



Trabajo de grado en modalidad de aplicación

Método de mejoramiento de procesos de personalización a partir de un modelo de costeo inverso en la empresa Auto Prime®

Carlos Cruz Villarraga^{a,c}, Luisa Díaz Amaya^{a,c}, Laura González Fernández^{a,c},

Alexander Cárdenas Ramos^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Abstract

Now a days, industries are facing evolution, its main agent of change has been the client. This due to the change in terms of the needs and requirements expectations from a product or service. Such evolution has been termed as the Industry 4.0 in which the consumer has been involved in the production process of the good. Mass customization is one of the aspects that Industry 4.0 considers, its main objective is to satisfy the unique needs that each client has in order to pursue competitiveness as an organizational strategy. As a result, companies have been forced to adapt their supply chains to a more dynamic manufacturing model, where flexibility and efficiency mean that the good that the client will acquire, will satisfy its needs or requirements. However, costs appear as one of the most critical variables of personalization due to its high value.

Co-creation is an important aspect to low the costs related to personalization. It happens when the client is involved in the manufacturing process of the good. It is possible that, bonding a relation between customers and producer, the bidirectional relation allows the costs of personalization approach to those of standardization and mass production from a personalized view. This is the challenge of today industries that want to focus their systems into a perspective of personalization. In Colombia, due to the fact that production systems do not respond to a personalization in an efficient way, it has been generated that companies sacrifice part of the profit to maintain the level of competitiveness within the market. In this work, it is expected to design a method that allows an organization to carry out the personalization, responding to the needs of the clients with low costs.

Key words: Personalization, Industry 4.0, Costs, Manufacture, Supply Chains, Mass Production.

1. Justificación y planteamiento del problema

Hablar sobre la personalización se remonta a la producción artesanal, donde cada producto tiene características únicas. Con el paso del tiempo el paradigma de la industria dicta que los estándares permiten la producción en masa, lo cual deja relegado el término solo a procesos e industrias específicas. Actualmente la personalización se concibe como el uso de la tecnología para acomodar las diferencias entre las personas [1]. Sin embargo, hoy en día hablar de personalización *per se* es perder de vista la perspectiva que supone la industria 4.0: la personalización en masa. Esta personalización se refiere a la práctica de usar la tecnología de la información para tratar a los clientes de manera individual y así adaptar los productos y servicios a estos [2].

La personalización en masa se entiende como la estrategia competitiva y productiva que permite la generación de valor ofreciendo productos que satisfacen preferencias individuales, con costos y eficiencias similares a los de producción en masa. El diseño del producto individual se realiza mediante el co-creación de la mano del cliente, este producto se enmarca dentro de un espacio fijo de solución, que delimita la oferta y define los procesos, las tecnologías y el sistema productivo [3]. En este escenario, la relación cliente-productor

se estrecha por las inversiones que hace cada uno. Al ser parte del proceso, los clientes sienten que son tratados y valorados de manera personal y distintiva, a pesar de la inversión de tiempo, energía e incluso tarifas extras que devengan la experiencia de la co-creación.

Los productores invierten tecnología en su sistema productivo para que responda a esta tendencia y ganan diferenciación, conceptos de productos generados por los propios clientes y datos acerca de las necesidades individuales [4]. La personalización en masa, entonces, genera valor tanto para la empresa como para los clientes. Hay que tener en cuenta que, los costos son una variable crítica en la co-creación ya que estos aumentan significativamente por ser un mercado *de uno*, a diferencia de customización en masa, donde su mercado se acerca más al *de unos pocos* como se muestra en la Figura 1.

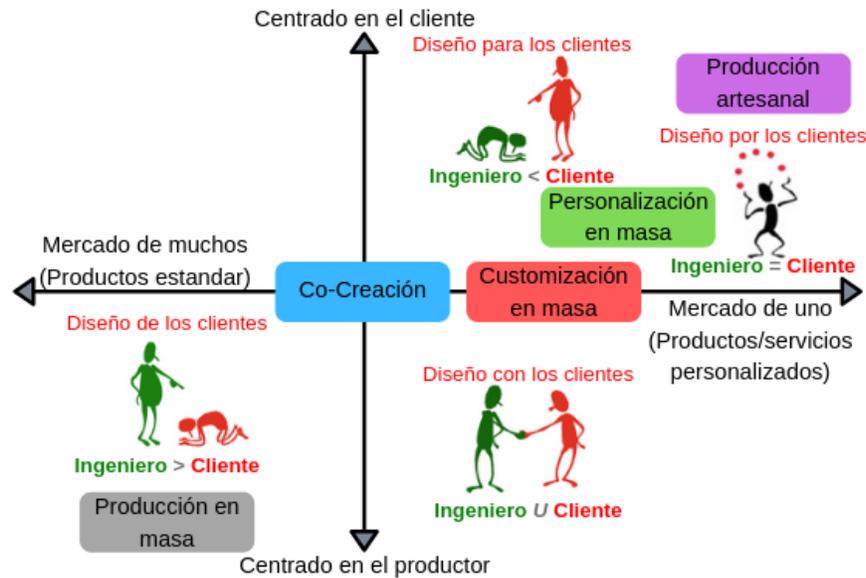


Figura 1. Cumplimiento de las necesidades del cliente [4] pág. 1051.

Para que la personalización sea parte del futuro próximo, esta debe ser más asequible para los clientes. La tecnología 4.0 soporta la operación de la producción en masa con sistemas ciber-físicos, el *big data*, el internet de las cosas y del servicio [5]. Sin embargo, se ha dejado de lado los costos que representan la operación de sistemas de producción que responden a la personalización en masa. Por más que se desee enfocarse en la creación de valor tanto para el cliente como para el productor, el costo sigue siendo una variable crítica. Existen modelos que apoyan la personalización en masa desde las perspectivas de la arquitectura del producto, los procesos, los sistemas de información y conocimiento [3].

Cuando las empresas se diferencian horizontalmente y el costo del producto es alto: la personalización y la calidad son complementos. Sin embargo, cuando los costos son bajos, la personalización se vuelve en un atributo, “una empresa puede obtener un mayor beneficio de la personalización bajo diferenciación horizontal si el costo de la calidad y los costos de inadaptación son bajos” [2].

El objetivo principal de la personalización se centra en satisfacer las necesidades de los mercados actuales, en donde los consumidores participan en el proceso de manufactura del producto. A partir de la reducción de costos como variable más crítica, es importante tener presente que una alta calidad del producto y una personalización eficaz son importantes para que las empresas con este modelo de producción sean rentables [6]. Amazon, por ejemplo, presenta un crecimiento en su volumen de activos, producción, ventas y beneficios, a causa de ofrecer personalización al cliente y productos con niveles altos de calidad; por ende, se puede decir que tanto la calidad como la personalización son factores que incrementan la utilidad [7].

Hoy en día, las empresas se enfrentan a desafíos sin precedentes, dentro de estos se incluye la contradicción entre la alta demanda de productos personalizados y una escasez de producción personalizada. Para dar respuesta a lo anterior, las empresas deben ser capaces de resolver los principales problemas de interfaz entre la producción, el desarrollo del producto y el uso del mismo y, por lo tanto, dirigir todos los procesos de mayor valor agregado hacia los requisitos de los clientes [8].

Para que todo lo anterior sea parte de la realidad, los costos de la producción personalizada cada vez se deben acercar más a los de la producción en masa. Para que los costos de la personalización sean más bajos que los asociados a la estandarización y la producción masa, el cliente debe ser el agente principal en el proceso productivo quien se involucra directamente generando las entradas al sistema de manufactura [8].

A pesar de lo anterior, no todas las empresas, sobre todo en Colombia, han podido adaptar estos descubrimientos a sus sistemas de producción por lo que responden ante las exigencias del mercado con altos costos y con un posible sacrificio de su rentabilidad, por lo que no se genera el valor esperado para las compañías. Auto Prime® es una empresa colombiana que realiza reparaciones a vehículos con un enfoque personalizado, sin embargo, no ha podido adaptar la personalización a un esquema más eficiente que tenga en cuenta las metodologías aplicadas actualmente en la producción personalizada.

Lo anterior se debe a que la prestación del servicio depende de la necesidad particular de cada uno de los casos de reparación. Para el presente trabajo se parte de que la empresa tiene la personalización dentro de su portafolio de servicios, es decir, los servicios en sí mismos tienen un enfoque de personalización. Sin embargo, lo que se busca es que se aplique la personalización de una manera costo-eficiente.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, existe un número significativo de empresas que se están orientando hacia la personalización dentro de su portafolio. Por lo tanto, es importante desarrollar esquemas que permitan la gestión sostenible del modelo de personalización en la ejecución de su portafolio de servicios o productos.

Considerando los desafíos expuestos anteriormente, derivados de un cliente cada vez más exigente y la búsqueda constante de la sostenibilidad financiera, el presente trabajo de grado busca responder *¿Cuál debe ser el método que identifique oportunidades de mejora y que impacte la estructura de costos directamente relacionada por la personalización en la empresa Auto Prime ®?*

2. Antecedentes

Las prácticas y sistemas de operaciones de manufactura han evolucionado a través de los últimos 200 años. Las empresas han experimentado tres revoluciones industriales y la demanda ha sufrido transformaciones en sus dimensiones. Una preocupación continua de las empresas ha sido la relación dinámica entre la oferta y la demanda dentro de las cadenas de valor. [4]

La primera revolución industrial fue impulsada por la creación de James Watt en 1728: la máquina a vapor [9]. Los sistemas de producción de la industria 1.0 eran costosos y ofrecían una variedad limitada de artículos, donde la única dimensión era el volumen de producción [5].

La evolución hacia la industria 2.0 se dio cuando el mercado exigió variedad y esta fue adherida como dimensión a los sistemas de producción. El hito de la época fue Frederik Taylor con la Teoría de la Administración Moderna. La implementación y la extensión de estos conocimientos permitieron que los sistemas productivos de Henry Ford y Taiichi Ohno se adaptaran a la segunda revolución industrial [5].

La tercera revolución trajo consigo la innovación tecnológica, especialmente, en la industria electrónica y la arquitectura de sus productos pasó a ser de integral a modular [5]. Algunos de las innovaciones de la época son la computación y el cambio de sistemas análogos a digitales. Los sistemas de

la industria 3.0 respondieron a tres dimensiones: volumen, variedad y tiempo de entrega, donde se implementaron los sistemas de manufactura flexible y el resultado fue una producción que se destacó por su alta productividad, bajo costo y grandes variedades.

En la actualidad, existe una tendencia a enfocarse en la demanda del cliente y su deseo es la fuerza clave para la nueva evolución o revolución industrial. Los clientes demandan cada vez más productos personalizados y la relativa escasez de estos es un indicio para estudiar la producción en masa personalizada ya que puede ser uno de los elementos clave para la industria 4.0 en temas de manufactura [9].

Las evoluciones de los sistemas de manufactura se presentan en la Figura 2. Se utiliza una relación de volumen contra variedad de productos, a través de una línea de tiempo. Se puede ver cómo el volumen en la producción personalizada es menor que en la personalización en masa y en la producción en masa. Sin embargo, la variedad que ofrece la producción personalizada alcanzará niveles que no se habían tenido con otros sistemas productivos.

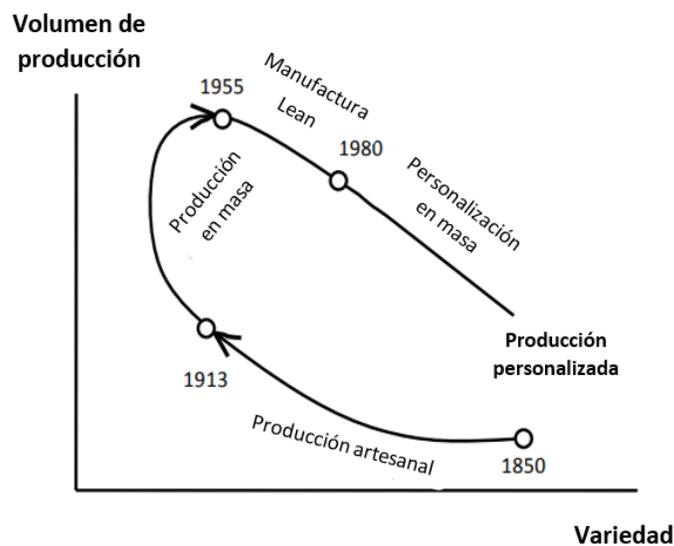


Figura 2. Relación volumen variedad en los paradigmas de manufactura [6] pág. 4.

Cada cliente tiene expectativas, necesidades y elasticidades relativas con respecto al producto, su precio, sus tiempos de entrega y sus demás características [9]. En un extremo se pueden encontrar clientes cuyas necesidades se satisfagan con productos estándar que se encuentren de una manera rápida. Sin embargo, los clientes se están moviendo hacia el extremo cuyas demandas son más complejas y necesitan soluciones a la medida, dispuestos a esperar un poco más y también a pagar algo extra por su producto o servicio.

El cambio de comportamiento se puede explicar por medio de una serie de factores, siendo el contexto global de competencia y la rápida información que se encuentra en la web dos de los principales. Otro factor importante, es que hoy en día los clientes tienen mayor confianza sobre sus preferencias [10]. Esta es la razón principal que hace que las elecciones entre dos clientes con características similares puedan variar significativamente.

Aquellos comportamientos son los que hacen en la actualidad y en el futuro que el cliente haga parte activa de la cadena de abastecimiento. Pues tiene el rol no solamente de contribuir en la compra final, sino de diseñar de manera dinámica los productos que quiere encontrar en el mercado y de escoger entre aquellas firmas que compiten para poder satisfacer sus necesidades [6].

A raíz de los cambios en los comportamientos de la demanda y, en consecuencia, del cliente, surge la necesidad de co-crear y co-diseñar bajo una relación bidireccional con el consumidor. Esta necesidad se ha convertido en la base de la clarificación, la segmentación y la focalización precisa del mercado [6]. Además, el diseño del producto es el motor clave que direcciona a las empresas al nuevo paradigma de fabricación emergente: personalización o producción personalizada.

