículo que son visuales y algunos funcionales, los cuales se indican con un respectivo QR el cual indica un nombre específico.

Segunda zona: Parte externa trasera

La Figura 4.4 muestra la zona trasera del vehículo, que se considera una zona secundaria ya que es la que tiene menos interacción con la percepción directa con los cliente y es un enfoque más visual que funcional debido a la zona.



FIGURA 4.4: Identificación visual de componente que hacen referencia mediante códigos QR

Tercera zona: Parte interna delantera

La Figura 4.5 muestra la zona interior del vehículo, algo importante a recalcar es que en esta zona la percepción del cliente está mayormente enfocada al ángulo de visión del conductor como primer plano, y como segundo plano el lado del pasajero. Esto para dar un mayor enfoque de percepción de calidad en las zonas con mayor contacto por parte del conductor.



FIGURA 4.5: Zona que tiene un ángulo de visión directa por parte del cliente, así como los componentes con los que interactúan desde esa área.

Tomando de referencia esta área de mayor interacción dentro del vehículo por parte de los clientes, se consideró el identificarlas de la siguiente manera observadas en las siguientes Figuras 4.6 y 4.7.

Parte interna de mayor interacción

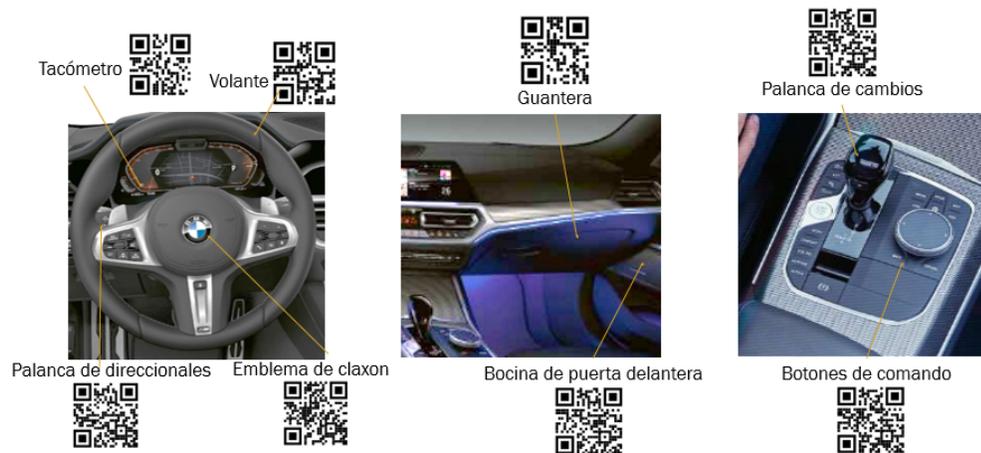


FIGURA 4.6: Zona que tiene un ángulo de visión directa por parte del cliente, así como los componentes con los que interactúan desde esa área.

Parte interna con interacción funcional



FIGURA 4.7: Zona que tiene un ángulo de visión directa por parte del cliente, así como los componentes con los que interactúan desde esa área.

Todos estos componentes en el área de visión se consideraron como los de mayor interacción durante un tiempo prolongado por parte del cliente. Sobre la imagen que muestra el techo se considera también el área frente al conductor.

Cuarta zona: Parte interna trasera

La Figura 4.8 muestra la parte trasera dentro del vehículo la cual se considera un área secundaria al primer impacto del cliente, pero la calidad deberá ser la misma que un área primaria.



FIGURA 4.8: Componentes y área con mayor interacción en el compartimiento trasero.

4.4.2 CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE DEFECTOS

Para la clasificación de los tipos de defectos se seleccionaron los más comunes durante un proceso de ensamble, así como las ya antes mencionadas características significativas de estética o funcionales como lo son: líneas de separación entre partes o áreas definidas, enlaces respecto a componentes ya ensamblados, aberturas en áreas perceptibles por el cliente y la evaluación de ruidos en dinámico que como se mencionó, en el capítulo 1 es indispensable para la valoración de la calidad total del percepción y conformidad del producto.

Por lo que se dividieron de la siguiente forma: Defectos estéticos, Defectos funcionales y ruidos generales, como se muestra en la Figura 4.9. La manera en la que se integraron estos tipos de defecto fue igual que el lugar del defecto ya que ambos fueron considerados para complementar el título final del defecto encontrado, es decir si el lugar en donde se encuentra la anomalía es el volante y el tipo de defecto es un rayón, el título final del defecto será volante rayón, de esta forma se irán guardando y almacenando los defectos diariamente de una manera constante y sin errores de escritura que servirán para la documentación y trazabilidad de cada defecto encontrado.

Estéticos	Código	Estéticos	Código	Funcional	Código	Ruidos generales	Código
Superficie irregular		Mal ensamble		Mal funcionamiento		Ruido de viento	
Rayón		Pieza no ensamblada		Conectividad deficiente		Ruido	
Golpe		Ensamble parcial		Falla eléctrica		Distorsión de sonido	
Rebaba		Contaminación				Golpeteo	
Exceso de material		Enlace incorrecto					
Parte incorrecta		Abertura incorrecta					
Tono de color diferente		Líneas de separación incorrectas					

FIGURA 4.9: Clasificación de los tipos de defecto que se detectaron.

4.4.3 MUESTREO DE FALLAS COMUNES

Los datos para este muestreo de defectos se tomaron de tres meses de producción, en los que se consideraron las descripciones explicadas previamente para cada defecto detectado. Estas evaluaciones se realizaron por auditores del proceso al momento de ingresar al vehículo y observar los acabados finales, así como el tipo de material que se pudo percibir a simple vista. Durante este tiempo en el que el auditor observa las partes internas y externas del vehículo, evalúa la percepción y al detectar alguna anomalía o defecto, procede con el escaneo de los códigos acorde al defecto detectado para la generación del título del defecto, así como el registro en el sistema para complementar la base de datos.

TABLA 4.2: Defectos detectados por los auditores antes de la implementación.

