

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería de Sistemas



# **SISTEMA DE PREDICCIÓN DE KILOMETRAJE Y SERVICIOS AUTOMOTRICES**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de  
Sistemas

**Franco David Casanova Gonzalez**  
**Código 20141674**

**Asesor**

Zurita Calderon Hernando Andre

Lima – Perú  
Julio de 2022





**AUTOMOTIVE SERVICES AND MILEAGE  
PREDICTION SYSTEM**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>X</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>3</b>
1.1 Revisión de literatura.....	3
1.2 Concesionario y taller automotriz .....	4
1.3 Metodología.....	5
1.4 Diagrama de clases .....	6
<b>CAPÍTULO II: DEFINICIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO .....</b>	<b>7</b>
2.1 Desarrollo de la Propuesta de Valor (VPC) .....	7
2.2 Fundamentación de la deseabilidad de la propuesta del valor .....	7
2.3 Beneficios esperados por el cliente .....	8
2.4 Desarrollo del Modelo de negocio (BMC).....	8
2.4.1 Relación con el cliente .....	8
2.4.2 Canales de distribución .....	8
2.4.3 Segmento de clientes .....	8
2.4.4 Fuente de ingresos .....	9
2.4.5 Socios principales.....	9
2.4.6 Actividades principales .....	9
2.5 Recursos principales.....	9
2.6 Estructura de costos.....	9
2.7 Viabilidad del nuevo modelo .....	16
2.8 KPI's de validación para continuidad .....	16
2.9 Límites de aceptación.....	16
<b>CAPÍTULO III: DEFINICIÓN DEL PROYECTO DE DESARROLLO .....</b>	<b>18</b>
3.1 Definición del proyecto .....	18
3.2 Objetivos del proyecto.....	18
3.2.1 Objetivo general .....	18
3.2.2 Objetivos específicos.....	18
3.3 Fundamento de la factibilidad del proyecto .....	19

3.3.1 Tecnologías a utilizar: .....	19
3.3.2 Modelo de negocio: .....	19
3.4 Roles y responsabilidades del equipo del proyecto.....	19
3.5 Cronograma y riesgos iniciales del proyecto .....	21
3.6 Medidas de control .....	21
3.7 Recursos necesarios.....	22
<b>CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO.....</b>	<b>23</b>
4.1 Empatizar.....	23
4.2 Definir .....	27
4.3 Idear.....	28
4.4 Prototipar.....	29
4.4.1 Análisis de predicciones.....	29
4.4.2 Desarrollo del análisis por medio de Excel .....	41
4.4.3 Estructura del software.....	45
4.4.4 Desarrollo de software.....	48
4.5 Validación .....	56
4.6 Backlog.....	57
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 <i>Conceptos de costos laborales en Perú comparativo por régimen</i> .....	10
Tabla 2.2 <i>Estructura de costos</i> .....	11
Tabla 2.3 <i>Análisis de inversión</i> .....	14
Tabla 2.4 <i>Aporte de socios</i> .....	15
Tabla 3.1 <i>Roles y responsabilidades</i> .....	20
Tabla 3.2 <i>Cronograma y riesgos iniciales del proyecto - Cronograma</i> .....	21
Tabla 3.3 <i>Cronograma y riesgos iniciales del proyecto - Riesgos</i> .....	21
Tabla 4.1 <i>Probabilidad de cantidad de servicios a realizar</i> .....	31
Tabla 4.2 <i>Ejemplo de algoritmo de predicción del próximo mantenimiento según la fecha</i> .....	38
Tabla 4.3 <i>Resumen de análisis</i> .....	41
Tabla 4.4 <i>Backlog</i> .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 <i>Entrevista cualitativa</i> .....	24
Figura 4.2 <i>User Persona</i> .....	25
Figura 4.3 <i>Mapa de actores</i> .....	26
Figura 4.4 <i>Diagrama de afinidad</i> .....	27
Figura 4.5 <i>Value Proposition Canvas</i> .....	28
Figura 4.6 <i>Número de veces que un cliente toma servicios de mantenimiento</i> .....	31
Figura 4.7 <i>Número de veces que un cliente toma servicios de mantenimiento – L200 CR DID 2.5 4X4</i> .....	33
Figura 4.8 <i>Número de veces que un cliente toma servicios de mantenimiento – ASX</i> .....	33
Figura 4.9 <i>Error en el próximo servicio según el KM</i> .....	35
Figura 4.10 <i>Error en el próximo servicio según el KM - L200 CR DID 2.5 4X4</i> .....	35
Figura 4.11 <i>Error en el próximo servicio según el KM - ASX</i> .....	36
Figura 4.12 <i>Error en el próximo servicio</i> .....	37
Figura 4.13 <i>Error de predicción del próximo servicio</i> .....	38
Figura 4.14 <i>Error de predicción del próximo servicio - L200 CR DID 2.5 4X4</i> .....	39
Figura 4.15 <i>Error de predicción del próximo servicio - ASX</i> .....	40
Figura 4.16 <i>Error de predicción del próximo servicio – sin outliers</i> .....	41
Figura 4.17 <i>Excel – Base de datos de servicios</i> .....	43
Figura 4.18 <i>Excel – Primer kilometraje</i> .....	43
Figura 4.19 <i>Excel – Información del vehículo</i> .....	43
Figura 4.20 <i>Excel – Predicción</i> .....	44
Figura 4.21 <i>Excel – Prueba</i> .....	44
Figura 4.22 <i>Excel – Validaciones</i> .....	45
Figura 4.23 <i>Arquitectura de software</i> .....	46
Figura 4.24 <i>Diagrama de clases</i> .....	47
Figura 4.25 <i>Software – Base de datos de vehículos</i> .....	49
Figura 4.26 <i>Software – Pronósticos de mantenimiento de vehículos</i> .....	51
Figura 4.27 <i>Software – Gráficos</i> .....	52
Figura 4.28 <i>Software – Base de datos de repuestos por modelo</i> .....	53
Figura 4.29 <i>Software – Pronóstico de uso de repuestos</i> .....	54

