

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto Presidencial
del 3 de abril de 1981



“PROPUESTA DE INNOVACIÓN PARA UN PROCESO DE DISEÑO
AUTOMOTRIZ”

ESTUDIO DE CASO

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Presenta

RODRIGO LÓPEZ SANTILLÁN

Directora

Dra. Alejandra Herrera Mendoza

INDICE

1.- Glosario.....	3
1.1.- Hitos de vehículo.....	3
1.2.- Hitos de ingeniería.....	3
1.3.- Prueba de enfriamiento por agua.....	4
2.- Introducción.....	5
3.- Descripción del problema.....	6
4.- Análisis contextual.....	8
4.1.- La industria automotriz en México y el mundo.....	8
4.2.- La empresa.....	10
4.3.- Lógica de desarrollo de producto de Car Inc.....	10
4.4.- Área de oportunidad.....	12
5.- Marco Teórico.....	15
5.1.- Enfoque conceptual de la gestión de la innovación de proceso.....	15
5.2.- Marco conceptual y marco teórico.....	16
5.2.1.- Modelo tirón de la demanda o <i>market pull</i>	16
5.2.2.- Modelo de innovación tecnológica integrado.....	17
5.2.3.- Matriz de complejidad de arquitectura y componentes.....	18
5.2.4.- Diagrama de herencia organizacional.....	19
5.3.- Casos de estudio.....	20
5.3.1.- Caso1: La importancia de la adopción de un modelo de innovación funcional en el área de desarrollo. (Caso Herco).....	20
5.3.2.- Caso 2: Diseñar con recursos internos o subcontratados. (Caso de diseño automotriz).....	22
5.3.3.- Caso 3: La importancia de la industria automotriz y su actividad en México. (Caso de actividad automotriz en México).....	25
6.- Alternativas de solución.....	27
6.1.- Alternativa de solución 1.....	27
6.2.- Alternativa de solución 2.....	29
6.3.- Alternativa de solución 3.....	32
6.4.- Selección de alternativa de solución.....	34
7.- Metodología de trabajo.....	37
7.1.- Metodología para entrevistar a expertos.....	39
7.1.1.- Car Inc. entrevistas.....	40
7.2.- Metodología de grupo de enfoque para validar la solución.....	41
7.2.1.- Car Inc. focus group.....	42
8.- Plan de implementación.....	44
8.1.- Implementar propuesta de solución.....	44
8.2.- Análisis de riesgos.....	46
8.3.- Análisis financiero.....	47
8.4.- Retos para un gestor de innovación tecnológica.....	47
9.- Limitaciones y recomendaciones.....	49
10.- Conclusiones.....	51
11.- Reflexión final.....	53
12.- Bibliografía.....	55

1.- GLOSARIO¹

1.1.- Hitos de vehículo

RGA. – Revisión gestión y alineamiento: Lograr la alineación estratégica de funcionalidad cruzada de alta dirección del programa. Acuerdo sobre los principales problemas y planes de trabajo a resolver.

EIP. – Estrategia e Inicio de programa: Evaluar y aprobar las alternativas para entregar el programa. Establecer una estrategia de programa robusta enfocada en un nivel alto de compatibilidad. Fomentar un alto nivel de reutilización y comunidad de parte / arquitectura.

CAE. – Confirmación y aprobación de la estrategia: Objetivos estratégicos del programa / conjunto de pautas. Establecer una estrategia robusta del programa principal con el foco en la compatibilidad de alto nivel.

AFP. – Aprobación y financiamiento de programa: Se aprueban objetivos del programa. Financiamiento del programa.

DPPV. – Desarrollo Prototipos y Producción de Vehículo: Se completa la construcción del primer vehículo prototipo de DPPV manejable y está listo para ser entregado al cliente para satisfacer los requisitos de verificación exigidos por PEC. Los DPPV contiene la intención de producción en la parte superior del cuerpo *upperbody* (UP) y en la parte inferior de la carrocería *underbody* (UN), incluida la calibración eléctrica y de tren motriz del programa *Top Hat*.

TIVP. – Término de Ingeniería y Verificación Preliminar: Completar todas las pruebas de verificación de diseño de por lo menos una vez. Identificar claramente todos los problemas de ingeniería y las contramedidas propuestas por las actividades funcionales.

TIF. – Terminación Ingeniería Final: Finalización y aprobación de todas las pruebas de verificación. Preparación para el lanzamiento.

PFL. – Preparación para fabricación y lanzamiento: Las herramientas y las instalaciones de fabricación están listas para continuar en línea. Actividades de funcionalidad cruzada confirman disponibilidad para proceder a construcción de cuerpo / prueba de herramientas de ensamble.

DP. – Disponibilidad de Producción: Disponibilidad de producción para todas las actividades de funcionalidades cruzadas confirmadas.

1.2.-Hitos de Ingeniería

VC10. – Verificación de carrocería inferior 0: Preparación para definir el paquete mecánico factible y los datos de ingeniería compatibles con el atributo del programa específico y los objetivos del vehículo. Asignación de planes y recursos existentes para juicio y comprensión de datos.

VC11. – Verificación de carrocería inferior 1: Desarrollo de diseños de sistemas o componentes y paquetes mecánicos de la parte inferior de la carrocería *underbody* (UN) para lograr todo sistema o componente aplicable requisitos de ingeniería y objetivos de integración de gestión del tren motriz. Los diseños de los subsistemas son geoméricamente compatibles. Habilitar pruebas analíticas de alta fidelidad.

VC12. – Verificación de carrocería inferior 2: Confirmación y refinamiento de diseños de sistemas o componentes y paquetes mecánicos de la parte inferior de la carrocería *underbody* (UN) para lograr todos los requisitos de ingeniería a nivel de vehículo y objetivos de integración de gestión del tren motriz. Los diseños de subsistemas son compatibles con todos los atributos del programa. Conocer medidas preventivas.

¹ Fuente: Elaboración propia con información de empresa de estudio.

VDV. – Verificación de datos de VTV: Preparación de datos para Verificación de tecnología del vehículo (VTV) herramientas / construcción / prueba basada en la verificación de la parte inferior de la carrocería *underbody* (UN). Todos los diseños de la parte inferior de la carrocería *underbody* (UN) están en el hito disponibilidad de producción (DP).

VTV. – Verificación de tecnología del vehículo: Intención de diseño para todo el contenido de las carrocerías, chasis, eléctrico y tren motriz. Completar la construcción Primer entregable de VTV y listo para entrega al cliente para verificar finalización del desarrollo de la plataforma.

1.3.- Prueba de enfriamiento por agua de turbo cargadores o múltiples de escape del vehículo

El enfriamiento con agua de los componentes calientes es particularmente dañino, en el caso de los colectores de escape del motor como los turbo cargadores o múltiples de escape. Los ciclos de cambios de temperatura de choque térmico ocasionan fatiga en los materiales pudiendo agotar la vida del componente. Esto se debe a que cuando un componente caliente (turbo cargador o múltiple de escape) experimenta enfriamiento rápido por agua, el perfil de estrés causado por la caída inmediata de la temperatura local. Esto excede el estrés de un cambio de temperatura severo por el doble de lo establecido en los límites del material.

En algunos programas se ha experimentado gastos de garantía de alto kilometraje para turbo cargadores o múltiples de escape debido a la falta de protección contra salpicaduras (2007-2012). De igual manera, las salpicaduras directas de agua también pueden acelerar la corrosión de los escudos térmicos montados en los turbo cargadores o múltiples de escape. Esta corrosión severa en la ubicación de montaje puede reducir la durabilidad esperada en dichos componentes.

Por lo tanto, es importante tomar en cuenta los datos y pruebas al confirmar la estrategia adecuada de montaje del escudo y la selección de materiales para cada vehículo. El objetivo de diseño para fallas relacionadas con la corrosión debe cumplir un mínimo de entre 11 y 13 años de servicio. En el programa R1150 2.7L con 117,000 millas con 4 años de uso desaparecieron entre 3 y 4mm de material del múltiples de escape.

2.- INTRODUCCIÓN

Car Inc. es una empresa transnacional estadounidense fundada hace más de 80 años, que se encuentra dentro de los 10 principales líderes del sector de manufactura automotriz. En 2021 tuvo una producción anual de 4 millones de vehículos. Actualmente cuenta con 190,401 empleados y 48 plantas de manufactura y ensamble en distintas partes del mundo como, Estados Unidos, Canadá, México, Inglaterra, Alemania, España, Turquía, India, China y Australia. Sus oficinas principales están ubicadas en el norte de los Estados Unidos.

Gracias al crecimiento esperado en los sectores de manufactura del 4% (IBISWorld, 2021) y ventas del 5.3% (IBISWorld, 2021) en la industria automotriz, el consejo ejecutivo de Car Inc. ha decidido invertir en fortalecer las áreas de oportunidad identificadas en el desarrollo de producto, desarrollar mejores prácticas e implementarlas a lo largo de la lógica de desarrollo de producto en sus plantas a nivel mundial.

El proceso de desarrollo de vehículo de Car Inv., específicamente en el proceso de prueba de enfriamiento adolece de rediseños de partes en etapas tardías del desarrollo de producto debido a ajustes que se van dando a lo largo del avance del proceso. Además, la interacción simultánea de distintas áreas lo que promueve el rediseño de partes, debido a que la desconexión entre las distintas áreas y la identificación de los requerimientos que las partes deben satisfacer para desarrollar un diseño óptimo genera retrabajos y retrasos que ocasionan un aumento en el costo y tiempo en el proyecto. Por lo tanto, se propone identificar todos los requerimientos y necesidades para involucrar a las áreas interesadas desde las etapas tempranas del proceso de desarrollo del vehículo y promover un trabajo de funcionalidad cruzada para el desarrollo de diseños innovadores, con lo que se evitarían retrabajos, retrasos e incrementos de costo y tiempo en el proceso de desarrollo de vehículo.

En la industria automotriz, así como en las demás industrias, el desarrollo de producto se caracteriza por estar integrado de actividades interdisciplinarias o de funcionalidad cruzada. Las funciones están integradas por áreas o departamentos, los cuales están encargados del desarrollo de características particulares del producto. Las áreas pueden ser internas o externas a la organización, como lo es en el caso del desarrollo de un vehículo, ya que la interacciones entre las áreas internas y externas, como los proveedores, son indispensables para desarrollar el producto final.

El desarrollo de producto es un proceso que requiere tiempo y dinero, sobre todo en la industria automotriz. Normalmente la duración del proceso de desarrollo de un vehículo es de 30 meses o 2 años y medio aproximadamente (Parrilla, 2018). Por otro lado, el costo en del desarrollo del vehículo está integrado por el número de personas del equipo que integran las distintas áreas de desarrollo, la duración del proceso de desarrollo y los costos fijos como herramental, así como equipos de manufactura o producción. Estos costos fijos pueden ser de gran impacto para el proyecto los cuales, generalmente son gestionados entre los proveedores y la armadora.

Un caso identificado donde se presentan todos los retos antes mencionados donde además involucran a un gran número de vehículos o proyectos y que ha tenido un gran impacto económico para la empresa, es el proceso de enfriamiento, el cual está dentro de la lógica de desarrollo de producto. Este proceso se necesita para desarrollar el entregable para el cumplimiento del requerimiento de enfriamiento con agua de los turbo cargadores o múltiples de escape del vehículo. Anteriormente el impacto económico registrado por la falla de esta prueba es del 5% del presupuesto global de desarrollo de producto anual por garantías de turbo cargadores y múltiples de escape dañados por choque térmico.

Lo que se busca lograr en este caso de estudio es una comunicación de los interesados de las distintas áreas para integrarse en las etapas tempranas del desarrollo de producto. Para usar los entregables de las áreas interesadas y alinear todos los requerimientos para el diseño de partes. Esto por medio de discusiones con diseñadores, proveedores y expertos, para poder explorar nuevos materiales, hacer puntos de referencia, innovar y generar diseños óptimos para los vehículos.

3.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El proceso de desarrollo de vehículo específicamente en el proceso de prueba de enfriamiento sufre de rediseños de partes en el desarrollo de producto debido a fallas en las pruebas físicas. Esto ocasiona rediseños y modificantes de partes en etapas avanzadas del proceso de desarrollo, las cuales son VTV, TIVP y TIF. Sumado a esto, los silos de trabajo que existen entre las 5 áreas que integran el proceso dificultan la interacción y colaboración simultánea necesaria para realizar cambios y rediseñar las partes para pasar la prueba física de enfriamiento. Debido a esta desconexión entre las distintas áreas y a la identificación tardía de los requerimientos se genera retrabajos y retrasos los cuales ocasionan un aumento en el costo y tiempo en el proyecto.

Esto ocasiona un cambio de diseño del protector contra salpicaduras y revestimientos de paso de rueda en etapas avanzadas en el proceso de desarrollo de producto para cumplir con los requerimientos de resistencia de materiales correspondientes al motor. El protector contra salpicaduras y revestimientos de paso de rueda son partes fundamentales para la protección de ingestión de agua en la zona del motor. Dicha ingestión de agua puede entrar en contacto con los componentes calientes del vehículo y causar un choque térmico. Este cambio drástico de temperatura genera una fatiga o estrés a los componentes calientes del vehículo.

Los componentes calientes del vehículo son los turbo cargadores o múltiples de escape del vehículo. Dichos componentes alcanzan temperaturas hasta de 900 grados centígrados debido a la salida de los gases calientes del motor. Además de los choques térmicos por la ingestión de agua de manera cíclica resulta especialmente dañino para los componentes calientes acelerando la corrosión y estrés ocasionando el rompimiento de estos. El cambio en el diseño del protector contra salpicaduras o revestimientos de paso de rueda se debe a distintos motivos. Las causas más relevantes son cumplir un requerimiento, proponer uso de nuevos materiales, superposición de partes colindantes, reducción de costos, reducción del peso del vehículo y cambio de partes cercanas que impactan a otras piezas.

Sumado a estas causas que impactan el diseño, existen diversos interesados que influyen en la toma de decisiones en el diseño del protector contra salpicaduras y revestimientos de paso de rueda. Estos interesados pertenecen a distintas áreas las cuales son internas y externas. Las áreas internas están integradas por diseño y lanzamiento, administración de agua, sistemas de motor, integración de sistema de tren motriz e integración de gestión del tren motriz. En las áreas externas se encuentran los proveedores encargados de la manufacturación de partes. Dichas áreas internas y externas aportan información, así como entregables desde sus propias perspectivas para el diseño del protector contra salpicaduras y revestimientos de paso de rueda a lo largo de los distintos hitos o etapas del desarrollo del producto. Esto nos indica una funcionalidad cruzada entre las distintas áreas para diseñar y liberar las partes.

El área de diseño y lanzamiento tiene entregables enfocados solamente en el diseño de la parte. Dicho enfoque abarca desde que se diseña la parte por diseño asistido por computadora (CAD), hasta la integración de la parte física en el vehículo. Los entregables del área de diseño y lanzamiento tiene como objetivo verificar que las partes del protector contra salpicaduras y revestimientos cumpla con las reglas de diseño y requerimientos, y que exista holgura suficiente entre partes colindantes para evitar un traslape entre las partes. Dichas verificaciones son realizadas por diseño asistido por computadora y pruebas físicas. De no cumplir con las reglas de diseño o requerimientos las partes tendrán que ser modificadas para cumplirlas.

El área de administración de agua tiene como entregable un estudio del comportamiento de la ingestión de agua en la zona del motor. El estudio refleja el cambio de temperatura que el turbo cargadores o múltiples de escape tienen al entrar en contacto con el agua. Es importante mencionar que sus entregables son en etapas avanzadas en el desarrollo del producto. El área de sistemas de motor se encarga del diseño de los turbo cargadores o múltiples de escape (componentes calientes del motor) y de verificar que estén alineados a las reglas de diseño y requerimientos. Tal como ocurre con el área de diseño, el área de sistemas de motor busca tener una holgura suficiente entre partes colindantes para evitar un traslape entre ellas para tener un ensamble funcional.

El área de integración del sistema de tren motriz se encarga de realizar pruebas por diseño asistido por computadora que modelan el cambio de temperatura de la interacción de la ingestión de agua y los componentes calientes del motor. El entregable es un estudio con los resultados de las temperaturas por dicha interacción. Los proveedores, que son interesados externos, tienen como entregables la factibilidad de fabricación de las partes del protector contra salpicaduras y revestimientos de paso de rueda. Dicha factibilidad está relacionada con los materiales utilizados en las partes, modelos existentes y herramienta para la fabricación de las partes.

Sumado a esta funcionalidad cruzada es importante mencionar que tanto las áreas internas y externas tienen distintos entregables con sus propios hitos y tiempos de entrega establecidos en la lógica del desarrollo de producto. Dicho desarrollo de producto está dividido en 5 grandes hitos, tecnología, liberación, vehículo, construcción de producción e ingeniería. Esto crea una capa adicional de complejidad en la comunicación en la funcionalidad cruzada de las áreas.

Con respecto a la lógica del desarrollo de producto, para efectos del caso de estudio la podemos dividir en 2 grandes etapas, etapas tempranas y etapas avanzadas. Las etapas tempranas están enfocadas en el desarrollo asistido por computadora y software. Mientras que en las etapas avanzadas en el desarrollo de producto se caracterizan por el desarrollo de prototipos y partes físicas para evaluar su factibilidad. Dicha factibilidad está enfocada en el correcto ensamble de las partes del vehículo, el cumplimiento de requerimiento y las reglas de diseño. El cumplimiento de los requerimientos es esencial para el desarrollo de producto. Dichos requerimientos pueden ser verificados a través de diseño asistido por computadora (CAD) o pruebas físicas. La verificación en CAD generalmente es aplicada en etapas tempranas del proceso de desarrollo de producto. Por otra parte, la verificación por pruebas físicas se utiliza en las etapas avanzadas del proceso.

En este caso el problema fue detonado por no cumplir con la prueba de requerimiento de temperatura de los componentes calientes del motor al entrar en contacto con el agua. Es por esto que un rediseño de las partes era necesario. La responsabilidad de rediseñar la parte recae en el área de sistemas de motor. Pero debido a que el rediseño se detectó en una etapa avanzada del proceso de desarrollo, el rediseño representaría un gran aumento de costo para el proyecto. Por lo que el área de sistemas de motor normalmente solicita el apoyo del área de diseño y lanzamiento para modificar el diseño del protector contra salpicaduras y revestimientos de paso de rueda, con el fin de tener una solución asequible para cumplir con los requerimientos. El modificar el diseño del protector contra salpicaduras y revestimientos de paso de rueda trajo nuevas complicaciones para el proyecto, puesto que las modificaciones aun cuando eran realizadas por el equipo de diseño y lanzamiento, necesitan del apoyo del área de integración de sistema de tren motriz para realizar pruebas de simulación y análisis de riesgo a las partes modificadas y los componentes calientes.

Una vez evaluadas las partes en el modelo del área de integración de sistema de tren motriz, el área de diseño y lanzamiento junto con los proveedores evalúan la factibilidad de la parte. Esto muchas veces genera varias iteraciones entre las áreas de diseño y lanzamiento, integración de sistema de tren motriz y proveedores. Estas interacciones se terminan cuando las partes cumplen con los requerimientos de las 3 áreas. Una vez que las partes están verificadas la responsabilidad pasa al equipo de administración de agua, quien vuelve a correr la prueba con la parte modificada. Si la prueba se pasa con éxito, la parte modificada se aprueba para el programa o proyecto. Por otra parte, sino es aprobada, será necesario repetir los pasos anteriores hasta cumplir con la prueba física.

El incumplimiento de prueba de enfriamiento no es un caso aislado, este problema se presenta en el 70% de los vehículos desarrollados en Car Inc. Por lo que el impacto económico por fallas en las pruebas de enfriamiento es de aproximadamente el 5.25% del total de presupuesto de desarrollo de vehículo global anual. Por otro lado, el incumplimiento de esta prueba a largo plazo ocasionará que los turbo cargadores o múltiples de escape se rompan lo cual será un peligro para el cliente y un aumento en las garantías. Esto impacta en 2 objetivos corporativos de Car Inc., el primero es, ser la compañía de manufactura de vehículos más confiable para el consumidor en el mercado y el segundo es, disminuir el desperdicio que se genera en las pruebas físicas como el número de prototipos, trabajos y retrasos en el proceso, buscando cumplir el requerimiento en una sola prueba física.

El objetivo de este proyecto es a través de la comunicación de los interesados de las distintas áreas en etapas tempranas en el desarrollo de producto para usar los entregables de las áreas interesadas poder alinear todos los requerimientos para el diseño de partes por medio de discusiones con diseñadores, proveedores y expertos, para poder explorar nuevos materiales, hacer puntos de referencia, innovar y así generar diseños óptimos para los vehículos. Para lograrlo se propone identificar todos los requerimientos y necesidades para involucrar a las áreas interesadas desde las etapas tempranas del proceso de desarrollo del vehículo y promover un trabajo de funcionalidad cruzada para el desarrollo de diseños innovadores, con lo que se evitará retrabajos, retrasos e incrementos de costo y tiempo en el proceso de desarrollo de vehículo.

4.- ANÁLISIS CONTEXTUAL

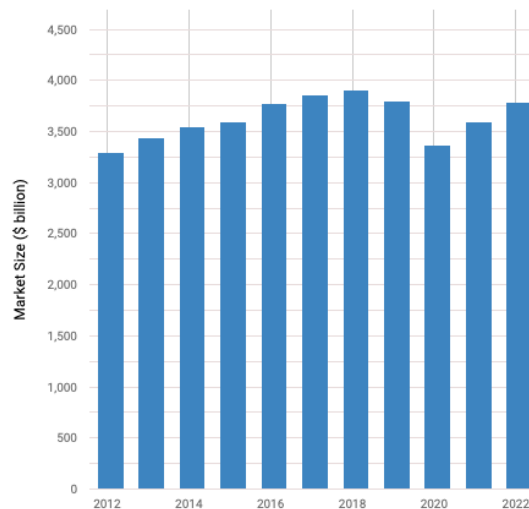
Para tener un mejor entendimiento del contexto en el cual se ubica nuestro problema o caso de estudio es importante describir la industria automotriz en 2 sectores, el sector de ventas y el sector de manufactura a nivel global. Además del papel en el que se desenvuelve México en el sector de manufactura en el mundo y la lógica de desarrollo de producto de la empresa Cars Inc. y su impacto en el desarrollo de partes.

4.1.- La industria automotriz en México y el mundo

El mercado de la industria global de ventas del sector automotriz está integrado por las ventas de automóviles nuevos y usados. Estas ventas son a través de agencias de autos, agentes de ventas o por subastas, con un valor aproximado de \$3.8 trillones de dólares con un crecimiento esperado de 5.3% para el año 2022 (IBISWorld, 2021). El valor más alto que ha alcanzado la industria en los últimos 10 años fue de \$3.8 trillones de dólares, en el año 2018 (IBISWorld, 2021).

La industria global de ventas del sector automotriz ha mostrado una tendencia a la baja en sus ingresos a partir del año 2018 y hasta el año 2020 debido a la pandemia del COVID 19. Es a partir del año 2021 que la industria automotriz empezó a recuperar sus ingresos y se espera que esta tendencia continúe durante los próximos años, como se muestra en la gráfica de la figura 1.

FIGURA 1
Tamaño de mercado global de ventas de vehículo del sector automotriz



Fuente: IBISWorld. (2021, agosto 4). Global Car & Automobile Sales - Market Size 2005–2027. IBISWorld. <https://www.ibisworld.com/global/market-size/global-car-automobile-sales/>

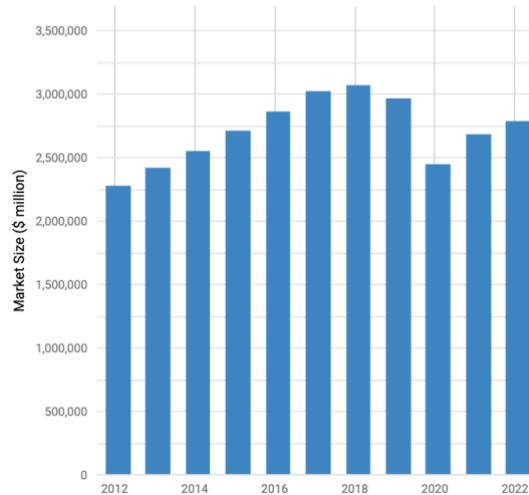
Por otro lado, los ingresos de la industria global de manufactura automotriz se encuentran integrados por ensamble final de vehículos, manufactura de partes de vehículo y motores. Ubicada entre los primeros 5 sectores de mercado más grandes a nivel mundial y número 1 en el sector de manufactura. Esta industria alcanzó un valor de 2.7 trillones de dólares en el año

2021, esperando un crecimiento del 4% para el año 2022 (IBISWorld, 2021) como se muestra en la gráfica de la figura 2.

Además, la industria global de manufactura automotriz está integrada por 1,515 negocios y que se estima soporta a 2,680,131 personas (IBISWorld, 2021). Las 6 grandes empresas que conforman la mayor parte de la industria global de manufactura automotriz son Volkswagen AG, Toyota Motor Corporation, Ford Motor Company and General Motors Company, Daimler AG y Cars Inc.

FIGURA 2

Valor en millones de dólares de la industria de manufactura automotriz a nivel mundial.