Defectos
Puerta delantera abertura incorrecta
Emblema frontal rayón
Vidrio de puerta delantera mal función
Luz trasera línea de separación incorrecta
Asiento copiloto rebaba
Neumático trasero golpeado
Facia delantera enrase inadecuado
Emblema trasero rayón
Emblema delantero raya
Puerta trasera golpeada
Asiento conductor superficie irregular
Techo rayón

4.5 DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DURANTE LA GENERACIÓN DEL REPORTE

El desarrollo se llevó a cabo obteniendo la información diaria de cada uno de los defectos encontrados y evaluando el porcentaje de error al momento de decidir el nombre a usar y definirlo correctamente.

Así también se evaluaron los tiempos adicionales que requería el auditor por día para descargar la información de la base de datos y el tiempo que uso al elaborar el reporte para cada uno de los defectos diarios, tomando en cuenta que los defectos encontrados pueden variar por día, es decir, en un solo día se pudieron haber detectado dos defectos, pero en otro pudieron haberse detectado más de nueve defectos, lo que impacta directamente en el tiempo del auditor.

Todo este proceso fue el que se siguió detenidamente durante los tres meses de evaluación y desarrollo, por lo que en esta parte del proceso se muestra el cambio obtenido al hacer uso de nombres ya clasificados por zonas de una manera estándar por parte de los auditores, logrando así una optimización en cuanto a la trazabilidad al momento de generar los reportes requeridos y evitando así duplicar temas.

Estos resultados se pueden observar en la Tabla 4.3, en donde los datos fueron obtenidos a través de los códigos QR usados para cada tipo de defecto.

TABLA 4.3: Defectos de mayor relevancia detectados en los últimos tres meses.

Num	Defectos	Porcentaje
1	Faro principal, líneas de separación incorrecta	6.54
2	Vidrio delantero, enrase incorrecta	5.38
3	Facia delantera, enrase incorrecto	5.00
4	Respaldo de asiento trasero, contaminación	4.62
5	Puerta delantera abertura incorrecta	4.62
6	Faro principal, falla eléctrica	4.23
7	Techo contaminación	4.23
8	Vidrio de puerta delantera mal funcionamiento	4.23
9	Reflectores traseros, parte incorrecta	3.85
10	Faro principal mal funcionamiento	3.46

En la Tabla 4.3 se observa en porcentaje la cantidad de defectos encontrados en los meses mencionados, haciendo el registro de manera estándar ya con la optimización hecha, lo que permite ver que no hay temas duplicados y el porcentaje mostrado indica de manera efectiva la cantidad total por defecto.

Se realizó una comparación de estos mismos defectos mostrados, pero usando las descripciones erróneamente como se tenía anteriormente en el proceso, y los resultados fueron los siguientes:

La Tabla 4.4 Muestra los mismos defectos y cantidades del mes de Julio, Agosto y Septiembre, pero adicional se observa que existen defectos duplicados.

TABLA 4.4: Defectos reportados en los últimos tres meses sin un estándar.

Num	Defectos	Porcentaje
1	Faro delantero, líneas de separación incorrecta	3.46
2	Faro principal, líneas de separación incorrecta	3.08
3	Puerta delantera, abertura incorrecta	3.08
4	Vidrio delantero, enrase incorrecto	2.69
5	Respaldo de asiento trasero contaminado	2.69
6	Techo contaminado	2.31
7	Vidrio de puerta delantera, mal funcionamiento	2.31
8	Respaldo de asiento trasero, contaminación	1.92
9	Reflectores traseros, parte equivocada	1.92
10	Faro principal falla eléctrica	1.92

Lo que se observó en los resultados de la Tabla 4.3, es que al tomar de referencia el primer dato del defecto “faro principal líneas de separación incorrecta” se obtuvo un 6.54% de incidencias del mismo defecto el cual se posicionó como el principal a solucionar, pero se observa en la Tabla 4.4 que este mismo defecto se encuentra en el segundo lugar con un 3.08% de incidencias debido a la variación del título no estandarizado, al igual que ese ejemplo se encuentran más incidencias con un porcentaje demasiado bajo que no permite el mostrarlo en los reportes de priorización. Esta discrepancia generó que la información de los defectos encontrados en meses anteriores no se haya podido solucionar debido a que aparentaba ser un porcentaje muy mínimo de incidencias.

Ya una vez obtenidos los datos correctos como se mostraron en la Tabla 4.3 se procedió a registrarlos en el sistema que los direcciona a la base de datos. Este sistema permite consultar los datos básicos del defecto, así como las imágenes guardadas referente al defecto. Por lo que parte de la optimización planeada en un inicio fue el que, desde este sistema, se usará la base de datos para la creación automática de los reportes por parte de los auditores.

Este reporte incluirá la siguiente información: Título completo del defecto, comentarios adicionales del defecto y fotografías de la condición. Toda esta información se pondrá automáticamente al momento de ejecutar este reporte como se muestra en la Figura 4.10.

Reporte de calidad

Numeración de carro		Lugar de defecto	
Modelo		Tipo de defecto	
Comentarios adicionales			

Foto

Foto

Total de defectos detectados por semana			
Semana actual	Semana anterior	2 semanas atrás	3 semanas atrás

Punto limpio de inspección	
----------------------------	--

Linea responsable		Fecha de Producción	
Persona responsable		Fecha de detección	

FIGURA 4.10: Reporte automático generado de los defectos con información relevante

La Figura 4.10 muestra la manera en que se desplegará la información al crear los reportes.

Parte de la información mostrada en este reporte hace mención a los conceptos que se implementaron como el lugar del defecto y el tipo de defecto, pero de igual manera se muestra la información para identificar el vehículo, así como las fechas de producción e inspección que son de igual forma relevantes a la investigación del defecto.

Algo importante a considerar es que la zona mostrada como el total de defectos por semana, solo muestra las cantidades acumuladas del defecto que coincida con el mismo tipo de defecto y mismo lugar de defecto seleccionados al inicio, he aquí

que, si hay un error en la localización del defecto, este no se verá reflejado en el acumulado.