El paradigma de la realización del producto se adapta a las necesidades y preferencias individuales de los clientes por lo que el consumidor empieza a tener un valor dentro del producto. A este proceso se le conoce como co-diseño que crece de la mano de la arquitectura abierta del producto, fabricación bajo demanda y sistema de manufactura modular. Un producto personalizado consta de tres módulos interconectados por IoT: módulos comunes que comparten la plataforma de producto, módulos personalizados que permiten al cliente elegir y módulos personalizados que le permiten al cliente crear y diseñar [6].

La arquitectura del producto consiste en determinar los módulos que serán comunes y personalizables según el costo y la capacidad de fabricación; dado que se espera que tengan un fácil montaje y desmontaje. Para suplir con la integración del montaje se propone el sistema de fabricación bajo demanda: para garantizar una respuesta rápida a la demanda del consumidor y para adaptarse fácilmente a la amplia variedad en la mezcla de producción [6].

En la *Tabla 1*, se evidencia que cada nuevo paradigma abarcará los objetivos y enfoques de un paradigma anterior y exigirá sistemas de fabricación más sensibles. Mientras que, el objetivo de la producción en masa se enfoca en las economías de escala, la personalización en masa encamina sus esfuerzos a economías de enfoque y la producción personalizada busca valor diferenciado. El papel del cliente también ha cambiado su nivel de participación, antes sus acciones se basaban en comprar los productos y luego en la personalización en masa, es decir, además de comprar, elegían su producto o servicio. Actualmente, en la producción personalizada se encargan de diseñar, comprar y elegir.

	Producción en masa	Personalización en masa	Producción personalizada
Objetivo de producción	Economías a escala	Economías de Enfoque	Economías a escala de Valor diferenciado
Características deseadas del producto	Calidad Costo	Calidad Costo Variedad	Calidad Costo Variedad Eficacia
Rol del consumidor	Comprar	Comprar Elegir	Comprar Elegir Diseñar
Sistema de producción	Sistemas de fabricación dedicados (DMS)	Sistemas de fabricación reconfigurables (RMS)	Sistemas de fabricación bajo demanda (OMS)

Tabla 1. Diferencias clave entre producción en masa, personalización en masa y producción personalizada [6].

La estimación de los costos de productos o servicios en la etapa de diseño, es de vital importancia para el proceso de configuración del producto en el paradigma de la personalización en masa. Para la estimación de estos costos, existen tres campos de investigación: el análogo, el estadístico y método analítico. Sin embargo, para esquemas de producción bajo personalización, estos enfoques son poco asertivos, tienen bajo nivel de agilidad y de detalle [11].

Por otro lado, existe una nueva vertiente en la estimación de los costos de producción, que es la inclusión de costos de fabricación en la estimación de costos de una pieza o componente de un producto. Esta tendencia se puede reconocer como la mejora de los modelos analíticos a través de objetos de asignación de costos con reglas razonables. El modelo típico usado bajo este enfoque es el ABC, que hace posible la obtención de información más detallada de producción y realiza una conexión entre el costo final del producto con el consumo de recursos en actividades específicas [12].

No obstante, diferentes aplicaciones del método ABC de costeo para esquemas de producción que incluían la personalización en algún grado [13], [14], [15], [16] han tenido en común deficiencias que se pueden resumir a tres aspectos: primero, como fundamento del ABC; aún no se ha abordado correctamente la forma de definir las actividades apropiadamente. Segundo, la variedad inherente a personalización en masa, inevitablemente tiene consigo varias actividades y no se había discutido cómo mejorar la eficiencia de la organización de datos de las actividades. Tercero, comúnmente los enfoques que toman el ABC, eligen *drivers* indirectos para alocar el conjunto de recursos y traen consigo errores de asignación de costos. Principalmente, en la personalización en masa, la asignación de costo se ve distorsionada a lo largo de la producción a lo largo de las compañías, debido a la gran variación del grupo de recursos utilizados [17].

Sin embargo, a través de una propuesta de un diccionario de actividades para el costeo de productos y una lista general de componentes (*G-BOM*), da solución a los inconvenientes anteriormente mencionados. Se utiliza el método de asignación de costos basado en actividades ABC Inverso, que toma como punto de inicio los recursos a asignar para llegar finalmente a los objetos de costo, de ahí su descripción porque el proceso es inverso al ABC tradicional [11]. No obstante, el alcance de este estudio se limita a la producción de bienes, siendo el piloto en una empresa que produce componentes eléctricos para computadores, y no propone un enfoque hacia la prestación de servicios.

Por otra parte, en la industria automotriz en la región se han realizado acercamientos desde la estimación de los costos de productos a través de las actividades para cuantificar y detectar oportunidades de mejora. Esta aplicación hace más objetiva la toma de decisiones a través de la aplicación de un sistema de costos de calidad permitiendo tener una herramienta administrativa para identificar la priorización de iniciativas encontradas [18]. A pesar de los aportes, los servicios que son vitales para el paradigma de la personalización en masa no son tenidos en cuenta bajo este enfoque.

La empresa Auto Prime® se dedica a ofrecer servicios de reparación de abolladuras, restauración de pinturas entre otros servicios de estética automotriz, que tienen como fin recuperar y mantener el valor del automóvil. Las reparaciones buscan mantener, en su mayoría, el estado original de las piezas y componentes del automóvil, evitando así que éste pierda valor comercial. El proceso se desarrolla a través de la manipulación de las láminas originales afectadas, evitando caer en la necesidad recurrir a métodos convencionales de reparación, como el masillado y pintado del vehículo, entre otras técnicas que disminuyen su valor.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Diseñar un método de mejoramiento de procesos de personalización a partir de un modelo de costeo inverso que permita identificar iniciativas y oportunidades de mejora que impacten la relación costo-beneficio bajo los lineamientos de la personalización en la empresa Auto Prime ®.

3.2. Caracterizar los procesos de la empresa Auto Prime ® a través de un análisis integral con base en clientes, costos, tecnología, modelo de atención y seguimiento postventa.

En este objetivo se permite obtener toda la información básica de Auto Prime ® a través de una recolección de información y un análisis integral de clientes, costos, procesos, tecnología, seguimiento postventa y modelo de atención a clientes a través de herramientas básicas como la Matriz DOFA, un modelamiento de procesos en Bizagi con ayuda del software de BPMN, un análisis cuantitativo de las cuentas del P&G, análisis de costos a través del modelo inverso ABC, análisis de estadística descriptiva para establecer los canales de atención y comunicación con los clientes y finalmente una definición de los clientes que visitan Auto Prime ® con ayuda de la herramienta Personas enmarcada en el *design thinking*.

3.2.1. Metodología

En primer lugar, se realiza un DOFA cuyo fin es realizar el diagnóstico del contexto y entender el estado actual de la organización para definir la hoja de ruta de la investigación. Esta herramienta pretende visualizar el contexto en el que se desarrolla la empresa, ya sea en un contexto interno o externo con el fin de detectar elementos y estrategias por mejorar. En el Anexo 1 se caracterizan las debilidades y amenazas en un ámbito interno y externo, así como la estrategia.

Así mismo se modelan los procesos actuales, *as is*, bajo la notación BPMN 2.0 en el software Bizagi. Esto permite identificar los principales actores del proceso y actividades claves involucradas. Además, se reconocen las actividades en las que la tecnología tiene un impacto en el desarrollo de la personalización dentro del proceso de reparación, por medio de un entendimiento del proceso a través una entrevista a profundidad.

Una vez identificadas las actividades de los procesos, se continua con estudio del estado de pérdidas y ganancias que permite, por medio del análisis de vertical y horizontal, conocer la composición y estado de las cuentas de la empresa caso de estudio.

Además, para desarrollar la caracterización de los costos, se implementa la metodología del modelado ABC inverso. El modelo se construye tomando como base el diseño propuesto por Chen. Z y Wang. L, para el costeo en la producción en masa personalizada [11]. La técnica consiste en la extensión del método ABC de costeo tradicional, a través de un sistema jerárquico de clasificación de componentes y características de un producto o servicio y utilizar de manera inversa el modelo ABC, partiendo de los objetos de costos para llegar a los recursos a asignar.

Para la caracterización de los clientes, principalmente se hace una recolección de información a través de una encuesta de clientes que pagaron por el servicio de remoción de golpes sin pintar, independientemente de la magnitud del golpe. La muestra de la encuesta se hace sobre la cantidad de clientes objeto de facturación en Auto Prime® en dos semanas, en promedio oscila entre los 32 clientes. Se toma este valor como muestra significativa debido a que la cantidad de clientes que visitan AutoPrime® en dos semanas equivale a más de la mitad del número total de clientes que visitan AutoPrime® en un mes.

Por último, se aplica la herramienta Personas que pretende hacer un acercamiento lo más real posible del contexto con el fin de referenciar, identificar y aplicar estrategias de comunicación entre la empresa y su mercado. Sobre todo, busca identificar los contactos entre áreas, los puntos de dolor de los clientes y es aquí donde se identifican oportunidades de mejora para el diseño de las estrategias.

La herramienta hace parte de la metodología de *design thinking*, esta es comúnmente conocida por su impacto en la creación de soluciones. Busca hacer un acercamiento a partir de la modelación de los usuarios que aporten a la misión de la empresa. En este se tienen en cuenta aspectos como: las habilidades, las competencias, la experiencia con la tecnología y la interacción con otras áreas. De esta manera se entenderán

las necesidades de los clientes potenciales y también se desarrollará un arquetipo ideal para que el operario de Auto Prime® abastezca los servicios del cliente.

Una vez desarrolladas las herramientas previamente descritas, la primera fase del método de mejoramiento propuesto se logra a través del conocimiento interno y externo de la empresa caso de estudio, en términos de las variables financieras, de mercado, de procesos y de tecnología. De esta manera se cumplen los pasos del 1 al 6 del método de mejoramiento que resulta ser el fundamento para dar inicio a las siguientes fases.

3.2.2. Resultados

Los resultados¹ de análisis DOFA reflejan que el éxito del negocio se centra en el alto conocimiento, la capacitación y la certificación de la técnica utilizada para el servicio de los golpes sin pintar. Además, el número reducido de trabajadores actualmente permite que Auto Prime ® tome decisiones de manera rápida y su respuesta ante adversidades sea casi inmediata. Esto se ve directamente relacionado con la personalización debido a que los métodos de producción son fácilmente adaptables a cualquier tipo de golpe. El tipo de servicio está diseñado para que el golpe sea reparado independientemente de sus características, en otras palabras, la versatilidad hace que el método se vuelve completamente personalizado y esto lo convierte en un excelente modelo de adaptabilidad.

Finalmente se detecta que las estrategias de la empresa involucran el e-marketing, lo que permite que el negocio sea conocido más abiertamente a pesar de que la técnica dentro del mercado tenga un bajo conocimiento y que en consecuencia genere un bajo índice de competidores para Auto Prime ®, lo que se convierte en una ventaja competitiva.

Por otro lado, desde una perspectiva externa se detecta que Auto Prime ® tiene oportunidades de mejora, algunas de estas proponen generar un plan de acción de estrategias digitales para impulsar la empresa a través de redes sociales y de esta manera dar a conocer la técnica SMART utilizada para los golpes sin pintar. También, se determina la importancia de dar a conocer la técnica al público ya que actualmente la técnica americana no es muy conocida en el mercado y los clientes subestiman las capacidades del servicio ofrecido, sin embargo el mercado competidor se ve interesado en certificarse bajo las mismas técnicas de Auto Prime®, dicho lo anterior se propone participar en demostraciones abiertas sobre los golpes sin pintar y de esta manera dar a conocer a los clientes las diferentes técnicas y escenarios de un golpe, justo como lo dicta la personalización donde al cliente se le exponen los diferentes escenarios del servicio.

¹ Consultar Anexo 1. Análisis DOFA y diagrama de recorrido

	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> El alto conocimiento de la técnica y del negocio permiten que Auto Prime® capacite y certifique a futuros competidores Vender el <i>know how</i> para que la técnica se dé a conocer a los clientes potenciales Número reducido de trabajadores permite a Auto Prime® una rápida toma de decisiones Las estrategias de Auto Prime ® involucran el e-marketing, que permite que la idea del negocio sea conocida más abiertamente El bajo conocimiento de la técnica implica un bajo índice de competidores 	<ul style="list-style-type: none"> A pesar de que la curva de aprendizaje es larga, permite que el técnico se profesionalice mejor El espacio reducido del taller genera tráfico en la recepción y en los tiempos de entrega de los vehículos, por lo que se debería departamentalizar Implantar un plan de manejo de inventarios y de esta manera, llevar un mejor control y evitar los altos costos de compras de material por ser al detal
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> Si bien la técnica es americana y no es muy conocida en Colombia, los clientes subestiman las capacidades del servicio ofrecido. La competencia potencial se ve interesada en certificarse con Auto Prime o bajo las mismas técnicas de la empresa Campañas de concientización de la técnica al público Participar en demostraciones abiertas sobre los golpes sin pintar 	<ul style="list-style-type: none"> Constante generación de contenido digital para dar a conocer las técnicas utilizadas en los servicios de Auto Prime ® Generar un plan de acción de estrategias digitales para impulsar la empresa a través de redes sociales

Tabla 2².Matriz de estrategias DOFA para Auto Prime ®. Elaboración propia.

Finalmente, como estrategias a nivel interno se sugiere que Auto Prime ® implemente una política para el manejo de inventarios y llevar un mejor control en el uso de materiales y evitar los altos costos de compras de material al detal. La última estrategia de personalización es departamentalizar las actividades del servicio, ya que actualmente el espacio reducido del taller genera tráfico en los tiempos de entrega de los vehículos. La departamentalización permitirá un mejor flujo en los procesos ya que el operario o quien ejecuta incurrirá en menor tiempo de desperdicio en recorridos por material o herramientas.