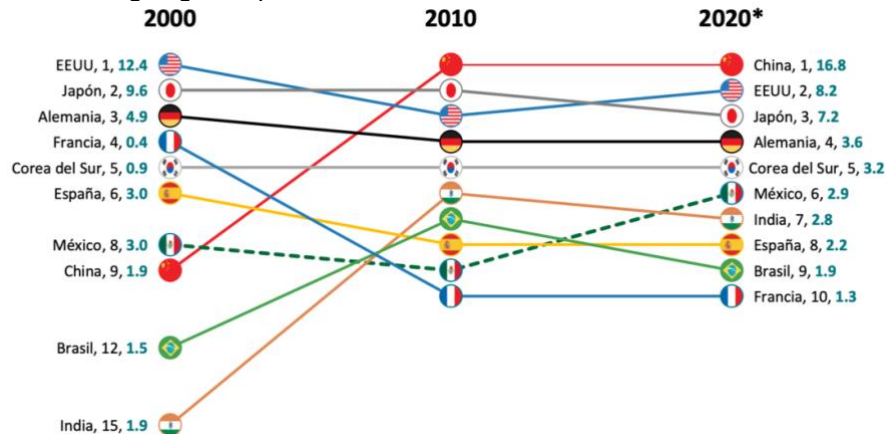


Fuente: IBISWorld. (2021, abril 2). Global Car & Automobile Manufacturing - Market Size 2005–2027. IBISWorld. <https://www.ibisworld.com/global/market-size/global-car-automobile-manufacturing/>

Una parte importante de la manufactura automotriz son sus proveedores, los cuales, junto con las empresas de manufactura de vehículos diseñan y manufacturan las partes para después ser ensambladas en un proceso de producción. Los 5 proveedores más importantes a nivel mundial son Bosch, Continental, ZF Friedrichshafen, Denso y Magna International Inc. (Carlier, M., 2021). En la industria automotriz México tiene un rol importante a nivel mundial en la manufactura y ensamble para la producción de vehículos, al encontrarse en el lugar número 6 en la producción mundial de vehículos con más de 2.9 millones de vehículos manufacturados en el año 2020 (Ruiz, U., 2020) como se muestra en la gráfica de la figura 3.

FIGURA 3

1. Ranking según la producción de Vehículos en millones de unidades.



Fuente: Ruiz, U. (2020, junio). Perspectiva Industrial Industria Automotriz. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/finance/2020/Perspectiva-Industria-Automotriz-DEconosignal.pdf>

Estos números de vehículos manufacturados son posible gracias a la cercanía que tiene México con los Estados Unidos que es el segundo productor a nivel mundial de vehículos (Ruiz, U. ,2020). Aunado a ello México ofrece menores costos de producción, lo cual hace de este un mercado atractivo lo que provocando que las principales marcas de Estados Unidos trasladarán la producción de vehículos a México. Esta relación entre México y Estados Unidos ha influido en el crecimiento de la industria automotriz en México convirtiéndolo en el 3er mayor exportador de vehículos (Ruiz, U. ,2020). Así mismo ha tenido un efecto en la participación económica del producto interno bruto de México con un 3% a nivel nacional (Ruiz, U. ,2020).

La industria automotriz muestra un crecimiento para los próximos años en los sectores ventas y manufactura, lo cual representa una oportunidad de inversión. Por lo tanto, México resulta atractivo para invertir gracias a su localización geográfica junto a Estados Unidos y la infraestructura que ha logrado desarrollar para la manufactura de partes, producción y exportación de vehículos. Por lo que en el año 2021 Car Inc. así como las otras 5 principales compañías en el sector automotriz de manufactura, han aumentado su interés e inversión en México para la manufactura, también para la investigación y desarrollo de vehículos.

4.2.- La empresa

Car Inc. es una empresa transnacional estadounidense fundada hace más de 80 años, que se encuentra dentro de los 10 principales líderes del sector de manufactura automotriz. En 2021 tuvo una producción anual de 4 millones de vehículos. Cuenta con 190,401 empleados y 48 plantas de manufactura y ensamble en distintas partes del mundo como, Estados Unidos, Canadá, México, Inglaterra, Alemania, España, Turquía, India, China y Australia. Sus oficinas principales esta ubicados en el norte de los Estados Unidos.

En México Car Inc. cuentan con 2 plantas de manufactura y ensamble de vehículos ubicadas en la zona centro y norte del país. También cuentan con 2 plantas de manufactura de motores en el norte del país y 2 plantas de transmisiones en la zona centro. Además, cuenta con una lógica de desarrollo de producto implementada hace 25 años, con alcance en todas sus pantas a nivel mundial. Car Inc. cuenta con un portafolio de vehículos divididos en 4 grandes grupos, autos, SUV, camionetas y *crossovers*. Car Inc. cuenta con ventas de vehículos en todo el mundo como presencia a nivel mundial, pero siendo Estados Unidos. En el año 2020 Car Inc. representó el 12% del mercado estadounidense, colocándose en la cuarta posición detrás de los líderes Ford, General Motors y Toyota Motor Corporation (Statista, 2020).

Debido al impacto que ha que ha tenido el COVID 19, el rendimiento en las ventas de vehículos bajo drásticamente en el año 2020, siendo éste registrado como el año con el volumen de ventas más bajo en los Estados Unidos en los últimos 15 años (Orús, A. ,2022). Lo cual obligó a Car Inc. a explorar diferentes alternativas e identificar áreas de oportunidad en el desarrollo de producto, lo cual tiene un impacto en los costos para la manufactura y producción de vehículos.

Gracias al crecimiento esperado en los sectores de manufactura del 4% (IBISWorld, 2021) y ventas del 5.3% (IBISWorld, 2021) en la industria automotriz, el consejo ejecutivo de Car Inc. ha decidió invertir en fortalecer las áreas de oportunidad identificadas en el desarrollo de producto, desarrollar mejores prácticas e implementarlas a lo largo de la lógica de desarrollo de producto en sus plantas a nivel mundial.

4.3.- Lógica de desarrollo de producto de Car Inc.

La lógica de desarrollo de producto en Car Inc. está dividida en 2 grandes grupos, desarrollo de plataforma y desarrollo de diseño distintivo o *Top Hat*. El grupo de desarrollo de plataforma está enfocado en el desarrollo del tren motriz. Mientras que el desarrollo de diseño distintivo o *Top Hat* contiene los demás sistemas. El tren motriz está integrado por motor, transmisión, ejes delanteros y traseros, módulo de control del tren de potencia, sistema de enfriamiento, sistema de línea de combustible, sistemas eléctricos y chasis. Es en la plataforma donde se desarrollan los componentes calientes del vehículo, es decir los turbo cargadores o múltiples de escape del vehículo.

Por otra parte, el grupo de desarrollo de diseño distintivo o *Top Hat* está enfocado en el desarrollo de todas las partes que van sobre el tren motriz. Este grupo de partes está integrado por las llantas (delanteras y traseras), interiores (asientos, tablero, espejos y recubrimientos) y exteriores del vehículo (puertas, fascias, defensas, cofre). Es importante mencionar que el desarrollo de salpicaduras y revestimientos de paso de rueda está ubicado en este grupo de la lógica de desarrollo de producto.

Estos dos grandes grupos de desarrollo, los cuales son plataforma y *Top Hat*, están integrados por 5 grandes fases. Estas fases son tecnología, liberación, vehículo, construcción de producción e ingeniería. Estas 5 fases están vinculadas a distintas áreas. A su vez cada una de las 5 fases está integrada por hitos. Estos hitos definen distintas etapas y marcan un cambio dentro de cada fase a lo largo de la lógica de desarrollo de producto. Los hitos están constituidos por distintos entregables asignados a un área de la organización. Los distintos entregables deben de ser cumplidos para poder avanzar al siguiente hito hasta completar todos los hitos dentro de la lógica de desarrollo de producto. Estos entregables son únicos y son asignados a las distintas áreas para ser completados.

Los entregables son las actividades tangibles o intangibles específicas que se deben cumplir a lo largo de la lógica de desarrollo de producto para la construcción del vehículo. Algunas de estas tareas o actividades son:

- Diseño y desarrollo de arquitectura y partes del vehículo
- Diseño Desarrollo de sistemas
- Cumplimiento de requerimientos, pruebas y verificaciones
- Construcción de prototipos
- Revisión y calibración de sistemas
- Verificación el cumplimiento de normas gubernamentales

Por lo tanto, cada área tiene entregables únicos y específicos agrupados por hitos, los cuales deben de ser cumplidos para poder pasar al siguiente hito. Este proceso se repite durante cada una de las 5 fases a lo largo de la lógica del proceso de desarrollo de producto. Por último, es importante aclarar la consecución o cadencia y ejecución de las fases e hitos dentro de la lógica del proceso de desarrollo de producto. Esta ejecución puede ser consecutiva o paralela.

La ejecución consecutiva nos permite agrupar y asignar cada entregable a un área. Lo cual permite a cada área enfocarse en desarrollar los entregables asignados para el cumplimiento de los hitos que integran cada fase. Esto permite establecer límites para separar y definir responsabilidades de las distintas áreas para el cumplimiento ordenado de los entregables dentro de cada fase en la lógica del proceso de desarrollo de producto. En el caso de la ejecución paralela nos permite agrupar y definir los hitos que integran cada fase. Esto nos da la ventaja de establecer límites y distinguir cada una de las 5 fases. Además de esto, la ejecución paralela permite establecer el orden de ejecución de las fases dentro de la lógica de proceso de desarrollo de producto. Esta ejecución lógica crea conjunciones o traslapes de hitos que otorgando la oportunidad de conectar los entregables de las distintas áreas pertenecen a distintas fases.

Resumiendo, en la lógica de desarrollo de producto en Car Inc., cada área tiene un grupo de entregables de ejecución consecutiva para cumplir con los hitos y completar cada fase. Esto establece límites y responsabilidades entre las distintas áreas. A su vez existe un orden de ejecución paralela que traslapa los entregables de distintas fases creando distintos puntos de conjunción entre áreas y los dos grandes grupos, desarrollo de plataforma y desarrollo de diseño distintivo, a lo largo de la lógica del proceso de desarrollo de producto.

En ocasiones el traslape de los entregables o conjunciones emergen cuando las áreas necesitan alinearse. Algunas de las alineaciones más comunes son necesarias para completar entregables, solucionar problemas de funcionalidad cruzada, así como hacer ajustes al presupuesto y tiempo del proyecto. A lo largo de la lógica del proceso de desarrollo de producto emergen dos tipos de conjunciones, las conjunciones establecidas o integradas y conjunciones disociadas o desintegradas. Las conjunciones establecidas o integradas forman parte de la lógica del proceso de desarrollo de producto. Estas conjunciones establecidas emergen de manera natural, es decir están contempladas dentro del proceso. Por lo tanto, existen protocolos de comunicación, resolución de problemas, toma de decisiones y asignación de recursos en este

tipo de conjunción. Estos protocolos están establecidos entre las áreas involucradas o interesadas, lo cual permite definir límites y responsabilidades en la conjunción dentro de la lógica del proceso de desarrollo de producto.

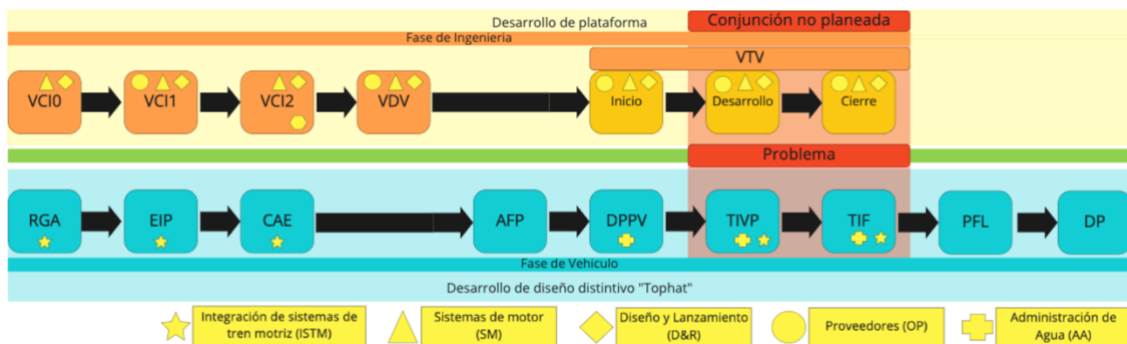
Por otro lado, las conjunciones disociadas están desintegradas de la lógica del proceso de desarrollo de producto. Por lo tanto, no emergen de manera natural dentro de la lógica del proceso de desarrollo de producto, sino que emergen por un hecho imprevisto o un problema. Esto significa que al emerger estas conjunciones disociadas al emerger en el proceso de desarrollo de producto, las áreas o interesados no cuentan con protocolos establecidos para reaccionar ante este evento. Por lo tanto, las áreas involucradas o interesadas no tienen una línea de acción definida para actuar, solucionar problemas, tomar decisiones o asignar recursos, lo cual representa un problema de comunicación.

Este problema de comunicación derivado de las conjunciones desintegradas de la lógica del proceso de desarrollo de producto genera retrabajos que aumentan el tiempo de los entregables, impidiendo el avance al siguiente hito lo cual provoca incrementos de costos al programa. Esto generando un aumento del presupuesto del proyecto. Este problema de comunicación que emana de las conjunciones desintegradas representa un área de oportunidad que se identificó y que se presenta de manera regular en la lógica de desarrollo de producto en distintos proyectos, por lo que, la empresa Car Inc. está interesada en resolver dicho problema.

4.4.- Área de oportunidad

Un caso identificado de conjunciones desintegradas, la cual aplica para gran número de vehículos o proyectos y que ha tenido un gran impacto económico para Car Inc., es el proceso que sigue dentro de la lógica de desarrollo de producto que se necesita para desarrollar el entregable para el cumplimiento del requerimiento establecidos de enfriamiento con agua de los turbo cargadores o múltiples de escape del vehículo. El proceso de enfriamiento está integrado por 2 fases, 14 hitos y 5 interesados. Estos interesados son: integración de sistema de tren motriz (ISTM), sistemas de motor (SM), diseño y lanzamiento (D&R), proveedores (OP) y administración de agua (AA). La fase de ingeniería está integrada por 5 hitos y 3 interesados, diseño y lanzamiento, sistemas de motor y proveedores. La fase de vehículo cuenta con 9 hitos y 2 interesados, integración de sistemas de tren motriz y administración de agua, como se muestra en la figura 4.

Figura 4
Proceso de enfriamiento.



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Los interesados que integran la fase de ingeniería se encargan de diseñar las partes. Es decir que cumplan con los diagramas de diseño, requerimientos y que no se empalmen con otras partes. Mientras que los interesados de la fase de vehículo son responsables de probar los diseños y las partes desarrolladas por ingeniería por medio de pruebas con ayuda asistida de computadora (CAD) o pruebas físicas.

También podemos observar que las fases están separadas y las 5 áreas interesadas no tiene una comunicación entre ellas, es decir, cada área trabaja sus entregables, pero no se comunican entre ellas hasta que encuentren un problema inesperado y es en ese momento que emerge la conjunción desintegrada. Podemos observar que la conjunción desintegrada emerge en los hitos

VTV, TIVP y TIF (consultar glosario). Estos 3 hitos están muy avanzados en el desarrollo de producto y cualquier cambio en es muy costoso para el proyecto.

En la figura 5 podemos observar que el proceso ideal del entregable de enfriamiento con agua de los componentes calientes del vehículo cuenta con 24 pasos con una duración de 144 semanas. Los primero diez pasos se trabajan de forma paralela entre las fases de ingeniería y fase del vehículo. En el proceso ideal, no emerge ninguna conjunción desintegrada. Las 5 áreas (ISTM, SM, D&L, OP y AA) trabajan en sus entregables de manera independiente y dentro de los límites de sus fases correspondientes, no existe ningún problema de comunicación por lo tanto no hay retrabajos y todos los hitos fluyen sin contratiempos según lo planeado.

Figura 5
Diagrama ideal del proceso de enfriamiento.



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Mientras que en el proceso real de enfriamiento podemos observar que cuenta con 30 pasos, con un 25% más de pasos que en el proceso ideal, como se muestra en la figura 6. En este proceso muestra que después de realizar las pruebas físicas, las partes de motor (turbo cargador o múltiple de escape) no cumplen con los requerimientos de enfriamiento.

Figura 6
Diagrama real del proceso de enfriamiento.



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Para que las partes del motor cumplan los requerimientos las 5 áreas (ISTM, SM, D&L, OP y AA) se comunican por primera vez en el proceso. Esta comunicación rompe con la división de fases

de ingeniería y vehículo permitiendo que todas las áreas trabajen juntas. Esto muestra un trabajo funcionalidad cruzada para cumplir con el requerimiento de enfriamiento. Esta comunicación de funcionalidad cruzada es necesaria para realizar las modificaciones, pues debido al avance del proyecto, hacer un cambio o modificación conlleva un costo entre el 5% al 10% del presupuesto del proyecto. Este tipo de cambio de comunicaciones también altera el tiempo de duración de los hitos en el proceso real, los cuales son mayores que el proceso ideal, como se muestran en la figura 7.

Figura 7
Diagrama real del proceso de enfriamiento.

Hitos	Areas						Tiempo en semanas		
Vehiculo	ISTM	D&L	SM	AA	OP	IGTM	Ideal	Real	Diferencia
RGA	X					X	17	<u>17</u>	0
EIP	X					X	18	18	0
CAE	X					X	18	18	0
AFP	X					X	19	19	0
DPPV	X					X	20	25	5
TIVP	X			X		X	8	11	3
TIF	X			X		X	12	14	2
PFL						X	12	14	2
DP						X	8	8	0
Ingeniería	ISTM	D&L	SM	AA	OP	VE	Ideal	Real	Diferencia
VCIO		X	X		X	X	17	17	0
VC11		X	X		X	X	18	18	0
VC12		X	X		X	X	18	18	0
VDV		X	X		X	X	12	12	0
VTV		X	X		X	X	40	50	10
Tiempo total							144	156	12

Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Por lo tanto, para medir el tiempo del proceso de enfriamiento, se suman todos los hitos de la fase de vehículo más el hito VDV de la fase de ingeniería. Por lo tanto, como se observa en la figura 7, la duración es de 156 semanas, lo cual representa un aumento del 8% de tiempo con respecto al proceso de enfriamiento ideal. Este incremento en semanas aumenta los costos del proyecto. El proceso de enfriamiento se lleva a cabo en todos los modelos de vehículos de Car Inc., en el cual el 70% de los proyectos de desarrollo en los años 2019 al 2021 presentaron conjunciones desintegradas.

5.- MARCO TEÓRICO

5.1.- Enfoque conceptual de la gestión de la innovación de proceso.

La gestión de la innovación ha tomado gran relevancia para el desarrollo competitivo de las organizaciones sobre todo en un mundo cada vez más incierto y en donde el conocimiento se actualiza constantemente. Este estado de cambio constante ha impulsado a las organizaciones a innovar la forma de realizar actividades y procesos para ser competitivos y prósperos en el mercado. Por ello, la organización que no innova está destinada a perecer.

Aunque existen distintas causas en donde puede emerger la innovación, una de ellas surge por una necesidad en el proceso. Dicha necesidad orilla a un cambio o ajuste en el proceso lo cual promueve a romper con el estado actual del mismo y buscar nuevas formas de alcanzar los resultados esperados. Las organizaciones para hacerle frente a estos cambios en el proceso y obtener los resultados esperados tienen acceso a una amplia gama de tecnologías para realizar sus actividades y procesos, ocasionando un incremento en la dependencia de las tecnologías. Por lo tanto, una efectiva gestión de las tecnologías puede promover procesos y actividades más

efectivas que aumenten la competitividad de la empresa y aumente el valor a los productos o servicios.

Las organizaciones dedicadas a realizar proyectos de ingeniería o manufactura buscan constantemente desarrollar productos, procesos o servicios de manera más efectivas para obtener resultados esperados e incluso excederlos. Esto promueve la innovación en los procesos de desarrollo de producto, pero si dicha innovación no es gestionada de manera adecuada dicha innovación en el proceso puede pasar desapercibida o perderse.

En el desarrollo de producto de Car Inc. podemos observar un cambio en el estado del proceso por lo que no se obtienen los resultados esperados, al contrario, se ve un aumento en el costo y tiempo. Por ello este caso representa una oportunidad para desarrollar una innovación en las etapas del proceso y la gestión adecuada para documentarlo e implementarlo al resto de la organización.

5.2.- Marco conceptual y marco teórico

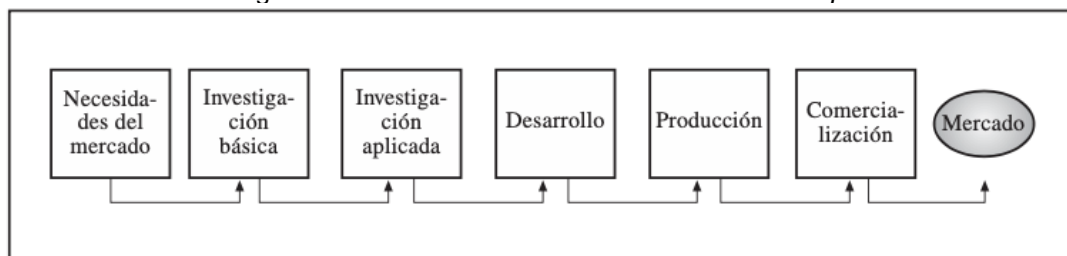
A continuación, en este apartado se exponen distintos conceptos y teorías que brindan soporte al caso de estudio de Car Inc., así como el significado y la descripción de su influencia en el caso de estudio. También es importante mencionar que se exploran distintos casos de estudio que ejemplifican el desarrollo de producto y la relación con modelos de innovación tecnológica, con el objetivo de brindar una percepción distinta para comprender y abordar la problemática de Car Inc.

Los modelos de innovación que se presentan a continuación nos brindan un marco de referencia para seguir y representar los métodos y técnicas. Actualmente existen varios modelos de innovación aplicados al desarrollo de producto. Algunos de los primeros modelos surgieron en el año 1960 y a partir de ahí fueron adaptándose y evolucionando (Braungardt y otros, 2014). A continuación, hablaremos de los modelos y marcos de trabajo que son más representativos para el caso de estudio.

5.2.1.- Modelo tirón de la demanda o *market pull*

Este modelo (Nuchera, 2013), aunque de carácter un tanto conservador, representa un modelo secuencial en el cual parte de la necesidad del mercado como fuente u origen de las ideas que fungen como punto de partida, para desarrollar el proceso de innovación. Es decir, el mercado es el que desencadena la necesidad que sirve de información para el desarrollo o ajustes al producto. En la figura 8 se muestra el diagrama de este modelo.

Figura 8
Diagrama del modelo tirón de la demanda o *market pull*



Fuente: Nuchera, A., León, G. & J. Pavón. (2013). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Editorial: Pirámide. Madrid. p.67.

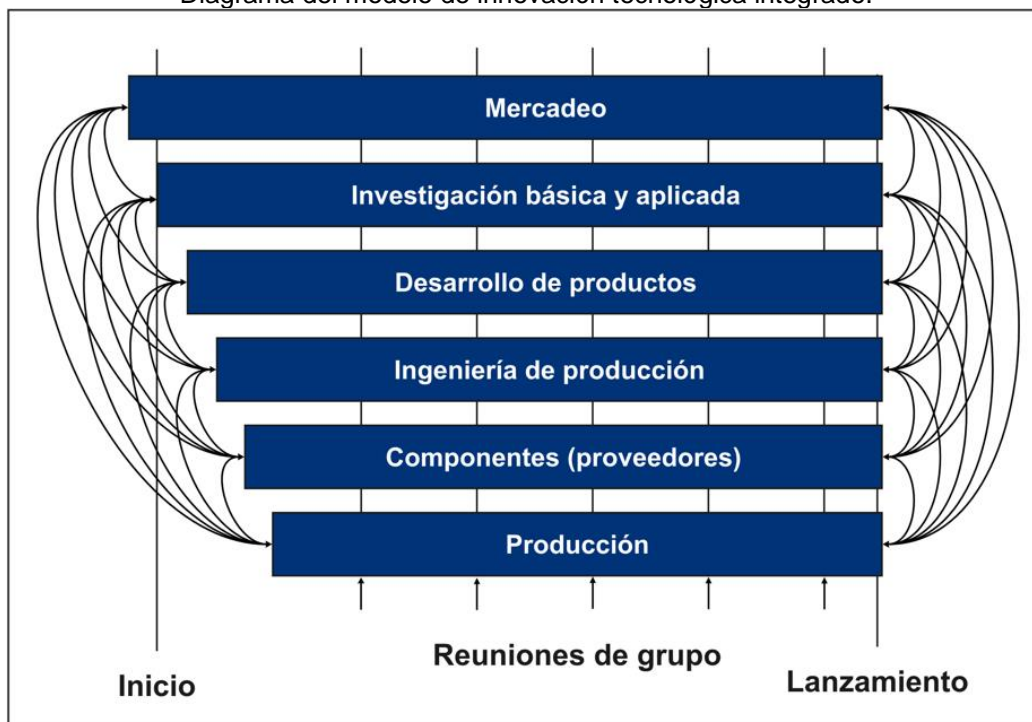
Este modelo es importante pues establece como fuente de innovación las necesidades del mercado alineado a la problemática del caso de estudio de Car Inc. ya que los cambios que observamos en la lógica de desarrollo de producto son para satisfacer requerimientos que se encargan de corroborar que se cumplan las funciones y necesidades que demanda el consumidor.

5.2.2.- Modelo de innovación tecnológica integrado

Este modelo (Nuchera, 2013) surge en la década de los noventa como consecuencia de la gran relevancia que adquirió el tiempo como variable para el proceso de desarrollo de producto. Lo que busca este modelo es optimizar el tiempo, pues visto desde la perspectiva operativa en las etapas del proceso de la innovación tecnológica, dichas actividades no tienen una secuencia lineal, sino que se desarrollan en una secuencia simultánea o paralela.

Este modelo de innovación tecnológica integrado tuvo sus inicios en la industria automotriz japonesa, fue desarrollado y aplicado por las empresas Toyota y Nissan para acortar el tiempo en el proceso de desarrollo de producto y lograr una introducción más rápida de sus vehículos al mercado. En la figura 9 se ejemplifica con un diagrama el modelo de innovación tecnológica integrado, donde podemos observar una secuencia simultánea de actividades de distintas áreas. Por ejemplo, en desarrollo y manufactura de vehículos, el área de motor, chasis, transmisión, calibración y diseño se desarrollan a la par y al final se montan en la línea de ensamble.