4.6 CONCLUSIÓN

En relación a lo expuesto, se concluye que estas imágenes utilizadas con su respectivo QR logró que el tiempo de captura de los defectos se redujera considerablemente, a la par esto permitió que los auditores tuvieran más tiempo para enfocarse en la evaluación de los defectos y que estos a su vez se comunicaran de manera rápida con su reporte correspondiente, sin errores y con la información requerida para la solución.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación, se basan en los logros como objetivos obtenidos durante la implementación de esta metodología de optimización del proceso en la trazabilidad de la información que era reportada diariamente por parte de los auditores del proceso. Como se mencionó, la evaluación hecha fue muy subjetiva y es por ello que se dependía directamente del entendimiento de cada persona.

De igual manera se mencionara el impacto que se tuvo de mejora en los tiempos y cómo impactó en la productividad de las personas involucradas durante este proceso de optimización, en el que la estandarización de los defectos y la creación de los reportes fue la parte fundamental de este logro como se menciona a continuación:

Ahorro de tiempo en la captura de defectos

Anteriormente el auditor escribía toda la información de manera manual lo que le generaba un tiempo de dos minutos por defecto, si al día se generaban 20 defectos invertía 40 minutos del día solo en darle un nombre y registrar los títulos en el sistema como se muestra en la Tabla 5.1.

TABLA 5.1: Listado de defectos usando títulos de manera general.

Defectos
Puerta delantera abertura incorrecta
Faro principal líneas de separación incorrecta
Facia frontal enrase incorrecto
Facia delantera rayado
Facia frontal enrase incorrecto
Vidrio de puerta delantera enrase inadecuado
Faro principal líneas de separación incorrecta
Faro delantero líneas de separación incorrecta
Techo contaminado
Facia frontal enrase incorrecto

Actualmente con el desarrollo de optimización de este proyecto, solo necesita escanear el código del lugar y tipo de defecto mejorando así el tiempo de captura a 40 segundos, si se toman como referencia 20 defectos por día solo se invierten 13.33 minutos del día mejorando así el tiempo hombre a un 66.67% , que se invierte en definir el nombre del defecto, haciendo más efectivo y estándar el entendimiento de un defecto. Esta diferencia de tiempo se expresa en la Figura 5.1.

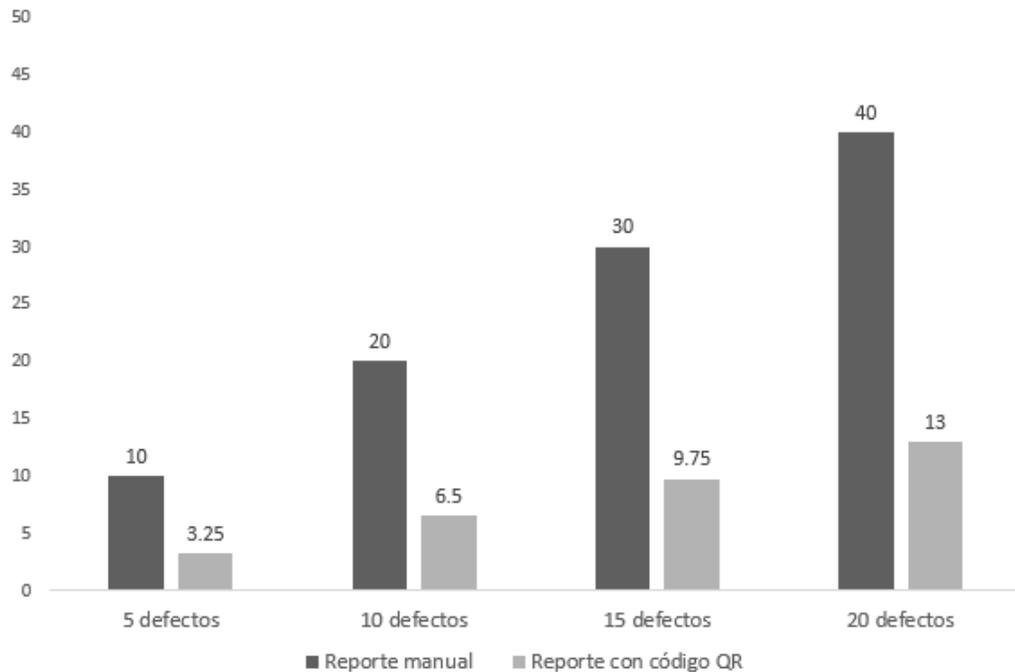


FIGURA 5.1: Diferencia de tiempos en minutos durante la captura de defectos de manera manual y automática.

La Figura 5.1 muestra esta diferencia que existe en tiempo al hacer un reporte completamente manual e individual dependiendo la cantidad de fallas reportadas, en el que mientras mayor sean los hallazgos, mayor tiempo tomará en la creación de los reportes. En cambio se observa cómo al utilizar el reporte automático, sin importar la cantidad de fallas, el tiempo estimado en los reportes es muy bajo.

Detección temprana de defectos

Como se observa en la Tabla 4.4 hay algunos defectos que aparecen duplicados debido a la diferencia de títulos que se observan en la línea 1 y 2, lo que generó una confusión en la prioridad de temas, haciendo que la prioridad se divida en dos en lugar de uno solo, al igual la cantidad total medida en porcentaje varía haciendo notar que se debe a que son porcentajes relativamente bajos.

Se encontró que debido a la variación de significados por parte de cada auditor, en base a su experiencia y conocimiento previo había varias definiciones que hacían referencia un mismo componente como se demuestra en la Figura 5.2.



FIGURA 5.2: Definiciones dadas para un mismo componente

En la Figura 5.2 se representan las diferentes definiciones de escritura que se presentaban al momento de generarse los reportes, en este caso los auditores usaban cada uno de estos títulos para referirse a la Facia delantera.

Al igual que este ejemplo se detectaron otros componentes adicionales que eran nombrados de manera diferente, así como los tipos de defectos los cuales se pueden apreciar en la Figura 5.3.