Al sectorizar el área de trabajo por actividades como se ve en el Anexo 6, se detalla la propuesta de mejora del recorrido y se observa una reducción en términos de recorridos que en consecuencia reduce el tiempo de ejecución de los procesos. Para destacar los elementos y definir las propuestas y estrategias de mejora se tienen en cuenta aspectos como:

Imagen del taller	Diseño del taller	Especialización	Capacitación	Know How
Imagen del personal	Análisis de orden	Conocimiento de la técnica por parte de los operarios	Mantenimiento de los servicios prestados como garantía	Desarrollo de talleres internos y externos
Iluminación y el aspecto de las instalaciones	Recorridos del personal al ejecutar el servicio	Conocimiento del personal	Certificación de la técnica	Servicio de certificación de la técnica SMART
Herramientas utilizadas para la técnica y servicio	Análisis de tiempos	Actualización de las últimas tecnologías para mejorar el servicio	Garantía de los servicios ofrecidos	

Tabla 3. Aspectos primarios para el análisis del contexto de la empresa caso de estudio. Elaboración propia.

² Anexo 1. Análisis DOFA y diagrama de recorrido

Se realiza una evaluación de factibilidad a la luz de los indicadores económicos y viabilidad operativa. Esta herramienta, permite identificar el capital a invertir, el retorno de esta inversión, las limitaciones y restricciones que se deben tener en cuenta si se llegase a implementar la oportunidad de mejora. Más adelante, se muestra el desarrollo de la misma y sus resultados.

Una vez analizados los elementos internos y externos que permiten caracterizar el ecosistema en el que se desarrolla Auto Prime ® es importante conocer sus procesos. La empresa caso de estudio tiene dos procesos que generan ingresos, el *detailing* que presta servicios para el mantenimiento y embellecimiento de la pintura e interiores de vehículo y el PDR (*Paintless Dent Removal*) cuya técnica se utiliza para la remoción de los golpes sin pintar en la lámina de los vehículos. Dentro del Anexo 2. Modelo de procesos por actividad, se modela el proceso de PDR, ya que es el proceso que cuenta con las suficientes características de personalización.

Como se menciona, el método de remoción de golpes tiene características propias de un proceso con alta personalización, ya que la probabilidad de que el área y la profundidad de un golpe sean iguales a otro es mínima. Así mismo, existen variables que diferencian al golpe como la calidad de la lámina en la que se encuentra, el estado de la pintura y la marca del vehículo. Al fusionarse todas estas variables, la remoción de un golpe se convierte en un proceso personalizado, carente de estandarización en sus tiempos y costos.

Una vez definido el proceso de PDR como un servicio de personalización por sus características, es necesario conocer sus actividades, secuencia y tiempos para mayor entendimiento del objeto de estudio. Por lo tanto, se presenta el diagrama de proceso general *as is*. El anterior, está compuesto por las fases de diagnóstico, reparación y entrega en la empresa caso de estudio Auto Prime ®. La Figura 3, resume lo explicado anteriormente a través de la notación BPMN 2.0 en el software Bizagi.

A partir del modelo de procesos, se logran identificar los principales actores que intervienen en las actividades y sus subprocesos, que son el cliente, área de operación y de administración. Además, se precisan los criterios de decisión que permiten determinar las actividades necesarias tanto para el proceso de reparación personalizado como para las fases de diagnóstico y entrega, siendo los más importantes: agudeza del golpe que determina la técnica de reparación a utilizar, porcentaje de reparación alcanzado que explica si es necesario reparar técnicas PDR y si las herramientas PDR pueden intervenir removiendo una pieza o no.

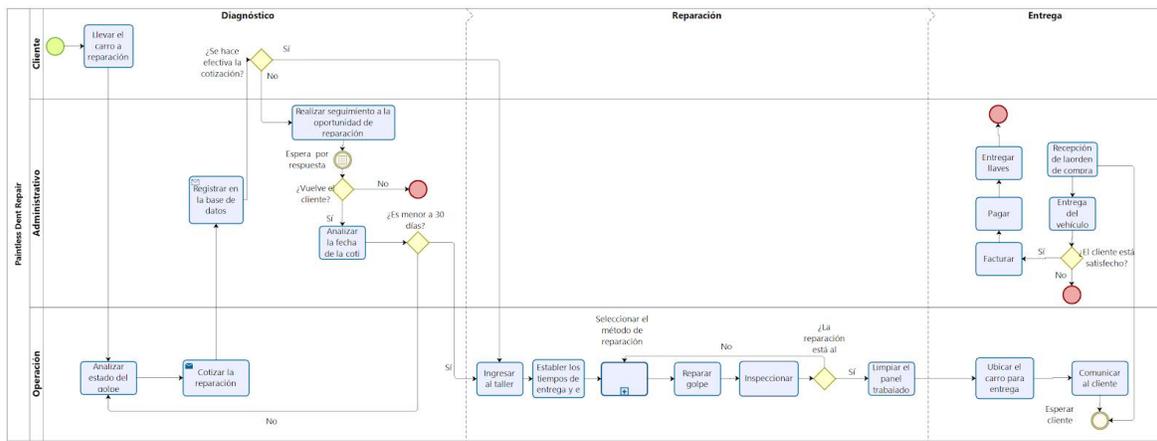


Figura 3. Diagrama de proceso general de reparación *as is* de Auto Prime ®.

La Tabla 4 resume las actividades que tienen un impacto en la personalización gracias al análisis de la diagramación de los procesos *as is*. Lo anterior es resultado del análisis cualitativo del proceso de reparación.

Proceso	Actividades	Impacto
Glue Pulling (GP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calentar pistola de silicona 2. Aplicar silicona al TAP 3. Tirar con GP 4. machine 5. Inspeccionar con LineBoard 6. Decidir si usar PDR 	Las actividades 1, 2 y 3, a través de herramientas de GP, posibilitan la adaptación a golpes de diferentes características permitiendo personalización. Las actividades 4 y 5, posibilita la percepción de imperfecciones en el área de reparación.
PDR	<ol style="list-style-type: none"> 7. Seleccionar herramienta 8. Empujar lámina con Herramienta PDR 9. Poner cinta verde a herramienta 10. Inspeccionar con LineBoard 	Las actividades 6, 7 y 8, a través de herramientas PDR, le da cabida al tratamiento de golpes totalmente por su alcance y versatilidad. La actividad 9, permite la identificación de defectos para su posterior tratamiento.
Remove & Install	<ol style="list-style-type: none"> 11. Decidir si remover la pieza 	Esta decisión es posible gracias al LineBoard y al alcance de las herramientas que, a su vez, permiten caracterizar el golpe y definir si se debe remover para efectuar la reparación.

Tabla 4. Actividades que tienen impacto en la personalización a través de la tecnología. Elaboración propia.

Paralelamente, se realiza un diagnóstico financiero por medio del estado de pérdidas y ganancias (PYG). Al desarrollar el análisis vertical y horizontal de este documento, se tienen en cuenta las dos fuentes de ingreso de la empresa caso de estudio *detailing* y PDR, ya que es necesario determinar en qué proporción están divididas las cuentas del PYG.

A grandes rasgos, en un PYG se identifican los ingresos por ventas, los costos, los gastos y la utilidad. Así que, un análisis vertical permite conocer la proporción de las cuentas respecto a las ventas y el horizontal, la variación de las cuentas respecto al periodo de tiempo inmediatamente anterior. En la Tabla 5, se presentan los principales hallazgos que permiten el diagnóstico actual y la evolución del negocio en términos financieros. En el Anexo 3. Análisis horizontal y vertical, se encuentra el detalle del ejercicio.

Análisis Vertical	Análisis Horizontal
<ul style="list-style-type: none"> • Las comisiones por venta es la cuenta que más pesa, un 7%, dentro de los gastos por venta • Los costos directos al PDR son del 9% mientras los costos del <i>detailing</i> son del 16% respecto al total de costos directos • El costo relacionado con la materia prima de PDR es 1% de los costos de venta • La utilidad neta representa un 30% de los ingresos por venta 	<ul style="list-style-type: none"> • Los ingresos por <i>detailing</i> han aumentado un 54%, mientras los de PDR un 19% • El crecimiento de las ventas por <i>detailing</i> es directamente proporcional al costo de los recursos utilizados en servicio (energía y materia prima) • Los costos materia prima de <i>detailing</i> crecen a un ritmo menos acelerado (41%) que sus ingresos • Los costos materia prima de PDR crecen a un ritmo más acelerado (35%) que sus ingresos • La utilidad neta crece un 63%

Tabla 5. Análisis vertical y horizontal del estado de pérdidas y ganancias. Elaboración propia.

Cabe resaltar que hay materias primas usadas en Auto Prime ® que son importadas, tales como el *glue*, los *taps* y la cinta PDR, aquí entra a jugar la variable de la tasa representativa en el mercado y se incurren en costos de envío más elevados que las materias primas nacionales, lo que puede estar afectando las cuentas del PYG.

Dentro de estas cuentas se logra determinar el grado de impacto de los costos dentro de la personalización del servicio, es decir, el grado de impacto de remover un golpe sin pintar según la técnica utilizada. Por lo cual se identifica la necesidad de construir un método para determinar las cuentas impactadas directamente por la personalización.

Además, para complementar el análisis vertical y horizontal, se implementa un procedimiento de asignación de costos a actividades llamado método ABC-Inverso [11]. La anterior técnica, es desarrollada como una propuesta para dar solución a la asignación de costos para modelos de producción personalizada, debido a que en la fase de diseño resulta difícil la estimación de costos a través de sistemas convencionales de asignación de costos.

El modelo ABC-Inverso, lleva este nombre, porque a diferencia del modelo ABC tradicional, tiene como

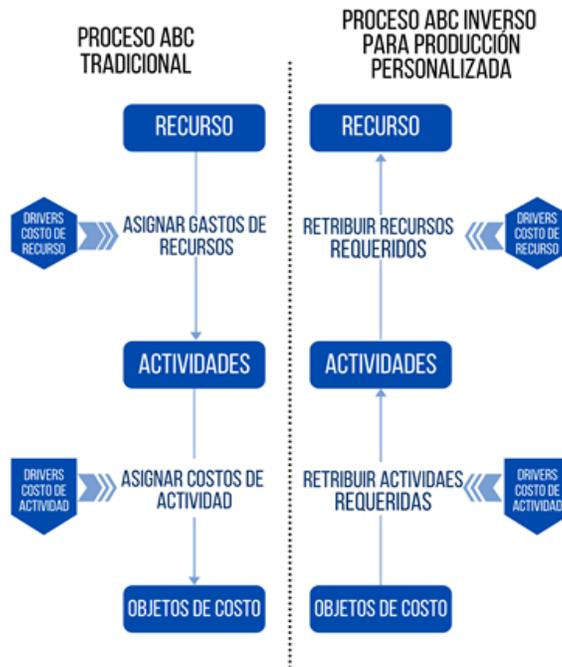


Figura 4. Proceso ABC Tradicional y Proceso ABC Inverso

objetivo partir de los objetos de costos para llegar al cálculo de los costos que se les van a ser asignados a través *drivers* tanto de costo de actividad como de recurso, como lo muestra la **Error! Reference source not found.** Para lograrlo, se basa en dos principales herramientas metodológicas, de la demanda histórica de servicios y de la estimación de recursos necesarios para suplirla.

La primera herramienta consiste en un modelo Genérico de Lista de Materiales o componentes, también conocido por sus siglas en inglés G-BOM (*Generic bill-of-materials*)³. Éste permite, tener en la fase de diseño, presente en los procesos de producción personalizada, una clasificación de los componentes o características de la familia del producto, resolviendo así la necesidad de generar para cada variante de diseño una BOM única. Para este caso, se hace robusto el método, agregando las características principales de un golpe, que son las variables que se tienen en cuenta en el análisis estadístico.

³ Consultar Anexo 4. Modelo de costos

La segunda herramienta consiste en un diccionario de actividades, que basado en el modelado de datos de actividades BPMN de Bizagi, permite simplificar la tarea de determinar comprensivamente tanto las actividades como sus *drivers* frente a un modelo de costos ABC tradicional. La organización de este diccionario de actividades tiene una estructura similar al de un diccionario general, creando operaciones de actividad en símil con frases lingüísticas en el caso de un diccionario regular, como lo muestra la Figura 5.

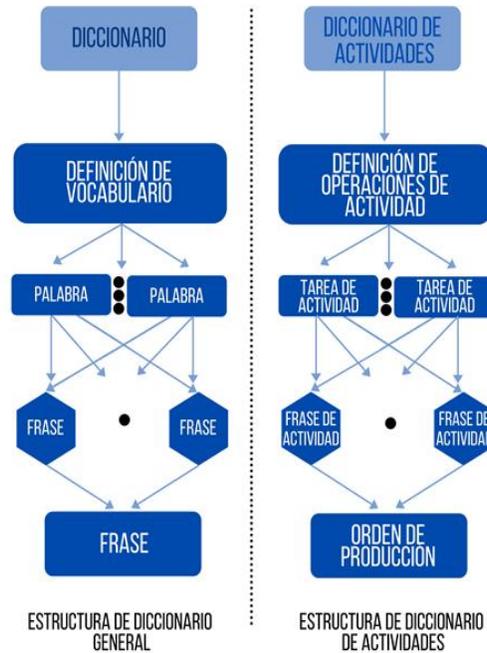


Figura 5. Diccionario lingüístico y Diccionario de operaciones. Elaboración propia.

Por otro lado, el modelo también necesita del comportamiento histórico de demanda para poder estimar tanto el número de servicios realizados en un periodo contable, como los recursos utilizados para suplir aquella demanda. Estas estimaciones se toman del registro de servicios realizados entre enero del año 2018 y junio de 2019.

Finalmente, con la articulación de este modelo, se afirma que las características generales de un golpe, reunidas dentro del G-BOM, determinan el consumo de recursos e insumos para su reparación, que a priori, no se puede determinar, por eso la importancia del modelo ABC-Inverso que permita traducir el esfuerzo en costos asignados a las actividades operativas.

Adicional al análisis de costos, se decide hacer un análisis de clientes de Auto Prime ®. Hablando de un entorno externo, se encuestaron 36 clientes que pagaron por el servicio de reparación de golpes sin pintar independientemente de las características del golpe. En el Anexo 4. Encuesta a clientes Auto Prime ®, se muestran los resultados de las encuestas. En éste, se evidencia que el 26% de los clientes de Auto Prime® tienen entre 23 y 29 años y un 20,6% tienen entre 37 y 44 años. Este valor de entrada indica el tipo de perfil que atiende Auto Prime ®. La encuesta arroja también que el 48,5% de esos clientes son estrato 5 y que en su mayoría son hombres.