Figura 4.30 *Software – Descarga de reportes* .....55

Figura 4.31 *Software – retención de los clientes y predicción de próximos servicios* ..56



## RESUMEN

Actualmente en el Perú, muchas empresas concesionarias o talleres automotrices, no cuentan con sistemas ERP o sistemas que realicen predicciones sobre los servicios que brindan, generando una disminución de ingresos a por la pérdida de clientes y falta o sobre stock de repuestos. Debido a este problema se realizó la investigación y desarrollo de un sistema de predicción de futuros servicios de mantenimiento de vehículos, utilización de recursos y análisis de clientes, lo cual podrá aumentar la rentabilidad y calidad de servicio, de los concesionarios y talleres automotrices.

En este primer producto mínimo viable, se desarrolló un software de escritorio por medio del cual los clientes podrán ingresar su base de datos de servicios de mantenimiento realizados en formato Excel, luego se podrá añadir nuevos datos y actualizar el proceso en el que se encuentra el servicio, también se podrá exportar esta base de datos actualizada. Finalmente, el valor agregado de este producto mínimo viable será la predicción de servicios de mantenimiento según vehículo, modelo de vehículo, predicción de utilización de recursos y análisis de los clientes, toda esta información se mostrará con sus porcentajes de exactitud.

Concluyendo con las pruebas realizadas para las predicciones de servicios de mantenimiento excluyendo los outliers, el 63% de las predicciones tuvo un error de entre -2000 y 2000 kilómetros, y el 47% de las predicciones tuvo un error de entre -1000 y 1000 kilómetros.

### **Palabras clave:**

Gestión de taller automotriz, sistema de gestión, taller automotriz, predicción de mantenimiento, predicción de utilización de inventario, análisis de datos.

## **ABSTRACT**

Currently in Peru, many dealerships or automotive workshops do not have ERP systems or systems that make predictions about the services they provide, generating a decrease in revenue due to loss of customers and lack or overstock of spare parts. Due to this problem, the research and development of a predictive system for future vehicle maintenance services, resource utilization and customer analysis was carried out, which will increase the profitability and quality of service of automotive dealerships and workshops.