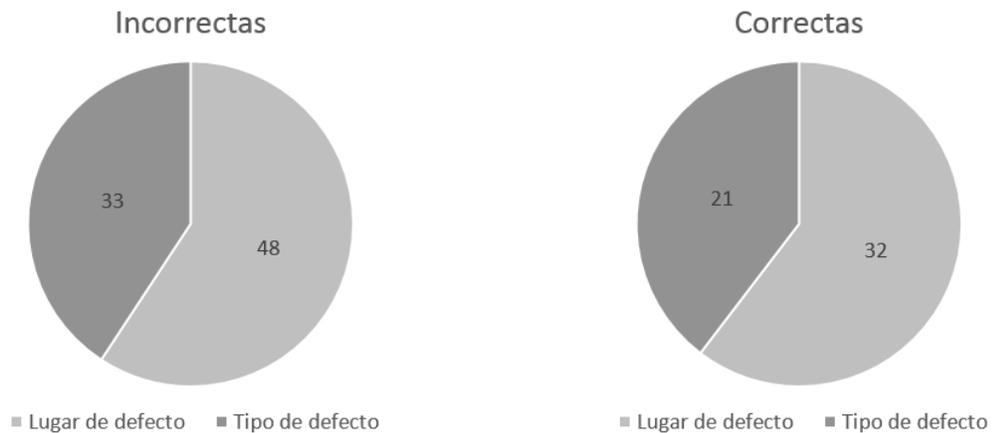


FIGURA 5.3: Comparación de definiciones correctas e incorrectas.

La Figura 5.3 muestra una comparación en cantidades encontradas durante el mismo periodo de tiempo, observando que existían 16 lugares de defectos más que hacían referencia a uno ya existente, de igual manera se observó que en el tipo de defecto había 12 tipos de defectos adicionales.

Todos estos resultados de la investigación en determinar los tipos defecto y lugares defecto a mantener como únicos, ayudaron a detectar la diferencia que existía en las definiciones finales como se muestra en la Tabla 4.3, en la cual se observa que contiene información más completa y detallada de los tipos de defectos, así como las incidencias de cada uno que están reflejadas de manera uniforme y clara, por lo que permite identificar fácilmente los temas de mayor prioridad, logrando así un enfoque más visible y mejorando el proceso de enfoque en la prioridad a temas de mayor impacto en la calidad del vehículo.

Mejora y eficiencia en la creación de reportes Los reportes en general muestran de manera más clara la situación de cómo se está desempeñando un sistema de calidad, es por ello que cada reporte debe ser presentado en tiempo y forma de una manera adecuada que permita el poder ser entendido a todo público, pero aún más ante los responsables de la solución.

Anteriormente no se contaba con una metodología de creación de reportes ya que todo se hacía manualmente usando información no estandarizada para las presentaciones, lo que tenía como consecuencia invertir más tiempo en escribir los datos a usar, olvidando en ocasiones información relevante o confundieron números y cantidades como se observa en la Figura 5.4.

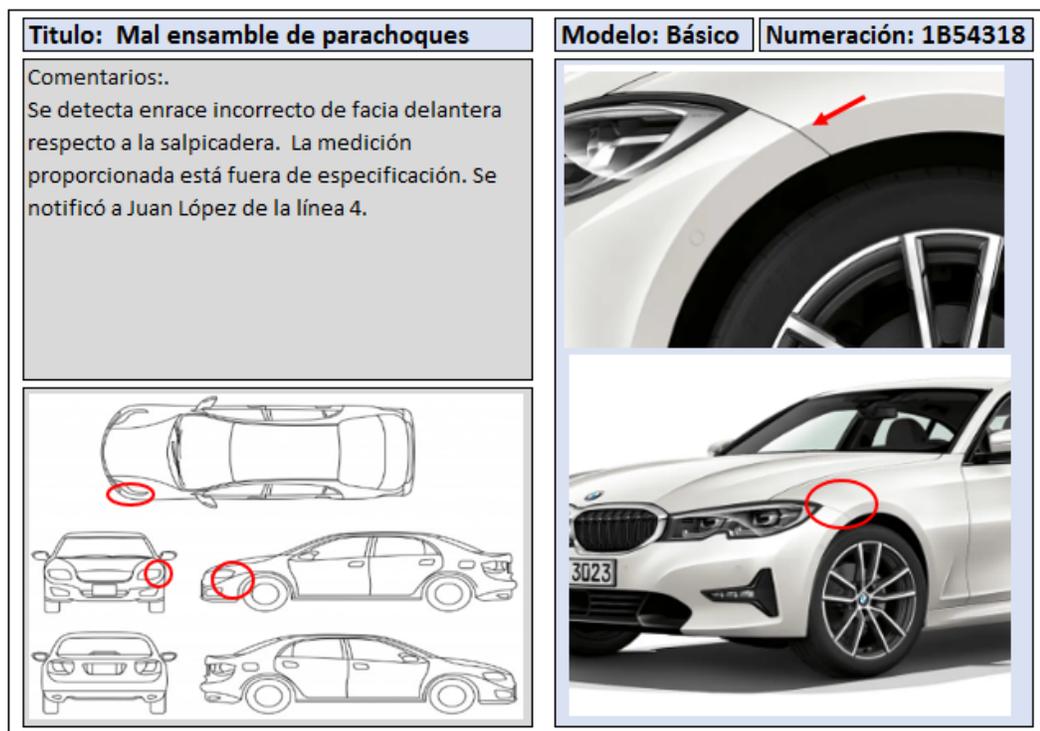


FIGURA 5.4: Reporte original usado en la presentación de defectos.

La Figura 5.4 presenta la información usada antes de la mejora en el proceso de optimización. Se observa que en este reporte toda la información se escribía de manera manual por parte del auditor, lo que implicó memorizar el número del vehículo de una manera correcta evitando así confundir o generar errores de escritura

en el número, de igual manera tenía que diferenciar rápidamente los variedad de modelos de la marca, adicional a que tenía que definir el título del defecto el cual podría ser interpretado de diferente manera ya que este depende del entendimiento del auditor o conocimiento técnico del auditor.

Todos estos factores resultaron en un tiempo estimado de elaboración por reporte en el que se invirtieron cinco minutos en promedio para crear cada reporte por defecto, más 10 minutos sobre el total de tiempo al agregar fotografías, si nuevamente hablamos de 20 defectos se invertía una hora 50 min aproximadamente para terminar estos reportes con fotografías. Esta carga de trabajo generaba errores de captura y falta de atención sobre los componentes a evaluar.