Gráfica 1. Histograma de edades de los clientes Auto Prime ®. Elaboración propia.

Además, se identifica que el canal de comunicación con mayor impacto de la empresa caso de estudio con sus clientes son las redes sociales⁴. Sin embargo, sus estrategias de marketing se focalizan en las referencias (marketing de voz a voz), el primer contacto visual con la fachada del lugar y la imagen de la empresa son los factores que más han captado la atención de los clientes. Se decide tomar la muestra de 36 clientes debido a que estos suman aproximadamente la muestra de una semana y hacen de este número un valor significativo para sus resultados.

La operación de la empresa caso de estudio se desarrolla en la ciudad de Cali, Colombia y es por esta razón que a continuación, se muestra el mapa de Cali del Anexo 4 donde se identifican los clientes de Auto Prime ®. En esta Figura 6, se muestran los puntos de concentración de los clientes, relacionados a la sectorización y geografía de la ciudad. Los clientes están concentrados en la comunidad de estratos 3, 4 y 5 que son el 48,5% de los clientes que visitan Auto Prime ®.

De los resultados obtenidos y la diagramación según los sectores de los clientes que visitan Auto Prime ® se determina que la ubicación del local cubre con los resultados de los clientes entrevistados quien en su mayoría se encuentran en el sur y norte de la ciudad. Estos dos sectores tienen presencia de una estratificación 3, 4 y 5 lo que corrobora de la misma forma, los resultados de las encuestas realizadas a los clientes.

Una vez caracterizados los clientes de Auto Prime ®, se continúa con el análisis de los funcionarios y éste se realiza a través de la herramienta personas⁵, buscando una perspectiva integral estudiando sus actitudes, sus comportamientos, sus niveles de destreza en la labor, sus logros y aspiraciones. Se usan plantillas y mapas de empatía en el modelo para tener un entendimiento de la empresa e identificar puntos débiles donde son necesarias las estrategias de mejora. De los resultados del modelo se detecta que el principal operario quien además ejecuta la labor de Gerente General desarrolla un papel importante en la empresa y éste no debería combinar las áreas de trabajo, si no que debería mantener la técnica, los procesos y la calidad del servicio acorde a la tecnología SMART. Esto debido a que el perfil muestra la participación del operario principal dentro de todas las áreas de la empresa.

Retomando lo anterior, el proceso de PDR es aquel que goza de un alto nivel de personalización y está compuesto por actividades operativas, tácticas y estratégicas. El componente de personalización tiene una carencia de estandarización debido a que el máximo conocimiento lo tiene el operario máster. Si él se enfoca exclusivamente en la gestión administrativa, el beneficio será: nuevos clientes, seguimiento de clientes

⁴ Consultar Anexo 5. Encuesta a clientes Auto Prime ®

⁵ Consultar Anexo 7. Herramienta personas

existentes, aseguramiento de ventas, capitalización mercados, apertura de nuevos canales, aumento canales de comunicación y el tamaño del mercado.

La encuesta arroja resultados que posteriormente pasan a ser analizados en la herramienta Personas con el fin de que Auto Prime ® pueda ejecutar de manera efectiva estrategias de gestión del cambio dentro y fuera de la compañía. Además, que permitan la identificación de oportunidades que apoyen la mejora de los procesos, que se verán traducidas en reducciones de tiempo y costo, aumento del bienestar y la productividad.

Paralelamente, se realiza un análisis de estadística descriptiva de las variables que influyen en la caracterización de un golpe, dentro de ellas se encuentran: probabilidad de realización de servicio de *detailing*, el precio del servicio realizado y el porcentaje alcanzado de recuperación del golpe. Para realizar esto, se levanta una muestra de 51 datos, recolectada en un periodo de tiempo de dos semanas comprendido entre el 20 de enero y el 3 de febrero de 2020. Estos datos fueron todos aquellos golpes que se repararon en ese periodo de tiempo.

El análisis se compone de tres partes principales. La primera es el análisis exploratorio de las variables analizadas. Allí se encuentran las estadísticas descriptivas y gráficos para caracterizar el comportamiento de los datos. En la segunda parte, se caracterizan las correlaciones entre las variables. Por último, en el tercer componente del análisis estadístico, se halla un modelo lineal para explicar el precio de los servicios de Auto Prime ®, a través de las variables explicativas tenidas en cuenta. El análisis de los datos se encuentra en el Anexo 3. Análisis de estadística descriptiva.

En el desarrollo de la primera parte, el análisis exploratorio, se presentan las estadísticas descriptivas de indicadores, compuesta de medidas de tendencia central, media y mediana, así como medidas de dispersión, desviación estándar y varianza, que miden si los datos se agrupan alrededor las medidas de tendencia central. Más adelante, se presenta el histograma, Boxplot, gráfico de densidad y QQplot de normalidad para cada variable (gráfico que permite de una manera visual, determinar si la variable se comporta bajo una distribución teórica)

A continuación, se tiene la estadística descriptiva y los gráficos para la variable de valor de servicio de reparación:

Variable	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Mediana	1er cuartil	Tercer cuartil	Desviación estándar	Varianza
PDR	0	100	100	63.529	100	20	100	40.881	1671.294
Glue Pulling	0	100	100	36.471	0	0	80	40.881	1671.294
Tiempo de reparación	3	300	297	74.667	60	30	108	60.819	3698.987
Volumen	1.5	176	174.5	31.739	18	8	48	31.650	1001.702
Porcentaje de reparación	0.9	0.98	0.08	0.97	0.97	0.96	0.98	0.013	0
Valor del servicio	40000	650000	610000	166470	120000	100000	200000	116684	13615200000
Calidad de la pintura	55	199	144	152.510	156	139	173	31.107	967.655
Convergencia	2	5	3	2.961	3	2	4	0.848	0.718

Tabla 6. Resumen de estadística descriptiva para el valor de servicio. Elaboración propia.

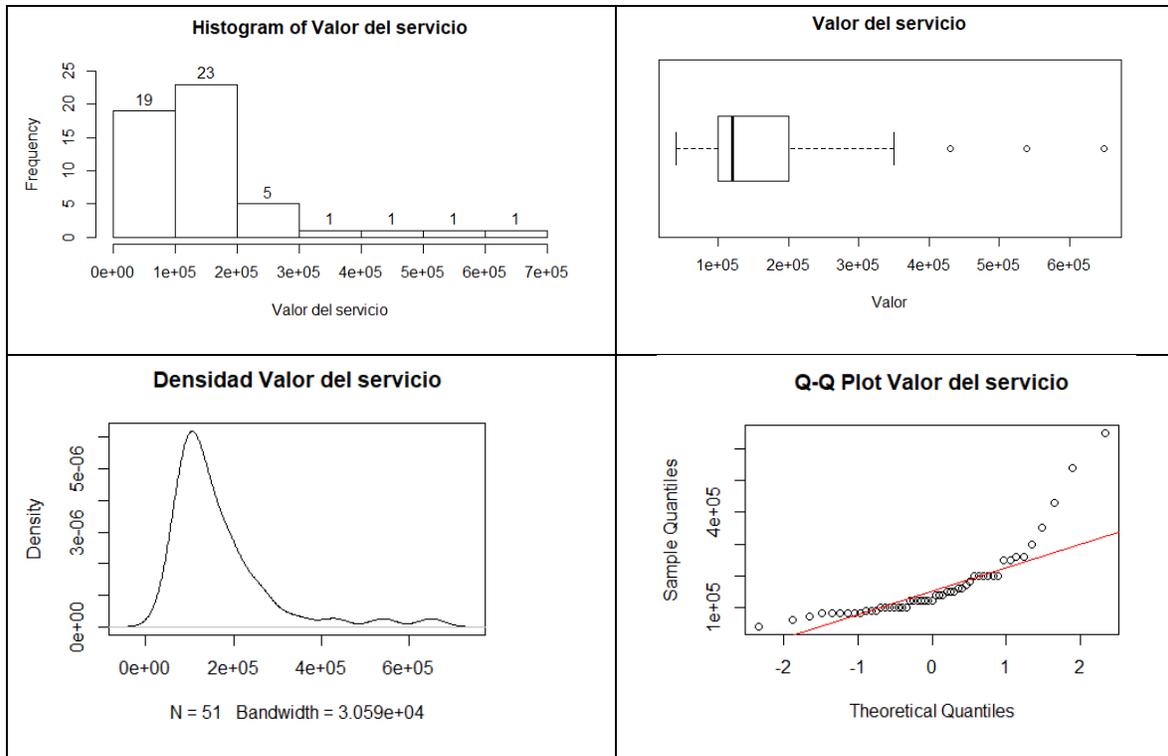


Gráfico 1. Gráficos de estadística descriptiva para el valor de servicio.⁶ Elaboración propia

- Histograma: muestra que el comportamiento de los datos tiene una alta frecuencia en los valores menores a 200 mil pesos. En este caso particular, son 7 las categorías, con un rango de 100 mil pesos, comenzando en 0 y terminando en 700 mil. Esta variable, presenta una frecuencia de 19 datos para valores entre 0 y 100 mil pesos, y una frecuencia de 23 datos para la categoría entre 100 mil y 200 mil pesos, categoría que tiene la mayor frecuencia de la muestra. La siguiente categoría, que va de 200 mil a 300 mil, acumula una frecuencia de 5 datos y las cuatro categorías restantes comprendidas desde 300 mil a 700 mil, acumulan una frecuencia de un dato cada una.
- Boxplot: este gráfico muestra que el mínimo valor y el máximo valor no atípicos de la muestra es de 0 pesos y 350 mil pesos respectivamente, dejando así un rango sin atípicos de 350 mil pesos. Su mediana corresponde a la línea vertical entre la caja de bigotes, con un valor de 120 mil pesos. Por otro lado, se registran tres datos atípicos superiores a 400 mil pesos.
- Gráfico de densidad: este gráfico muestra que la densidad de la muestra se concentra cerca de la media, 166 mil pesos. Por otro lado, hace evidente que, aunque existan datos por encima de los 400 mil pesos, están fuera de la concentración de datos, puesto que su densidad baja drásticamente en valores por encima los 200 mil pesos.
- Q-Q Plot: este gráfico permite identificar si los datos de la muestra tienen un comportamiento que provienen posiblemente de alguna distribución teórica como la normal o la exponencial. Para que lo anterior se dé, los datos representados por puntos dentro de la gráfica, en su vasta mayoría, deben estar sobre la línea roja. En el caso particular de la variable de valor del servicio, se concluye que no se comporta bajo una distribución teórica, reforzando lo evidenciado en los demás gráficos.

⁶ Consultar Anexo 6. Análisis estadístico

Para la segunda parte del análisis, se realiza una representación gráfica, que muestra tanto en las columnas como en las filas, las variables sometidas al análisis. Se declaran en cada una de las intersecciones de la tabla la medida de correlación cruzada que se encuentra para los datos de la muestra.

	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Y	1,00	0,21	0,78	0,48	0,14	0,27	0,26	-0,13
X ₁	0,21	1,00	0,16	-0,04	-0,08	0,37	0,17	-0,07
X ₂	0,78	0,16	1,00	0,34	0,18	0,26	0,20	0,01
X ₃	0,48	-0,04	0,34	1,00	-0,05	0,29	0,02	0,09
X ₄	0,14	-0,08	0,18	-0,05	1,00	0,18	-0,33	-0,26
X ₅	0,27	0,37	0,26	0,29	0,18	1,00	-0,22	-0,12
X ₆	0,26	0,17	0,20	0,02	-0,33	-0,22	1,00	0,05
X ₇	-0,13	-0,07	0,01	0,09	-0,26	-0,12	0,05	1,00

Tabla 7. Mapa de calor de correlaciones cruzadas. Elaboración propia.

De lo anterior, se puede determinar que, para el valor del servicio, la correlación más fuerte se encuentra en la interacción con el tiempo de reparación, con un valor positivo de 0,78. Esta correlación es muy significativa y tiene una proporcionalidad alta, dando indicios de que se esperan tener valores de servicios altos a mayores esfuerzos traducidos en niveles tiempos de reparación.

Ahora bien, si se analiza la correlación existente entre el valor del servicio con el volumen, se tiene que existe una relación positiva de 0,48, indicando que cohabita un comportamiento sistemático entre los valores de estas dos variables. Indicando que el volumen tiene una correspondencia menos que proporcional y positiva con el precio a lo largo de la muestra. Lo anterior, significa que se espera que cuando una variable aumente, la otra también lo haga, en una proporción del 48%. Por ejemplo, para valores niveles de esfuerzo con un tiempo de reparación de 25 minutos, se esperan tener valores de servicio de 100 mil pesos. Por otro lado, cuando aumenta el nivel de esfuerzo a 150 minutos de reparación, se esperan valores de servicio a 320 mil pesos.

Con respecto al tiempo de reparación de un golpe, se encuentran correlaciones que pueden estar conectadas con el nivel de personalización requeridos para el tratamiento de un golpe. Por ejemplo, con el volumen, con un 34%, y la cantidad de líneas de convergencia, con un 26%. De estas interacciones, se rescata que existe un comportamiento correlacionado positivo y significativo de 34% y 26%, respectivamente con el tiempo invertido en la reparación. Lo anterior señala que, para un tiempo alto de reparación, se espera tener volúmenes altos y golpes agudos a lo largo de la muestra. Lo que es indicativo de que son variables que requieren un nivel alto de esfuerzo y personalización para poder satisfacer el requerimiento del golpe.

3.3. Desarrollar un esquema que articule los lineamientos de la personalización con las iniciativas asociadas a los requerimientos del cliente, la propuesta de valor de la empresa y su sistema de costeo.

Con los hallazgos construidos hasta el momento, se conforman los pilares de la personalización en la empresa caso de estudio. En este capítulo se articula con el trabajo asociado a la caracterización de los clientes, la propuesta de valor de la empresa y el sistema de costeo, lo anterior se traduce en una hoja de ruta que contiene un plan de acción analizando su impacto a la empresa caso de estudio.