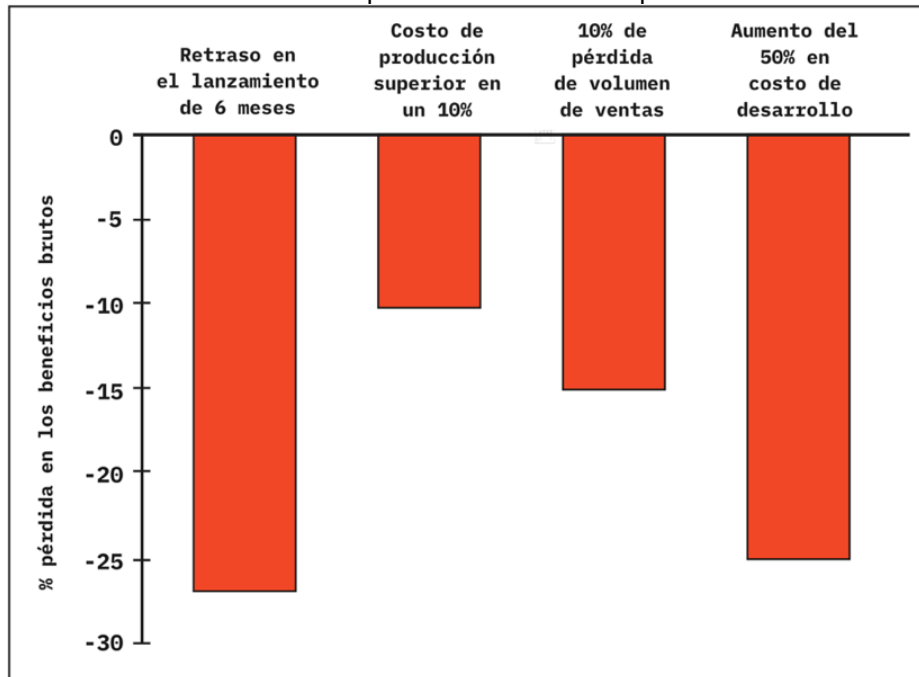
Figura 9
Diagrama del modelo de innovación tecnológica integrado.



Fuente: adaptado de Nuchera, A., León, G. & J. Pavón. (2013). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Editorial: Pirámide. Madrid.

El riesgo que presenta este modelo que ejemplifica un desarrollo de secuencia simultánea es el de producir elementos o partes que sean incompatibles al momento de ser ensamblados y no obtener un funcionamiento óptimo con las demás partes o elementos. Este riesgo puede resultar en un costo adicional para el producto que ronda entre el 50% y 100% del producto o un equivalente a un retraso en tiempo de 6 meses en el proceso de desarrollo de producto, como se muestra en la figura 10.

Figura 10
Costo del tiempo de desarrollo de un producto



Fuente: adaptado de Nuchera, A., León, G. & J. Pavón. (2013). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Editorial: Pirámide. Madrid.

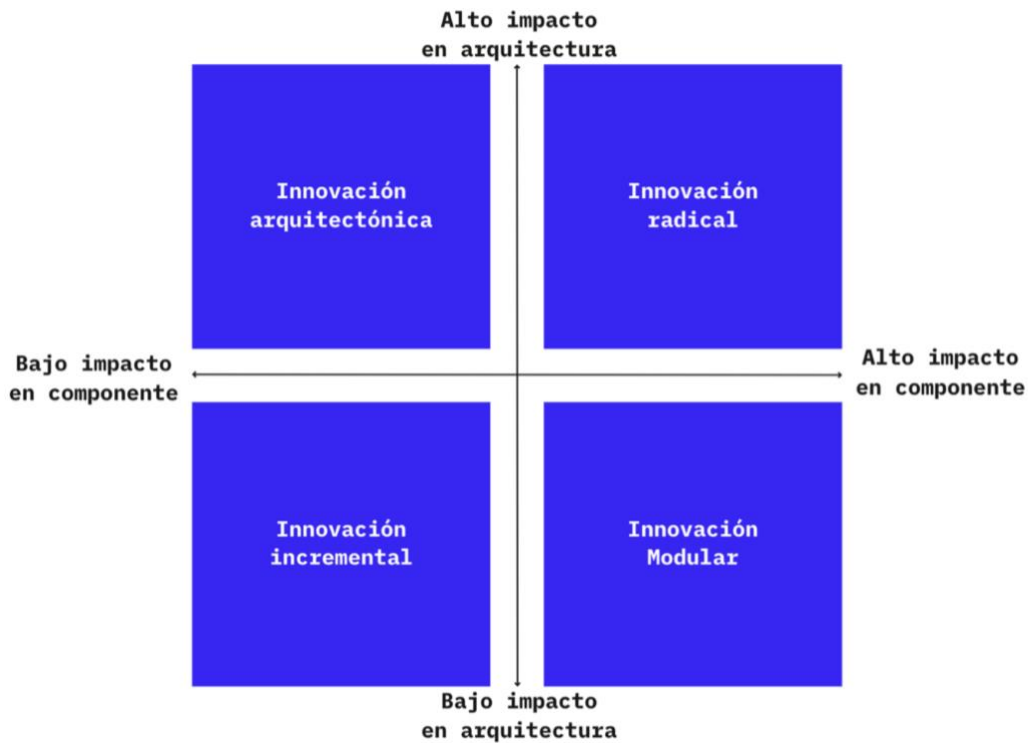
Este modelo es de gran relevancia para el caso de Car Inc. pues ejemplifica el comportamiento de un modelo de innovación integrado a un proceso de desarrollo de producto. También expresa la importancia del tiempo como un factor clave en el proceso de desarrollo. Además, el modelo describe la existencia de una secuencia de actividades que se realizan de manera simultánea y el riesgo que existe si dichas actividades son incompatibles al momento de ser ensambladas, así como el costo adicional y el impacto que representan al producto. Esta descripción es similar y se alinea a la problemática del caso de estudio de Car Inc.

5.2.3.- Matriz de complejidad de arquitectura y componentes

La matriz (Trott, 2017) fue desarrollada por Henderson y Clark para demostrar que la innovación o cambios en el desarrollo de producto es un proceso complejo en la organización ya que está integrado por varios departamentos y capacidades. Dicha matriz, como se muestra en la figura 11, tiene un enfoque tecnológico dividido en 2 dimensiones: dimensión de componentes y dimensión de arquitectura. La dimensión de arquitectura hace referencia a la unión o ensamble de los componentes. La matriz muestra que el desarrollo tecnológico puede clasificarse en 4 clases:

1. Innovación radical. - Emerge cuando se presenta un desarrollo revolucionario para componentes y arquitectura
2. Innovación arquitectónica. - Existe cuando una innovación impacta las interfaces o conexiones de varios componentes.
3. Innovación modular. - Aparece cuando se modifican uno o más componentes, pero no afecta las conexiones o interfaces.
4. Innovación incremental. - Se presenta cuando se desarrolla una innovación o cambio solamente en los componentes.

Figura 11
Matriz de complejidad de arquitectura y componentes



Fuente: adaptado de Trott P. (2017), Innovation Management and New Product Development. Sexta Edición. Editorial: Pearson. Reino Unido.

La matriz de complejidad de arquitectura y componentes representa una forma de medir el impacto que pueden tener los cambios de partes o componentes en el proceso de desarrollo de producto, el cual es un reto para el caso de estudio Car Inc. Este reto está relacionado con cambios necesarios de los componentes, los cuales al momento de ser ensamblados o integrados afectan las conexiones e interfaces y generan un costo adicional. Por lo tanto, medir el impacto que pueda tener un cambio en el producto es de gran relevancia para el caso de Car Inc.

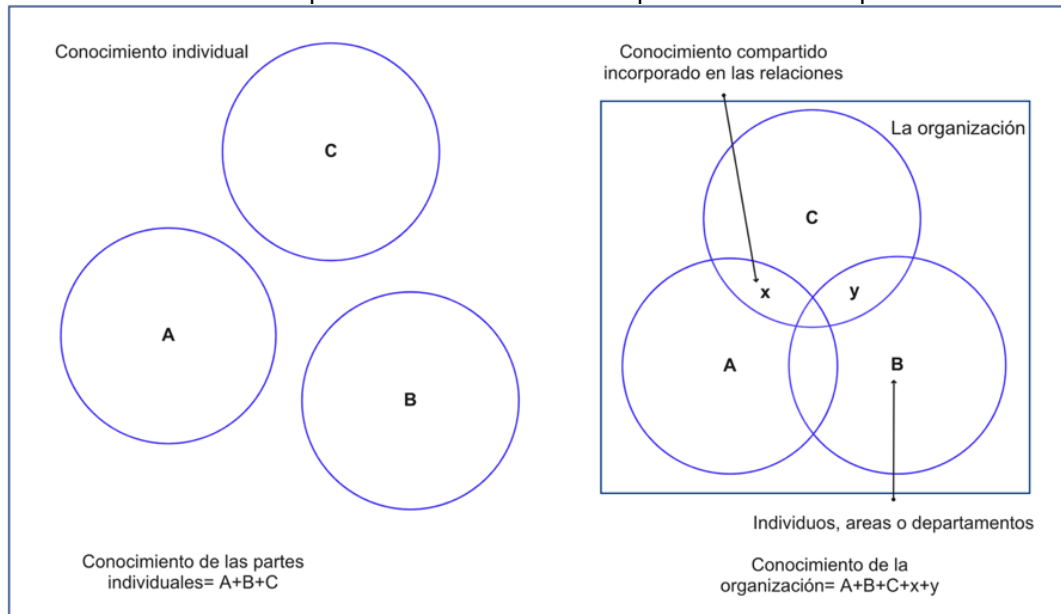
5.2.4.- Diagrama de herencia organizacional.

El diagrama (Trott, 2017) explica que el conocimiento de las organizaciones no es sólo el conocimiento técnico, conocimiento comercial o conocimiento de cada departamento. Pues dicho conocimiento por sí solo no es exclusivo de una organización, sino que se encuentra disponible en otras organizaciones y empresas. Sin embargo, la interacción del conocimiento dentro de la organización forma conexiones o vínculos que unen a dichos conocimientos, sin importar si son técnicos, comerciales o de distintos departamentos. Estos vínculos o lazos que conectan la información dentro de la organización se les conoce como herencia o patrimonio organizacional.

Un ejemplo de ello son los fabricantes o ensambladoras de vehículos, pues aun cuando poseen una amplia gama de conocimientos representados en departamentos, patentes, tecnologías, procesos y métodos, no son exclusivos de la organización. Pero, por otro lado, el desarrollo y el proceso de fabricación del vehículo generará vínculos y conexiones que permiten el desarrollo de nuevas competencias y habilidades que son exclusivas de las demás organizaciones.

En el diagrama de la figura 12, se muestra cómo los conocimientos individuales conducen a un conocimiento específico y la suma de sus partes es igual a la suma de cada conocimiento individual. Por el contrario, el conocimiento vinculado entre sí crea un conocimiento compartido que existe gracias a las relaciones entre ellos. Por lo tanto, la herencia organizacional es la suma de las partes del conocimiento individual más el conocimiento compartido. Lo cual permite desarrollar habilidades y tecnologías únicas que se distinguen de las demás organizaciones.

Figura 12
Diagrama de herencia organizacional:
Cómo el todo puede ser visto como más que la suma de las partes



Fuente: adaptado de Trott P. (2017), Innovation Management and New Product Development. Sexta Edición. Editorial: Pearson. Reino Unido.

El diagrama aborda un elemento importante del caso Car Inc. referente a la conexión que existe entre los departamentos. Esto se ve reflejado en el proceso de desarrollo de producto, específicamente en el contraste entre el proceso ideal y el proceso real. En el proceso ideal las áreas desarrollan un conocimiento individual para realizar y cumplir sus entregables, lo que ocasiona un límite en su conocimiento y se presentan fallas en etapas avanzadas del proceso de desarrollo.

Por otro lado, el diagrama ilustra también el proceso real de Car Inc. de desarrollo de producto donde se observa que cuando emerge un problema que impacta a distintas áreas, el conocimiento individual no es suficiente para resolver dicho problema. Por lo cual es necesario la interacción de distintas áreas para desarrollar tecnologías y competencias que solucionen dicho problema. Aunque este modelo es de gran relevancia para Car Inc., no aborda la problemática que emerge en la interacción de distintas áreas y su efecto en el proceso de desarrollo de producto. Dicha problemática es parte del caso Car Inc. que ocasiona retrabajos, así como el aumento de costos y tiempo en el proceso.

5.3.- Casos de estudio

En este apartado se describen 3 casos de estudio referentes al proceso de desarrollo de producto, los cuales toman como base algunos de los modelos descritos en el marco teórico aplicados a problemas específicos pero adaptados a las características únicas de su industria y mercado. Es importante mencionar que 2 de estos casos están orientados a la industria automotriz y 1 de ellos a las industrias de electrodomésticos, los cuales son relevantes al caso de estudio de Car Inc.

5.3.1.- Caso 1: “La importancia de la adopción de un modelo de innovación funcional en el área de desarrollo de producto” (Caso HERCO).

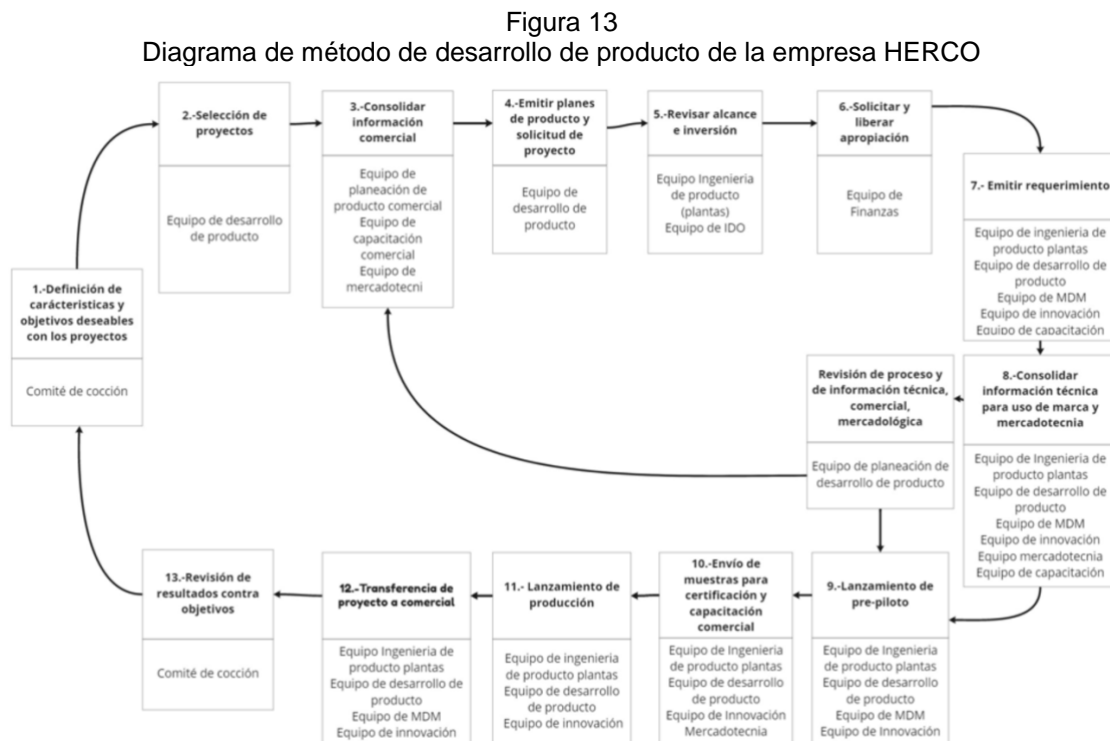
El estudio del caso “La importancia de la adopción de un modelo de innovación funcional en el área de desarrollo de producto” (Córdova, 2019) nos muestra una organización enfocada en el mercado de electrodomésticos llamada HERCO. Los productos de HERCO no cumplen con las características o requerimientos definidos previo al desarrollo de producto que existen durante el proceso de su desarrollo, el cual requiere un ajuste o incremento en recursos, costos y tiempo

en el proyecto. Esto se refleja en un retraso del 12% y con un 6% de cancelación en los proyectos. Lo cual ocasiona una disminución en su competitividad y participación en el mercado.

Para ello, HERCO propone incorporar un modelo de innovación alternativo al modelo de innovación actual, el cual está integrado en el modelo de desarrollo de producto en el área de cocción para posteriormente aplicarlo al resto de las áreas de producto. Esto con el fin de desarrollar productos competitivos y aumentar el número de productos liberados para tener una mayor participación en el mercado.

El caso HERCO al igual que el caso CAR Inc. se enfoca en el desarrollo de producto y busca implementar un modelo de innovación para mejorar la competitividad de sus productos. Para ello, ambos identifican los cuellos de botella en el proceso de desarrollo de producto para implementar un modelo de innovación alternativo y reducir el número de pasos del proceso. Aunque ambos buscan reducir los pasos o cuellos de botella en el desarrollo de producto, HERCO tiene un enfoque específico orientado a reducir el número de proyectos para evitar retrasos y generar valor. Mientras que Car Inc. está enfocado en reducir el número de pasos en el proceso de la prueba y diseño de partes como generador de valor.

La organización HERCO propone un modelo de innovación basado en el modelo de *market pull* (Córdova, 2019) el cual data del año 1960. Este modelo tiene como característica principal que parte de las necesidades del mercado para adaptar su producto, por lo que, si el mercado cambia los proyectos de HERCO deben de estar alineados a dicho cambio, el cual se observa en la figura 13.



Fuente: Córdova, L. (2019). La importancia de la adopción de un modelo de innovación funcional en el área de desarrollo de producto. [PDF] (1st ed.). Consultado en 23 febrero 2022. p.37.

Por otro lado, podemos observar que para la empresa HERCO es muy importante seleccionar y desarrollar los proyectos que generan valor a la empresa. Para ello HERCO desarrolló un diagrama de selección estratégico de proyectos (Córdova, 2019) el cual se observa en la figura 14.

Figura 14
Diagrama de modelo de selección estratégico de proyectos de HERCO



Fuente: adaptado de Córdova, L. (2019). La importancia de la adopción de un modelo de innovación funcional en el área de desarrollo de producto. [PDF] (1st ed.). Consultado en 23 febrero 2022.

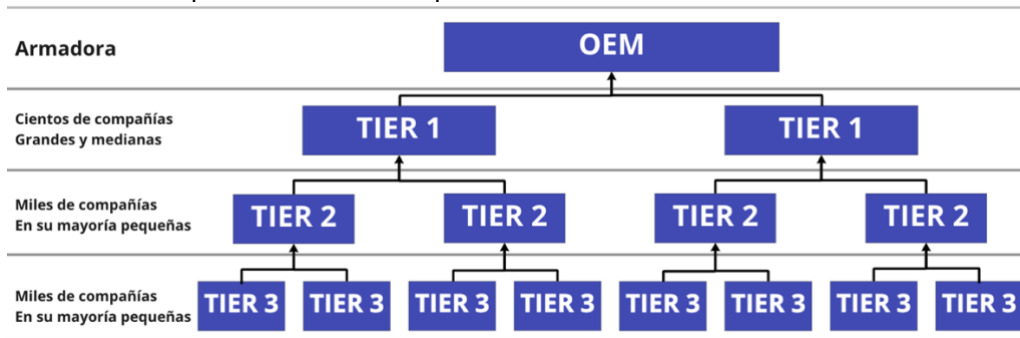
Ambos casos cuentan con procesos de desarrollo de producto propio e implementado en la organización, el cual aplican en el desarrollo de distintos productos. Ambos coinciden que la innovación emerge por necesidades en el proceso debido a los distintos cambios o modificaciones que existan a lo largo del mismo para ser cumplido.

Por otro lado, ambos casos presentan algunas diferencias entre sí. Una de ellas es que HERCO pertenece a la industria de electrodomésticos y Car Inc. está orientada al sector automotriz. Aunque ambos estén buscando reducir los pasos o cuellos de botella en el desarrollo de producto, Car Inc. se enfoca en alinear los entregables y requerimientos de las áreas para las pruebas de enfriamiento a las necesidades del mercado aun cuando existan cambios a lo largo del desarrollo de producto. Esto a través de un modelo de innovación integrado. Mientras HERCO está enfocado en seleccionar los proyectos que generan valor a la empresa y reducir los cuellos de botella en el desarrollo de producto e implementar un modelo de innovación *pull*, busca alinear el producto a las necesidades del mercado en cada etapa del desarrollo de producto.

5.3.2.- Caso 2: “Diseñar con recursos internos o subcontratados: un acercamiento a modelos de servicio de diseño en la industria automotriz y la importancia de la innovación. (Caso de diseño automotriz).”

El caso de diseño automotriz describe la importancia de la elaboración interna de partes plásticas, específicamente las que permiten optimizar los diseños con un costo de oportunidad del 10% en el precio final de producción e innovación en el diseño. Además de esto, se eliminan costos de subcontratación que están por arriba de un 50% del precio de desarrollo interno. El caso de diseño automotriz describe cómo está conformada la estructura de la cadena de suministro de manufactura automotriz y descripción de sus distintos niveles. Como se muestra en la figura 15.

Figura 15
Esquema de niveles de proveedores en la industria automotriz



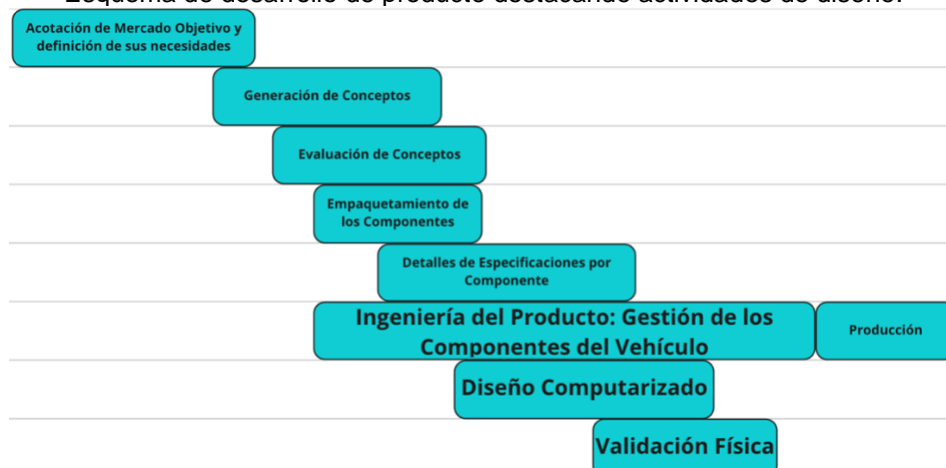
Fuente: adaptado de Arrechea, F. & Cortés, D. (2017). Diseñar con recursos internos o subcontratados: Un acercamiento a modelos de servicio de diseño en la industria automotriz y la importancia de la innovación. [PDF] (1st ed.). Consultado en 23 febrero 2022.

Este caso ejemplifica la relación que existe entre los proveedores y las armadoras o compañías manufactureras. Esta relación es uno de los elementos característicos de la industria automotriz, ya que, a diferencia de otras industrias, la cadena de suministro es de vital importancia para el desarrollo y manufactura de partes.

Este desarrollo emerge de 2 partes, interna y externa de la organización. La parte interna es la organización de manufactura u OEM (*Original Equipment Manufacturer*) y la parte externa son los proveedores clasificados por niveles conocidos como TIER. Esta característica describe cómo se acopla el modelo de innovación integrado al proceso de desarrollo de producto. En la industria automotriz el diseño emerge de las áreas internas de la organización como manufactura y desarrollo tanto como de la participación de los proveedores.

El caso de diseño automotriz, a diferencia del caso Car Inc., explora más a detalle el desarrollo de partes utilizando métodos virtuales como simulaciones y modelos para validar el funcionamiento, desempeño, seguridad, manufactura, durabilidad y ensamble. Mientras que el caso Car Inc. también utiliza métodos de validación virtuales, su alcance se extiende a los métodos de validación físicas, los cuales representan un costo elevado para el proceso de desarrollo de producto. De manera similar al caso de estudio Car Inc., el caso de diseño automotriz ejemplifica la colaboración de las áreas antes mencionadas en el desarrollo de producto específicamente para el diseño y desarrollo computarizado de partes. Este proceso se desarrolla de manera paralela como se observa en la figura 16.

Figura 16
Esquema de desarrollo de producto destacando actividades de diseño.



Fuente: adaptado de Arrechea, F. & Cortés, D. (2017). Diseñar con recursos internos o subcontratados: Un acercamiento a modelos de servicio de diseño en la industria automotriz y la importancia de la innovación. [PDF] (1st ed.). Consultado en 23 febrero 2022.