Es por ello que se comenzó con la búsqueda de creación de un reporte automático que tomará de base la información de los defectos previamente vistos. Esta información al ser más certera y clara permitió generar sólo los reportes que serían de mayor prioridad para las presentaciones a los grupos relevantes.

El proceso de generación de estos reportes, consistió en programar mediante un sistema, un modelo que tomará la base de datos de todos los defectos detectados por los auditores, filtrando los datos de mayor prioridad por área.

Ya que se identificó toda esta información se procede a ejecutar el programa, tomando de referencia nuevamente los 20 defectos se invirtieron dos minutos en total para generarlos, si se requiere agregar fotografías se incrementarían 10 min sobre el total del tiempo, haciendo un total de 12 min para crear todos los reportes contribuyendo a una reducción significativa de tiempo invertido en los reportes de un 89.09% .

Esta información mencionada anteriormente se muestra de manera resumida en la Figura 5.5.

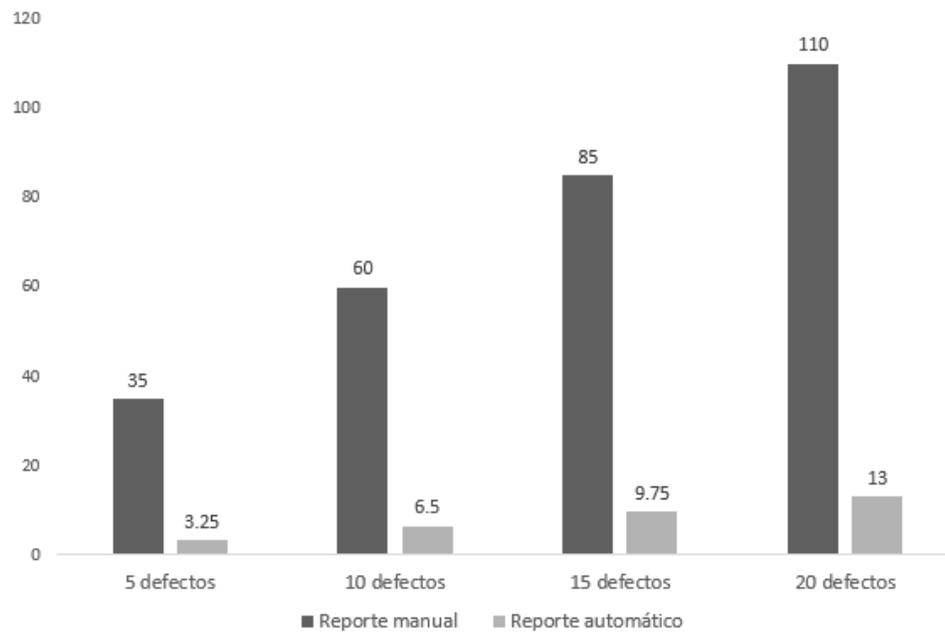


FIGURA 5.5: Diferencia de tiempos en minutos durante la creación de los reportes de manera manual y automática.

La Figura 5.5 muestra los resultados obtenidos y la diferencia en tiempos durante la generación de los reportes, lo que permitió que los defectos fueran presentados de manera oportuna.

Este reporte presentando y que de igual manera se hace mención en el apartado 4.3, se representa en este caso de la siguiente manera en la Figura 5.6 como un ejemplo real usado para expresar una de fallas evaluadas por los auditores.

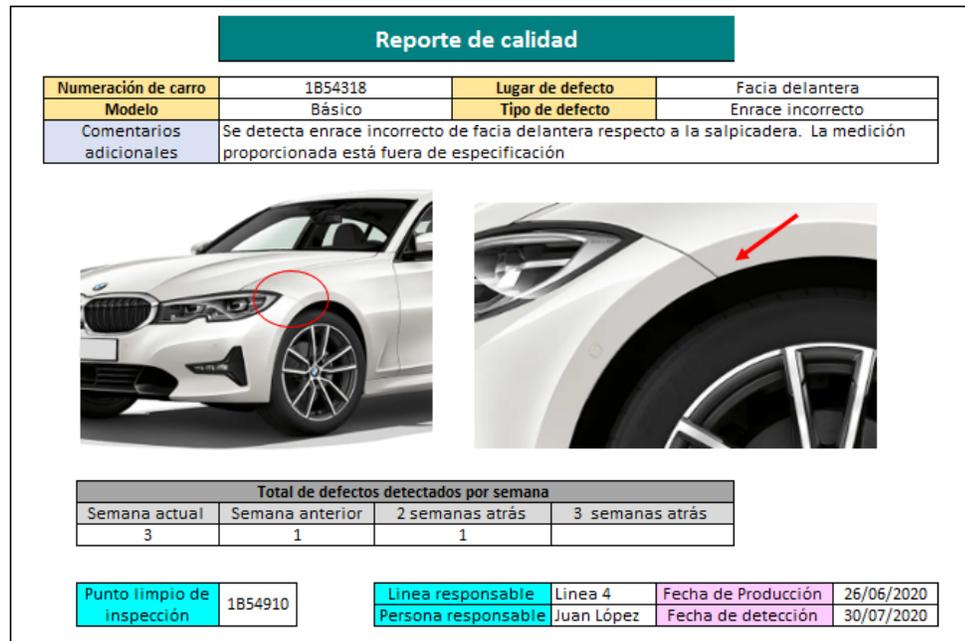


FIGURA 5.6: Reporte de calidad generado para un defecto detectado.

La Figura 5.6 muestra la información de un defecto detectado durante la evaluación, el cual contiene toda la información resumida del vehículo para su correcta presentación.

Cabe mencionar que la mayoría de esta información se genera de manera automática y que la única información que se pondrá manualmente será la línea responsable y la persona a la que se le reportó el defecto, esto debido a que dependerá de la disponibilidad presencial de los responsables en el día dependiendo el tipo de falla encontrada.

Reducción en la cantidad de rechazos debido a la detección

Uno de principales objetivos de las metodologías en los sistemas de calidad o procesos es lograr solucionar de manera rápida un problema, ya que esto evita tener más rechazos del producto por la misma causa, y se pueda a llegar a una mayor calidad del producto.