3.3.1. Metodología

Para recolectar la información de aspectos operativos se diseñaron los planos del espacio de Auto Prime ® con el fin de obtener el diagrama de recorrido de un operario, los tiempos de recorridos y la distribución de la empresa y de esta manera complementar con la información adicional para la propuesta de un plan orientado a la implementación de oportunidades de mejora.

Adicionalmente, se realizó un *focus group* con 5 personas con relación directa en Auto Prime®, tres de ellos operarios, un cliente y un proveedor. Esta metodología se diseñó con el fin de apalancar las operaciones que garantizan el impacto en el servicio de golpes sin pintar en la empresa. De esta información se detectaron las oportunidades de mejora en un contexto interno.

El análisis de las oportunidades de mejora contempla el impacto costo económico de su implementación, es en su ficha técnica donde se discriminan los recursos y los posibles resultados a obtener una vez implementada la propuesta. Para el análisis se determinó una escala parametrizando el esfuerzo y el impacto de la oportunidad para posteriormente diagramar y priorizar las que implican una implementación de corto y mediano plazo. Finalmente se diseñó una hoja de ruta con las fichas técnicas de las oportunidades de mejora para identificar los recursos requeridos para su implementación.

Para terminar el análisis de las oportunidades de mejora se realiza una evaluación financiera de la implementación de las propuestas en un término de corto y mediano plazo, determinando el retorno de la inversión.

Adicional, teniendo en cuenta la construcción metodológica del modelo ABC-Inverso, explicado en el capítulo anterior, esta sección está asociada al desarrollo de las herramientas del diccionario de operaciones y el *G-BOM* y la articulación con los *drivers* de costo de las actividades de personalización. Como además se calcula una estimación de eficiencia de ejecución y de consumo de recursos involucrados en el objeto de personalización caso de estudio.

Para finalizar, se hace una revisión de literatura respecto a las herramientas de ingeniería que pueden ayudar al desarrollo e implementación de las oportunidades de mejora asociadas a la personalización. Se agruparon las herramientas según la naturaleza de las oportunidades de mejora acorde a la siguiente clasificación: instalaciones, administrativo, equipos y herramientas, entrenamiento y capacitación, mercadeo y unidad móvil. Además, se muestra el objetivo que tiene la herramienta de ingeniería, las entradas, que hace referencia a los datos, teorías y/o recursos de entrada y las salidas, que son los resultados, modificaciones y/o entregables que genera la herramienta. La revisión de la literatura se basa en el autor Benjamin Niebel (Ingeniería industrial) y otros autores representativos.

El despliegue de la segunda fase permite construir el listado de oportunidades de mejora y establecer la hoja de ruta del proceso de gestión de cambio en la empresa caso de estudio. Adicionalmente, se enlazan las herramientas teóricas que soporten las implementaciones alrededor del eje del esquema que resulta siendo el modelo de costos ABC inverso configurado a los lineamientos de Auto Prime®. Parte vital del modelo es la configuración del diccionario de actividades y la lista de características que definen el servicio con características de personalización. De acuerdo a lo anterior, se cumplen los pasos 7, 8 y 9 del método de mejoramiento.

3.3.2. Resultados

Inicialmente se busca enlistar las oportunidades de mejora recolectadas en el *focus group*. Se caracterizaron las principales y las más importantes y posteriormente se clasificaron según impacto/esfuerzo, este mapa de priorización combina los aspectos de esfuerzo y beneficio dentro de las categorías de oportunidades alcanzables y próximas y las futuras que componen un plan de acción a corto y mediano plazo.

A continuación, se muestra la tabla de las oportunidades de mejora recolectadas a partir del *focus group*.

Instalaciones = I	
I1	Ampliar la capacidad instalada - Local más grande (da la impresión que siempre está lleno)
I2	Mejorar la iluminación del local
I3	Tener un gato hidráulico
I4	Instalar aire comprimido

I5	Instalar de agua a presión
I6	Instalar piso modular plástico
I7	Instalar ventiladores o aire acondicionado
I8	Poner un toldo en la parte exterior para bloquear el sol y poder trabajar en ese espacio para evitar la saturación de vehículos
I9	Redistribuir la planta por sectores
Administrativo = A	
A1	Enfocar el operario estrella en sólo actividades gerenciales y administrativas que se enfoque en capitalizar las oportunidades del crecimiento del negocio de la siguiente manera:
Equipos y herramientas = H	
H1	Adquirir kit completo de Stanliner Tools para servicio PDR
H2	Adquirir kit completo de Ultradent Tools para servicio PDR
H3	Adquirir Anaconda Tools para servicio PDR
H4	Adquirir PDR hotbox + Power PDR
H5	Adquirir Elina Dent Line Board X3
H6	Adquirir Hood Stands y door stands
Entrenamiento y capacitación = E	
E1	Obtener certificación IMI (Institute of the motor Industry)
E2	Obtener certificación EV IMI (Certificado para trabajar vehículos eléctricos de la Institute of the motor Industry)
E3	Obtener certificación IDA (International Detailing Association)
E4	Diseñar un programa de capacitación de las técnicas según tipo de servicio a nivel interno
Mercadeo = M	
M1	Interactuar con mayor frecuencia en la página web controlado por community manager
M2	Planear el contenido de publicidad y publicaciones en redes sociales en AdWords
M3	Contratar publicidad en medios masivos
M4	Mejorar imagen de Auto Prime ® incluyendo logo, colores y avisos
Unidad Móvil = U	
U1	Comprar camioneta Renault Kangoo 2020
U2	Adecuar la herramienta para el vehículo
U3	Realizar el branding de vehículo

Tabla 8. Lista de oportunidades de mejora. Elaboración propia.⁷

⁷ Consultar Anexo 8. Diagrama de Oportunidades de mejora

Con la lista de oportunidades de mejora se realiza una escala que parametriza el impacto y el esfuerzo donde se estima el valor de la inversión y el valor del beneficio una vez se implemente la mejora. Esta escala permite la calificación para cada una de las oportunidades.

Escala Impacto					
Impacto	1	2	3	4	5
Rango (medido en dinero ganado)	\$0 a \$19.497.161	\$19.497.161 a \$48.497.161	\$48.497.162 a \$82.497.161	\$82.497.162 a \$119.497.161	\$119.497.162 a \$161.497.161
	\$19.497.161	\$48.497.161	\$82.497.161	\$119.497.161	\$161.497.161
Escala Esfuerzo					
Esfuerzo	1	2	3	4	5
Rango (medido en dinero invertido)	\$0 a \$2.000.000	\$2.000.001 a \$5.000.000	\$5.000.001 a \$22.000.000	\$22.000.001 a \$45.000.000	\$45.000.001 a \$78.000.000

Tabla 9. Escala impacto/esfuerzo de oportunidades de mejora Elaboración propia.

De acuerdo con la calificación de impacto/esfuerzo el diagrama arrojó oportunidades que pueden ser desarrolladas en un corto, mediano y largo plazo. Por lo tanto, se decide priorizar las oportunidades de mejora para ubicarlas en un espectro de implementación de corto y hasta mediano plazo.

A continuación, se muestra el diagrama con las oportunidades ya priorizadas con el cual se diseña una hoja de ruta y fichas técnicas para caracterizar cada mejora en términos de recursos y beneficios frente a su implementación.



Gráfica 2. de Oportunidades de mejora priorizadas. Elaboración propia.

Según se detalla en el diagrama las oportunidades⁸ (cuya calificación de impacto y esfuerzo entre la intersección de 2 y 3) corresponden a una ejecución en corto y mediano plazo. Sin embargo, para el diseño de

⁸ Consultar Anexo 8. Diagrama de Oportunidades de mejora

la hoja de ruta éstas también se ubican dentro de un corto, mediano y largo plazo con el fin de organizar en una línea de tiempo las oportunidades que tienen una calificación de impacto mayor en Auto Prime ® y mayor prioridad en términos de costo beneficio, así se obtiene la hoja de ruta.

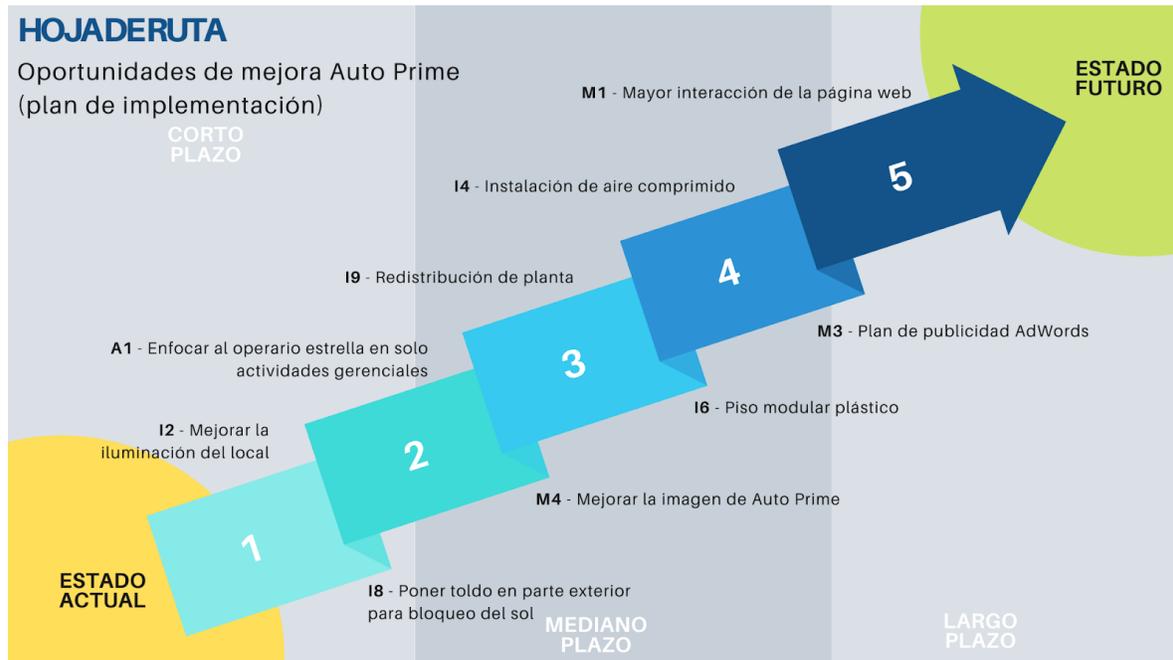


Figura 7. Hoja de ruta para plan de implementación de oportunidades de mejora. Elaboración propia.

La Figura 7, arroja una idea de lo que es el plan de implementación de las oportunidades de mejora dentro de la empresa. Para estas se tiene en cuenta la escala de impacto/esfuerzo enfocándose en el beneficio costo económico de su implementación y haciendo pronósticos de los ingresos sobre esa inversión.

Dichas oportunidades de mejora caracterizan las necesidades que van encaminadas a un objetivo que busca reducir los costos dentro del servicio de golpes sin pintar en Auto Prime ®. Para caracterizarlas se diseña una ficha técnica donde se expone la importancia de la oportunidad y las variables que impactan dentro de la compañía. Las fichas técnicas fueron diseñadas para cada oportunidad de mejora expuesta en la hoja de ruta.

Identificación	I2	
Nombre	<i>Mejorar la iluminación del local</i>	Esfuerzo
Objetivo	Tiene como objetivo focalizar la zona de reparación implementando la iluminación requerida para una mejor ejecución del servicio. La iluminación en las láminas del vehículo es importante para trabajar mejor y ofrecer un mejor porcentaje de reparación. Esto se debe a que la luz es un factor fundamental para la determinación de las líneas que convergen, están agudas o no.	2
		Impacto
		1
Descripción		
<p>Para esta oportunidad de mejora es importante establecer la zona donde serán reparados los vehículos por PDR. Esto debido a que esta zona será iluminada con luces verticales. Se debe hacer el cálculo de la cantidad de luces verticales que se necesitan para cubrir la zona de reparación sin generar una sobre exposición que pueda ser incómoda para el operario y pueda generar efectos adversos posteriormente, debido a la alta exposición a la luz. Adicionalmente según sugerencias por el Gerente de Auto Prime, esta luz debe ser blanca, ya que permite una mejor calidad al estar reflejada en la lámina del vehículo.</p>		
Recursos		

Para la implementación se requieren tubos led con protección mate que serán instalados de manera vertical. Según la distribución del local serán instalados 6 parales de manera homogénea.

Tabla 10. Ficha Técnica oportunidad de mejora I2⁹. Elaboración propia.

Finalmente dado el origen y las unidades de las escalas de impacto/esfuerzo, la hoja de ruta permite vislumbrar el retorno de la inversión y del valor presente neto de cada inversión a un año, dentro de lo que se clasifica como corto, mediano y largo plazo.

De la evaluación financiera de las oportunidades de mejora, se identifican las ventajas frente a la inversión, pues en corto plazo se puede ver que el retorno de la inversión es positivo y el valor presente neto del primer año.

Para poder llevar a cabo las oportunidades de mejora, es necesario comprender el comportamiento de los costos en la operación de la empresa caso de estudio AutoPrime® en un primer momento, para identificar cómo se distribuyen a través de las actividades que permiten la personalización y posteriormente para poder identificar el impacto de la implementación de las oportunidades una vez ejecutadas.

Basado en el modelo de costeo ABC-Inverso, a través de su metodología se logran encontrar diferentes hallazgos en la distribución de los costos operativos. Como primera herramienta para la ejecución, se establece el modelo general de componentes o características principales de un golpe, Esta generalización de características facilita el proceso de costeo, haciendo visibles cuáles son los componentes, sus características principales y los parámetros de variación¹⁰, derivadas del Análisis estadístico.

Siguiendo con la metodología, en la ejecución del diccionario de operaciones, se identificaron las frases de actividades que reúne el comportamiento de los métodos de reparación. En la Tabla 11, se muestra el conjunto de insumos necesarios para desarrollar estas tareas operativas. Posteriormente, en la Tabla 12 y 13, se presentan las frases de actividad para cada método, como resultado del Diccionario de Operaciones.