In this first minimum viable product, a desktop software was developed through which customers can enter their database of maintenance services performed in Excel format, then they can add new data and update the process in which the service is, and can also export this updated database. Finally, the added value of this minimum viable product will be the prediction of maintenance services according to vehicle, vehicle model, resource utilization prediction and customer analysis, all this information will be displayed with their accuracy percentages.

Concluding with the tests performed for the predictions of maintenance services excluding outliers, 63% of the predictions had an error between -2000 and 2000 kilometers, and 47% of the predictions had an error between -1000 and 1000 kilometers.

### **Keywords:**

Automotive workshop management, management system, auto shop, maintenance prediction, inventory utilization prediction, analysis of data.

# INTRODUCCIÓN

En este proyecto de innovación tecnológica se utilizó la metodología de Design Thinking por medio de la cual se analizó a los jefes de mantenimiento de concesionarios y talleres automotrices para poder identificar sus problemas, descubriendo el problema que las empresas que no cuentan con sistemas ERP, no tienen sistemas que realicen predicciones sobre el kilometraje en el que se encuentran sus clientes ni las fechas de mantenimiento de vehículos, generando pérdida de ingresos por pérdida de clientes y falta o sobre stock de repuestos.

El parque automotor en el Perú para el año 2019 fue de aproximadamente 3 millones de vehículos y se encuentra en constante crecimiento (Asociación automotriz del Perú, s.f.). Estos vehículos deben de realizar sus servicios de mantenimiento cada 5 mil, 7.5 mil o 10 mil kilómetros.

La población de concesionarios en Lima es de 7000 según datos brindados por jefes automotrices que adquirieron la información por medio de la Asociación Automotriz del Perú y la cantidad de talleres automotrices es de 38000 (Guardia. K, 2020), lo cual quiere decir que el proyecto tendría como población a 45000 empresas en Lima.

Este proyecto tiene un valor agregado altamente útil para las empresas, ya que podrían tener mayor información sobre los vehículos de los clientes, como el kilometraje en el que se encuentra y cuando debería de realizar su servicio de mantenimiento, con esto poder tener una mejor gestión de los servicios de mantenimiento, utilización de recursos, mejorar la fidelización de los clientes. Ya que, según lo que se demostrará en este proyecto, los clientes cambian rápidamente de empresa en la que realizan el servicio de mantenimiento de sus vehículos y actualmente, las empresas no cuentan con la información del posible kilometraje en el que se encuentran los vehículos de sus clientes, lo que ocasiona que no puedan brindar sus servicios de fidelización en el momento oportuno y pierden a los clientes. Gracias a que este software podrá ser instalado por muchas empresas y actualizado, tendrá un costo menor comparado a un software específico y adicionalmente, las empresas podrán tener un retorno de la inversión en poco tiempo, lo cual es un punto muy importante del usuario analizado.

Este proyecto se encuentra dividido en conceptos y fundamentos, en este capítulo se encontrará la revisión de la literatura en la cual se muestran los estudios que se han desarrollado, que es un concesionario y taller automotriz, y una breve explicación sobre la metodología utilizada; definición del modelo de negocio, en este capítulo se mostrará la propuesta de valor, el desarrollo del modelo de negocio, la viabilidad del nuevo modelo, los KPI's y los límites de aceptación; definición del proyecto, se mostrará la definición del proyecto, los objetivos, fundamentos de factibilidad, roles y responsabilidades y el cronograma y riesgos iniciales del proyecto; desarrollo del proyecto, se mostrará el desarrollo de la metodología según sus etapas de empatizar, definir, idear, prototipar y validación; finalmente, las conclusiones.



# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Fundamentando el siguiente proyecto de innovación tecnológica, se presenta a continuación el marco teórico, el cual se encuentra dividido en tres partes, la primera explicando la revisión de la literatura, la segunda explicando que es un concesionario o taller automotriz y, por último, se explicará la metodología utilizada

## 1.1 Revisión de literatura

Según Kwon et al., las empresas que brindan servicios automotrices, reconocen la importancia de analizar el comportamiento de los clientes para poder mejorar la retención de los mismos, ya que de esta forma se podrá tener una mayor rentabilidad. Para ello se debe de obtener todo tipo de información de los clientes y de su compra, como puede ser su edad, género, fecha de compra, fechas de mantenimiento, kilometrajes, hora de compra, entre otros, luego implementando los siguientes algoritmos estadísticos: Clasificación de Naïve Bayes, Máquinas de vectores soporte y Red neuronal profunda, pudo predecir con 65.46%, 69.39% y 69.39% de efectividad la retención o pérdida de un cliente. Gracias a esta investigación se pudo demostrar que existe una relación entre las características del cliente y con ello poder tomar las acciones necesarias (2020).

Según Smith et al., el análisis de la información adquirida por el área de postventa de los centros automotrices puede ser muy beneficioso para las empresas, para poder predecir las partes específicas de los vehículos que deberían de comprarse, prediciendo las futuras demandas y con el ello mejorando la utilización del stock, mediante técnicas de ciencias de datos como son la minería de reglas de asociación, el análisis de clústeres y el análisis del árbol de decisiones. Un ejemplo de la utilización de esta información fue analizando tres tipos de vehículos de una marca confidencial, el rango del kilometraje que debía de tener el vehículo para que asista a un taller automotriz por ruptura o cambio de un disco de freno. Gracias a ello poder contar con el stock requerido para realizar las reparaciones (2019).

Según Ramos et al., es necesario contar con una buena cadena de suministro en todo tipo de empresas, en este caso, en el sector automotriz para mejorar la rentabilidad de la empresa, reducir el inventario y mejorar la calidad de servicio, lo cual es un punto clave para garantizar la satisfacción de los clientes. Pero estos muchas veces tienen problemas, ya que los modelos tradicionales para la cadena de suministro pueden incrementar el riesgo de falta de stock o sobre stock, lo que ocasiona pérdida para la empresa. Aunque muchas veces realizar la compra de suministros a proveedores es mejor en grandes cantidades para reducir el costo unitario, no siempre es lo mejor, ya que puede haber pérdida por obsolescencia del stock. Por ello, se debería de tener un nivel de servicio predefinido para saber cuánto se está dispuesto a perder por falta de stock o por sobre stock. Tener un correcto control del inventario por medio del análisis constante de la información de sus clientes es sumamente importante para mejorar la rentabilidad de la empresa y disminuir la pérdida de clientes. (2020)

Según Turkey, el diagrama de caja, se utiliza para poder visualizar los datos por medio de un rectángulo, la caja, dos brazos y los bigotes. En el cual, se debe encontrar los valores de los cuartiles. Luego hallar el rango intercuartil (IQR) que sería la diferencia entre el Q1 y el Q3, para poder calcular los valores extremos para outliers inferior y superior, que sería:  $Q1 - 3 * IQR$  y  $Q3 + 3 * IQR$ , respectivamente. Gracias a este algoritmo, se puede encontrar fácilmente los outliers (1977, como se citó en Moreno, 2012).

## **1.2 Concesionario y taller automotriz**

- Distribuidor automotriz: Representante de la marca, autorizado a efectuar la importación y comercialización de vehículos y repuestos directamente de la marca, y comercializar servicios de mantenimiento
- Concesionario: Empresa autorizada por el distribuidor para comercializar vehículos, repuestos y servicios de mantenimiento
- Taller Automotriz: Empresa autorizada para comercializar repuestos y servicios

La población de concesionarios en Lima es de 7000 según datos brindados por jefes automotrices que adquirieron la información por medio de la Asociación

Automotriz del Perú y la cantidad de talleres automotrices es de 38000 (Guardia, 2020), lo cual quiere decir que el proyecto tendría como población máxima 45000 empresas en Lima, no obstante, este proyecto está enfocado en empresas que no cuenten con sistemas ERP, pero actualmente, esta información no se encuentra disponible.