Esto se observó de igual forma en estos rechazos hechos por los auditores, pero inicialmente al no tener un estándar en los nombres los defectos repetitivos o de mayor prioridad no se lograban visualizar de una manera correcta con las cantidades reales como se observa en la Tabla 5.2.

TABLA 5.2: Listado semanal de tendencia de defectos sin un estándar.

Defecto	S28	S29	S30	S31	Total
Faro delantero, líneas de separación incorrecta	0 %	0 %	11 %	20 %	11 %
Faro principal, líneas de separación incorrecta	9.1 %	0 %	11 %	10 %	9.5 %
Puerta delantera, abertura incorrecta	18 %	8.3 %	0 %	0 %	9.5 %
Vidrio delantero enrase incorrecto	9.1 %	8.3 %	5.6 %	5 %	8.3 %
Facia frontal enrase incorrecto	4.5 %	0 %	0 %	5 %	6 %
Puerta frontal abertura incorrecta	0 %	13 %	0 %	0 %	4.8 %
Vidrio delantero enrase inadecuado	4.5 %	0 %	5.6 %	0 %	4.8 %
Techo contaminado	0 %	0 %	0 %	0 %	4.8 %
Facia delantera enrase incorrecto	0 %	4.2 %	5.6 %	5 %	4.8 %
Puerta delantera líneas de separación incorrecta	0 %	4.2 %	5.6 %	15 %	4.8 %

La información que se muestra en la Tabla 5.2 hace referencia a cómo se mostraban los listados de defectos con mayor prioridad acorde a lo que se encontraba por semana, lo que nos deja ver es que este listado seleccionado como los 10 defectos más repetitivos en un mes tenían información no estándar que generaba la duplicidad y un incorrecto enfoque para la prioridad, obteniendo así que los defectos que en verdad necesitaban revisarse no se presentaran en este listado para un mayor enfoque.

Un ejemplo claro es que el defecto «Faro delantero, líneas de separación incorrecta» es el mismo que la segunda línea con «Faro principal, líneas de separación incorrecta», lo que genera que utilice un espacio adicional de los 10 que se tienen para priorizar las fallas.

Al hacer esta mejora e implementarla en el proceso se logró tener una mejor visibilidad de los defectos de una manera constante y correcta mejorando por día la creación de los títulos usando los códigos como se puede ver en la Tabla 5.3.

TABLA 5.3: Listado semanal de tendencia de defectos con un estándar de títulos.

Defecto	S28	S29	S30	S31	Total
Faro principal líneas de separación incorrecta	9.1 %	0 %	22 %	30 %	14 %
Vidrio delantero enrase incorrecto	18 %	13 %	11 %	5 %	12 %
Puerta delantera abertura incorrecta	18 %	21 %	0 %	0 %	11 %
Luz trasera líneas de separación incorrecta	23 %	4.2 %	0 %	0 %	7.1 %
Vidrio de puerta delantera mal funcionamiento	14 %	0 %	5.6 %	15 %	7.1 %
Facia delantera enrase incorrecto	4.5 %	4.2 %	5.6 %	15 %	7.1 %
Respaldo de asiento trasero contaminación	0 %	0 %	17 %	10 %	6 %
Reflectores traseros parte incorrecta	0 %	17 %	0 %	0 %	4.8 %
Luz trasera mal funcionamiento	0 %	0 %	5.6 %	15 %	4.8 %
Puerta delantera líneas de separación incorrecta	0 %	4.2 %	0 %	15 %	4.8 %

En la Tabla 5.3 se muestra como al utilizar de manera estándar los títulos de los defectos al momento de la creación de los reportes, estos se expresan con cantidades diferentes permitiendo que sea más visible que defecto es el que ha impactado más a lo largo de las cuatro semanas mostradas. De igual manera, lo que se muestra en la Figura 5.7 es el porcentaje de cambio que se obtuvo desde la semana en la que se inició con la toma de información para el proyecto hasta que se finalizó.

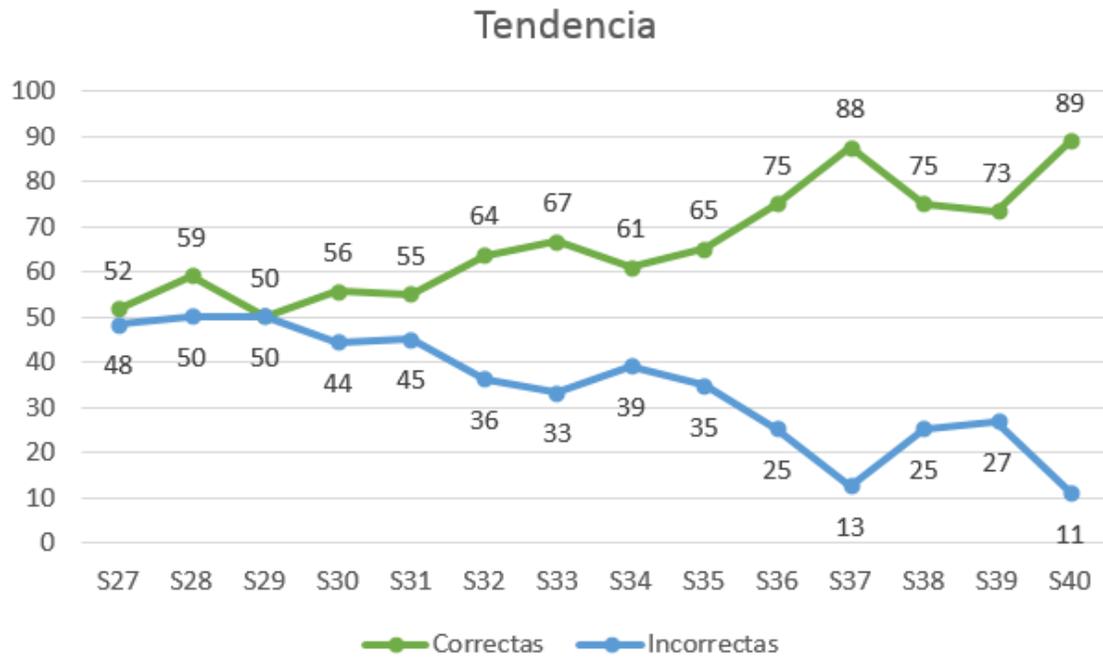


FIGURA 5.7: Se muestra la mejoría durante el proceso de implementación de la estandarización de los nombres usando los códigos.