Nomenclatura	Insumos/Elementos	Nomenclatura	Insumos/Elementos
A	Lámina del auto	C	Herramienta GP
B	Herramienta PDR	E	Pistola de silicona
G	Cinta	G	Silicona
D	<i>LineBoard</i>	H	Paño
F	Alcohol isopropílico	K	<i>Tap</i>

Tabla 11. Conjunto de elementos e insumos de servicio. Elaboración propia.

Proceso GP. Tarea	Frase de actividad
1	Seleccionar C
2	Preparar E
3	Aplicar E en C
4	Instalar C sobre A
5	Halar C de A
6	Limpiar A y C con F
7	Inspeccionar A con D

Tabla 12. Frases de actividad GP. Elaboración propia.

⁹ Consultar Anexo 8. Diagrama de Oportunidades de mejora

¹⁰ Consultar Anexo 4. Modelo de Costos

Proceso PDR. Tarea	Frase de actividad			
1	Seleccionar	B		
2	Encintar	G	en	B
3	Golpear	A	con	B
4	Retirar	G	de	B
5	Limpiar	A y B	con	F y H
6	Inspeccionar	A	con	D

Tabla 13. Frases de actividad PDR. Elaboración propia.

Siguiendo con la metodología, se estiman los costos asociados a los drivers principales de actividades y al conjunto de recursos o insumos necesarios para la ejecución de éstas. En la Tabla 12, se presentan algunas de las actividades que se llevan a cabo en los métodos de reparación. Allí se presenta el *driver* de actividad, siendo el principal la hora laboral; la característica de actividad, que identifica la intensidad en la que se realiza la actividad; la tasa de característica, que resume la eficiencia sobre el *driver* de costo; el conjunto de recursos necesarios en la actividad; y el costo total por *driver*.

Por ejemplo, para ‘limpiar’, el driver principal es la hora laboral. Su característica principal, derivada del *G-BOM*, es el área a limpiar. Su tasa de efectividad es de 0,0002 horas laborales para limpiar un cm^2 . Los costos del alcohol y paño son de \$0,81 y \$20 por cm^2 . Resultando, en un costo de \$114.857,02¹¹ por hora.

Operación de actividad	Driver de actividad	Característica o situación de actividad	Tasa de característica o situación de actividad	Recursos (COP)				Costo por driver (COP)
				Alcohol	Paño	Silicona	Cinta	
Limpiar	Hora laboral	Área a limpiar (cm^2)	0,0002	0,81	20	0	0	114.857,02
Halar	Hora laboral	Número de elementos/piezas	0,00014	0	0	0	0	23426,40
Encintar	Hora laboral	Área a encintar (cm^2)	0,000056	0	0	0	33,33	47426,40
Aplicar	Hora laboral	Área de aplicación (cm^2)	0,0014	0	0	100	0	95426,40

Tabla 12. Costo de operación de actividad. Elaboración propia.

Como resultado de la aplicación del método, se identifican los *drivers* de costo que presentan en cada una de las actividades que permiten la personalización del servicio en los dos métodos de reparación, que fue principalmente el costo de la hora laboral. Además, por cada actividad, se estima una tasa de característica o situación, que resume la eficiencia con la que se ejecuta dicha operación. Por otra parte, se identificaron los recursos necesarios que están presentes en la ejecución operativa de cada uno de los objetos de costo.

Para complementar, mediante la formulación de herramientas de ingeniería que impactan las oportunidades de mejora, se obtiene un manual donde se muestran herramientas tradicionales y modernas que permitirán la mejora de la productividad por medio de siete elementos:

1. Técnicas, modelos y teorías aplicadas en el diseño del espacio del trabajo
2. Diseño de materiales y herramientas
3. Manufactura esbelta
4. Principios de ergonomía
5. Modelos de estructuras organizacionales flexibles
6. Teorías de aprendizaje y motivación
7. Herramientas modernas de marketing

¹¹ Consultar la estimación completa y detallada en Anexo 4. Modelo de costos.

Este *template* le da acceso, a una empresa que presente características similares a la empresa caso de estudio, a encontrar recursos que le permitan volver sus procesos, sus instalaciones y su talento humano más ágiles, productivos y flexibles, principios que permiten que la personalización se de en ambientes organizacionales. En la tabla 15 se muestra las herramientas relacionadas con las oportunidades de mejora asociadas a las instalaciones.

	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL	PROPÓSITO	INPUT	OUTPUT
Instalaciones= I	Oportunidades que apuntan a modificar las instalaciones para mejorar la productividad por medio de redistribución de espacios, iluminación y adquisición de herramientas y dispositivos. Las condiciones del lugar de trabajo de los colaboradores al ser impactadas directa y positivamente se verán reflejadas en un aumento de la productividad y el bienestar del talento humano.	Diagrama de flujo y recorrido	Identificar oportunidades de mejora respecto a los tiempos, secuencias y recorrido de un proceso mediante el estudio de sus actividades	Diagrama de las áreas de la planta involucradas y las líneas de flujo. Identificación de actividades	Representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades. Identificación de ahorros
		Ubicación de Instalaciones Relativamente Computarizadas (CRAFT)	Redistribuir la planta optimizando costos	Los números y ubicaciones de los centros fijos de trabajo, costos del manejo de materiales, flujo interactivo en el centro y una representación de la distribución mediante bloques. Algoritmo heurístico: la variación de los costos del manejo de materiales si los centros de trabajo se intercambian	La matriz de distancia como las distancias rectangulares desde los centroides de los departamentos
		FactoryPLAN, FactoryFLOW y FactoryCAD	Redistribuir la planta optimizando costos	Archivos de planos en AutoCAD	Distribuciones detalladas
		Antropometría: COMBIMAN, Jack, MannequinProy Safeworks	Diseñar el espacio de trabajo teniendo en cuenta los ajustes de tamaño y las limitaciones del rango de movimiento según el tamaño y la estructura del cuerpo	Medidas antropométricas y un modelo a escala real del equipo o instalación que se desee implementar	Diseño del lugar de trabajo: altura de superficies de trabajo, sillas, etc
		Estudio de tiempos	Establecer tiempos estándares, dividir operaciones en elementos y eliminar errores en las áreas de trabajo	Estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo. Forma de observación de estudio de tiempos. Programa QuickTS para el estudio de tiempos en una Palm PDA. Método de regresos a cero	Secuencia de trabajo óptima con tiempos estándares de preparación y ejecución
		Plano eléctrico y de iluminación	Diseñar la red eléctrica y de iluminación según las necesidades de la compañía optimizando su consumo eléctrico	Plano eléctrico, histórico del consumo eléctrico y naturaleza del trabajo para determinar el tipo de iluminación	Plano eléctrico actualizado y diseño de luminaria adecuado

Tabla 15. Herramientas de ingeniería industrial enfocadas en las instalaciones. Elaboración propia.

En el anexo 7 se encuentra el complemento de las herramientas relacionadas la clasificación de las mejoras.

3.4. Implementar un piloto del método de personalización propuesto en la empresa caso de estudio

Para este objetivo se busca implementar un piloto que refleje los resultados de los objetivos previos y de esta manera caracterizar la empresa con un enfoque completo de personalización a través de *templates* de costos para que arrojen el mejor resultado de proceso según el servicio solicitado. También se busca identificar las

iniciativas de mejoramiento en los procesos que derivan de la personalización y ver su aplicación en la empresa caso de estudio a través de un *focus group*.

Posteriormente, para que el piloto arroje resultados y pueda ser aplicable en otro modelo de negocio de servicios, se trabaja de la mano con herramientas de ingeniería alineadas con la personalización e iniciativas identificadas a lo largo del desarrollo en la empresa caso de estudio. Según lo anterior se espera obtener un modelo de costos de la empresa con las herramientas e iniciativas ya aplicadas que arroje los mejores resultados a modo de prueba piloto.

3.4.1. Metodología

En esta fase, se muestra como la implementación de mejoras está reflejada en el modelo de costos ABC Inverso y como éste demuestra la disminución de costos al final del ejercicio. Tal reducción puede estar relacionada al tiempo de desarrollo de las actividades y/o a la disminución de costos de los materiales. Incluso, existen oportunidades que no impactan el modelo de costos planteado, estas se ven reflejadas en una variación de la demanda.

A través de *templates*, basados en el modelo de costos ABC-Inverso para esquemas bajo personalización, se identifican las actividades principales que intervienen en la operatividad de los procesos de reparación en AutoPrime®.

Además, se logra obtener la participación de cada uno de los objetos de costos sobre el total de un periodo contable de estimación. Lo anterior, gracias al desarrollo metodológico del modelo propuesto, basado en las herramientas *G-BOM*, Diccionario de Operaciones, estimaciones históricas de demanda y los resultados del análisis estadístico.

Se finaliza con la implementación del template de herramientas de ingeniería y este va a cruzar las oportunidades de mejora con las herramientas que dan solución a la oportunidad identificada y caracterizada.

Dada la implementación del piloto se estima el impacto de cada una de las iniciativas, la viabilidad financiera en el corto, mediano y largo plazo en términos del ROI y del VPN, finalizando con el costo de operación basado en el modelo de costos desarrollado previamente. Logrando los puntos mencionados, se da cumplimiento a los pasos 10 y 11 de la tercera fase del método dando pie a la evaluación de los rendimientos de las implementaciones.

3.4.2. Resultados

La aplicación del método ABC-Inverso, hace posible la asignación y cuantificación de los recursos destinados a cada objeto de costo en la operación para llevar a cabo la personalización. Los resultados de la aplicación de este método son presentados en la

Tabla 13.

Costos de servicio por actividad ABC-Inverso										
Método	Frases de actividad				Cantidad de característica o situación	Tasa de efectividad de característica	Costo por driver	Costo de actividad	Porcentaje del costo total	
PDR	1	Seleccionar	B		1051,20	0,008333333	\$ 23.426	\$ 205.215	7%	
	2	Encintar	G	en	B	3363,84	0,001388889	\$ 47.426	\$ 221.576	7%
	3	Golpear	A	con	B	168192,00	0,000138889	\$ 23.426	\$ 547.241	17%
	4	Retirar	G	de	B	2452,80	0,001666667	\$ 23.426	\$ 95.767	3%
	5	Limpiar	A y B	con	F y H	13140,00	0,000222222	\$ 114.857	\$ 335.383	11%
	6	Inspeccionar	A	con	D	7019,23	0,00208	\$ 23.426	\$ 342.025	11%
GP	1	Seleccionar	C			433,62	0,008333333	\$ 23.426	\$ 84.651	3%
	2	Preparar	E			258107,14	0,000014	\$ 23.426	\$ 84.651	3%
	3	Aplicar	E	en	C	1892,16	0,001388889	\$ 95.426	\$ 250.781	8%
	4	Instalar	C	sobre	A	2920,00	0,0009	\$ 23.426	\$ 61.565	2%
	5	Halar	C	de	A	59130,00	0,000138889	\$ 23.426	\$ 192.389	6%

	6	Limpiar	A y C	con	F	10347,75	0,000222222	\$ 114.857	\$ 264.114	8%
	7	Inspeccionar	A	con	D	9475,96	0,00208	\$ 23.426	\$ 461.734	15%
		Total						\$	3.147.092,31	100%

Tabla 13. Costos de servicio por actividad ABC-Inverso. Elaboración propia.

Las herramientas que permiten la construcción de los resultados fueron las frases de actividades, basadas en el Diccionario de Operaciones, de la Tabla y la **Error! Reference source not found.**, junto con la estimación de costos de la Tabla 12 y la evaluación de las cantidades de recursos necesarios para prestar el servicio y el histórico de demanda de AutoPrime®¹².

Los resultados, para la frase de actividad del método PDR ‘Encintar la herramienta PDR’ con cinta, reflejan que, en promedio en un periodo contable de un mes, 3.363,84 centímetros van a ser encintados. Teniendo en cuenta que, la tasa de encintado de un centímetro por hora (*driver* principal de costos) es de 0,0014 y el costo de encintar por hora, teniendo en cuenta mano de obra y costos de insumos, es de \$ 47.426,40 COP, se tiene que el costo total de encintar para el periodo contable es de \$ 221.576 COP. Para las demás frases de actividad, el análisis es similar al explicado anteriormente.

Finalmente, si se suman los costos de las frases de actividad de ambos métodos para el periodo de estimación, se tiene que el costo total relacionado a la prestación de los servicios de AutoPrime® es de \$ 3.147.092,31 COP. De los cuáles cabe rescatar que, los costos más representativos son el de ‘Golpear la lámina con herramienta PDR’ con un 17%, ‘Inspeccionar’ para PDR con un 11% y para GP con un 15%. Por otro lado, ‘Limpiar las láminas y herramientas para PDR y para GP representan el 11% y el 8%. Cabe resaltar que dentro del proceso de GP ‘Aplicar Silicona’ representa un alto costo, transmitido principalmente por el costo de actividad.

En contraste, se pueden encontrar objetos de costo, donde no se acumulan recursos de manera significativa, como ‘Retirar cinta de la herramienta PDR’ con un 3% y también ‘Instalar la herramienta GP’ sobre la lámina con un 2%, principalmente porque tienen costos derivados solo de la mano de obra y no interviene ningún recurso para su ejecución y porque se tiene una eficiencia relativamente alta en la realización.

En conclusión, se puede evidenciar que los esfuerzos se concentran en la ejecución de actividades que permiten la personalización de los servicios, como ‘Golpear la lámina’ en PDR e ‘Inspeccionar los golpes para garantizar un nivel de entrega óptimo’, así como el de ‘Limpiar’ debido a su presencia en ambos métodos.

OPORTUNIDADES DE MEJORA	HERRAMIENTA(S) DE INGENIERÍA
Iniciativa I2: Mejorar la iluminación del local	Plano eléctrico y de iluminación. Antropometría: COMBIMAN, Jack, MannequinPro y Safeworks
Iniciativa I8: Poner toldo en parte exterior	Antropometría: COMBIMAN, Jack, MannequinPro y Safeworks
Iniciativa A1: Enfocar al operario estrella en una actividad administrativa y gerencial	Curva de aprendizaje: modelo de Crawford y Wright
Iniciativa M4: Mejorar la imagen de Auto Prime	Data Analytics, Customer Relationship Management (CRM)
Iniciativa I9: Redistribución de planta	FactoryPLAN, FactoryFLOW y FactoryCAD, CRAFT
Iniciativa I4: Instalar aire comprimido	Principios de diseño de trabajo: máquinas y equipos.