El caso de diseño automotriz no habla de proceso y actividades de diseño y desarrollo computarizado de partes mejor conocido como CAE (Computer Aided Engineering), así como los distintos modelos de diseño, los cuales son 4:

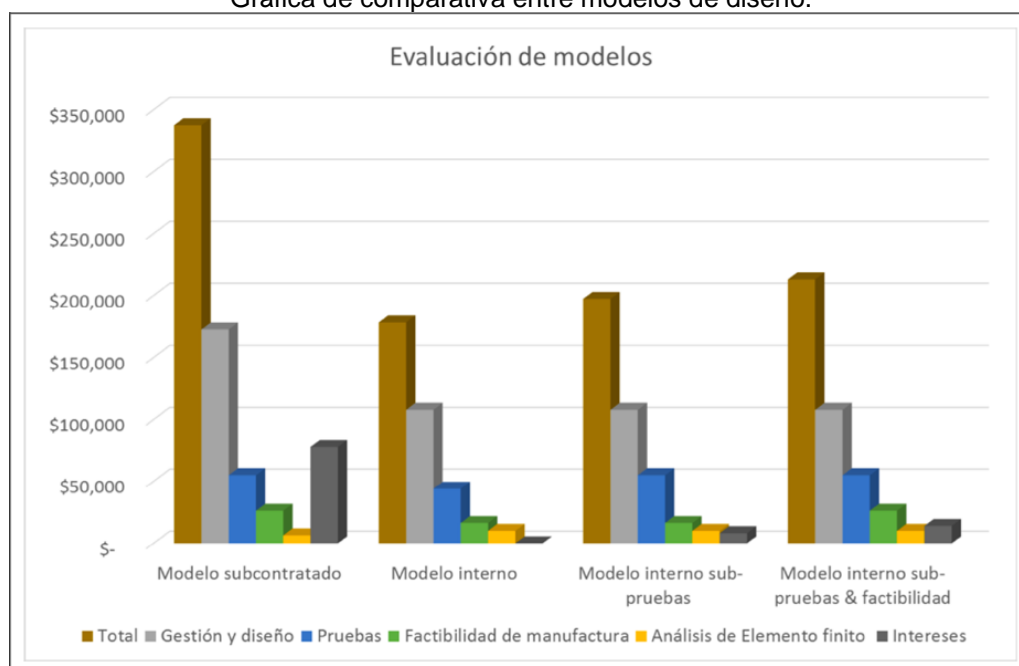
1. Modelo de diseño interno. - Los diseños de partes son realizados con recursos internos de la organización de manufactura.
2. Modelo de diseño estándar. - Los diseños de partes son modelos previamente realizados por el proveedor.
3. Modelo de diseño subcontratado. - Las características y funcionalidad de las partes son definidas por la organización de manufactura y el proveedor diseña las partes.
4. Modelo de diseño colaborativo. - En este modelo tanto la organización de manufactura como los proveedores comparten actividades para desarrollar y diseñar las partes.

El costo de los distintos modelos de diseño está constituido por 5 elementos: gestión y diseño, pruebas, factibilidad de manufactura, análisis de elemento finito e interés. Cada uno de estos elementos varían según el modelo lo que puede aumentar o encarecer su costo. Como se muestra en la figura 17, el modelo de diseño subcontratado es el más costoso de los 4 modelos, siendo gestión y diseño e interés los elementos que contribuyen a su elevado costo. Por otro lado, los demás modelos son sustancialmente más asequibles en costo, además de tener el beneficio de balancear el riesgo, transfiriendo ciertas responsabilidades entre la armadora y los proveedores.

El modelo de diseño subcontratado a pesar de ser el modelo de más alto costo es comúnmente el más utilizado por las armadoras. Esto es gracias a que permite a la armadora contar con partes de distintas complejidades sin invertir en la estructura como instalaciones de validación y compartir el riesgo con los proveedores. Por otro lado, existen también modelos de desarrollo interno el cual es mucho más asequible que el modelo subcontratado y promueve la innovación en las partes, lo que permite optimizar partes en costo y materiales. Sumado a esto gracias a la producción en masa de unidades de vehículos, se obtiene un ahorro sustancial.

El caso propone utilizar un modelo de diseño interno en secciones de bajo costo, subcontratando al proveedor en las actividades como validación física y factibilidad de manufactura. Donde la armadora es responsable de gestionar la ingeniería, modelado y validación virtual de las partes, por lo que la oportunidad de innovar aumenta.

Figura 17
Gráfica de comparativa entre modelos de diseño.



Fuente: Arrechea, F. & Cortés, D. (2017). Diseñar con recursos internos o subcontratados: Un acercamiento a modelos de servicio de diseño en la industria automotriz y la importancia de la innovación. [PDF] (1st ed.). Consultado en 23 febrero 2022. p.75.

El caso de diseño automotriz es de gran relevancia para el caso Car Inc. pues describe a mayor detalle la importancia de la relación que existe entre los proveedores y las armadoras automotrices en el desarrollo de producto. Esta relación es una característica muy marcada en la industria automotriz la cual también se ve reflejada en la problemática del caso Car Inc. La problemática de Car Inc. está enfocada en un proceso de diseño de una parte o sección de bajo costo, lo cual permite tener un modelo de diseño interno y una validación física y factibilidad de manufactura por el proveedor. Esta actividad se ve reflejada en el proceso real de desarrollo de producto que describe el caso Car Inc.

En el caso Car Inc. podemos observar que los retrabajos en el diseño de partes que se describen en el proceso real de enfriamiento son para partes de bajo costo para lo cual, según el caso de diseño automotriz, se justifica utilizar el modelo de diseño interno y subcontratar a los proveedores para validaciones físicas y factibilidad de manufactura. Dicho modelo promueve el desarrollo de diseños innovadores gracias a la combinación de conocimiento de las distintas áreas involucradas en el proceso de enfriamiento, así como el conocimiento de los proveedores.

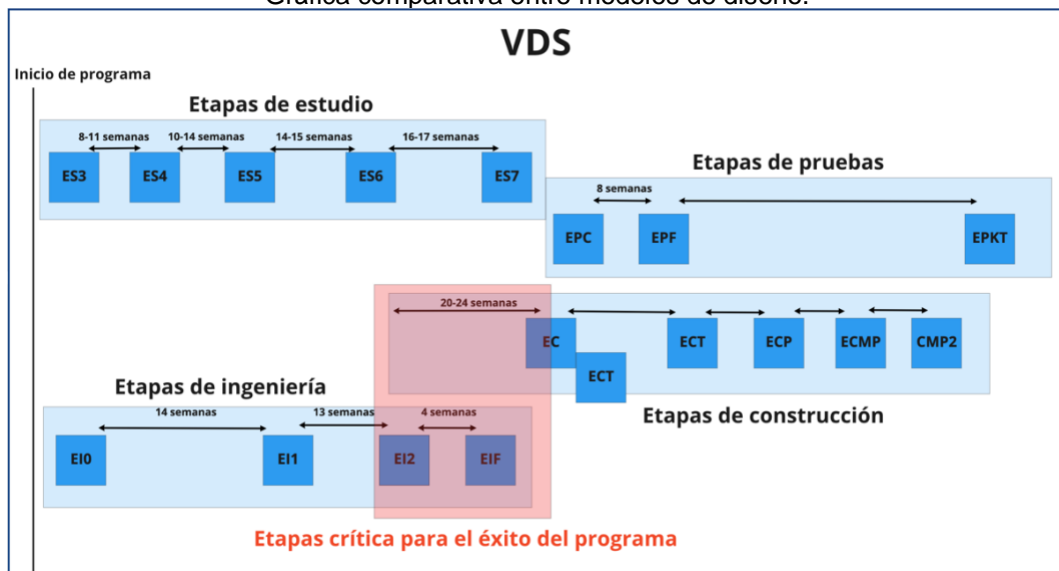
El caso aborda la relación que existe entre la organización y los proveedores en el diseño de una sola parte, así como la gestión, prueba y factibilidad de manufactura de esta. Mientras que en el Caso Car Inc., el diseño se enfoca en pruebas y factibilidad de manufactura que involucran a más de una parte, es decir a un sistema. Este sistema es la interacción de las partes, así como de las distintas áreas internas y externas como son los proveedores que son parte de la problemática en el caso Car Inc. y no aborda el caso de diseño automotriz.

5.3.3.- Caso 3 “La importancia de la industria automotriz y su actividad en México”. (Caso de actividad automotriz en México).

El caso “Actividad automotriz en México” (Parrilla, 2018) está enfocado en el desarrollo de producto automotriz y nos muestra el impacto que tienen los cambios en etapas tardías en el proceso de desarrollo de producto. El impacto de dichos cambios se traduce en retrasos y retrabajos del proceso de desarrollo de producto lo cual puede ocasionar la cancelación de los proyectos debido a los altos costos.

La empresa del caso ya cuenta con un proceso de desarrollo de producto definido llamado *Vehicle Development System* (VDS). El cual utiliza en todos sus vehículos con una duración de 30 meses (Parrilla, 2018) para lanzarlos al mercado. El caso de estudio se centra en 4 categorías que integran el proceso de desarrollo de producto las cuales son: etapas de estudio, etapas de pruebas, etapas de construcción y etapas de ingeniería, las cuales se observan en la figura 18.

Figura 18
Gráfica comparativa entre modelos de diseño.



Fuente: adaptado de Parrilla, M. (2018). La importancia de la industria automotriz y su actividad en México. [PDF] (1st ed.). Consultado el 2 de marzo de 2022.

En el caso de estudio se identificó que la etapa de ingeniería es crítica, la cual detona los retrasos y retrabajos en el proceso de desarrollo de producto como se muestra en la figura 18. Esto es debido a que en esta etapa se define el funcionamiento del vehículo y para ello se solicitan rediseño de partes. Sumado a esto, las demás categorías se desarrollan de manera paralela y simultánea a la etapa de ingeniería, las cuales promueven un rediseño poco efectivo que genera iteraciones en el rediseño hasta lograr un diseño óptimo.

Los cambios son realizados en etapas tardías en el desarrollo de producto, lo cual representa un alto costo y tiempo que se invierten en investigación y desarrollo para diseñar una parte óptima para el proyecto. Estos cambios llevan alrededor de 2 a 4 semanas, lo cual implica el pago de horas extra a equipos de trabajo.

El caso utiliza un diagrama de desarrollo de producto común como se muestra en la figura 19, para abordar la problemática y ofrecer una propuesta de solución. El diagrama nos ayuda a comprender que cualquier diseño o producto nuevo parte de la identificación de una oportunidad. Posteriormente esta se evalúa y se selecciona un diseño para crear prototipos y realizar pruebas. Una vez que el prototipo del diseño o producto cumpla con las pruebas, finalmente se confirmará su producción y comercialización.

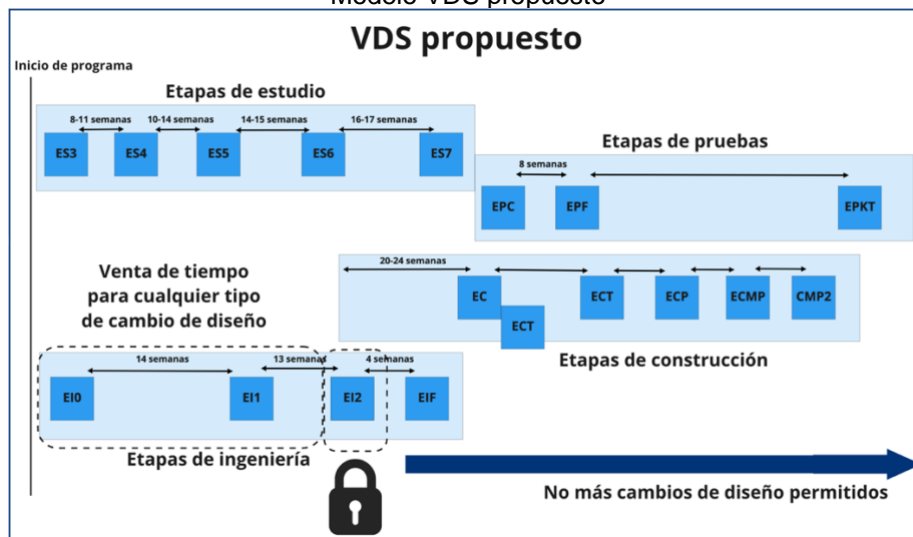
Figura 19
Diagrama de desarrollo de producto común.



Fuente: Parrilla, M. (2018). La importancia de la industria automotriz y su actividad en México. [PDF] (1st ed.). Consultado el 2 de marzo de 2022. p.32.

El caso apoyado del diagrama de desarrollo de producto común propone un bloqueo en los cambios de diseño interior y exterior del vehículo en las etapas de ingeniería como se muestra en la figura 20. Para lograr esto, el caso propone una evaluación detallada e integral del vehículo, corroborando que se identifiquen todas las características del vehículo y de ser necesario hacer los cambios pertinentes para cumplir con los requerimientos. Una vez hechos estos cambios, se realiza un bloqueo para impedir la modificación de las partes, con la excepción de cambios menores que no representen un impacto alto en el tiempo y costo del proyecto.

Figura 20
Modelo VDS propuesto



Fuente: adaptado de Parrilla, M. (2018). La importancia de la industria automotriz y su actividad en México. [PDF] (1st ed.). Consultado el 2 de marzo de 2022.

El caso de “Actividad automotriz en México” al igual que el caso Car Inc. centra su problemática en el desarrollo de producto. También muestra la interacción simultánea de distintas etapas en el desarrollo de producto y cómo ello promueve rediseños de partes lo que incrementa el costo y el tiempo en el proyecto. Ambos casos adolecen de varias iteraciones de rediseños de las partes en etapas tardías del desarrollo de producto debido a ajustes que se van dando a lo largo del avance del proceso. Por lo que en los dos casos existe una desconexión entre las distintas etapas y la identificación de los requerimientos que las partes deben cumplir para desarrollar un diseño óptimo.

Aun cuando ambos casos son similares presentan algunas diferencias, pues el caso de “Actividad automotriz en México” utiliza un diagrama de desarrollo de producto común el cual inicia con la identificación de oportunidades, así como también se enfoca en las pruebas y evaluación de prototipos. Lo que el caso no toma en cuenta es la relación del proveedor en el proceso de desarrollo de producto, así como su importancia en el diseño de las partes. En el caso Car Inc. el proveedor es una pieza clave para saber si el diseño o posible rediseño de la parte es factible para ser manufacturado al igual que el costo del herramental por dicho cambio. Por otro lado, es importante mencionar que el caso de “Actividad automotriz en México” enfoca su alcance en una sola parte y no analiza un conjunto de partes donde pueden emerger ajustes si dicho sistema no cumple con su funcionalidad e incumplen pruebas físicas.

Como se puede observar, todos los casos están enfocados en el desarrollo de producto, pero cada uno con un punto de vista distinto. Así mismo, todos identifican que existe una relación entre el aumento de costo y tiempo contra los retrabajos ocasionados por ajustes o cambios a lo largo del desarrollo de producto. También coinciden que para evitar o reducir los ajustes es necesario identificar todo los requerimientos y necesidades en etapas tempranas, así como involucrar a las partes interesadas en el desarrollo.

6.- ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

En este capítulo se abordarán 3 alternativas de solución al problema, tomando como base los modelos y marcos teóricos descritos en los capítulos anteriores centrados en el desarrollo de producto. Dichas alternativas están enfocadas en obtener un diseño óptimo de partes y evitar retrabajos, así como retrasos en el desarrollo de producto. Siguiendo la lógica de desarrollo de producto de Car inc. específicamente en las fases, hitos y entregables que integran la prueba de enfriamiento, se propone establecer entregables y reuniones de trabajo de funcionalidad cruzada con todas las áreas interesadas, tanto internas como externas.

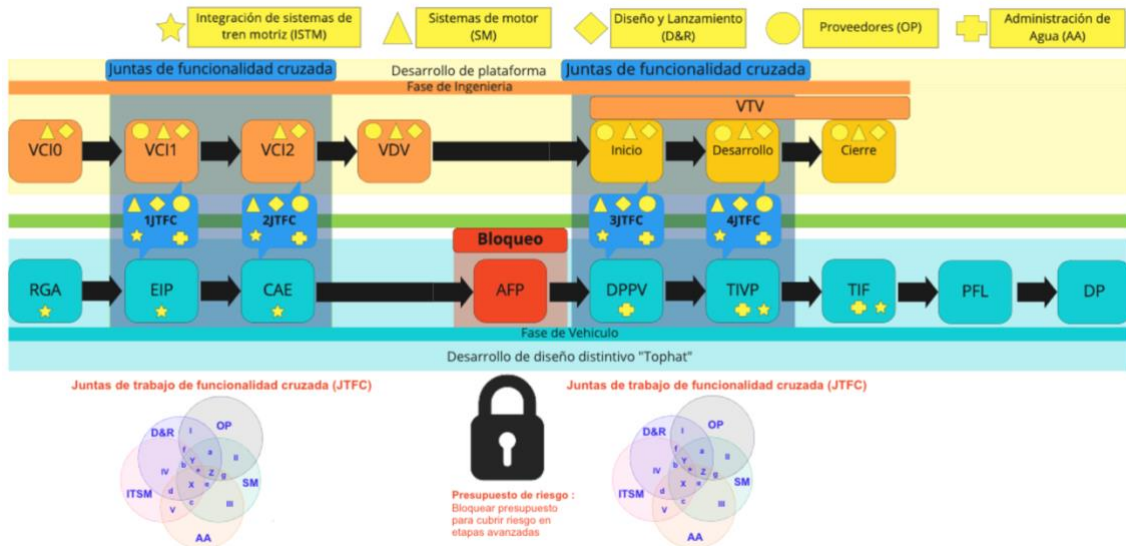
Las interacciones de funcionalidad cruzada siguen como línea base el diagrama de herencia organizacional. Este diagrama muestra de manera gráfica la conexión e interacción que existen entre las 5 áreas involucradas. Estos lazos permiten una comunicación entre las áreas donde comparten y desarrollan conocimiento, tecnología, así como competencias para obtener un diseño óptimo para no presentar fallas en etapas avanzadas del proceso de desarrollo.

Es importante también mencionar como parte de la propuesta es solicitar un presupuesto de riesgo en el hito “AFP” para evita pasos adicionales y retrasos ya que es en este hito está establecido que es posible otorgar este tipo de presupuestos. El presupuesto de riesgo sólo se puede solicitar en este hito y sirve para cubrir cualquier cambio o rediseño que surja a lo largo del proceso de prueba de enfriamiento. Este presupuesto de riesgo evita invertir tiempo para solicitar presupuesto en etapas avanzadas del proceso, el cual ocasiona retrasos y pasos adicionales en el proceso de desarrollo.

6.1.- Alternativa de solución 1

Para reducir el número de retrabajos y retrasos en el desarrollo de producto se propone definir juntas de trabajo de funcionalidad cruzada e integrarlas al modelo de desarrollo de producto de Car Inc., como se muestra en la figura 21. Las juntas de funcionalidad cruzada estarán ubicadas en 4 etapas a lo largo del desarrollo del producto, estas servirán como conexión entre las distintas etapas que integran las fases de ingeniería y las fases de vehículo, así como entre las 5 áreas interesadas.

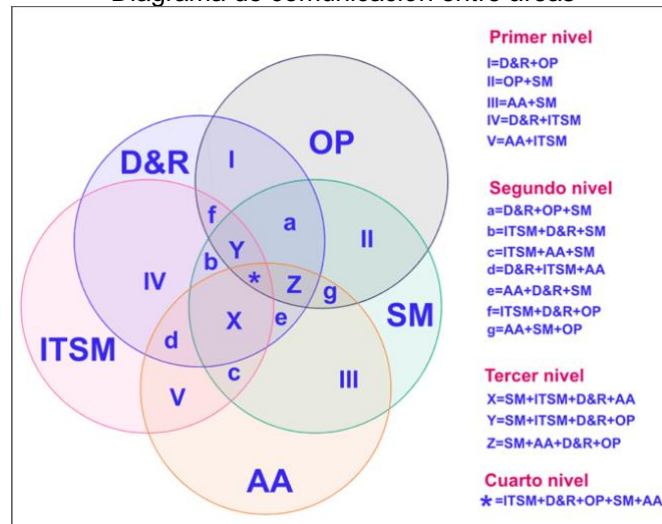
Figura 21
Alternativa de solución 1



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Esta conexión busca romper con los silos de trabajo que existen entre las áreas y promover la comunicación para identificar requerimientos, diagramas de producto y un correcto ensamble de partes para obtener un diseño de parte óptimo, el cual es posible si interactúan todas las áreas como se muestra en la figura 22. También se propone solicitar un presupuesto de riesgo en etapas tempranas del proceso de desarrollo para evitar pasos adicionales y contratiempos que surgen al solicitar presupuesto en etapas avanzadas.

Figura 22
Diagrama de comunicación entre áreas



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Dichas conexiones se buscan lograr por medio de juntas de trabajo de funcionalidad cruzada (JTFC), las cuales se proponen que estén integradas de 1 a 4 juntas dependiendo del cambio de supuestos, cambio en la arquitectura y si es el desarrollo de vehículo completamente nuevo. Las juntas serán lideradas por el área de ITSM y deberán contar con la presencia de un representante de las 5 áreas interesadas, para ello se anclarán las juntas como parte de los entregables a cumplir para completar los hitos para avanzar el proceso de desarrollo de producto para cada área de manera correspondiente.

Se propone 4 juntas de trabajo de funcionalidad cruzada (JTFC) a lo largo del proceso de desarrollo de producto, las cuales 2 estarán ubicadas en las etapas tempranas, mientras que las

2 restantes en las etapas avanzadas con un enfoque en las pruebas físicas. Las juntas de trabajo buscan conectar los hitos y entregables para romper con los silos de trabajo que existen entre las áreas de la siguiente manera:

- 1JTFC. - VC11 y EIP
- 2JTFC. - VC2 y CAE
- 3JTFC. - VTV(inicio) y DPPV
- 4JTFC. - VTV(desarrollo) y TIVP

En las primeras dos juntas de trabajo (1JTFC y 2JTFC) se busca definir en etapas tempranas una comunicación oportuna entre las 5 áreas (ITSM, SM, D&R, OP y AA) involucradas para identificar los siguientes elementos:

- Requerimientos de Motor
- Requerimientos de D&R
- Requerimientos de pruebas físicas
- Datos de pruebas físicas de modelos previos
- Cambios de supuestos.
- Partes de vehículo en CAE.
- Materiales y técnicas de manufactura nuevos
- Factibilidad de manufactura
- Confirmación de ensamble
- Diseños ya desarrollados

Lo que se espera lograr en esta comunicación temprana es identificar si los diseños de partes cumplen con el requerimiento de las pruebas de enfriamiento o no. De no cumplir con el requerimiento se busca solicitar presupuesto de riesgo, en el hito AFP para cubrir el rediseño de parte. Para ello se espera obtener los siguientes entregables de las juntas:

- Análisis de riesgo.
- Nuevo diseño de parte o partes para prueba.
- Factibilidad de manufactura.
- Plan para pruebas físicas.
- Alineación de las áreas.

Las dos últimas juntas de trabajo (3JTFC y 4JTFC) están enfocadas en el seguimiento y desarrollo de la prueba física de enfriamiento. En la junta de trabajo 3 (3JTFC) se busca identificar que la parte diseñada no necesita alguna modificación o rediseño debido a un cambio repentino y dar seguimiento al plan de prueba que se definió en la junta 2 (2JTFC). En la junta de trabajo 4 (4JTFC), se dará seguimiento a la prueba física, se presentarán y analizar los resultados de la prueba física de enfriamiento para posteriormente ser documentados y almacenados. En caso de que un rediseño fuera necesario, se utilizará el presupuesto de riesgo solicitado en el hito AFP.

Esta propuesta está enfocada solamente en el proceso de prueba de enfriamiento, lo cual limita el alcance a otras pruebas físicas que puede agruparse y desarrollarse de manera simultánea. Además, tiene algunas restricciones en cuanto al volumen de proyecto donde se puede aplicar este proyecto limitado al número de personas disponibles en ITSM. Esto es debido a que el área de ITSM es la que liderará y llevará las juntas de funcionalidad cruzada. La propuesta de solución está limitada a solo integrar 5 áreas (ITSM, SM, D&R, OP y AA) por medio de juntas de trabajo de 30 minutos a 1 hora a la semana llamadas “Juntas de Trabajo de Funcionalidad Cruzada” con duración de 4 a 5 semanas, las cuales están ancladas a los entregables de los hitos de cada área.

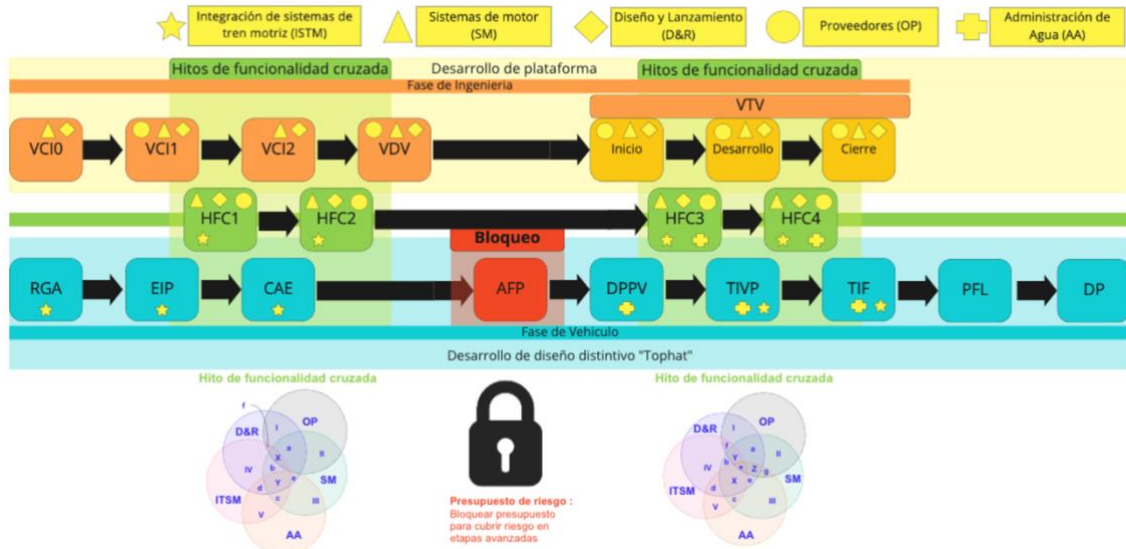
Esta propuesta de soluciones nos ayudará a evitar retrabajo y retrasos en el proceso de la prueba de enfriamiento por medio de la implementación de nuevas técnicas y materiales para mejorar la manufactura e impulsar el desarrollo óptimo e innovador de partes.