La tendencia en verde muestra el porcentaje de datos correctamente usados en los títulos y la tendencia en azul muestra los datos incorrectamente usados en el mismo lapso, observado que el porcentaje de error al inicio era demasiado alto con un 48%, pero con el uso de los códigos de ayuda para estandarizar los nombres hubo una mejoría notable reduciéndolo a un 11% de error.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones derivadas de los resultados descritos en este proceso de optimización de un proceso se demuestra de la siguiente forma:

Percepción de la calidad

El estudio de la percepción de la calidad en el sector automotriz es sumamente importante para lograr el éxito, esto mediante un enfoque más claro en los requerimientos de los clientes de cada sector. Se sabe que los requerimientos van a variar dependiendo el enfoque que cada empresa desee desarrollar, pero tomando de referencia el sector premium es de mayor relevancia el que el producto a producir esté libre de defectos.

Reacción al cambio

Debido a que los requerimientos de los clientes nunca serán los mismos o bien, estarán en constante cambio, es necesario que las empresas estén preparadas para esta reacción evaluando nuevas metodologías que permitan una detección rápida de defectos potenciales a ser detectados por los clientes finales.

Optimización y mejora de un proceso

Es factible la implementación de nuevas herramientas que permitan una mejora en la trazabilidad de los defectos que se encuentren en los procesos de producción, en este caso permitió el que se pudiese implementar con éxito en esta empresa del sector automotriz y que se fundamentó en el estudio de la percepción de la calidad de los clientes. Con el cual se logró una reducción en tiempo hombre en la creación de reportes, permitiendo así que el tiempo sobrante se aprovechara en dar un mayor enfoque en las auditorías del producto.

Como se observó, este trabajo consistió en varios meses en los cuales se revisó la información que no coincidía con la descripción real del modo de falla detectado lo que nos demuestra que el tener este tipo de definiciones no acordes, genera la pérdida de trazabilidad e información de los defectos, aunado a que el enfoque para la solución del problema no será la adecuada.

Otro aspecto que se definió y que ayudó considerablemente, fue la definición de las zonas de prioridad respecto a lo que observan los clientes, ya que en este aspecto se observó que el mayor énfasis en la solución de los problemas deberá ser lo que esté en mayor contacto o interacción con el cliente, ya que no es la misma interacción que tendría por ejemplo el observar todo el tablero de instrumentos durante un periodo largo de manejo, a observar el interior de la cajuela, por lo tanto el poder definir estos aspectos en los auditores permitió el mejorar el enfoque que se realizaba durante la evaluación diaria del producto final.

6.0.1 RECOMENDACIONES

Para continuar con la investigación y reforzamiento a este trabajo, se recomienda lo siguiente para trabajos futuros:

- Indagar en las teorías sobre las investigaciones recientes enfocadas a la percepción de la calidad, y que pudiesen ayudar a mejorar los procesos dentro de la industria automotriz, ya que como se ha observado, estos son los fundamentos teóricos para un correcto enfoque y seguimiento a un proyecto.
- Realizar continuamente encuestas o investigar de manera frecuente los resultados de las evaluaciones hechas a los clientes relacionadas a la satisfacción que han logrado obtener sobre el producto de cierta marca adquirida, con el objetivo de conocer las tendencias respecto a lo que buscan los clientes en la actualidad y de esta manera tener una mejor orientación de relevancia o hasta cierto punto, mejorar las zonas que lleguen a ser de mayor prioridad y enfoque para los clientes.
- Estos dos aspectos serán fundamentales para este tercer punto, el cual se requiere que sea un enfoque más claro para poder determinar los componentes principales o su conjunto en sí pero haciéndolo de una manera digital, es decir, que en lugar de colocar imágenes o fotografías tomadas del producto, sea más enfocada a las partes ya diseñadas y que en el sistema solo se permite el poder seleccionar la parte y en donde se localiza, y que a su vez esta información se guarde y migre a la misma base de datos utilizada previamente.
- Otro punto como final es mejorar el reporte y que este mismo sistema mediante la programación que incluye la generación de los reportes para los que se requieran, sin necesidad de actualizar la información manualmente, si no de manera automática.

BIBLIOGRAFÍA

- AAKER, D. A. (2009), *Managing brand equity*, simon and schuster.
- AL-HAWARY, S. I. S. (2013), «The roles of perceived quality, trust, and satisfaction in predicting brand loyalty: the empirical research on automobile brands in Jordan market», *International Journal of Business Excellence*, **6**(6), págs. 656–686.
- DAGMAN, A., C. WICKMAN y R. SÖDERBERG (2004), «A Study of Customers' and the Automotive Industry's Attitude Regarding Visual Quality Appearance of Split-Lines», en *4th International Conference on Advanced Engineering Design AED*.
- EUROMOTOR (2021), «The Final Vehicle Product Audit (FVPA)», [urlhttps://www.euromotor.org/mod/resource/view.php?id=22833](https://www.euromotor.org/mod/resource/view.php?id=22833).
- FORSLUND, K., A. DAGMAN, R. SÖDERBERG *et al.* (2006), «Visual sensitivity: Communicating poor quality», en *DS 36: Proceedings DESIGN 2006, the 9th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia*, págs. 713–720.
- GARVIN, D. A. (1984a), «Product quality: An important strategic weapon», *Business horizons*, **27**(3), págs. 40–43.
- GARVIN, D. A. (1984b), «What does “product quality” really mean», *Sloan management review*, **25**.
- GRYNA, F. M., R. C. H. CHUA, J. A. DEFEO y J. P. MAGAÑA (2007), *Método Juran: análisis y planeación de la calidad*, McGraw-hill New York.