¹² Consultar Anexo 4. Modelo de costos

Iniciativa I6: Instalar piso modular de plástico	Principios de diseño de trabajo: materiales.
Iniciativa M1: Mayor interacción en página web	Data Analytics, Customer Relationship Management (CRM)
Iniciativa M3: Plan de publicidad AdWords	Mensajería a usuarios de una Big Data Base que usa algoritmos de geolocalización en tiempo real

Tabla 16. Herramientas de ingeniería que impactan las oportunidades de mejora. Elaboración propia.

Por último, en la tabla 16 se relacionan las mejoras con las herramientas de ingeniería que dan solución a la oportunidad identificada. Ésta le ofrece a la compañía una guía de teorías, modelos y principios que apoyan la gestión del cambio al que se enfrenta la empresa caso de estudio.

3.5. Medir el desempeño del método por medio de indicadores de rendimiento (eficiencia y efectividad), de costos y de rentabilidad

Se busca medir el desempeño del método o “piloto” por medio de indicadores de rendimiento en términos de eficiencia y efectividad que busquen a fin de cuentas un mejoramiento de costos y en consecuencia rentabilidad. Este modelo implica identificar las variables para medir el desempeño, la definición de los indicadores que en un marco con quienes determinan la aplicación del modelo no solo en la empresa caso de estudio si no en otro modelo de servicios. Finalmente analizar las variaciones y definir un plan de cierre basado en el modelo de costos propuestos para la toma de decisiones frente a la implementación, los cambios y los resultados de piloto.

3.5.1. Metodología

Con el fin de medir el desempeño del modelo de costos ABC – Inverso, se elabora un *dashboard* que permite resumir el comportamiento de las oportunidades de mejora que impactan en los costos operativos tenidos en cuenta en el modelo y así mismo compararlas con la situación inicial de costeo. Por otra parte, se hace evidente el rendimiento de las operaciones y sus costos asociados en cada escenario.

A través del tablero construido en Power BI, se evidencia gráficamente el impacto que tienen las oportunidades de mejora a través de diferentes medidas de rendimiento. Lo anterior, permite presentar los resultados de una forma dinámica e intuitiva, que conlleva a una mejor lectura de los indicadores. Además, la utilidad de esta herramienta radica en su facilidad para generar estas visualizaciones si se selecciona el modelo o el impacto de alguna de las variables medidas.

Posterior a la presentación del tablero, se realiza la lectura de los resultados encontrados a través de medidas de desempeño como costo total de operación para las oportunidades de mejora, disminución del costo frente al escenario inicial y porcentaje de costo por operación y oportunidad de mejora. Finalmente, se concluye con la comparación entre las oportunidades, su desempeño, el comportamiento de las operaciones y cómo esto permite un mejor rendimiento en la rentabilidad.

Para finalizar la última fase del método de mejoramiento, se construye un tablero de control con unos indicadores de rendimientos formulados que permitan visualizar la información que apoya la toma de decisiones estratégicas de la empresa caso de estudio.

3.5.2. Resultados

Teniendo los resultados de la implementación de las oportunidades de mejora, es necesario representarlos de una forma en que la sea evidente el comportamiento y rendimiento de éstas medidas. De manera que se construye el tablero para resumir el desempeño de cada oportunidad y poder compararlo con el escenario inicial. En la Figura 8, se presenta el *dashboard* de indicadores de rendimiento de costos, que cumple con el objetivo de consolidar lo obtenido el objetivo anterior.

El tablero se compone de la siguiente forma: en la parte superior izquierda, se tiene el resumen del modelo de costos con el escenario inicial *as is*; en la parte inferior izquierda, se presenta el modelo de costos para la implementación de mejora descrita (en el caso de la gráfica es iluminación); en la parte superior derecha, se tiene la selección de oportunidad de mejora a describir así como el resumen de la disminución de costos por oportunidad; finalmente, en la parte inferior derecha se encuentra el gráfico que resume la participación en disminución de costos de las mejoras implementadas y un cuadro resumen.

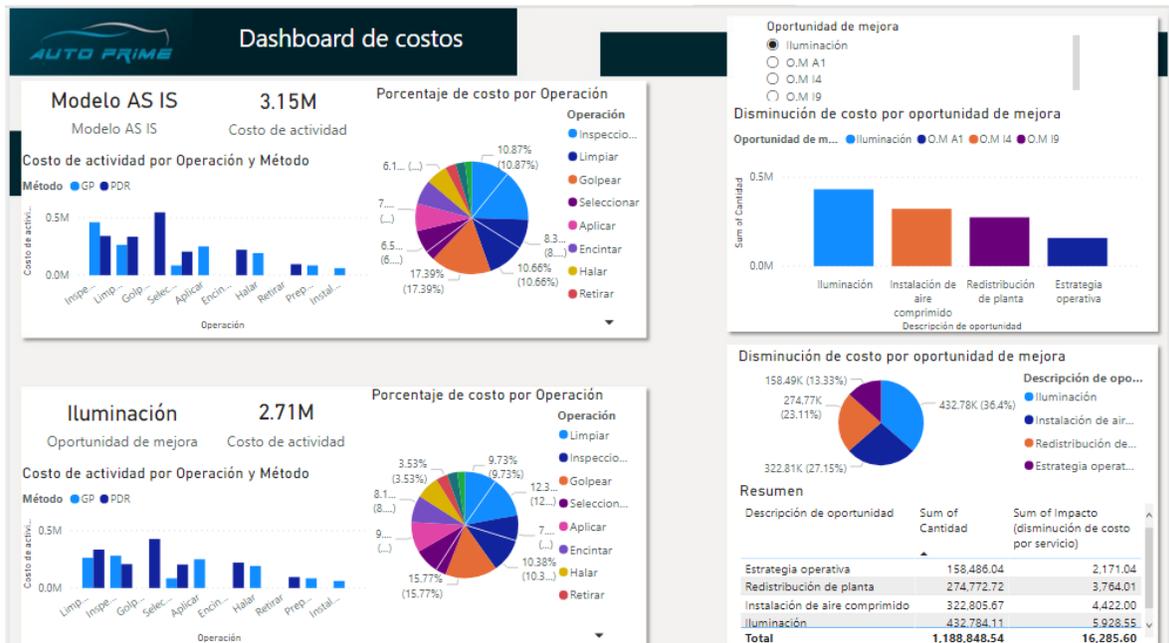


Figura 8. Dashboard de indicadores de rendimiento de costos

Para describir la situación original para poder compararla con los rendimientos de las implementaciones, es útil describir el escenario de costos inicial. Éste está resumido en la parte superior izquierda del tablero de indicadores. En esta sección se resume el costo total de la operación para un periodo de un mes representativo, los costos asociados a las operaciones discriminados por los dos métodos de reparación con un gráfico de barras y, por último, a través de un gráfico circular, se tiene la distribución de los costos por operaciones y métodos.

Se tiene entonces que, el modelo *as is*, tiene un costo total de operación de 3,15 millones de pesos mensuales, donde 1,4 millones son representados por el método de *GluePulling* (GP) y los restantes 1,75 millones por el método de PDR. Con respecto a las operaciones y sus costos, evidenciadas en el gráfico de barras, se tiene que para GP las tres operaciones que concentran la mayor cantidad de costos son: inspeccionar con el 33%, limpiar con el 18,9% y aplicar con el 17,9%. Para el método PDR, las tres operaciones que más aportan al costo son: golpear con el 31,32%, inspeccionar con el 19,6% y limpiar con 19,2%. De manera que, las operaciones que son más representativas para el costo total son inspeccionar con \$803.760, limpiar con \$600.000 y golpear con \$547.240 pesos.

Por otro lado, en la parte inferior izquierda, se tiene el modelo de costos para una oportunidad de mejora seleccionada. En este caso, se explica el rendimiento de la implementación más relevante y de mayor impacto, la oportunidad de mejora de iluminación en el espacio de trabajo operativo. Se tiene que el costo total de la operación con esta implementación tiene un valor de 2,71 millones, lo que, en comparación con el modelo original, tiene una disminución de \$432.874, representando una disminución significativa del 14%. Por otro lado, se identifica una reducción en los costos operativos para el método GP de \$280.000, representados en mayor parte por la disminución del costo asociado a inspeccionar, siendo que tiene un valor de \$281.646 versus la situación inicial con \$461.734, siendo la operación más costosa.

Para el método PDR, se tiene que su costo asociado es de 1,49 millones, habiéndose reducido en \$260.000. En mayor medida, se ve explicado por la reducción en los costos asociados a la actividad de golpear e inspeccionar. En la situación original, tenía un valor de \$547.240 para golpear versus \$208.627 con la implementación, representando una reducción del 61%. Para el caso de inspeccionar, pasa de un valor de \$342.025 a \$208.627, una reducción del 39%. Con estas reducciones, se tiene ahora que inspeccionar y golpear como actividades se ven sobrepasadas ahora por el costo total de limpiar para los dos métodos de reparación, con un costo de \$600.000.

En la parte superior derecha, se encuentra el resumen de los rendimientos de cada una de las implementaciones ordenados descendientemente en el gráfico de barras. Los resultados muestran que la oportunidad de mejora que mayor impacto tiene en la reducción de costos es la mejora en la iluminación del local, a través de dos de las operaciones más costosas que son inspeccionar y golpear con un valor de \$432.728. Como segunda implementación con mayor impacto se tiene la instalación de aire comprimido. Ésta a través de la mejora en la eficiencia del tiempo de ejecución de la operación de limpiar como en la reducción de los insumos utilizados en esta actividad, logran disminuir en \$322.805. Éste es un gran impacto, debido a que esta operación se encuentra en ambos métodos de reparación y representa un costo significativo en el modelo original.

Siguiendo en el impacto de las implementaciones, se identifica que la redistribución de planta junto con el vehículo de transporte de herramientas, reducen el costo mensual en \$274.772, a través de la eliminación de recorridos innecesarios aumentando principalmente la eficiencia de la selección de herramientas, que es la operación que recoge este efecto. Por último, se evidencia que realizar un enfoque estratégico desde la parte administrativa, tiene beneficios en la curva de aprendizaje de los operarios que ejecutan las reparaciones a través de capacitaciones para asegurar calidad y técnica superiores traducidos en una reducción de \$158.486.

Posteriormente, en la parte inferior derecha del tablero de resultados e indicadores, se exponen las contribuciones de las oportunidades de mejora y su distribución. Se evidencia que el 36,4% de la disminución de costos viene dada por la mejora en la iluminación del taller, seguido de la mejora en la eficiencia de limpiar con la instalación de aire comprimido con un 27,15%. Luego, se tiene que el impacto de la implementación del vehículo de transporte de herramientas y redistribución de planta se traduce en un aporte del 23,11% de la reducción del costo. Últimamente, el enfoque estratégico representa un 13,33% de la mejora operativa medida en costos.

Los resultados permiten concluir que la rentabilidad aumenta, dado que los beneficios de la operación incrementan por la reducción significativa en los costos asociados. Lo anterior se cumple, siempre y cuando se mantenga el supuesto en el que la demanda se mantiene constante, sigue el comportamiento histórico de crecimiento a través del tiempo o incluso aumenta dadas las demás oportunidades de mejora que la afectan.

Finalmente, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones con el fin de disminuir la posibilidad de generación de brechas de objetivos. Las oportunidades de mejora que afectan la capacidad instalada como la implementación del toldo en el exterior del espacio operativo, deben ir acompañadas de aquellas oportunidades que pretenden aumentar la demanda como la estrategia de marketing de cambio de logo y de aumento de flujo en las redes y sitio web de la empresa caso de estudio. Lo anterior tiene como objetivo, cumplir con la estimación de poder cumplir con el nuevo flujo de demanda a través del aumento de la capacidad de oferta.

Por otra parte, se recomienda en oportunidades de mejora que vayan diluyendo su impacto en el tiempo, como la implementación de la estrategia operativa, buscar de forma periódica capacitaciones y talleres que hagan que la curva de aprendizaje se acelere para los operarios que se encuentran iniciando, y además que permitan encontrar eficiencias y técnicas de vanguardia para los más experimentados.

MÉTODO DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS DE PERSONALIZACIÓN A PARTIR DE UN SISTEMA DE COSTEO INVERSO EN LA EMPRESA AUTO PRIME ®



1 DETALLAR contexto interno y externo



2 CARACTERIZAR procesos y definir sus actividades, recursos, responsables y el impacto en tecnología



3 ANÁLIZAR los estados financieros



4 AJUSTAR el Modelo de Costos ABC Inverso



5 DEFINIR clientes y el mercado potencial



6 IDENTIFICAR relaciones entre los colaboradores y áreas

7 CONSTRUIR listado de oportunidades y hoja de ruta



8 FORMULAR herramientas de ingeniería que apoyen el mejoramiento



9 DESPLEGAR el Modelo ABC Inverso con la definición del diccionario, las frases y los drivers de costo



10 ESTIMAR el impacto y la viabilidad financiera de las implementaciones respecto al Modelo de Costos ABC Inverso



11 ESTIMAR el costo de operación

12 DESARROLLAR un dashboard de control junto con los KPI's



Figura 9. Método de mejoramiento de procesos de personalización en la empresa Auto Prime ®

La respuesta a la pregunta formulada al inicio de éste trabajo de grado se encuentra en la Figura 9, donde se muestra una infografía con el método propuesto para Auto Prime ® u otra empresa con enfoque de personalización. Tal método consta de cuatro fases: la primera tiene por objetivo caracterizar los stakeholders y procesos donde la personalización cobra protagonismo, en la segunda fase se trabajan paralelamente tres elementos que apoyan la gestión del cambio que son las oportunidades de mejora, la herramientas de ingeniería y el despliegue del modelo de costos ABC Inverso, la tercera fase se enfoca en el modelo de costos propuesto para dar pie al desarrollo de las estimaciones del costo de operación junto las del impacto y la viabilidad financiera de las oportunidades evaluadas, por último se sugiere la construcción de un tablero de control que permita hacer seguimiento a la gestión del cambio y permita ser una herramienta de toma de decisiones.