6.2.- Alternativa de solución 2

La alternativa de solución 2 propone establecer y definir hitos de trabajo de funcionalidad cruzada (HFC) que sean independientes al resto de los hitos de cada área. Estos hitos contarán con sus propios entregables, los cuales necesitarán de la interacción de las áreas interesadas para poder

completar el hito y avanzar en el proceso de desarrollo de producto, esto promueve la comunicación entre las áreas y rompe los silos de trabajo. Por lo cual estos hitos tienen como objetivo ser el puente entre los diferentes hitos que integran la fase de ingeniería y la fase del vehículo, como se muestra en la figura 23.

Figura 23
Alternativa de solución 2



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

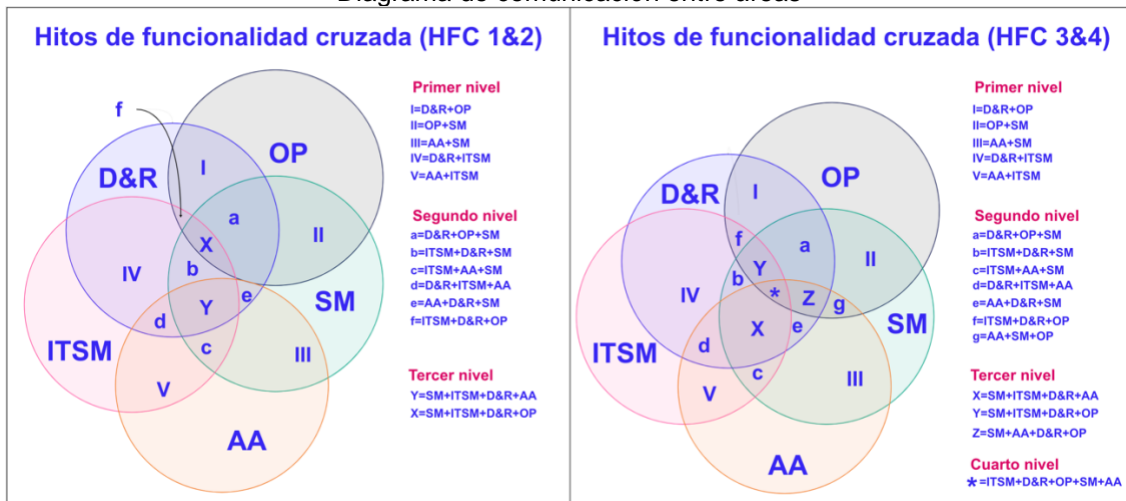
Se propone que los hitos de funcionalidad cruzada (HFC) se proponen que estén ubicados entre las fases de ingeniería y vehículo. Con un tiempo de duración de 4 a 5 semanas y 4 hitos anclados a lo largo de la lógica de desarrollo de producto. Esto busca promover el desarrollo de manera simultánea de los hitos HFC con el resto de los hitos ya establecidos para optimizar el tiempo. Los hitos HFC inician antes del término de los hitos que busca conectar y terminan al inicio de los hitos siguientes, agrupados de la siguiente manera:

- HFC1. – Inicio en VCI1 y EIP, término en VC2 y CAE
- HFC2. – Inicio en VC2 y CAE, término en VTV (inicio) y DPPV
- HFC3. Inicio en VTV (inicio) y DPPV, término en VTV (desarrollo) y TIVP
- HFC4. – Inicio en VTV (desarrollo) y TIVP, término en VTV (cierre) y TIF

Los 4 hitos de HFC están divididos en 2 grupos, el primer grupo está integrado por los hitos HFC1 y HFC2 los cuales están ubicados en etapas tempranas en el desarrollo de producto. Mientras que el otro grupo constituido por los hitos HFC3 & HFC4, que se desarrollan en etapas avanzadas enfocadas en pruebas físicas, donde los cambios o rediseños requieren de un alto costo y tiempo. La gran diferencia entre estos dos grupos son las áreas involucradas y sus interacciones. En el grupo ubicado en las etapas tempranas (HFC1 & 2) son 4 áreas (ITSM, SM, D&R, OP) necesarias para el desarrollo de los entregables, mientras en el otro grupo, ubicado en etapas avanzadas, son 5 áreas (ITSM, SM, D&R, OP y AA) las que trabajarán juntas para cumplir con los entregables.

Como se muestra en la figura 24, las interacciones en los hitos HFC1 y HFC2 son menores que en los otros 2 hitos ya que las etapas tempranas tienen un enfoque con tendencia más en el diseño de partes, por lo cual el área AA que soporta y desarrolla las pruebas físicas no se comunica con las demás áreas. Mientras que en las etapas avanzadas los hitos HFC3 y HFC4 están enfocados en las pruebas físicas, por lo tanto, es aquí donde el área AA empieza su interacción con las demás áreas.

Figura 24
Diagrama de comunicación entre áreas



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Para hacer posible esta interacción entre las áreas a través de los 4 hitos HFC, se propone desarrollar entregables únicos y específicos, los cuales para el desarrollo y cumplimiento deberán contar con el aporte de todas las áreas involucradas, dependiendo del hito, para poder continuar con el desarrollo de producto. Para ello se describen los 4 hitos HFC de la siguiente manera:

- HFC1.- Explorar de nuevos materiales y técnicas de manufactura. Identificar requerimientos y diagramas de diseño de las partes, así como por las áreas involucradas para la prueba. Habilitar pruebas analíticas (diseños y datos de pruebas físicas de modelos previos) enfocadas en pruebas físicas. Desarrollar propuestas de diseños de sistemas y componentes enfocados en pruebas físicas con alto nivel de compatibilidad.
- HFC2.- Analizar resultados de pruebas analíticas. Elegir y verificar propuestas de diseño. Confirmar factibilidad de manufactura y compatibilidad. Desarrollar análisis de riesgo para solicitar presupuesto en AFP para cubrir cualquier riesgo modificación o cambio en etapas avanzadas. Definir plan de pruebas físicas (instrumentación, fabricación de parte, traslado y prueba física). Alineación con todos los interesados para confirmar y aprobar estrategia.
- HFC3.- Verificar y confirmar diseño de parte. Habilitar parte e instalarla en el vehículo de prueba. Preparar para la prueba física: (instrumentación, instalación de parte, equipo). Alineación con todos los interesados para confirmar y aprobar estrategia.
- HFC4.- Correr prueba física y revisar resultados. En caso de tener una prueba fallida modificar la parte en la prueba para posteriormente refinar o modificar la parte utilizando el presupuesto de riesgo. Alineación con todos los interesados para confirmar cierre de diseño para almacenar información.

La interacción de solo 4 áreas en los primeros dos hitos de FHC en etapas tempranas genera ciertas limitaciones y restricciones en la propuesta, ya que debido a la falta de interacción del área AA en las etapas tempranas estará restringido la información, conocimiento y recomendaciones para complementar un desarrollo del diseño óptimo, así como el análisis de riesgo. Por otro lado, el análisis de riesgo debe de estar disponible para el hito AFP, para solicitar el presupuesto de riesgo, ya que solo es posible solicitarlo en este hito. Aun cuando el alcance de esta propuesta está orientada al proceso de prueba de enfriamiento, tiene el potencial de integrar otro tipo de pruebas relacionadas con la interacción de agua.

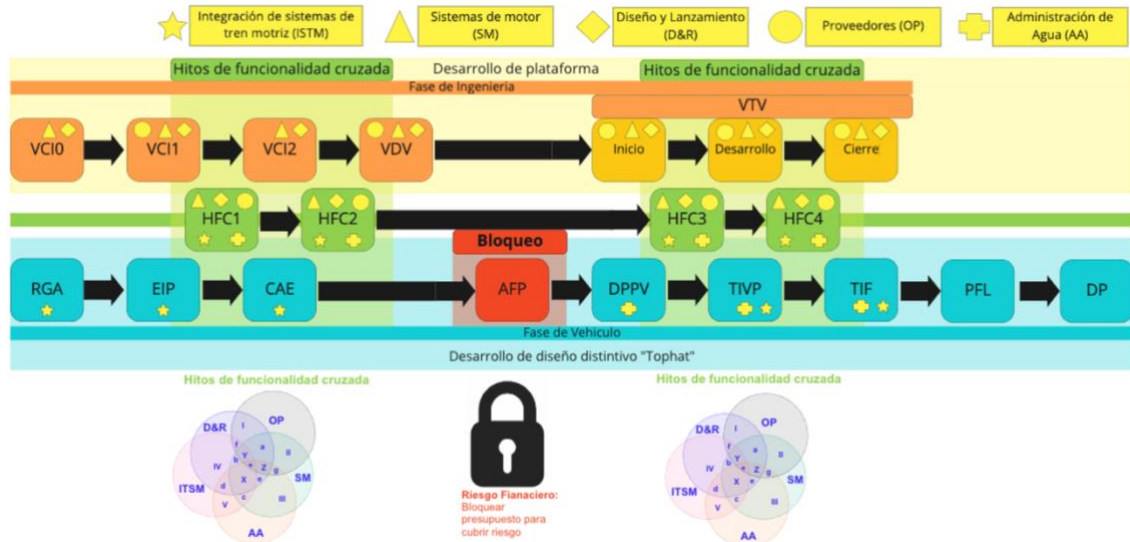
Los 4 hitos de FHC están relacionados y alineados a los entregables de los hitos de las áreas correspondientes, por lo que buscan promover la comunicación y el trabajo conjunto de las áreas involucradas en la prueba de enfriamiento utilizando los entregables y trabajos que ya están establecidos en el proceso. Esto impulsa el desarrollo de diseños innovadores y óptimos más

asequibles, así como reaccionar de manera oportuna ante cualquier cambio en proceso de desarrollo.

6.3.- Alternativa de solución 3

La tercera alternativa de solución es una propuesta similar a la alternativa de solución 2, pues busca crear hitos independientes de trabajo de funcionalidad cruzada (HFC) para promover la interacción entre las áreas desde las etapas tempranas, como se muestra en la figura 25. Esto es para evitar tener problemas en etapas avanzadas que surgen por los silos de trabajo que existen en el proceso de prueba de enfriamiento.

Figura 25
Alternativa de solución 3



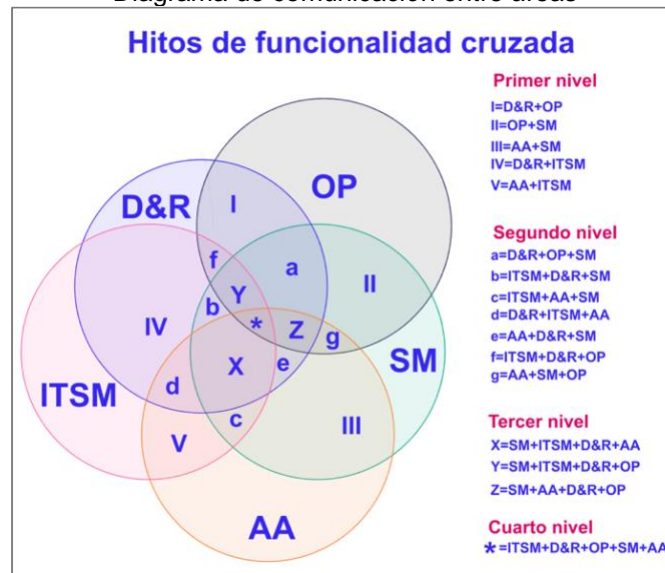
Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

De manera similar a la propuesta 2, los 4 hitos HFC están asignados en la misma ubicación en el proceso de desarrollo de producto. Los hitos HFC inician antes del término de los hitos que busca conectar y terminan al inicio de los hitos siguientes. Esto es para seguir la cadencia de entregables de los hitos involucrados, lo cual brinda una continuidad al proceso de desarrollo de producto y no duplica el trabajo de las áreas. Por lo tanto, están agrupados de la siguiente manera:

- HFC1. – Inicio en VCI1 y EIP, término en VC2 y CAE
- HFC2. – Inicio en VC2 y CAE, término en VTV (inicio) y DPPV
- HFC3. Inicio en VTV (inicio) y DPPV, término en VTV (desarrollo) y TIVP
- HFC4. – Inicio en VTV (desarrollo) y TIVP, término en VTV (cierre) y TIF

Aun cuando los hitos estén ubicados en el proceso de desarrollo como en la propuesta 2, la gran diferencia destaca en las áreas involucradas en los hitos de etapas tempranas, HFC1 y HFC2. En la propuesta 2, los hitos de etapas tempranas solo están involucradas 4 áreas (ITSM, SM, D&R y OP), mientras que en la propuesta 3 las áreas que están involucradas son 5 (ITSM, SM, D&R, OP y AA) como se muestra en la figura 26. La interacción del área AA en las etapas tempranas brinda el conocimiento del comportamiento real de las partes en la prueba física de enfriamiento. Esto ayuda a tener una interacción integral de todas las áreas involucradas en el proceso de prueba de enfriamiento, lo cual impulsa el desarrollo de partes innovadoras y sobre todo alineados a los requerimientos de las pruebas físicas para evitar retrabajos y retrasos.

Figura 26
Diagrama de comunicación entre áreas



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Para poder lograr esta interacción integral a lo largo del proceso de prueba de enfriamiento siguiendo la secuencia de trabajo de la lógica del desarrollo de producto, se propone anclar entregables a los 4 hitos HFC donde cada área aporte conocimiento y puntos de vista. Esto busca impulsar la colaboración funcional cruzada para identificar requerimientos de partes, evaluar riesgo, identificar nuevos materiales, así como técnicas de manufactura, factibilidad de manufactura y costo de herramental para completar los entregables y cerrar los hitos para avanzar en el proceso de desarrollo. Para ello se describen los 4 hitos HFC de la siguiente manera:

- HFC1.- Explorar nuevos materiales y técnicas de manufactura. Identificar requerimientos y diagramas de diseño de las partes, así como por las áreas involucradas para la prueba. Habilitar pruebas analíticas (diseños y datos de pruebas físicas de modelos previos) enfocadas en pruebas físicas. Identificar comportamientos de partes en las pruebas físicas de modelos anteriores o similares que están probando de manera simultánea, así como previa. Desarrollar propuestas de diseños de sistemas y componentes enfocado a pruebas físicas con alto nivel de compatibilidad.
- HFC2.- Analizar resultados de pruebas analíticas. Elegir y verificar propuestas de diseño. Confirmar factibilidad de manufactura y compatibilidad. Desarrollar análisis de riesgo para solicitar presupuesto en AFP, para cubrir cualquier riesgo modificación o cambio en etapas avanzadas. Definir plan de pruebas físicas (instrumentación, fabricación de parte, traslado y prueba física). Alinear propuesta de diseño de partes al comportamiento real de pruebas físicas. Alineación con todos los interesados para confirmar y aprobar estrategia.
- HFC3.- Verificar y confirmar diseño de parte. Habilitar parte e instalarla en el vehículo de prueba. Preparar para la prueba física: (instrumentación, instalación de parte, equipo). Alineación con todos los interesados para confirmar y aprobar estrategia.
- HFC4.- Correr prueba física y revisar resultados. En caso de tener una prueba fallida modificar la parte en la prueba para posteriormente refinar o modificar la parte utilizando el presupuesto de riesgo. Alineación con todos los interesados para confirmar cierre de diseño para almacenar información.

La propuesta tiene como reto que contar con el apoyo de AA en las etapas tempranas. Aunque a diferencia de la propuesta 2, que está limitada a 4 áreas en etapas tempranas, esta propuesta incluye a las 5 áreas desde el inicio de la propuesta de solución. Esto es importante pues la interacción de AA aporta información de pruebas físicas y de partes que pueden ser de gran

utilidad para alcanzar un diseño óptimo de partes. Además, promueve el diseño modular, pudiendo ser ocupados por otros vehículos con parámetros o características similares. Las restricciones para solicitar el presupuesto de riesgo en el hito AFP es igual que la propuesta 2, donde menciona al hito HFC2 como límite para terminar el análisis de riesgo para poder tener acceso al presupuesto de riesgo. El proveedor está limitado solo a sugerir nuevos materiales, técnicas de manufactura y factibilidad de manufactura, mientras que el diseño de las partes es interno.

La propuesta está enfocada en el proceso de prueba de enfriamiento, pero no está limitada exclusivamente a este proceso de prueba, pues es posible abarcar o incluir pruebas que involucren la interacción de agua. También es posible abarcar un gran volumen de vehículos, pues los hitos reparten la responsabilidad entre las demás áreas lo que permite a ITSM enfocarse en los entregables y no en gestionar a las demás áreas durante el proceso de prueba.

El objetivo de los 4 hitos HFC es identificar todas las necesidades de las áreas involucradas, nuevos materiales y técnicas de manufactura desde las etapas tempranas del desarrollo de producto para desarrollar modelos óptimos y asequibles, siempre alineados al requerimiento de las pruebas físicas de enfriamiento. Esto promueve el desarrollo de partes innovadoras de forma natural al proceso de desarrollo, así como evitar retrabajos y retrasos en el proceso de producción.

6.4.- Selección de alternativa de solución

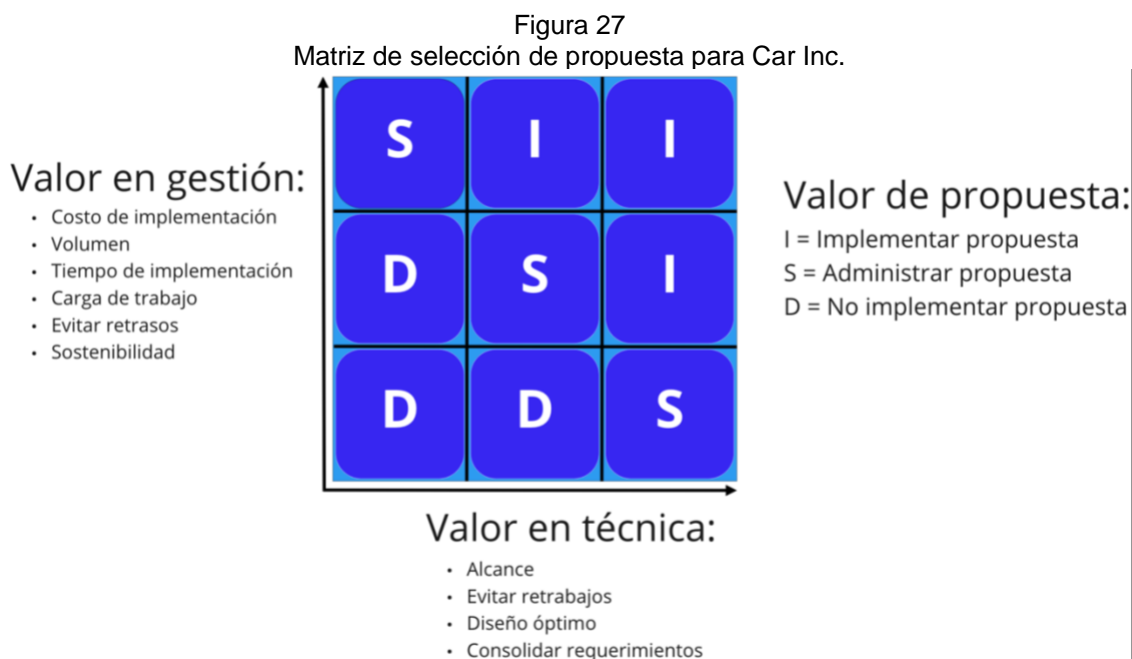
Las 3 propuestas antes descritas buscan reducir retrabajo y retrasos en el proceso de prueba de enfriamiento por medio de la interacción temprana de todas las áreas para competir información entre ellas para poder desarrollar diseños de partes óptimos que cumplan en las pruebas físicas. Por lo que es importante seleccionar, de las 3 alternativas de solución propuestas, la solución que aporte el mayor valor al proceso de desarrollo de producto.

Para ello se propone usar la matriz GE-McKinsey, como se describió en el caso HERCO, y adaptarla a los elementos que aportan valor al proceso de enfriamiento. Para ello se identificaron 10 elementos importantes para aportar valor al proceso de desarrollo, los cuales son costo de implementación, alcance, volumen, tiempo de implementación, carga de trabajo, evitar retrabajos, evitar retrasos sostenibilidad, diseño óptimo y consolidar requerimientos. Estos 10 elementos se describen de la siguiente manera:

1. Costo de implementación. – Costo para implementar la propuesta en la lógica del proceso de desarrollo de producto. Elemento orientado a la gestión del proceso.
2. Alcance. – Tipo de proceso de pruebas físicas que pueden ser integradas a la propuesta de solución. Elemento orientado a la parte técnica del proceso.
3. Volumen. - Número de proceso de pruebas físicas que la propuesta puede desarrollar con los interesados determinados en la propuesta. Elemento orientado a la gestión del proceso.
4. Tiempo de implementación. – Tiempo estimado para implementar la propuesta en la lógica del proceso de desarrollo de producto. Elemento orientado a la gestión del proceso.
5. Carga de trabajo. – Trabajo adicional al trabajo actual asignado que tiene cada área para completar entregables en el proceso de desarrollo. Elemento orientado a la gestión del proceso.
6. Evitar retrabajos. –Reducir trabajo fuera del proceso de desarrollo establecido o duplicado debido a fallas de ensamble, empaque o calidad. Elemento orientado a la parte técnica del proceso.
7. Evitar retrasos. – Reducir atraso o demora en la ejecución de los entregables para avanzar en la lógica del proceso de desarrollo vehículo. Elemento orientado a la gestión del proceso.
8. Sostenibilidad. – Capacidad que tiene la propuesta para ser adoptada y mantenida a lo largo del tiempo en el desarrollo de producto y que se aplique a distinto vehículos. Elemento orientado a la gestión del proceso.
9. Diseño óptimo. – Diseño de partes que cumplan con los requerimientos, pruebas físicas la factibilidad de manufactura, análisis de riesgo, el ensamble y modularidad. Elemento orientado a la parte técnica del proceso.

10. Consolidar requerimientos. – Recopilar e identificar todos los requerimientos necesarios para el diseño de las partes y cumplimiento de pruebas físicas. Elemento orientado a la parte técnica del proceso.

Para poder medir las propuestas y elegir la que aporta el mayor valor al proceso de desarrollo, se evaluará cada propuesta con respecto a los 10 elementos descritos. Para seleccionar la propuesta que otorgue el mayor valor al proceso de desarrollo se utilizará la matriz GE-McKinsey, descrito en el caso HERCO (Parrilla, 2018), comúnmente usada para la toma de decisiones en proyectos de inversión. Dicha matriz está adaptada para la elección e implementación de una de las tres alternativas de solución propuestas para el caso Car Inc. con base en dos factores, valor técnico y valor en la gestión, como se muestra en la figura 27.



Fuente: adaptado de Solleiro, J., & Herrera, A. (2017). En Gestión Tecnológica conceptos y prácticas. Obtenido de <http://cambiotec.org.mx/site/wp-content/uploads/2017/09/E-Libro-Gestio%CC%81n-2.pdf>

Por lo tanto, los 10 elementos de mayor impacto están divididos en 2 grupos, el valor de gestión y el valor técnico. Juntos, estos dos grupos están enfocados a generar valor al proceso de desarrollo de producto, es decir, entre mayor sea el valor de gestión, así como el valor técnico de la propuesta, más grande e importante es el valor aportado al proceso de desarrollo de producto. El diagrama está dividido en 3 cuadrantes, los cuales están descritos de la siguiente manera:

- **Cuadrantes I:** En este cuadrante se encuentran la propuesta de con alto valor en gestión y en valor técnico por lo que genera un gran valor al proceso de desarrollo. Las propuestas que se encuentren en este cuadrante cuentan con los elementos para generar valor. Por lo tanto, se recomienda desarrollar e implementar la propuesta.
- **Cuadrantes S:** Las propuestas ubicadas en este cuadrante, aun cuando tengan un valor considerable tanto en la parte técnica como en la parte de gestión, será necesario una revisión y análisis exhaustivo de los 10 elementos con respecto al impacto en el proceso de prueba de enfriamiento y las áreas interesadas para identificar cual aporta mayor valor al proceso de desarrollo. Una vez hecho el análisis se podrá pasar al cuadrante “I” para su implementación y desarrollo.
- **Cuadrantes D:** Todas las propuestas que se encuentran en este cuadrante cuentan con valor técnico, así como valor de gestión bajo. Por lo que los elementos para generar valor son mínimos e insuficientes para tener un impacto en el proceso de desarrollo. Por lo tanto, no se recomienda desarrollar e implementar cualquier propuesta de solución ubicada en este cuadrante.

Para asignarles un valor a cada elemento se solicitó el apoyo de 6 expertos, los cuales representan a las 5 áreas interesadas en el proceso de prueba de enfriamiento y 1 área llamada gestión de la salud del vehículo, la cual gestiona todos los cambios y da mantenimiento a todos los hitos y entregables de la lógica de desarrollo de producto.

1. Experto en materia y líder técnico de los componentes de motor (área de SM).
2. Experto en materia de administración de agua e integración de vehículos (área de AA).
3. Ingeniero jefe de gestión de la salud del vehículo (área que gestiona la lógica del proceso de desarrollo).
4. Ingeniero de diseño y lanzamiento de sistemas delanteros y traseros (área de D&R).
5. Ingeniero y jefe de integración de sistemas de tren motriz (área ITSM).
6. Proveedor de partes sistemas delanteros y traseros (área de OP).

La asignación de cada elemento fue a través de un conceso que se llevó a cabo en una junta con los 6 expertos. Cada elemento se le podía asignar un valor máximo de 5 y un valor mínimo de 1, donde 5 es el mayor aporte de valor al proceso y 1 es el menor aporte de valor al proceso, con una ponderación uniforme para todos los elementos. En la figura número 28, se muestra los valores asignados a cada elemento y de cada propuesta de solución, además se incluyó el proceso real actual para definir una línea base y compararla con las 3 alternativas de solución.

Figura 28
Matriz de elementos de valor de Car Inc.