El mantenimiento automotriz es sumamente importante para los vehículos, por los siguientes motivos:

- Previene reparaciones costosas
- Aumentas la eficiencia de combustible
- Evitas que te quedes varado en el camino
- Mantienes a otros conductores seguros
- Proporciona tranquilidad (Kia, s.f.)

### **1.3 Metodología**

Design thinking es una metodología para la creación de soluciones de bienes o servicios innovadores con un alto valor agregado. Se encuentra dividida en etapas iterativas y es orientada al usuario final. Las etapas de Design thinking son las siguientes:

- **Empatizar:** Se define al usuario que se analizará, se establecen objetivos, las técnicas y herramientas a utilizar. Pudiendo identificar los deseos del usuario
- **Definir:** Se analiza la información recopilada del usuario para poder identificar las oportunidades de desarrollo, cumpliendo con los deseos y necesidades
- **Idear:** Luego de encontrar las oportunidades de desarrollo, se analizan todas las posibles soluciones y se elige la más adecuada.
- **Prototipar:** Se desarrolla un prototipo de la solución elegida para luego analizar junto al usuario, recibiendo su feedback. Gracias al prototipo se puede solucionar los problemas con facilidad, desde las primeras etapas del desarrollo.

- Validación: Se analiza si se está cumpliendo con los objetivos establecidos, pudiendo solucionar los problemas especificados del usuario (Design Thinking España, s.f.).

El uso de Design Thinking se relaciona con la formulación financiera gracias al contacto directo que se tiene con el usuario final en todo momento. Asegurando su viabilidad y aceptación por las partes involucradas como el área de comercio, finanzas y ayude al alcance de los objetivos de la empresa, también que el proyecto que se desarrolle cumpla con la solución de los problemas de los clientes (Dib & Hofman, 2018).

#### **1.4 Diagrama de clases**

El diagrama de clases está orientado al modelo de programación orientado a objetos, ayudando a los programadores a poder definir correctamente las clases que se crearán antes del inicio del desarrollo. Mostrando el modelo lógico de sus datos y su interacción. Cuenta con los siguientes elementos:

- Clases: define un grupo de objetos que comparten características, condiciones y significado. Para nombrar a las clases se utilizan sustantivos que las identifiquen. Se componen por el nombre, sus atributos y funciones.
- Relaciones: definen las dependencias que existen entre clases las cuales pueden ser de asociación, agregación, composición, dependencia, herencia. Estas dependencias tienen una multiplicidad para saber el número de elementos que participan, un ejemplo de multiplicidad de uno a muchos, sería de una clase empleado y otra empresa, en la que el empleado está en una empresa, pero una empresa puede tener muchos empleados (Gómez, s. f.).

# **CAPÍTULO II: DEFINICIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO**

## **2.1 Desarrollo de la Propuesta de Valor (VPC)**

Desarrollo de programa de escritorio de predicciones por medio del cual los usuarios finales podrán ingresar su base de datos de servicios de mantenimiento en hojas de cálculo Excel, según los formatos que se les indicará, este formato contará con información esencial e información no esencial. Los cuales se utilizarán para analizar a los vehículos de los clientes y poder predecir el kilometraje en el que se encuentra. Adicionalmente, las posibles fechas de los próximos servicios de mantenimiento y en que kilometraje lo realizaría, predecir la utilización de repuestos que se necesitan, análisis de retención de clientes y predicción de los servicios de mantenimiento a realizar.

## **2.2 Fundamentación de la deseabilidad de la propuesta del valor**

Según las entrevistas realizadas a los jefes de mantenimiento automotriz, las empresas de talleres automotriz que no tienen sistemas ERP, no cuentan con sistemas que realicen predicciones, como la predicción del kilometraje en el que se encuentran sus clientes ni las fechas de mantenimiento de vehículos.

Desean contar con un sistema de predicción de escritorio, a bajo costo, con el cual puedan aumentar su rentabilidad y tener un retorno de inversión en poco tiempo. Por lo cual, la información utilizada para las predicciones, tiene que ser la que utilizan en formato Excel. Inicialmente, solo se utilizarán bases de datos en formato Excel, porque según las encuestas, los clientes no desean tener una conexión con sus servidores por motivos de seguridad de la información, pero cuentan con la información requerida en estos archivos.