- HU, S. J. y Y. KOREN (1997), «Stream-of-variation theory for automotive body assembly», *CIRP Annals*, **46**(1), págs. 1–6.
- JURAN, J. y A. B. GODFREY (1999), *Quality handbook*, tomo 173.
- LAW, B. y S. EVANS (2007), «Understanding luxury in the premium automotive industry», en *Proceedings of the 2007 conference on Designing pleasurable products and interfaces*, págs. 168–179.
- LEE, S.-H., C.-H. JUN, J. JUNG, T.-S. KIM y J.-H. LEE (2008), «Identifying sources of dimensional variation affecting assembly quality of automobiles», en *the 9th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference*, págs. 753–759.
- LIEB, H., B. QUATTELBAUM y R. SCHMITT (2008), «Perceived quality as a key factor for strategic change in product development», en *2008 IEEE International Engineering Management Conference*, IEEE, págs. 1–5.
- MAXFIELD, J., P. M. DEW, J. ZHAO, N. JUSTER y M. FITCHIE (2002), «A virtual environment for aesthetic quality assessment of flexible assemblies in the automotive design process», *SAE Transactions*, págs. 209–217.
- MORGAN, L. A. (1985), «The importance of quality», *Perceived quality*, págs. 61–64.
- SABBAGHA, O., M. N. AB RAHMAN, W. R. ISMAIL y W. M. H. W. HUSSAIN (2016), «Impact of quality management systems and after-sales key performance indicators on automotive industry: A literature review», *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, **224**, págs. 68–75.
- SCHMITT, R. y B. QUATTELBAUM (2009), «Enthusiating Perceived Product Quality-A Concept for the Distribution of Sensorial Perception Information», .
- SCHMITT, R., B. QUATTELBAUM y B. FALK (2014), «Distribution of customer perception information within the supply chain», *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, **3**(2), págs. 94–104.

- SHABGOU, M. y S. M. DARYANI (2014), «Towards the sensory marketing: stimulating the five senses (sight, hearing, smell, touch and taste) and its impact on consumer behavior», *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, **4**(1), págs. 573–581.
- SÖDERBERG, R. y L. LINDKVIST (2002), «Stability and seam variation analysis for automotive body design», *Journal of Engineering Design*, **13**(2), págs. 173–187.
- SÖDERBERG, R., L. LINDKVIST y J. CARLSON (2006), «Virtual geometry assurance for effective product realization», en *1st Nordic Conference on Product Lifecycle Management-NordPLM*, tomo 6, págs. 25–26.
- STOLL, T. y K. PAETZOLD (2008), «Gap and flush visualization of virtual nonideal prototypes», en *DS 48: Proceedings DESIGN 2008, the 10th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia*.
- STRIEGEL, S., B. SCHLEICH, D. ZIELINSKI y S. WARTZACK (2017), «Automotive premium quality improvement by high-end-visualization», en *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, tomo 58356, American Society of Mechanical Engineers, pág. V002T02A108.
- STRIEGEL, S. S., D. ZIELINSKI *et al.* (2018), «Perceived quality of the split-line design and quality», en *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference*, págs. 453–464.
- STYLIDIS, K. (2019), «Perceived Quality of Cars», .
- STYLIDIS, K., S. HOFFENSON, M. ROSSI, C. WICKMAN, M. SÖDERMAN y R. SÖDERBERG (2020a), «Transforming brand core values into perceived quality: a Volvo case study», *International Journal of Product Development*, **24**(1), págs. 43–67.
- STYLIDIS, K., S. HOFFENSON, C. WICKMAN, M. SÖDERMAN y R. SÖDERBERG (2014), «Corporate and customer understanding of core values regarding perceived

- quality: Case studies on Volvo Car Group and Volvo Group Truck Technology», *Procedia CIRP*, **21**, págs. 171–176.
- STYLIDIS, K., J. LANDAHL, C. WICKMAN, H. JOHANNESON, R. SÖDERBERG *et al.* (2015a), «Structuring Perceived Quality Attributes for use in the Design Process», en *DS 80-7 Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design (ICED 15) Vol 7: Product Modularisation, Product Architecture, systems Engineering, Product Service Systems, Milan, Italy, 27-30.07. 15*, págs. 033–042.
- STYLIDIS, K., C. WICKMAN y R. SÖDERBERG (2015b), «Defining Perceived Quality in the Automotive Industry: An Engineering Approach», *Procedia CIRP*, **36**, págs. 165 – 170.
- STYLIDIS, K., C. WICKMAN y R. SÖDERBERG (2020b), «Perceived quality of products: a framework and attributes ranking method», *Journal of Engineering Design*, **31**(1), págs. 37–67.
- TURLEY, G. A., M. A. WILLIAMS y C. TENNANT (2007), «Final vehicle product audit methodologies within the automotive industry», *International Journal of Productivity and Quality Management*, **2**(1), págs. 1–22.
- WAGERSTEN, O., K. FORSLUND, C. WICKMAN y R. SÖDERBERG (2011), «A framework for non-nominal visualization and perceived quality evaluation», en *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, tomo 54792, págs. 739–748.
- WÄRMEFJORD, K., R. SÖDERBERG, A. DAGMAN y L. LINDKVIST (2020), «Geometrical Variation Mode Effect Analysis (GVMEA) for Split Lines», *Procedia CIRP*, **92**, págs. 94–99.
- WEBER, J. (2009), *Automotive development processes: Processes for successful customer oriented vehicle development*, Springer Science & Business Media.
- WECKENMANN, A., G. AKKASOGLU y T. WERNER (2015), «Quality management—history and trends», *The TQM Journal*.

-
- WICKMAN, C. (2005), *Visualising the effect of geometrical variation in assembled products. Predicting visual quality appearance*, Chalmers University of Technology.
- WICKMAN, C. y R. SÖDERBERG (2007), «Perception of gap and flush in virtual environments», *Journal of Engineering Design*, **18**(2), págs. 175–193.
- WIEDMANN, K.-P., N. HENNIGS, S. SCHMIDT y T. WUESTEFELD (2011), «Drivers and outcomes of brand heritage: consumers' perception of heritage brands in the automotive industry», *Journal of Marketing Theory and Practice*, **19**(2), págs. 205–220.
- ZEITHAML, V. A. (1988), «Consumer perceptions of price, quality, and value: a means-end model and synthesis of evidence», *Journal of marketing*, **52**(3), págs. 2–22.