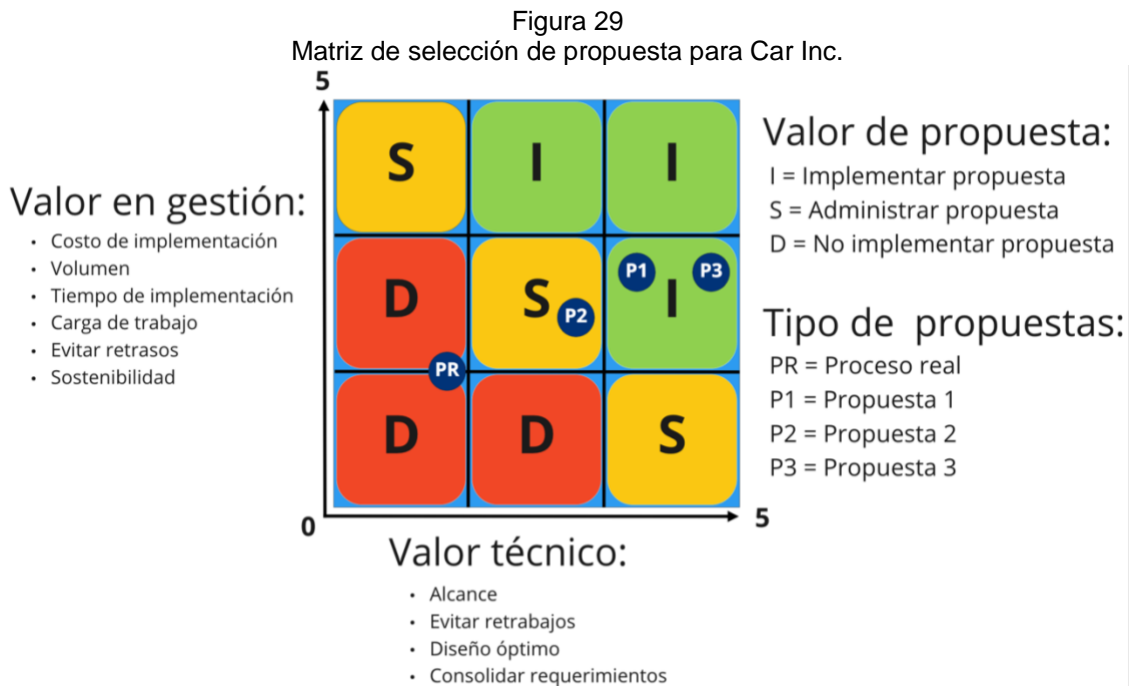
Factor	Elementos	Proceso real	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Valor en gestión	1. Costo de implementación	5	4	3	2
	2. Volumen	1	2	3	5
	3. Tiempo de implementación	5	3	2	2
	4. Carga de trabajo	1	4	3	2
	5. Evitar retrasos	1	4	3	5
	6. Sostenibilidad	1	3	5	4
	Promedio de valor en gestión	2.3	3.3	3.2	3.3
Valor técnico	1. Alcance	2	2	4	5
	2. Evitar retrabajos	2	4	3	4
	3. Diseño óptimo	3	5	4	5
	4. Consolidar requerimientos	2	4	3	5
	Promedio de valor técnico	2.3	3.8	3.5	4.8
Valor total	Valor de propuesta	4.6	7.1	6.7	8.1

Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

En la tabla de la figura 28, podemos observar que el valor de propuesta más bajo corresponde al proceso real y la propuesta de solución 2. Por otro lado, la propuesta 3 cuenta con el valor más alto seguido por la propuesta 1, ambas propuestas cuentan con el mismo valor en gestión, pero es el valor técnico de la propuesta 3 que permite que se posicione como la propuesta con mayor valor. Para seleccionar la propuesta con mayor valor se graficaron los valores de las 3 propuestas de solución y el proceso real utilizando 2 factores, factor de valor en gestión y factor de valor técnico, para graficar las coordenadas en la matriz de selección de propuesta.

Como se muestra en la figura 29, el proceso real o "PR" está ubicado en el cuadrante "D" por lo que se recomienda no implementar propuesta. Mientras que la propuesta 2 o "P2" se localiza en la zona "S", es decir se recomienda administrar la propuesta y se puede considerar utilizarse después de un análisis exhaustivo de los elementos para poder reconsiderar su valor. Por último, están las propuestas 1 y 3 o "P1" y "P3" las cuales están posicionadas en el cuadrante "I", por lo tanto, ambas propuestas aportan un alto valor al proceso de desarrollo y tiene el potencial de ser implementadas. Aun cuando ambas propuestas estén el mismo cuadrante, es P3 la que aporta el mayor valor al proceso, debido a su alto valor técnico. Por lo tanto, los resultados de las propuestas utilizando la matriz de selección son:

- Proceso real (PR). – No implementar propuesta.
- Propuesta 1 (P1). – Considerar implementar propuesta.
- Propuesta 2 (P2). – Analizar la propuesta.
- Propuesta 3 (P3). – Implementar propuesta.



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

El objetivo de las propuestas de solución es evitar y reducir los retrabajos y retrasos en el proceso de prueba de enfriamiento mediante entregables que promuevan interacción de funcionalidad cruzada en etapas tempranas del desarrollo de producto de Car Inc. Utilizando la matriz de selección encontramos que la propuesta 1 y 3 son la propuesta con mayor valor de gestión y valor técnico brindando mayor valor al proceso de desarrollo.

Por lo tanto, se recomienda implementar la propuesta 3, pues esta propuesta tiene un mayor valor técnico, alcance de pruebas físicas a desarrollar y consistencia en el proceso debido a la definición de hitos específicos para la propuesta, pero con un tiempo de implementación alto. Por lo que el equipo de expertos recomendó utilizar la propuesta 1 como medio de transición, ya que la propuesta 1 solo se enfoca en el proceso de prueba de enfriamiento, mientras que el siguiente paso será desarrollar la propuesta 3 para posteriormente migrar a ella.

7.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

En esta sección se describe la metodología de trabajo que se siguió para la investigación, propuesta de solución, validación e implementación del caso de estudio Car Inc. Para ello se desarrolló la siguiente metodología, como se observa en la figura 29, la cual se describe en los pasos a continuación:

1. **Definición de la problemática.** – La definición de la problemática y objetivo se realizó por medio del análisis del proceso prueba de enfriamiento y la comparación entre el proceso ideal contra el proceso real. Para ello se mapeo las actividades, pasos y tiempo del proceso de prueba de enfriamiento tanto para el proceso ideal o esperado como para el proceso real. Esto con el fin de identificar en que actividades se encontraban cuellos de botella. Además, se utilizó la técnica de entrevista semi-estructurada para obtener datos cualitativos. La cual consiste en hacer entrevistas individuales a cada uno de los 5 expertos de las áreas involucradas en el proceso de prueba de enfriamiento. Cada entrevista tiene una duración de 30 minutos y de manera remota.
2. **Marco contextual.** – Revisar y analizar la problemática orientada hacia el valor del sector, crecimiento de la industria, así como la historia de la organización y los procesos de desarrollo de producto. Esto se realizó de un enfoque deductivo que va de lo general a lo particular, es decir que se analizara desde el valor del sector hasta llegar a la problemática del caso de estudio. Para ello se ubicó a la empresa en la industria automotriz bajo dos sectores, el sector de ventas y el sector de manufactura. Se realizo

una investigación para obtener datos relevantes de ambos sectores para definir el valor del mercado, así como para definir a los principales competidores de la industria. También se ubicó la posición de México en la industria automotriz y su relevancia en el mundo. Posteriormente se definió la empresa Car Inc. en cuanto número de trabajadores, presencia a nivel mundial, producción anual y portafolio de producto. Esto con el fin de relacionar a Car Inc. con el sector automotriz enfocado en el crecimiento y su valor en el mercado. Por último, se definió la lógica de desarrollo de producto de Car Inc., así como las principales fases, hitos, entregables y áreas involucradas en dicha lógica. Esto con el fin de ubicar los hitos, entregables y áreas involucradas en el proceso de prueba de enfriamiento dentro de la lógica de desarrollo de producto.

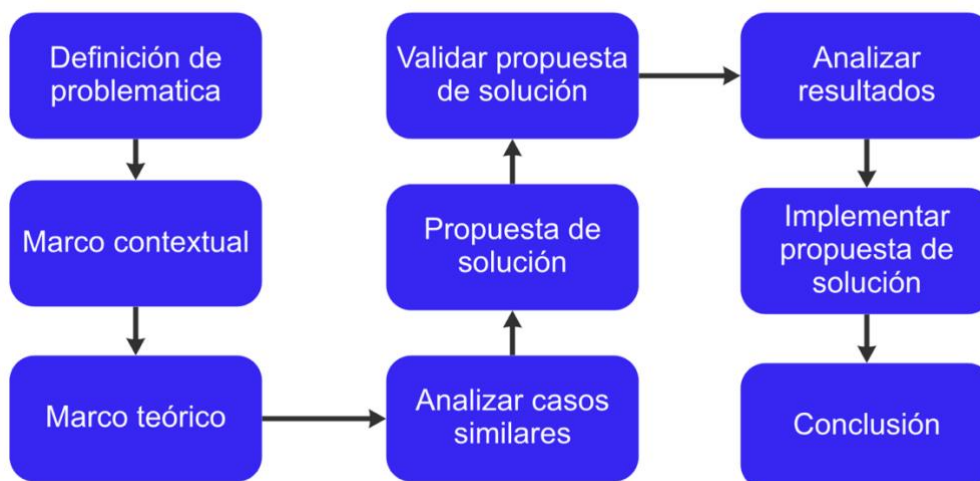
3. Marco teórico. – Buscar, investigar y documentar conceptos teóricos y marcos de trabajo enfocados en la innovación de desarrollo de producto, así como la interacción de distintas áreas para generar conocimientos y evitar silos de trabajo. Para ello se investigaron 4 modelos relevantes al proceso de desarrollo de producto e innovación, para brindar un referencia y guía para desarrollar métodos, técnicas o procesos para abordar la problemática del caso de estudio. El modelo de innovación tecnológica integrado tiene gran relevancia para abordar la problemática del caso Car Inc. debido a su enfoque en la industria automotriz, así como el comportamiento de la innovación en el proceso de desarrollo de vehículo. También el diagrama de herencia organizacional explica la relevancia de las conexiones entre los departamentos para desarrollar conocimiento y la importancia de estas en el desarrollo de producto. Esto nos ayuda a tener un mejor punto de vista y abordar de manera asertiva la problemática de Car Inc.
4. Análisis de casos similares. – Investigar, analizar y documentar tres casos con problemáticas similares a la problemática de Car Inc. Analizar propuestas de solución de los casos para definir y desarrollar alternativas o propuestas de solución para la problemática de Car Inc. Para ello se utilizaron 3 caso de estudio enfocados en el proceso de desarrollo, en los cuales 1 de ellos está enfocado en el mercado de electrodomésticos y los otros 2 en el sector automotriz. Esto con el fin comprender cómo adaptaron algunos modelos descritos en el marco teórico a las características únicas de las problemáticas a resolver de cada caso. Los cuáles serán referentes para definir modelos, técnicas o procesos para solucionar la problemática de Car Inc.
5. Propuesta de solución. – Proponer 3 alternativas de solución estableciendo como línea base los modelos, marcos teóricos y casos descritos, los cuales están orientadas en el proceso de desarrollo de producto. Estas alternativas de solución buscan adaptar los modelos descritos para abordar la problemática de Car Inc. ubicada en el proceso de enfriamiento dentro de la lógica de desarrollo de producto. Las 3 alternativas de solución están enfocadas en romper silos de trabajo en el proceso de enfriamiento y establecer trabajo de funcionalidad cruzada con las áreas interesadas. Para ello también se utilizó los datos del obtenidos del mapeo de los procesos real e ideal para adaptar mejor los modelos descritos para desarrollar mejores alternativas.
6. Seleccionar y validar propuesta de solución. – Seleccionar y validar la mejor alternativa de solución para su implementación. La selección y validación de la propuesta se realizó a través de un *focus group* de tipo fenomenológico para obtener información cualitativa. La cual se llevó a cabo de manera remota por videoconferencia con una duración de 2 horas, integrado por los 5 expertos involucrados en el proceso de prueba de enfriamiento y 1 experto en la lógica de desarrollo de producto. Todos los expertos son integrantes de Car Inc. excepto el experto que representa a los proveedores, que son externos a la organización. Para la seleccionar la alternativa de solución con mayor aporte de valor al proceso de desarrollo se utilizó matriz GE-McKinsey. Para ello se definieron 10 elemento de valor agrupados en dos factores, factor de gestión y factor técnico. Posterior se asignaron valores a cada propuesta según su valor de gestión y valor técnico para ser graficadas en la matriz. El cual también se llevó a cabo en la junta de *focus group* con los 6 expertos.
7. Analizar resultados. – Analizar información obtenida de las entrevistas y el *focus group* con los expertos involucrados en el proceso de enfriamiento sobre la propuesta de

solución para su posterior implementación. En este apartado se describe de manera clara el tratamiento de los datos obtenidos de las entrevistas, *focus group* y mapeo de proceso para poder transformar los datos cualitativos y cuantitativos obtenidos en información útil y relevante para solucionar la problemática del caso Car Inc. Para ello se utilizaron diagramas, gráficas y tablas para explicar de forma descriptiva los resultados de las técnicas utilizadas, todo esto enfocado en el contexto de la problemática a resolver descrita en el caso Car Inc.

8. Implementar propuesta de solución. – Desarrollar un plan para la implementación para ejecutar la alternativa de solución seleccionada y validada. Para implementar la propuesta de solución en la lógica de desarrollo de producto se definió un plan de 9 pasos representado en un diagrama de Gantt, con una duración de 12 semanas. Este plan fue revisado por los 5 expertos del proceso de enfriamiento. La factibilidad de implantación de este plan dentro de la lógica de desarrollo fue confirmada por el ingeniero jefe de gestión de la salud del vehículo. Por otro lado también se realizó un análisis de riesgo para identificar y comprender los riesgos que pueden afectar el desarrollo del plan según su probabilidad e impacto. Esto permite definir actividades o acciones para poder afrontarlos. También se definieron los costos de la implementación según las horas necesarias para realizar las actividades para desarrollar el plan de 9 pasos. El costo por hora se estimó por el área de recursos humano en un aproximado de \$50 USD la hora.

9. Conclusión. – Redactar la conclusión con base en los modelos teóricos, casos de estudio, validación de los expertos e implementación. Presentar de manera general los resultados del estudio del caso para ofrecer respuestas o soluciones a la problemática del caso Car Inc. a partir de la comparación y análisis de los resultados de los datos obtenidos. Las conclusiones son un argumento el cual presenta un aporte al caso de estudio con un fundamento basado en la información y análisis desarrolladas a lo largo del caso. Por último, se redactan algunas recomendaciones para la utilización de este caso de estudio como referencia y aplicación para otros problemas.

Figura 29
Matriz de selección de propuesta para Car Inc.



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

7.1.- Metodología para entrevistar a expertos

La entrevista es un conjunto de procedimientos enfocados en la investigación para la adquisición de información cualitativa. Esta herramienta técnica busca establecer una comunicación entre el investigador y el sujeto de estudio a través del diálogo, para obtener respuestas orientadas a un problema o caso de estudio. Como se menciona en (Díaz-Bravo, Torruco, Martínez, & Varela, 2013), el desarrollo de las entrevistas busca tener una mayor comprensión enfocada al caso de estudio, por lo que existen 3 tipos de entrevistas de investigación, definidas de la siguiente manera:

- Entrevistas estructuradas: Para realizar este tipo de entrevista es necesario contar con un guion previamente preparado, en el cual las preguntas den sentido a la entrevista. Esta estructura permite que el entrevistado no realice comentarios u opiniones que no estén enfocados en los objetivos de estudio.
- Entrevistas semi-estructuradas: Este tipo de entrevista aun cuando se prepara un guion, cuenta con mayor flexibilidad en la estructura lo cual invita al entrevistado a expresar su opinión y punto de vista al responder. Esta técnica permite recolectar y validar información.
- Entrevistas abiertas: Este tipo de entrevista es de carácter informal y se adapta a la situación, así como al momento, por lo que recae en el entrevistador la responsabilidad de guiar la entrevista, con el riesgo que pueda desviarse del objetivo o enfoque principal.

Las entrevistas son una herramienta con una gran ventaja en las fases de exploración y recolección de datos cualitativos relacionados con el tema o caso de estudio. Por lo que aplicar el concepto de las entrevistas es adecuado para explorar, indagar y recolectar datos cualitativos para definir de manera íntegra la problemática del caso de estudio Car Inc.

7.1.1.- Car Inc. entrevistas

La técnica de las entrevistas se utiliza en el caso de Car Inc. para recolectar información cualitativa para completar y consolidar la definición de la problemática a resolver. Para ello, se entrevistó de manera individual a los 5 expertos de las áreas involucradas en la prueba de enfriamiento para obtener información y explorar los puntos de vista, por lo que se seleccionó el tipo de entrevista semi-estructurada.

1. Experto en materia y líder técnico de los componentes de motor (área de SM).
2. Experto en materia de administración de agua e integración de vehículos (área de AA).
3. Ingeniero de diseño y lanzamiento de sistemas delanteros y traseros (área de D&R)
4. Ingeniero y jefe de integración de sistemas de tren motriz (área ITSM).
5. Proveedor de partes sistemas delanteros y traseros (área de OP).

Las entrevistas se realizaron con cada experto de manera individual y de manera remota, principalmente porque todos los expertos están ubicados en las oficinas de Car Inc. de Estados Unidos. Para ello, se agendaron juntas de trabajo de 30 minutos. Previo a la junta de trabajo se realizó una pequeña presentación, la cual sirvió como guía para la entrevista para que el experto expresara sus comentarios acerca de todo el proceso de prueba de enfriamiento, así como los puntos de dolor que se tienen en el proceso. A continuación, se describen los principales datos que los expertos tiene en común sobre el proceso del enfriamiento el cual ayudó a completar la problemática del caso Car Inc.

Existe un trabajo innecesario debido a la ausencia de entregables definidos para las pruebas de enfriamiento. No están definidos los límites y responsabilidades de cada área en el proceso de comunicación de la prueba de enfriamiento, tanto en la parte física como en las pruebas por computadora. Esto genera una falta de correlación con los requerimientos de las partes y las pruebas físicas, como la prueba de enfriamiento, donde las partes se prueban como un sistema de partes y no como partes individuales. Las áreas involucradas en la prueba de enfriamiento, así como la mayoría de las áreas, están enfocadas en únicamente desarrollar sus partes y que estas cumplan con los requerimientos, así como las reglas de diseño establecidas y no los requerimientos que involucran la interacción de partes de distintas áreas.

La mayoría de los cambios en el proceso de prueba de enfriamiento suceden en las etapas tardías, las cuales representan un cambio muy costoso debido al desarrollo invertido en el proceso. Estas pruebas se solicitan en hito DPPV o cuando no se pasa la prueba física de enfriamiento, ambos escenarios ocurren en etapas avanzadas del desarrollo de producto, donde los cambios en el diseño son de alto costo y tiempo. Esto es debido a que los retrabajos de este tipo de prueba se extienden hasta el hito TIF (fase de vehículo) y VTV (fase de ingeniería). Por lo que hacer un cambio o modificación conlleva un costo entre el 5% al 10% del presupuesto del proyecto. Sumado a esto, el proceso de enfriamiento se lleva a cabo en todos los modelos de vehículos de Car Inc., en el cual el 70% de los proyectos en los años 2019 al 2021, es decir que,

en promedio representa el 5.25% de costo adicional, el cual impacta al presupuesto global de desarrollo de producto.

Las áreas involucradas en este proceso no son solo las áreas internas de Car Inc. (ITSM, SM, D&R y AA), sino también un área externa, como lo es el proveedor, el cual brinda la factibilidad de manufactura y la información sobre el herramental. Cuando no se pasa la prueba física de enfriamiento, es necesario la colaboración de todas las áreas involucradas en el proceso las cuales son 4 (ITSM, SM, D&R y AA) y también el apoyo de los proveedores. No está definido un proceso para escalar problemas o solicitar soporte para cambios en el rediseño de partes ocasionado por otra parte de otra área para pasar una prueba física, la cual no es responsable la parte que se solicita el cambio. Por lo tanto, no se tiene definido un protocolo sobre qué área es responsable de asignar parte de su presupuesto para llevar a cabo el rediseño de parte. También las áreas como sistema de motores y diseño & lanzamiento no saben que existe un proceso de prueba asistido por computadora que puede simular la prueba de enfriamiento y evaluar cómo operan las partes como un sistema.

En conclusión, los datos obtenidos por los expertos muestran que existen silos de trabajo entre las 5 áreas involucradas en el proceso de prueba de enfriamiento, así como en las demás áreas en el proceso de desarrollo de producto. No existe un protocolo para escalar problemas, así como para definir límites y responsabilidades tanto para el rediseño de partes como para el financiamiento de éste. Esto resulta en un costo adicional del 5.25% para el presupuesto global de desarrollo de producto.

7.2.- Metodología de grupo de enfoque para validar la solución

El concepto de grupo de enfoque o conocido mejor por *focus group*, descrito en (Kehoe, 2003), es una metodología que ofrece a los participantes una forma abierta de expresar sus opiniones acerca del objeto a estudiar o evaluar. Estos participantes están integrados en grupos, siendo 12 el límite de participantes por grupo. El objetivo de un *focus group* es recolectar u obtener información cualitativa generada de la interacción de los participantes por medio de preguntas. Dichas preguntas no son cuestionarios estructurados, lo que permite a los participantes responder de una manera relajada y considerar de mejor manera los puntos de vista y objetivos del caso de estudio. Esto permite una interacción más profunda, perceptiva y entusiasta de los participantes hacia el objeto de estudio. Lo cual genera un mayor entendimiento de los sentimientos, emociones, ideas, actitudes y opiniones de los participantes sobre el objeto de estudio.

Según (Kehoe, 2003) existen 3 tipos de *focus groups*, exploratorio, clínico y fenomenológico, los cuales son abordados según del tipo de información que se desea obtener, el rol del moderador y la interacción de los participantes. Los 3 tipos de *focus groups* se describen de la siguiente manera:

- **Exploratoria.** – Este tipo de estudio tiene como objetivo generar ideas e hipótesis por medio de cuestionarios. Los participantes comparten qué les gusta o no les gusta, así como su sentir sobre el objeto de estudio. La interacción con el moderador es de manera individual con cada participante, por lo que la interacción entre los participantes es muy poca.
- **Clínico.** – En este estudio la interacción de los participantes entre ellos es mayor, mientras que el moderador tiene como principal objetivo observar e impulsar la interacción y discusión entre el grupo con el fin de que los participantes se expresen libremente. Para ello, se recomienda utilizar pruebas de proyección, ejercicios de asociación o ejercicios interactivos. Por lo tanto, el rol del moderador es de suma importancia para el desarrollo de este estudio.
- **Fenomenológico.** – Este tipo de estudio tiene como principal característica la interacción del moderador con el grupo, pues el moderador es un participante más. La interacción no es estructurada, al contrario, la interacción surge de manera natural. El objetivo del moderador es capturar, analizar e interpretar las experiencias que los participantes comparten en el grupo. Así es como los observadores llegan a un consenso o conclusión referente al objeto de estudio.

El concepto de *focus group* tiene algunas implicaciones que es necesario considerar debido al impacto que pueden tener en los resultados del caso de estudio. La implicación más importante recae en el moderador. Es decir, los resultados que se obtiene en cualquiera de los 3 tipos de *focus group* son tan buenos como el desempeño del moderador con el grupo. El moderador deberá tener experiencia en el proceso de entrevista, pero sobre todo estar familiarizado con la cultura del grupo y los participantes. Este concepto es una opción muy útil para obtener datos cualitativos de manera rápida y eficiente. También es un acercamiento muy útil en situaciones o casos de estudio que requieren toma de decisiones inmediata como lo son los ambientes de negocio y altamente competitivos. Por lo tanto, el concepto de *focus group* se integra de manera efectiva a las necesidades del caso de Car Inc.

7.2.1.- Car Inc. *focus group*.

Para seleccionar y validar las 3 alternativas de solución propuestas para atender la problemática del caso de estudio Car Inc. se buscó la participación de 6 expertos, los cuales representan a las 5 áreas interesadas en el proceso de prueba de enfriamiento y 1 área llamada gestión de la salud del vehículo, la cual gestiona todos los cambios y da mantenimiento a todos los hitos y entregables de la lógica de desarrollo de producto.

1. Experto en materia y líder técnico de los componentes de motor (área de SM).
2. Experto en materia de administración de agua e integración de vehículos (área de AA).
3. Ingeniero jefe de gestión de la salud del vehículo (área que gestiona la lógica del proceso de desarrollo).
4. Ingeniero de diseño y lanzamiento de sistemas delanteros y traseros (área de D&R)
5. Ingeniero y jefe de integración de sistemas de tren motriz (área ITSM).
6. Proveedor de partes sistemas delanteros y traseros (área de OP)

El grupo de enfoque o *focus group* se realizó con los 6 expertos en una junta de 2 horas de manera remota, esto es debido a que todos los expertos se encuentran ubicados en las oficinas de Car Inc. de Estados Unidos. Siguiendo el tipo de *focus group* fenomenológico, se desarrolló una presentación para exponer los 3 tipos de alternativas y los elementos propuestos para evaluar las alternativas de solución. El objetivo de dicha presentación está enfocado en ser una guía para los 6 expertos en el grupo de enfoque para impulsar la interacción entre ellos para que expresen su punto de vista y llegar a un consenso sobre las alternativas propuestas que afectan al proceso de prueba de enfriamiento para elegir la propuesta que aporte el mayor valor.

Primero se abordó el objetivo de este grupo de enfoque, el cual era seleccionar una alternativa de solución que agregara el mayor valor al proceso de desarrollo. Después se describió la problemática de la prueba de enfriamiento, así como el proceso ideal y el proceso actual para después exponer las 3 alternativas de solución para resolver la problemática del caso de estudio. Por último, se explicó que se utilizaría la matriz de selección para elegir una propuesta.