Analizando los problemas que tienen los concesionarios y talleres automotrices en los servicios de mantenimiento, se descubrió que la información del kilometraje de los vehículos es sumamente importante, ya que con esta información se podrá solucionar múltiples problemas como son: falta de

fidelización de clientes, predicción en la gestión de recursos y programación de servicios. Gracias a esta información se podría mejorar la retención de clientes, ya que aproximadamente el 25% de los clientes cambia de taller luego de realizar un servicio de mantenimiento.

Muchos de los clientes suelen realizar sus próximos servicios en otras empresas, pero al contar con esta información, las empresas podrían realizar campañas en el momento indicado para no perder a este cliente o recuperarlo ya que se podría predecir la posible fecha de sus siguientes servicios de mantenimiento.

### **2.3 Beneficios esperados por el cliente**

- Predecir el kilometraje de un vehículo
- Predecir cuándo será el próximo servicio de mantenimiento de un cliente
- Verificar la precisión del algoritmo
- Predecir la utilización de recursos

### **2.4 Desarrollo del Modelo de negocio (BMC)**

#### **2.4.1 Relación con el cliente**

Entrevistas periódicas para verificar el funcionamiento del sistema, adaptaciones y mejoras del sistema.

#### **2.4.2 Canales de distribución**

- Comunicación directa con los talleres
- Web

#### **2.4.3 Segmento de clientes**

- Talleres de concesionario
- Talleres automotrices

#### **2.4.4 Fuente de ingresos**

Cobro por medio de licencias que se pagarán mensual o anualmente.

#### **2.4.5 Socios principales**

- Concesionarios automotrices
- Talleres automotrices

#### **2.4.6 Actividades principales**

- Análisis de clientes
- Análisis de posibles servicios de mantenimiento
- Análisis de posibles utilizaciones de repuestos

#### **2.5 Recursos principales**

Base de datos de concesionarios o talleres automotrices.

#### **2.6 Estructura de costos**

La empresa propuesta, la cual brinda el programa de escritorio de predicción de kilometraje y servicios automotriz a los concesionarios y talleres automotrices, y estas ventas son por medio de licencias que se deben de pagar mensual o anualmente para la utilización del software.

La empresa, al inicio se encontrará en el régimen laboral de Micro Empresa, con ventas anuales menores a 150 de Unidad Impositiva Tributaria (UIT) y en el futuro se desea ser una Pequeña Empresa con menos de 1700 UIT (Ministerio de trabajo y promoción del empleo, 2019).

Para estos regímenes, se deberá de utilizar la relación de costos del siguiente gráfico (Cruz, 2020):

**Tabla 2.1***Conceptos de costos laborales en Perú comparativo por régimen*

Conceptos	Regimen General	Micro Empresa	Pequeña Empresa
Gratificación	1 sueldo por semestre	No corresponde	1/2 sueldo por semestre
CTS	1 sueldo por año	No corresponde	1/2 sueldo por año
Vacaciones	30 días por año	15 días por año	15 días por año
Essalud / SIS	9% remuneración	2% remuneración	9% remuneración
Bonificación Gratificación	9% de la gratificación		9% de la gratificación

*Nota.* De Costos laborales Perú comparativo por régimen en Excel, por Martin Cruz, 2020, Excel no convencional (<https://excelnoconvencional.com/costos-laborales-peru-comparado-por-regimen-en-excel/>).

Se desarrolló la estructura de costos de inversión inicial, en la cual se mostrarán los ingresos y egresos del primer año de trabajo, en caso se realicen 265 ventas de licencias a un precio sin impuesto general a las ventas (IGV) de S/ 675, las cuales equivalen aproximadamente al punto de equilibrio. También se muestra el resumen de la inversión en activos, los activos fijos y activos intangibles. Se decidió utilizar el precio de 675 sin IGV anualmente, que equivaldría aproximadamente a 15 dólares mensuales, debido a que se tomó como guía aplicaciones similares como las de la página de Odoo, aunque no cuenten con una aplicación de predicciones (2022).