4. Conclusiones

A partir de la caracterización de los procesos de Auto Prime ®, se pudo determinar que el conocimiento, la capacitación y la técnica utilizada permiten el desarrollo con éxito de la personalización para la remoción de golpes. El análisis de esta técnica, que se divide en dos métodos, permitió identificar cada una de las actividades, herramientas y actores del proceso *as is* de prestación del servicio, críticos que posibilitan la personalización. Este hallazgo, a su vez soporta el desarrollo del modelo de costos, basado en actividades.

Ahora bien, a través de las herramientas de la lista genérica de componentes de servicio, el análisis estadístico y el diccionario de actividades, permitió la construcción del modelo de costeo ABC-Inverso, arrojando que las características generales de un golpe, determinan el consumo de recursos e insumos necesarios para su reparación, además de generar una forma que permite partir de los objetos de costos para llegar al cálculo de los costos asignados a través de *drivers* en modelos de personalización.

Los resultados del modelo de costeo ABC-Inverso, arrojaron que el costo total relacionado a la prestación de los servicios de AutoPrime® es de \$ 3.147.092,31 COP para un mes representativo. Cabe resaltar que, los costos más representativos se agrupan en las actividades de ‘Golpear la lámina con herramienta PDR’ con un 17%, ‘Inspeccionar’ para PDR con un 11% y para GP con un 15%. Por su lado, ‘Limpiar las láminas y herramientas para PDR y para GP representan el 11% y el 8% del costo total. Lo anterior permite concluir que, los esfuerzos se concentran en la ejecución de actividades que permiten la personalización de los servicios, como ‘Golpear la lámina’ en PDR e ‘Inspeccionar los golpes para garantizar un nivel de entrega óptimo’, así como el de ‘Limpiar’ debido a su presencia en ambos métodos.

Por otro lado, a partir del *focus group* y del análisis financiero se construyó la hoja de ruta de las oportunidades de mejora que por su impacto y esfuerzo se clasificaron para su implementación en el corto, mediano y largo plazo. A través del modelo de costo, una vez identificadas las actividades y recursos que se impactaban por cada oportunidad de mejora, se identificó el efecto sobre la disminución de costos.

La oportunidad de mejora de iluminación en el espacio de trabajo operativo obtuvo un costo total de 2,71 millones, lo que, en comparación con el modelo original, presenta una disminución de \$432.874, representando una disminución significativa del 14%. Por otra parte, se identifica una reducción en los costos operativos para el método GP de \$280.000, representados en mayor parte por la disminución del costo asociado a inspeccionar, siendo que tiene un valor de \$281.646 versus la situación inicial con \$461.734, siendo la operación más costosa. Para el método PDR, se obtuvo que su costo asociado es de 1,49 millones, habiéndose reducido en \$260.000. En mayor medida, se explicó por la reducción en los costos asociados a la actividad de golpear e inspeccionar. La segunda implementación con mayor impacto fue la instalación de aire comprimido. Siguiendo en el impacto de las implementaciones, el vehículo de transporte de herramientas, reducen el costo mensual en \$274.772 y finalmente la realización del enfoque estratégico desde la parte administrativa, reduce en \$158.486 el costo operativo.

Contrastando los resultados demostrados en el tablero de control con la experiencia del gerente general en el periodo de implementación, se encuentra que las disminuciones de costos son tangibles e impactan positivamente la operación en términos de eficiencia, consumo de recursos y ejecución de la técnica. Por lo anterior, Auto Prime ® se ha vuelto un referente, a nivel nacional e internacional, en la estimación de costos que permiten la definición de tarifas estandarizadas según las características del golpe.

Se determina como parte fundamental el desarrollo de las iteraciones que se consideren necesarias para alcanzar la visión que tiene la empresa caso de estudio. Sus iteraciones podrán convertir el método en un círculo de calidad, trayendo cada vez más beneficios a la compañía y descubriendo otras oportunidades de mejora. Por otro lado, el Anexo Máster del trabajo de grado contiene el hilo conductor propuesto en el método de mejoramiento, lo que le ofrece al lector las propuestas puntuales de cada paso y las salidas de información esperadas.

5. Recomendaciones

Luego de la implementación de las oportunidades de mejora y el análisis metodológico del trabajo, se reconocieron puntos y situaciones para las cuales se plantean diferentes recomendaciones para proyecto con un enfoque similar, o para tener en cuenta en el largo plazo como oportunidades de implementación en la empresa caso de estudio. A continuación, se enlistan dichas recomendaciones:

- **Con el fin de volver más robusto el método**, es valioso utilizar herramientas y técnicas de simulación, **procesos estocásticos y diseño de experimentos** para generar estimaciones las variaciones en las características que determinan un golpe y cómo impactan en el costo del servicio. También, es valioso darle la oportunidad a este tipo de estimación en el caso de los beneficios obtenidos en los posibles escenarios de las implementaciones de mejora y su impacto financiero.
- Dado los hallazgos, de que la técnica y los métodos son esenciales para desarrollar la personalización y así asegurar el éxito operativo, se recomienda seguir con la estrategia del enfoque administrativo, que debe estar en una búsqueda permanente del desarrollo de las curvas de aprendizaje, capacitaciones, incorporación de nuevas herramientas y formas de realizar el servicio.
- En la búsqueda de la lista de oportunidades de mejora en diferentes áreas, se encontró una oportunidad para aumentar el espectro de interdisciplinariedad, para explorar opciones que traigan beneficios en múltiples aspectos y no solamente en los que la ingeniería industrial se enfoca.
- En el análisis de las oportunidades de mejora que tienen impacto en el modelo de costos operativos, se recomienda investigar más oportunidades que puedan impactar en la eficiencia o en el consumo de los recursos necesarios para la prestación del servicio.
- Por otra parte, para las oportunidades de mejora que no tienen un impacto directo en el modelo de costos planteado, se recomienda la posibilidad de generar un estudio más profundo a sus impactos, esfuerzos y beneficios posibles, dado que el enfoque del proyecto se centra en la disminución de los costos operativos para la prestación de servicios personalizados.

6. Glosario

- **Industria 4.0:** Iniciativa con innovaciones tecnológicas tales como internet de las cosas (IoT), *big data*, vehículos eléctricos, impresión 3D, computación en la nube, inteligencia artificial y sistemas ciberfísicos [5].
- **IoT:** Siglas en inglés para internet de las cosas. Innovación tecnológica que extiende la conectividad de internet a dispositivos físicos y objetos cotidianos. [5]
- **Sistema de manufactura bajo demanda:** sistema que provee flexibilidad en la fabricación personalizada de módulos y características de productos, garantizando una respuesta rápida a la demanda del consumidor [6].
- **Seis sigmas:** Índice que indica la cantidad de defectos presentada por millones de oportunidades de falla. Extendida a ser una filosofía operativa de gestión que puede ser compartida de manera beneficiosa por clientes, accionistas, empleados y proveedores. Utiliza un conjunto de herramientas estadísticas adoptadas dentro de la gestión de calidad para construir un marco para la mejora de procesos [19].
- **KPI:** Por sus siglas: *Key Performance Indicator*, traduce indicador clave de desempeño. Estos indicadores hacen posible la medición comprensible del rendimiento del sistema multidimensional con objetivos de tiempo, costo y calidad [20].
- **PUC:** Siglas para el Plan Único de Cuentas: Listado de cuentas que busca la uniformidad en el registro de las operaciones económicas realizadas por los comerciantes con el fin de permitir la transparencia de la información contable y por consiguiente, su claridad, confiabilidad y comparabilidad [21].

- Costos de producto inadaptado: Costo asociado a la función de ajuste de preferencia de la demanda por los productos [2].
- Costos de calidad: Costo asociado a la función de ajuste de satisfacción de la demanda por los productos [2].
- Arquitectura modular: diseño de manufactura que se caracteriza por tener altos volúmenes de producción y baja flexibilidad [5].
- Arquitectura integral: diseño de manufactura que se caracteriza por tener niveles entre medios a altos de volúmenes de producción y flexibilidad [5].
- Líneas de convergencia: Líneas divisibles bajo el *LineBoard* que tienen una trayectoria que se une.
- Glue: silicona o pegamento utilizado en el proceso de reparación *GluePulling*.
- Tap: componente de las herramientas de *GluePulling*, que es seleccionado de acuerdo al tamaño del golpe, y que entra en contacto entre la lámina y la herramienta de halar.
- Cinta PDR: cinta utilizada en el proceso de *Paintless Dent Removal*. Es colocada sobre la herramienta y la lámina.
- *Generic Bill of Materials*: Listado de materiales genérico utilizado para definir los componentes o características generales de un modelo de costos ABC-Inverso para personalización. [11]

7. Referencias

- [1] PILLER, Frank T, Mitchell M TSENG a Andrew WATSON. A Mass of Customizers: The WordPress Software Ecosystem. *Handbook of Research in Mass Customization and Personalization* [online]. 2010, **1**, 717–728. Dostupné z: doi:10.1142/9789814280280_0037
- [2] WATTAL, Sunil, Rahul TELANG a Tridas MUKHOPADHYAY. Information Personalization in a Two-Dimensional Product Differentiation Model. *Journal of Management Information Systems* [online]. 2009, **26**(2), 69–95. ISSN 0742-1222. Dostupné z: doi:10.2753/mis0742-1222260204
- [3] GUTIÉRREZ, Luis Miguel Arroyo, Montserrat Jiménez PARTEARROYO a Carmen DE PABLOS HEREDERO. Modelo de negocio para optimizar las estrategias productivas de personalización en masa. *Intangible Capital* [online]. 2015, **11**(1), 64–91. ISSN 16979818. Dostupné z: doi:10.3926/ic.533
- [4] ZHOU, Feng, Yangjian JI a Roger Jianxin JIAO. Affective and cognitive design for mass personalization: Status and prospect. *Journal of Intelligent Manufacturing* [online]. 2013, **24**(5), 1047–1069. ISSN 09565515. Dostupné z: doi:10.1007/s10845-012-0673-2
- [5] YIN, Yong, Kathryn E. STECKE a Dongni LI. The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research* [online]. 2018, **56**(1–2), 848–861. ISSN 1366588X. Dostupné z: doi:10.1080/00207543.2017.1403664
- [6] HU, S. Jack. Evolving paradigms of manufacturing: From mass production to mass customization and personalization. *Procedia CIRP* [online]. 2013, **7**, 3–8. ISSN 22128271. Dostupné z: doi:10.1016/j.procir.2013.05.002
- [7] SHAFFER, Julie, Vice PRESIDENT a Digital TECHNOLOGIES. The Business of Personalization STOP and LEARN. 2012, 1–4.
- [8] WANG, Yi, Hai Shu MA, Jing Hui YANG a Ke Sheng WANG. Industry 4.0: a way from mass customization to mass personalization production. *Advances in Manufacturing* [online]. 2017, **5**(4), 311–320. ISSN 21953597. Dostupné z: doi:10.1007/s40436-017-0204-7
- [9] MONTREUIL, B. a M. POULIN. Demand and supply network design scope for personalized manufacturing. *Production Planning and Control* [online]. 2005, **16**(5), 454–469. ISSN 09537287. Dostupné z: doi:10.1080/09537280500088068
- [10] MACCARTHY, Bart L., Constantin BLOME, Jan OLHAGER, Jagjit Singh SRAI a Xiande ZHAO. Supply chain evolution – theory, concepts and science. *International Journal of Operations & Production Management* [online]. 2016, **36**(12), 1696–1718. ISSN 0144-3577. Dostupné z: doi:10.1108/IJOPM-02-2016-0080
- [11] CHEN, Zhaoxun a Liya WANG. A generic activity-dictionary- based method for product costing in mass customization. *Journal of Manufacturing Technology Management* [online]. 2007, **18**(70418013). Dostupné z: doi:10.1108/17410380710763859

- [12] COOPER, R. *Handbook of Cost Management*. 1993.
- [13] OZBAYRAK, M, M AKGUN a A.K TURKER. Activity-based cost estimation in a push/pull advanced manufacturing system. *International Journal of Production Economics*. 2004, **87**, 49–65.
- [14] STAUB-FRENCH, S, M FISCHER, J.C KUNZ a B PAULSON. A generic feature-driven activity-based cost estimation process. *Advanced Engineering Informatics*. 2003, **17**, 23–9.
- [15] LOCASCIO, A. Manufacturing cost modeling for product designNo Title. *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*. 2000, **12**, 207–17.
- [16] JIAO, J.X a M.M TSENG. A pragmatic approach to product costing based on standard time estimation. *International Journal of Operations & Production Management*. 1999, **19**(7), 738–55.
- [17] ALEXANDER, L, T.B ERIK, V.H FRED, K HUBERT a H SIEGMAR. Recent and future trends in cost estimation. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 2002, **15**(6), 499–510.
- [18] LOZANO, José, Rodolfo KEITH a Ignacio FONSECA. Desarrollo e implementación de un sistema de costos de calidad en una empresa del sector automotriz que permite cuantificar y detectar las oportunidades de mejora. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial USON*. 2014, **17**(1), 31–38.
- [19] TIAHJONO, B., P. BALL, V. I. VITANOV, C. SCORZAFAVE, J. NOGUEIRA, J. CALLEJA, M. MINGUET, L. NARASIMHA, A. RIVAS, A. SRIVASTAVA, S. SRIVASTAVA a A. YADAV. Six sigma: A literature review. *International Journal of Lean Six Sigma* [online]. 2010, **1**(3), 216–233. ISSN 20404174. Dostupné z: doi:10.1108/20401461011075017
- [20] STRICKER, Nicole, Fabio ECHSLER MINGUILLON a Gisela LANZA. Selecting key performance indicators for production with a linear programming approach. *International Journal of Production Research* [online]. 2017, **55**(19), 5537–5549. ISSN 1366588X. Dostupné z: doi:10.1080/00207543.2017.1287444
- [21] GENERALES, Disposiciones a Costo De VENTAS. Decreto 2650 De Diciembre 29 De 1993. 1993.