Posteriormente, se definió y describió el número de elementos necesarios para aportar valor al proceso de desarrollo de producto para evaluar las propuestas. Esto se llevó a cabo con la participación y consenso de los 6 expertos, los cuales aportaron información desde sus diferentes puntos de vista sobre qué elementos son relevantes para aportar valor al proceso de desarrollo. Una vez definido los elementos para evaluar las propuestas, a través de un consenso de los 6 expertos, se asignó un valor a cada elemento entre un valor máximo de 5 y un valor mínimo de 1, con una ponderación uniforme para todos los elementos. Este proceso de asignación de valores se realizó para las 3 alternativas de solución y al proceso real. Una vez asignados los valores se graficaron los resultados en la matriz de selección, la cual arrojó los siguientes resultados:

- Proceso real (PR). – No implementar propuesta.
- Propuesta 1 (P1). – Considerar implementar propuesta.
- Propuesta 2 (P2). – Analizar la propuesta.
- Propuesta 3 (P3). – Implementar propuesta.

La gráfica mostraba que el proceso real tanto la propuesta 2 no aportaba el un valor importante al proceso de desarrollo por lo tanto las dos se descartaron. Por otro lado, la propuesta 3 y 1 mostraron un mayor aporte al proceso. Ambas propuestas muestran el mismo aporte en los

elementos de gestión, pero la propuesta 3 muestra un mayor aporte de valor en los elementos enfocados en el valor técnico, aunque su tiempo de implementación es mayor que la propuesta 1. Por lo tanto, se seleccionó la propuesta 3 como la alternativa a implementar.

Pero debido al aumento de rediseño de partes e incumplimiento en la prueba física de enfriamiento de los vehículos actualmente en desarrollo, los cuales ha generado un aumento de costos y retrasos sin precedente en la organización, el grupo de expertos necesita una solución inmediata. Por lo que se propone implementar la propuesta 1 de manera inmediata y la propuesta 3 como un proyecto a largo plazo. Esto es con el objetivo de atender el problema actual en el proceso de la prueba de enfriamiento y ser un medio de transición para la propuesta 3. A continuación se describen los puntos de vista de cada experto para tomar dicha decisión:

1. Experto en materia y líder técnico de los componentes de motor (área de SM): El proceso de prueba de enfriamiento genera retrabajos y retrasos en más de la mitad de los vehículos en desarrollo, los cuales se presentan en etapas avanzadas, específicamente en las pruebas físicas de enfriamiento. Estos retrabajos son detonados cuando un vehículo falla la prueba de enfriamiento y para solucionar este problema es necesario romper los silos de trabajo entre las áreas interesadas. También muy pocas personas en el área de SM conocen las pruebas de simulación de enfriamiento, pues no está formalizada, por ello la formalización de esta prueba de simulación es necesaria.

Recientemente los vehículos que están pasando por esta prueba han presentado el doble de fallas en comparación a vehículos anteriores. Por lo que es necesario implementar una solución inmediata para los siguientes modelos para no incurrir en mayores pérdidas y aumento de costos, es por ello que se optó por implementar la propuesta 1. La propuesta 3 se recomienda ser implementada por el alcance de distintas pruebas que pueden ser analizadas en el mismo hito, pero requiere un mayor tiempo de implementación y no cubre la necesidad actual del área de SM. Por lo que el área de SM propone implementar la propuesta 3 como una siguiente fase de la propuesta 1.

2. Experto en materia de administración de agua e integración de vehículos (área de AA): El proceso actual de prueba de enfriamiento presenta un reto para el área de administración de agua, pues para realizar esta prueba es necesario tener un plan para solicitar los vehículos de prueba, instalar los instrumentos de medición y las partes que se estudiarán, lo cual representa un alto costo para el presupuesto del programa. Es común que los vehículos fallen las pruebas de enfriamiento, por lo que se realizan múltiples pruebas hasta cumplir el requerimiento. La mayoría de las causas de estas pruebas son que las partes no sean factibles de manufacturar, no se comunican rediseños o cambios de partes entre áreas o simplemente no se tienen todas las partes identificadas. Debido a esto y a un caso reciente de un programa, donde ha hecho 20 pruebas físicas y no ha sido capaz de cumplir con la prueba física de enfriamiento, se busca abordar de manera urgente este problema.
3. Ingeniero jefe de gestión de la salud del vehículo (área que gestiona la lógica del proceso de desarrollo): El tiempo de implementación de la propuesta 1 es muy largo de la alternativa 3 tomaría por lo menos 1 año. Habilitar hitos enfocados en el trabajo de funcionalidad cruzada descrito en la propuesta 3 tardara aproximadamente 1 año, aunque la estructura de hitos fomenta una mejor gestión de trabajo y consistencia, lo cual permite permanencia a lo largo del tiempo. Por otro lado, la implementación de la propuesta 1 es relativamente rápida, debido a su baja alteración en la lógica de desarrollo de producto, solamente se agregarán algunos entregables a la lista de responsabilidades de cada área. Se recomienda utilizar la propuesta 1 como una etapa de transición para una mejor respuesta al cambio y adopción.
4. Ingeniero de diseño y lanzamiento de sistemas delanteros y traseros (área de D&R): El proceso de prueba de enfriamiento representa un constante rediseño de partes y retrabajos, los cuales son detonados para solucionar problemas que emergen del área de diseño para cumplir con la prueba física de enfriamiento. Estos cambios son recurrentes y representan un alto costo ya que se dan en etapas avanzadas en el proceso de desarrollo. Además, esto genera una confusión sobre cuál departamento es responsable de cubrir los costos de rediseño de la parte. Además, ya que el rediseño es

solicitado en etapas avanzadas, no se puede obtener un diseño de parte óptimo debido al tiempo y costo disponibles.

Adicional a esto, los vehículos que actualmente están pasando por este tipo de pruebas han detonado un mayor número de rediseños de parte por vehículo, lo que ocasiona un alto costo en los rediseños, así como retrabajos para el área de D&R. Se contempla que el mismo escenario suceda con los vehículos que apenas están iniciando el proceso. Por esto se optó por la propuesta 1 debido a su tiempo de implementación relativamente rápido comparado con la propuesta 3 para poder implementarlo y buscar no incurrir en el mismo problema.

5. Ingeniero y jefe de integración de sistemas de tren motriz (área ITSM): Actualmente no está formalizada la prueba virtual de enfriamiento, por lo que pocas personas en el área de SM y D&R conocen la prueba, la cual es utilizada para obtener un análisis de riesgo de manera preventiva. Normalmente esta prueba toma relevancia en etapas avanzadas del proceso de desarrollo y es el área de ITSM quien integra a las distintas áreas para solucionar los problemas que se presentan en las pruebas físicas. También se identificó otros tipos de pruebas físicas que se pueden simular con el mismo método utilizado para la prueba de enfriamiento.

Debido a esto se optó por la propuesta 3 por su mayor alcance en el tipo de pruebas. Esta opción prevé generar un mayor volumen de trabajo, por lo que se necesitara desarrollar un área enfocada para atender la demanda, así como trabajo adicional para calibrar el método de simulación según el tipo de prueba, lo cual requiere un tiempo de implementación considerable. Mientras que la propuesta 1 genera un menor volumen de trabajo. Este volumen puede ser cubierto capacitando a 3 personas dentro del área de ITSM.

6. Proveedor de partes sistemas delanteros y traseros (área de OP): El proceso de prueba de enfriamiento demanda una rápida respuesta de la factibilidad de parte a rediseñar, el herramental y el costo de los cambios de. Esto representa un reto pues estos cambios suceden en etapas avanzadas, lo cual no busca una modificación consistente, al contrario, busca solucionar el problema actual sin tomar en cuenta la posibilidad de optimizar herramental y partes. Esta optimización se ha logrado en etapas tempranas del proceso de desarrollo, así como exploración de nuevos materiales y técnicas.

Debido a que constantemente se desarrollan diferentes partes al mismo tiempo, la propuesta 3 brinda una mejor gestión para cambios, rediseños y pruebas de las partes en desarrollo. Pero se recomendó abordar la propuesta 1 como una fase de transición ya que normalmente el área de proveedores no se comunica con el resto de las áreas, normalmente solo se comunican con D&R. Por lo que se recomienda implementar la propuesta 1 para impulsar a los proveedores a la adopción de un trabajo colaborativo con las demás áreas.

8.- PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

8.1.- Implementar propuesta de solución

Como se describió en los resultados obtenidos en el grupo de enfoque, se optó por implementar la propuesta 1 como medio de transición a la propuesta 3 por su menor tiempo de implementación. Esto es importante debido al alto costo que se están incurriendo por fallar las pruebas físicas de enfriamiento que se están presentando actualmente en los desarrollos de vehículo. Por ello se planea implementar la propuesta 1 lo antes posible para que los modelos próximos no incurran en dicha falla. Por lo tanto, para implementar la alternativa de solución 1 en la lógica de desarrollo de producto se propone un plan de 9 pasos:

1. Formalizar análisis de riesgo.
2. Definir protocolos juntas colaborativas.
3. Anclar propuesta a entregables de hitos.
4. Capacitar personal y áreas involucradas.

5. Desarrollar pruebas piloto.
6. Refinar Propuesta.
7. Iniciar implementación.
8. Revisar resultados.
9. Dar seguimiento y soporte.

El tiempo de implementación de estos 9 pasos es de 109 horas distribuidas en 12 semanas, algunos de se realizarán de manera simultánea, como se muestra en la figura 30. Este plan de implementación de 9 pasos fue revisado por los 5 expertos del proceso de prueba de enfriamiento y se confirmó su factibilidad de implementación dentro de la lógica de desarrollo de producto con el ingeniero jefe de gestión de la salud del vehículo (integrante del área que gestiona la lógica del proceso de desarrollo).

Figura 30
Gantt de implementación de propuesta 1

Implementación Propuesta 1	Semanas											
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Formalizar análisis de riesgo	■											
2. Definir protocolos juntas colaborativas.		■	■									
3. Anclar propuesta a entregables de hitos.			■									
4. Capacitar personal y áreas involucradas				■	■	■						
5. Desarrollar pruebas piloto						■	■	■				
6. Refinar Propuesta								■				
7. Iniciar implementación									■	■	■	■
8. Dar seguimiento y soporte									■	■	■	■
9. Revisar resultados												■

Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

En el tiempo del plan de implementación se incluye dentro de la formalización del análisis de riesgo de la prueba de enfriamiento, así como la redacción y validación del requerimiento de este análisis. Por otra parte, la de definición de protocolos de las juntas colaborativas incluye la definición de aportes de áreas involucradas y los entregables que se busca obtener de estas juntas. La siguiente actividad, anclar propuesta a entregables de hitos, es clave para la adopción de esta propuesta, pues una vez hecho esto, si no se cumple con dichos entregables no será posible avanzar en el proceso de desarrollo, por lo que impulsa a cumplir con los entregables que se proponen en la alternativa de solución 1.

También dentro de este rango de tiempo se incluye la capacitación tanto del personal que realizara las pruebas de simulación del enfriamiento en el área de ITSM, como las personas de las 5 áreas involucradas. La capacitación del personal de ITSM se enfoca en el desarrollo, análisis e interpretación de la simulación de la prueba de enfriamiento, así como liderar las juntas de funcionalidad cruzada. Por otro lado, la capacitación a las áreas está orientada a comunicar los cambios en el proceso de prueba de enfriamiento, mostrar la nueva cadencia de trabajo y cuáles son los roles, así como las funciones de cada persona dentro del nuevo proceso de prueba. Para una correcta implementación de la propuesta 1, se decidió desarrollar pruebas piloto en 2 vehículos que están actualmente en el proceso de prueba de enfriamiento. El primero que esté en etapas tempranas y el segundo que esté en etapas tardías. Esto es con el objetivo de identificar mejorar y alinear a los interesados para ajustar el proceso, lo cual permite un mejor acoplamiento con los equipos y a la lógica del desarrollo de producto.

También se propone dar seguimiento y soporte una vez implementado el proceso para asegurar una correcta adopción de la propuesta por parte de los equipos. El objetivo de esto es verificar la asistencia e interacción de los interesados a las juntas colaborativas, resolver dudas sobre el desarrollo e interpretación de las pruebas de simulación de enfriamiento y gestión de la información que se genere. Por último, en el plan de implementación es revisar resultados, el cual es un paso clave, pues esta información será el punto de partida que se utilizará para el desarrollo e implementación de la propuesta 3.

8.2.- Análisis de riesgos

La metodología de análisis de riesgos, como se describió en las materias de Ejecución de Proyectos de Innovación y Administración de proyectos, en la Universidad Iberoamericana por el Dr. Guillermo Granados y el Mtro. Fernando Ramírez, implica comprender el riesgo a través de las causas y efectos en el caso de que se presente dicho riesgo. Las causas son acontecimientos o circunstancias que dan origen al riesgo, mientras que los efectos es una consecuencia negativa o desviación de lo previsto.

Para comprender el riesgo, antes es necesario identificarlo, para ello se recomienda hacer una lista de los riesgos que puedan impactar el cumplimiento de los objetivos. Una vez identificados y analizados los riesgos es necesario evaluarlos para poder gestionarlos y definir qué tipo de respuesta tomar en caso de que se presente dicho riesgo. La evaluación del riesgo es cualitativa con valores alto medio y bajo, los cuales dependen de dos criterios, posibilidad de ocurrencia e impacto a los objetivos del proyecto. Una vez evaluados los riesgos se define la actividad para afrontarlos y cumplir con los objetivos previstos en el proyecto. Para ello existen 4 tipos de actividades para afrontar los riesgos:

1. Evitar. – Modificar el plan para suprimir o eliminar el riesgo.
2. Transferir. – Transferir responsabilidad a un tercero para manejar el problema.
3. Mitigar. – Actividades que se pueden reducir la probabilidad de ocurrencia
4. Aceptar. – Asumir el riesgo y consecuencias, está contemplado en el presupuesto.

Para el caso Car Inc. en la implementación de la propuesta 1 se identificaron algunos riesgos los cuales son necesarios gestionar, por lo que se utilizó la metodología de análisis de riesgos para afrontarlos. Para ello se identificaron los riesgos para posteriormente evaluarlos según su probabilidad e impacto. Finalmente se propone la actividad necesaria para afrontar cada uno de los riesgos, como se muestra en la figura 31.

Figura 31
Análisis de riesgos de la propuesta 1

Riesgo	Efecto	Probabilidad	Impacto	Acción	Actividad preventiva
1.- No contar con la asistencia de las áreas involucradas en las juntas de funcionalidad cruzada.	Que no se desarrolle un diseño óptimo y alineado con todas las áreas, por lo que se puede incurrir en rediseños, retrabajos y retrasos.	Media	Alto	Mitigar	Capacitar, comunicar y alienar con todos las áreas involucradas para obtener compromiso. También se anclaran los resultados de las juntas a los hitos de cada área para poder avanzar en el proceso de desarrollo.
2.- No identificar todos los requerimientos necesarios.	Que se omita información clave para el diseño de las partes y se identifique en etapas tardías en el desarrollo de producto, por lo que se tenga que hacer un rediseño sustancial y de un alto costo.	Media	Alto	Mitigar	Hacer una lista, junto a los expertos, con todos los requerimientos de todas las áreas necesarios para el diseño de partes para las pruebas de enfriamiento. Una vez hecha la lista, siempre cotejar con la lista todas las requerimientos a lo largo de todas las juntas.
3.- No contar con el personal suficiente para las pruebas de simulación de enfriamiento.	Que al no analizar todos los vehículos, esto puede ocasionar que no se detecte un vehículo que pueda altos retrabajos y costos al proyecto.	Media	Alto	Evitar	Si el volumen de pruebas es sostenido se capacitara a otro ingeniero para cubrir la demanda de pruebas de simulación. Si es un aumento ciclo, propone hacer un filtro de las pruebas que sean críticas para realizar la prueba y se descartaran las que no lo sean.
4.- Resistencia que los proveedores y el área de administración de agua a trabajar juntos.	Esto puede provocar a no cumplir con un desarrollo óptimo por no contar con la información y experiencia de estas áreas, lo que puede resultar en fallas o retrabajos en etapas avanzadas.	Media	Alto	Mitigar	Se propone aplicar un punto de control, el cual conste de firmas de aprobación de modelo y rediseños para poder realizar un prueba física o prototipo en las etapas avanzadas.
5.- Cambios de supuestos antes del hito de VTV que puedan impactar el diseño de parte.	Que se presente un cambio de supuesto no contemplado, donde sea necesario rediseñar la parte lo que provoca retrabajos en etapas avanzadas y un alto costo.	Media	Alto	Transferir	Solicitar presupuesto de riesgo en el hito AFP para cubrir cualquier rediseño en etapas avanzadas que pueda surgir por cambio de presupuestos.

Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

8.3.- Análisis financiero

La implementación de la propuesta 1 en el proceso de desarrollo de producto de Car Inc. está enfocada en la gestión de los recursos humanos y procesos, por lo que no se requiere la adquisición o licenciamiento de materiales, equipo o software, ni la contratación de personal adicional. Por lo tanto, esta propuesta se centra en el tiempo requerido para capacitar personal ya existente y en redactar, así como realizar cambios en los procesos actuales.

Para implementar la propuesta 1 se estima que la inversión total es de \$5,450.00 dólares, como se muestran en la figura 32. Dicha propuesta está integrada por 11 actividades con una duración total de 109 horas. Para calcular el costo total de implementación se multiplico por el total de horas requeridas para implementar el proyecto por el costo por hora de un ingeniero en Car Inc., el cual se estimó por el área de recursos humanos aproximadamente en \$50 USD la hora.

Figura 32
Tabla de costo de implementación de la propuesta 1

Actividad	Horas	Costo USD
Formalizar el proceso de análisis de riesgo	10	\$ 500.00
Redactar y verificar requerimiento de análisis de riesgo.	5	\$ 250.00
Redactar el nuevo proceso y portocolos de enfriamiento.	10	\$ 500.00
Anclar entregables a la lista de entregables o Checklist de cada área.	5	\$ 250.00
Capacitar 3 personas en el análisis de riesgo.	20	\$ 1,000.00
Capacitar a las áreas sobre las juntas de funcionalidad cruzada.	5	\$ 250.00
Comunicar cambios en el proceso de enfriamiento.	5	\$ 250.00
Desarrollar puebas piloto en programas actuales.	15	\$ 750.00
Ajustar o mejorar de propuesta de solución.	5	\$ 250.00
Iniciar implementación en la logica de desarrollo de producto.	5	\$ 250.00
Dar seguimiento y soporte en el proceso ya operando.	24	\$ 1,200.00
Total	109	\$ 5,450.00

Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Recientemente existe una ventana de oportunidad para impulsar la implementación de la propuesta de solución. Actualmente hay un vehículo en desarrollo que está pasando por el proceso de prueba de enfriamiento en el cual ha tenido que repetir varias veces las pruebas físicas y no ha sido capaz de cumplir con esta prueba, además dicho vehículo ha presentado el doble de fallas en comparación a los vehículos anteriores.

Pero debido al aumento de rediseño de partes e incumplimiento en la prueba física de enfriamiento de los vehículos actualmente en desarrollo, los cual han generado un aumento de costos y retrasos sin precedente en la organización estimados en \$500 mil USD, el grupo de expertos optó por implementar una solución inmediata. Por lo que se propone implementar la propuesta 1 de manera inmediata y la propuesta 3 como un proyecto a largo plazo. Esto es con el objetivo de atender el problema actual en el proceso de la prueba de enfriamiento y ser un medio de transición para la propuesta 3.

8.4.- Retos para un gestor de innovación tecnológica

Los principales retos de un gestor de la innovación tecnológica gira entorno a la producción, distribución y aplicación de conocimiento, el cual tiene un impacto en el desarrollo, uso y adopción de diferentes tecnologías. Para tener una óptima gestión de conocimiento se recomienda utilizar las siguientes funciones (Solleiro, J., & Herrera, A., 2017):

1. Inventariar. - Recopilar y conocer tecnologías utilizadas por la empresa y el mundo.
2. Vigilar. - Vigilar competidores y nuevas tecnologías para definir el impacto sobre las actividades de la empresa.
3. Evaluar. - Determinar y evaluar la competitividad y potencial tecnológico.
4. Enriquecer. - Definir estrategia de investigación y desarrollo en el cual se priorice tecnologías y adquisición de tecnologías externas.

5. Asimilar. - Sistematizar el potencial tecnológico a través de las diferentes formas de protección tecnológica, documentar tecnologías y procesos empresariales, desarrollo de aplicaciones y gestión adecuada de recursos.
6. Proteger. - Definir e implementar políticas de propiedad intelectual.

Con respecto a la propuesta del caso de estudio Car Inc. orientado a las 6 funciones, uno de los mayores retos desde el punto de vista de un gestor de innovación tecnológica radica en la asimilación y evaluación, esto se ve reflejado en la gestión del cambio en los procesos, pues de no ser gestionado adecuadamente la propuesta de solución se volverá obsoleta, por lo que perderá competitividad y no genera valor al proceso de desarrollo. Esto es relevante para el caso de estudio pues en la empresa de Car Inc. existen procesos que han operado por muchos años, los cuales en un inicio eran competitivos y aportaban valor al proceso, pero al pasar el tiempo dichos procesos permanecieron igual sin adaptarse a los cambios tecnológicos volviéndose obsoletos. Esto ocasiona un deterioro en el proceso de desarrollo.

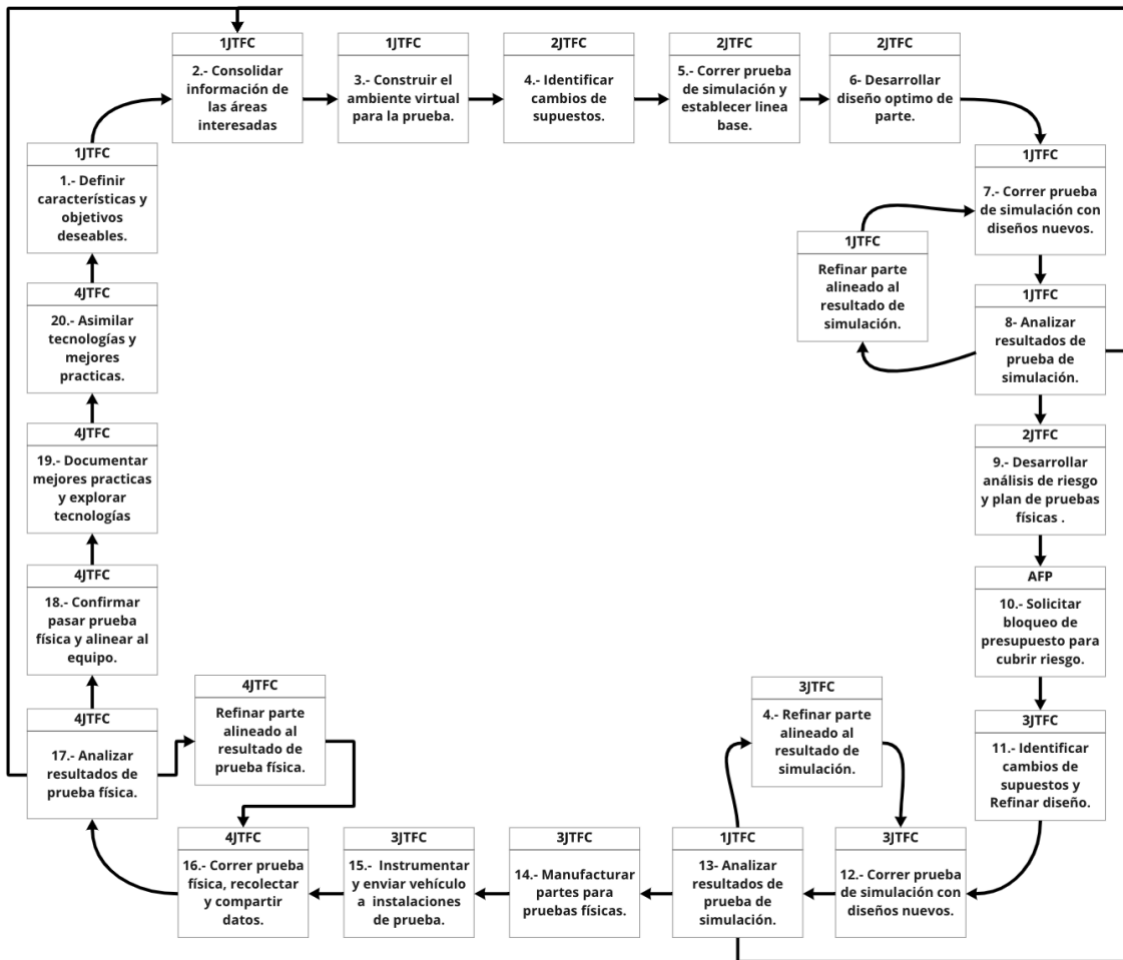
Esto se debe a la variable temporal (Nuchera, 2013) que existe en el proceso de desarrollo, la cual busca optimizar un proceso para el desarrollo de nuevos productos. Esta variable temporal inicia cuando una nueva tecnología entra en contacto en el proceso de desarrollo y ocasiona un nuevo proceso que puede facilitar la solución de problemas. El reto de un gestor de innovación tecnológica radica en la reducción de dicha variable temporal, para ello se recomienda considerar como un elemento estratégico el valor que genera el conocimiento y la información en el proceso de desarrollo. Por lo que se recomienda implementar las siguientes acciones:

- Disminuir el tiempo de actividades que no generan valor.
- Diseñar un flujo de información eficaz.
- Diseñar un proceso de cambio para disminuir el tiempo de introducción de cambios.
- Implementar proceso paralelos o concurrentes.

En el caso de la propuesta de solución del caso Car Inc. es importante gestionar la variable temporal para mantener la competitividad en el proceso de desarrollo tomando en cuenta las acciones recomendadas. Estas acciones buscan reducir el tiempo de implementación de tecnologías y procesos que puedan surgir a lo largo del desarrollo de producto, como se muestra en la figura 33. En el cual se muestran las actividades a alto nivel de la propuesta 1, las cuales se llevan a cabo en las 4 juntas de trabajo de funcionalidad cruzada (JTFC). Para gestionar el cambio se proponen 3 acciones:

1. Documentar mejores prácticas y explorar nuevas tecnologías. – Esta actividad está definida como el paso 19 en el proceso. Esta acción busca recolectar información de las 5 áreas involucradas a lo largo del proceso para definir mejores prácticas. También promueve la identificación y exploración de nuevas tecnologías para hacer el proceso más eficiente y preciso. Por último, se busca documentar la información obtenida en este paso.
2. Asimilar tecnologías y mejores prácticas. – La actividad está definida como el paso 20 del proceso. Esta actividad está enfocada en asimilar la información recolectada en el paso 19 y modificar el proceso.
3. Compartir el análisis de resultados de pruebas de simulación y físicas. - La acción está definida en los pasos 8, 13 y 17 del proceso. Esto tiene el objetivo de compartir la información relevante a vehículos en desarrollo que son similares, lo que permite una mayor interacción de información entre vehículos para impulsar mejoras al proceso.

Figura 33
Proceso de gestión tecnológica de la propuesta 1



Fuente: elaboración propia con información de empresa de estudio.

Las actividades propuestas en el diagrama para gestionar los cambios tecnológicos en el proceso de enfriamiento buscan implementar un proceso que permita a la propuesta de solución adaptarse a los cambios tecnológicos y de proceso más rápido, así como también mantener una aportación de valor competitiva y relevante al proceso de desarrollo de producto.

9.- LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

En este apartado se abordarán los límites y alcance de la propuesta de solución seleccionada para resolver la problemática del caso Car Inc. Es importante mencionar que las limitantes y recomendaciones estarán enfocadas solo en la propuesta 1. Esto es porque se seleccionó utilizar primero la propuesta 1 para atender el alto número de incumplimiento de pruebas físicas de enfriamiento en los vehículos actuales y ser un medio de transición para abordar la propuesta 3. Las limitantes relevantes de la propuesta de solución 1 son las siguientes:

- La alternativa de solución está enfocada al sector automotriz específicamente al proceso de prueba de enfriamiento dentro del desarrollo de producto. Si se busca implementar a otra área o proceso será necesario realizar ajustes.
- La alternativa de solución esta definida para aplicarse en el proceso de desarrollo de producto para la prueba de enfriamiento. Si se quiere llevar a otro tipo de producto o prueba será necesario adaptar la propuesta a las necesidades, características y objetivos de dicho producto o proceso.

- El alcance de esta propuesta está orientada al proceso de prueba de enfriamiento, aunque tiene el potencial de integrar otro tipo de pruebas relacionadas con la interacción de agua.
- La propuesta de solución está orientada solo al proceso de enfriamientos de los turbo cargadores y múltiples de escape, anclada a los hitos VCI1, VCI2, EIP, CAE, AFP, VTV, DPPV y TIVP.
- La propuesta contempla solo tener 4 juntas de trabajo de funcionalidad cruzada(4JTFC), donde 2 de ellas estarán en etapas tempranas y las otras 2 en las etapas avanzadas. Se dará seguimiento a la prueba física, se presentarán y analizarán los resultados de la prueba física de enfriamiento para posteriormente ser documentados y almacenados.
- Solo se podrá solicitar presupuesto de riesgo una vez durante el proceso de desarrollo y solo podrá ser en el hito AFP, de no ser así no se tendrá acceso a dicho presupuesto en las siguientes etapas.
- La propuesta de solución solo involucra a las 5 áreas interesadas en el proceso de prueba de enfriamiento las cuales son integración de sistema de tren motriz, sistemas de motor, diseño y lanzamiento, proveedores y administración de agua. La aplicación de la propuesta a un distinto proceso con múltiples áreas es posible siempre y cuando se modifique el proceso a las necesidades y se incluyan todas las áreas involucradas de dicha prueba.
- La propuesta se enfoca al proceso de pruebas, el cual está integrado por pruebas de simulación o software y pruebas físicas. Es posible orientar esta propuesta a un proceso que no necesita pruebas físicas.
- La propuesta está limitada a gestionar 5 áreas, si se requiere aplicar la propuesta en un proceso donde existan más áreas o menos, será necesario adaptar la propuesta dependiendo del número de áreas involucradas.
- La alternativa de solución busca a prevenir o evitar retrabajos en el proceso de prueba de enfriamiento en etapas avanzadas del proceso de desarrollo de producto. También se puede aplicar otros procesos que involucren pruebas y tengan un alto número de retrabajos y retrasos en los procesos de desarrollo, pero para ello será necesario investigar los detalles de dicho proceso y ajustar la propuesta de acuerdo con ellos.
- Esta propuesta está enfocada a desarrollar un diseño óptimo por medio de la identificación de los requerimientos de las 5 áreas alineados a cumplir con las pruebas físicas desde etapas tempranas en el proceso de desarrollo. Este proceso se puede adaptar a cualquier proceso de diseño que requiera cumplir una prueba física, pero será necesario adaptarlo y alinearlos a los requerimientos, así como a las áreas involucradas en el proceso de diseño.
- La propuesta tiene como objetivo romper silos de trabajo en el diseño y desarrollo de producto orientados a una prueba física donde se involucran específicamente 5 áreas. Esta propuesta puede ser adaptada a más de una prueba física y a distintas áreas involucradas, para ello es necesario ajustarla a las necesidades y requerimientos de las pruebas físicas, así como a de las áreas involucradas en dichas pruebas.

La propuesta de solución seleccionada para el caso Car Inc. está enfocada en el proceso de prueba de enfriamiento en el proceso de desarrollo de producto. El objetivo de la propuesta es evitar y reducir los retrabajos y retrasos en el proceso de prueba de enfriamiento mediante entregables que promuevan interacción y trabajo colaborativo en etapas tempranas del desarrollo. Aunque esta propuesta busca solucionar un problema interno de Car Inc., tiene el potencial de resolver una gran variedad de problemas externos a la organización donde involucren retrasos, rediseños y retrabajados en el proceso de desarrollo en los cuales existan silos de trabajo.

10.- CONCLUSIONES

Con base en las entrevistas semi-estructuradas a expertos se definió la problemática del caso. También se realizó una investigación bibliográfica en la cual también se utilizaron 3 estudios de caso relacionados con desarrollo de producto para desarrollar y proponer 3 alternativas de solución. Después de esto se validó y seleccionó una propuesta de solución a través de un grupo de enfoque con los expertos del proceso. Por último, con la ayuda de los expertos, se desarrolló un plan de implementación para incorporar la propuesta al proceso de desarrollo de producto.

La problemática del caso gira entorno al proceso de desarrollo de vehículo específicamente en el proceso de prueba de enfriamiento. Este adolece de rediseños de partes en etapas tardías del desarrollo de producto debido a ajustes que se van dando a lo largo del avance del proceso. Sumado a esto la interacción simultánea de distintas áreas promueve rediseños de partes. Esto se debe a la existencia de silos de trabajo entre las distintas áreas y la identificación de los requerimientos que las partes deben satisfacer para desarrollar un diseño óptimo. Esto genera retrabajos y retrasos que ocasionan aumento en el costo y tiempo en el proyecto. Para comprender mejor la problemática del proceso de enfriamiento dentro del proceso de desarrollo de producto de Car Inc. se propuso realizar un mapeo del proceso de enfriamiento ideal y un mapeo del proceso real, es decir cómo se comporta actualmente el proceso. Esto nos permite detectar en qué parte del proceso existen pasos adicionales o cuellos de botella donde se presentan rediseño, retrabajos y retrasos en el proceso los cuales ocasionan un aumento en costos y tiempo.

Referente a las teorías investigadas para el desarrollo del caso, se eligió utilizar el modelo de innovación tecnológica integrado y el diagrama de herencia organizacional debido a su enfoque en el desarrollo de producto orientado en la industria automotriz. El primer modelo aborda la secuencia simultánea de actividades de distintas áreas en el proceso de desarrollo siempre buscando la alineación de las distintas áreas a través de reuniones de funcionalidad cruzada para un diseño óptimo. Mientras que el segundo modelo se enfoca en la gestión del conocimiento al involucrar el conocimiento de las áreas de forma individual y el conocimiento que emerge de la interacción entre las áreas. En cuanto a la investigación relacionada con los 3 casos de estudio, estos se utilizaron para desarrollar las propuestas de solución. Estos 3 casos están enfocados en el proceso de desarrollo de producto. Dos de estos casos estaban orientados a la industria automotriz, uno con un enfoque en la lógica de desarrollo de producto referente al diseño de partes, mientras que el otro describe la cadena de suministro de la industria automotriz y la importancia de los proveedores en el diseño.

Se propusieron 3 alternativas de solución para abordar la problemática referente al proceso de prueba de enfriamiento. Las 3 propuestas descritas buscan reducir retrabajos y retrasos a través de la interacción de las áreas involucradas. La selección y validación de la propuesta fue por medio de un grupo de enfoque y la matriz GE-McKinsey. Para ello se requirió el apoyo de 6 expertos los cuales representan a las 5 áreas interesadas en el proceso de prueba de enfriamiento y 1 área llamada gestión de la salud del vehículo. Donde se evaluaron las 3 propuestas descritas y el proceso real de prueba de enfriamiento, esto resultó en la elección de 2 propuestas. El equipo de expertos optó por recomendar utilizar la propuesta 1 como medio de transición, ya que la propuesta 1 sólo se enfoca en el proceso de prueba de enfriamiento, mientras se va desarrollando la propuesta 3 para posteriormente migrar a ella. Esto fue principalmente por aumento de rediseño de partes e incumplimiento en la prueba física de enfriamiento de los vehículos actualmente en desarrollo. Esto ha generado un incremento en costos y retrasos sin precedente en la organización, por lo que los expertos optaron por una solución de implementación inmediata para no tener más pérdidas en el proceso de desarrollo.

El enfoque de las propuestas de solución busca evitar y reducir los retrabajos y retrasos en el proceso de prueba de enfriamiento mediante entregables que promuevan interacción de funcionalidad cruzada en etapas tempranas del desarrollo de producto de Car Inc. Utilizando la matriz de selección encontramos que la propuesta 1 y 3 son la propuesta con mayor valor de gestión y valor técnico brindando mayor valor al proceso de desarrollo. Como se estableció en la selección y validación de las alternativas de solución, se estableció la propuesta 1 como un medio de transición para la implementación de la propuesta 3. Por lo tanto, la siguiente fase es desarrollar la propuesta 3 para posteriormente migrar a ella. Debido al mayor valor técnico,

alcance de pruebas físicas a desarrollar y consistencia en el proceso la propuesta 3 aporta un mayor valor para cumplir con los objetivos de la empresa Car Inc.

El objetivo de la alternativa de solución seleccionada es identificar todos los requerimientos y necesidades para involucrar a las áreas interesadas desde las etapas tempranas del proceso de desarrollo del vehículo y promover un trabajo colaborativo entre áreas para el desarrollo de diseños óptimo para reducir retrabajos, retrasos e incremento de costo y tiempo en el proceso de desarrollo de vehículo. La propuesta de solución está limitada a solo integrar 5 áreas (ITSM, SM, D&R, OP y AA) por medio de juntas de trabajo de 30 minutos a 1 hora a la semana llamadas JTFC con duración de 4 a 5 semanas, las cuales están ancladas a los entregables de los hitos de cada área.

En cuanto a la implementación se propone un plan de 9 pasos con una duración de 12 semanas. Estos incluyen la formalización de un análisis de riesgo y definir protocolos de las juntas colaborativas. Para impulsar la adopción de la propuesta se propone acanalar la propuesta de solución a entregables de cada área interesada. También se busca capacitar y comunicar a las áreas involucradas en la propuesta. Luego se propone realizar una prueba piloto para refinar la propuesta de solución. Una vez hecho esto se implementará la propuesta donde se dará seguimiento para asegurar la adopción por parte de los equipos.

El caso de estudio Car Inc. tiene como objetivo desarrollar e implementar una alternativa al proceso de prueba de enfriamiento actual, a través de juntas de funcionalidad cruzada para romper los silos de trabajo e impulsar el trabajo colaborativo. Esto con el fin de evitar rediseños de partes, retrabajos, retrasos e incrementos de costo y tiempo en etapas avanzadas por fallas en las pruebas físicas dentro del proceso de desarrollo de producto. Gracias a lo antes mencionado se obtuvieron las siguientes conclusiones las cuales se describen a continuación en los siguientes puntos:

- En la industria automotriz la existencia de silos de trabajo es una práctica común en el diseño de partes dentro del proceso de desarrollo de vehículo. En el cual cada área se enfoca en cumplir con los requerimientos, diagramas de diseño, factibilidad de manufactura y ensamble, únicamente de la parte de la cual es responsable. Por lo tanto, el enfoque de diseño está orientado exclusivamente en una parte, perdiendo de vista la funcionalidad del sistema que se identifica en las pruebas físicas. Esto ocasiona que cualquier rediseño o modificación de parte represente un alto costo para el proyecto.
- El mapeo del proceso de prueba de enfriamiento muestra la existencia de un cuello de botella en las etapas avanzadas del proceso de desarrollo en los hitos enfocados a pruebas físicas. Este cuello de botella es ocasionado por el trabajo funcional cruzado no planeado para resolver problemas derivados del incumplimiento de la prueba física de enfriamiento. En el cual, el mayor tiempo invertido es en la comunicación, definir responsabilidades y qué área financiará los cambios necesarios.
- Las pruebas físicas de vehículo, como es el caso de la prueba de enfriamiento, se comportan como un sistema y no como una parte individual, es decir consta de varias partes e involucra 5 áreas. Por lo que, si se presenta alguna falla en las pruebas física es necesario la participación de las áreas involucradas para resolver dicho problema. De lo contrario, cualquier modificación en el sistema puede impactar negativamente en los requerimientos, diagramas de diseño, factibilidad de manufactura y ensamble de las partes que integran el sistema, ocasionando fallas en las pruebas físicas. Por lo que el trabajo de funcionalidad cruzada con todas las áreas involucradas es necesario para desarrollar un diseño óptimo y funcional alineado a las pruebas físicas.
- Aunado al desarrollo de un diseño óptimo, se identificó que el trabajo de funcionalidad cruzada unifica el conocimiento de las áreas involucradas. Es decir, el conocimiento compartido impulsado por los vínculos y conexiones generados por el trabajo funcional cruzado permite desarrollar un conocimiento de mayor valor para el proceso de enfriamiento para desarrollar tecnologías y competencias que permiten desarrollar un diseño óptimo.

- El grupo de enfoque concluyó que el trabajo de funcionalidad cruzada aporta valor al proceso si se realiza de manera planeada, recurrente y en etapas tempranas del proceso de desarrollo. Debido a esto, las modificaciones, rediseños y alineamientos entre las áreas involucradas son más efectivas y asequibles. De esta forma se impulsa el desarrollo de partes óptimas y funcionales para cumplir con las pruebas físicas, como lo es la prueba de enfriamiento. Por otro lado, el trabajo de funcionalidad cruzada no planeado en etapas avanzadas orientado solamente a resolver problemas por incumplimiento de pruebas físicas, genera cuellos de botella por consiguiente retrasos y retrabajos. Los cuales aumentan el costo al presupuesto de prueba de enfriamiento. Esto debido a la falta de protocolos de comunicación, respuesta y responsabilidades entre las áreas involucradas en la prueba de enfriamiento.
- Con base a la característica lineal del proceso de desarrollo de producto para una mejor adopción de la propuesta se optó por anclarla o alinearla a los entregables de los hitos claves del proceso de enfriamiento. Ya que es necesario cumplir con los entregables definidos para cada hito con el fin de poder avanzar en el proceso, de lo contrario no se podrá avanzar. Si esto llegara a suceder, el mismo proceso cuenta con herramientas y pasos ya establecidos para ayudar al cumplimiento de dichos entregables. Debido a esto se puede concluir que cualquier propuesta o cambio que se busque implementar en un proceso de desarrollo lineal es posible impulsar su adopción a través de entregables definidos en cada hito.
- La alternativa de solución propuesta depende de las necesidades funcionales de la prueba de enfriamiento, es decir de los requerimientos, diagramas de diseño, factibilidad de manufactura y ensamble de todas las partes involucradas en las pruebas físicas. En el cual muchas veces los silos de trabajo en el proceso de desarrollo impiden identificar dichas necesidades funcionales. Por lo que las juntas de funcionalidad cruzada rompen los silos de trabajo e impulsan el diseño enfocado a las necesidades funcionales del sistema y no sólo de las partes.

Se puede concluir que la alternativa de solución 1 es una propuesta adecuada para afrontar la problemática del proceso de prueba de enfriamiento, por lo tanto, se cumplió el objetivo del caso de estudio pues se encontró una alternativa al proceso actual de enfriamiento, capaz de reducir rediseños, retrabajos y retrasos lo que permite una reducción de costos en el presupuesto de desarrollo de producto. La aportación principal de este caso de estudio es un proceso de funcionalidad cruzada con interacción de múltiples áreas para obtener un diseño funcional, el cual está enfocado en el proceso de enfriamiento para el desarrollo de vehículos. Para ello se tomó como base el modelo de innovación tecnológica integrado, el modelo de herencia organizacional y 3 casos enfocados en el proceso de desarrollo de producto. Por último, la viabilidad del proceso propuesta en este caso de estudio fue validado por 6 expertos involucrados en el proceso de prueba de enfriamiento y la lógica de desarrollo de producto. Por lo tanto, se concluye que el diseño está en la funcionalidad.

11.- REFLEXION FINAL

El paso acelerado del cambio es inexorable. El surgimiento de cambios y nuevas tecnologías que exceden la capacidad y diversidad actual de nuestros recursos, así como a nuestros procesos es inevitable. Pero creo que podemos adaptar estos cambios y nuevas tecnologías para poder generar un mayor valor a las empresas y a nuestro entorno. Para ello es indispensable desarrollar formas para promover el trabajo colaborativo entre distintas áreas y funciones, donde gradualmente los silos de trabajo deberán ser rotos para tener una adaptación más eficiente. Por lo que desarrollé este caso de estudio.

Para la elaboración del caso de estudio Car Inc., así como el de cualquier caso, existen algunos retos para abordarlo y mantenerlo enfocado para resolver una problemática. Para afrontar estos obstáculos se recomienda partir el caso en entregas o componentes, enfocados en desarrollar y completar las entregas de manera individual. Estas entregas al final serán integradas y se afinarán los detalles necesarios. Por lo que, el desarrollo del caso de estudio Car Inc. fue posible gracias a la integración de distintos componentes sin los cuales no hubiera sido posible realizarlo.

Siendo la definición de la problemática un componente clave para el desarrollo de caso, el cual consta de definir de manera concreta el problema y acotar el alcance de este. Este punto es clave ya es la piedra angular o cimiento para la construcción del caso de estudio. Pues el desarrollo de los demás componentes gira en torno a la definición de la problemática. Por lo que recomiendo prestar especial cuidado e invertir tiempo en definir y acotar de manera clara el problema.

Otro componente que tiene gran peso en el desarrollo del caso de estudio es tener acceso a la información sobre la cual el caso va a desenvolverse. En mi caso, la sólida relación con la empresa de estudio, el conocimiento del entorno de la problemática, mi experiencia en el sector, la sólida relación con contactos clave o expertos en el tema y el conocimiento de los procesos que giran en torno a la problemática fueron elementos esenciales para desarrollar este caso. De lo contrario, será necesario invertir mayor cantidad de tiempo en obtener información y abordar la problemática del caso adecuadamente. Por lo que recomiendo elaborar un caso de estudio donde el acceso a la información sea robusta y relativamente de fácil acceso, pues este acceso es indispensable ya que brindará un entorno de soporte para la elaboración del caso de estudio. Esto con el fin de abordar la problemática de manera eficaz y afrontar retos que surjan a lo largo del desarrollo del caso de estudio.

Un ejemplo de la importancia de contar con el acceso a la información para el desarrollo del caso de estudio es en la adquisición de datos y validación de la información. Esto es gracias al entorno de soporte que brinda un acceso robusto a la información como lo son el apoyo de expertos y datos del proceso. En el caso de Car Inc., la participación e interacción de los expertos fue esencial para adquirir datos y validar información. Gracias a esta fuerte relación, fue posible realizar las entrevistas y un grupo de enfoque con mayor agilidad, así como con mayor naturalidad. Esto se vio reflejado en la disposición y confianza lo cual permite crear un ambiente de mayor apertura para contestar preguntas y compartir información detallada para el caso de estudio. Por otro lado, si no se cuenta con un fácil acceso a la información no se tendrá un ambiente de soporte por lo que será necesario invertir tiempo en la obtención de la información lo cual puede ocasionar la omisión de información clave y deteriore la valides del caso de estudio. Por lo que recomiendo ampliamente hacer uso de las relaciones de la empresa o contactos personales para impulsar la obtención de la información, ya que el desarrollo del caso es un trabajo que requiere el apoyo de varias personas y elementos, no es un trabajo en solitario.

Un componente que no se debe perder de vista es la adopción de la propuesta de solución a la problemática del caso. Esto permite que la propuesta sea sostenible y prevalezca a lo largo del tiempo y emerja la innovación. Para ello es importante identificar los mecanismos de adopción existentes que giran en torno al caso de estudio. Estos mecanismos de adopción muchas veces están en las actividades diarias enfocadas en generar valor y en el avance del proyecto o en acciones que generan hábitos. En el caso específico de Car Inc., debido a que la propuesta de solución está orientada en un proceso de desarrollo lineal, se optó por utilizar los entregable de cada hito como medio para adoptar la propuesta de solución. Pero es importante recordar que el medio que podemos utilizar para impulsar la adopción de la propuesta varía según las características del caso de estudio. En caso de que perder de vista estos mecanismos de adopción, cualquier propuesta para solucionar la problemática no tendrá un efecto duradero, por lo cual no será sostenible y corre el riesgo de reincidir en el problema. Por lo que, recomiendo para que la propuesta sea adoptada es necesario identificar las actividades diarias que generan valor y utilizarlas como medios de adopción alineándolas a la propuesta de solución.

La totalidad del caso de estudio fue impulsada por el deseo de entender cómo la función de un sistema define el diseño de las partes que lo integran. Es decir, las partes y sus interfaces pueden sufrir cambios, pero deben de estar alineadas a la función esperada que debe emerger del sistema. Esto con el fin de compartir los conocimientos e *insights* obtenidos durante el desarrollo del caso para contribuir de manera significativa al proceso de desarrollo de producto y de esta forma aportar valor a la organización Car Inc.

12.- BIBLIOGRAFÍA

1. Arrechea, F. & Cortés, D. (2017). Diseñar con recursos internos o subcontratados: Un acercamiento a modelos de servicio de diseño en la industria automotriz y la importancia de la innovación. [PDF] (1st ed.). Consultado en 23 febrero 2022.
2. Braungardt, S., Molenbroek, E., Smith, M., Williams, R., Attali, S., & McAlister, C. (23 de mayo de 2014). Impact of Ecodesign and Energy/Tyre Labelling on R&D and Technological Innovation. Obtenido de https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/201405_ieel_product_innovation.pdf
3. Carlier, M. (2021, noviembre 10). Automotive industry worldwide – statistics & facts. Statista. <https://www.statista.com/topics/1487/automotive-industry/#dossierKeyfigures>
4. Córdova, L. (2019). La importancia de la adopción de un modelo de innovación funcional en el área de desarrollo de producto. [PDF] (1st ed.). Consultado en 23 febrero 2022.
5. Díaz-Bravo, L., Torruco, U., Martínez, M., & Varela, M. (16 de abril de 2013). Entrevistas semiestructuradas. Obtenido de <http://riem.facmed.unam.mx/node/47>
6. IBISWorld. (2021, agosto 4). Global Car & Automobile Sales - Market Size 2005–2027. IBISWorld. <https://www.ibisworld.com/global/market-size/global-car-automobile-sales/>
7. IBISWorld. (2021, abril 2). Global Car & Automobile Manufacturing - Market Size 2005–2027. IBISWorld. <https://www.ibisworld.com/global/market-size/global-car-automobile-manufacturing/>
8. Kehoe, W. & Lindgren, J. (2003). Focus groups in global marketing: Concept, methodology and implications. [PDF] (1st ed.). Consultado el 23 de marzo de 2022.
9. Nuchera, A., León, G. & J. Pavón. (2013). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Editorial: Pirámide. Madrid.
10. Orús, A. (2022, febrero 1). Principales fabricantes de la industrias automovilística en función de la cuota de mercado en Estados Unidos en 2021. statista. <https://es.statista.com/estadisticas/598715/cuota-de-mercado-de-los-fabricantes-de-automoviles-ee-uu/#:~:text=en%202020,-Publicado%20por%20Abigail&text=La%20estad%C3%ADstica%20muestra%20los%20principales,del%2014%25%20del%20mercado%20estadounidense>
11. Orús, A. (2021, abril 14). Ranking de los principales fabricantes de automóviles según el volumen de ventas a nivel mundial en 2020. statista. <https://es.statista.com/estadisticas/600663/fabricantes-de-automoviles-venta-de-vehiculos-a-nivel-mundial/>
12. Parrilla, M. (2018). La importancia de la industria automotriz y su actividad en México. [PDF] (1st ed.). Consultado el 2 de marzo de 2022.
13. Ruiz, U. (2020, junio). Perspectiva Industrial Industria Automotriz. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/finance/2020/Perspectiva-Industria-Automotriz-DEconosignal.pdf>
14. Solleiro, J., & Herrera, A. (2017). En Gestión Tecnológica conceptos y prácticas. Obtenido de <http://cambiotec.org.mx/site/wp-content/uploads/2017/09/E-Libro-Gestio%CC%81n-2.pdf>
15. Trott P. (2017), Innovation Management and New Product Development. Sexta Edición. Editorial: Pearson. Reino Unido.