Al inicio, solo se tendrán cinco trabajadores que serán el Gerente General (Franco Casanova), Sub Gerente (Guillermo Casanova), un personal de marketing y dos Asesores de ventas de programas. Entre los egresos estarán los útiles de oficina, insumos de aseo y limpieza, el alquiler de la oficina, publicidad, página web y comisión de ventas. Estos egresos tendrán un costo de S/ 186246.09 incluyendo IGV.

Luego, en el módulo de inversión, como activos fijos, se muestran los muebles y enseres, y gastos en equipos de computación. Estos activos fijos tendrán un costo de S/ 11800 incluyendo IGV.

En el caso de los activos intangibles, sólo se necesitará el mobiliario del personal los softwares de Office 365 Empresa Estándar, Windows 10 Pro y QtDesginer. Estos activos intangibles tendrán un costo de S/ 11800 incluyendo IGV.

Finalmente, sobre los gastos preoperativos para la constitución de la empresa, se decidió contratar a un tercero que realice el trámite y pagar por sus servicios, con un costo de S/ 800 incluyendo IGV.

Lo cual equivaldría a una inversión inicial de S/ 28621.45, entonces cada accionista deberá de realizar una inversión de S/ 14310.73, incluyendo IGV.

**Tabla 2.2**

*Estructura de costos*

Análisis de estructura de costos inicial	Año 1	
<b>SECCIÓN 0: Análisis de régimen laboral</b>		
UIT	S/	4600.00
Micro Empresa (Hasta 150 UIT)	S/	690000.00
Pequeña Empresa (Hasta 1700 UIT)	S/	7820000.00
<b>SECCIÓN 1: INGRESOS</b>		
<b>1.1 - Precio de venta unitario</b>		
Precio de venta (Sin IGV)	S/	675.00
Precio de venta (Con IGV)	S/	796.50
<b>1.2 - Cantidad a producir y a vender</b>		
Inventario inicial	0	
Producción (unidades)	265	
Ventas (unidades)	265	
Inventario final	0	
<b>1.3 - Ingresos totales</b>		
Facturación	S/	178875.00
<b>Total Ingresos (Sin IGV)</b>	<b>S/</b>	<b>178875.00</b>
Facturación	S/	211072.500
Total Ingresos (Con IGV)	S/	211072.500
Régimen laboral		Micro Empresa
<b>SECCIÓN 2: EGRESOS</b>		
<b>2.1 - Resumen de los egresos</b>		
Costos de producción	S/	-
Gastos de administración	S/	95824.41
Gastos de ventas	S/	82732.61
<b>Total egresos (Sin IGV)</b>	<b>S/</b>	<b>178557.02</b>
Costos de producción		-
Gastos de administración	S/	98752.00
Gastos de ventas	S/	87494.09
<b>Total egresos (Con IGV)</b>	<b>S/</b>	<b>186246.09</b>

### 2.1.1 - Resumen de los costos de producción

Materias primas y materiales	-
Mano de obra directa	-
Mano de obra indirecta	-
Materiales indirectos	-
Gastos indirectos	-
Costos de mantenimiento	-
<b>Total costos de producción (Sin IGV)</b>	<b>-</b>

Materias primas y materiales	-
Mano de obra directa	-
Mano de obra indirecta	-
Materiales indirectos	-
Gastos indirectos	-
Costos de mantenimiento	-
<b>Total costos de producción (Con IGV)</b>	<b>-</b>

### 2.1.2 - Resumen de los gastos de administración

#### Sueldo mensual de personal administrativo

Gerente general	S/	3500.00
Sub Gerente	S/	3000.00

#### Gastos de personal administrativo

Gerente general	S/	42840.00
Sub Gerente	S/	36720.00
Gastos de personal administrativo	S/	79560.00

Gastos en personal administrativo (Rem. fija)	S/	79560.00
Alquileres y otros servicios tercerizados	S/	15864.41
Útiles de oficina	S/	200.00
Insumos de aseo y limpieza	S/	200.00
<b>Total gastos de administración (Sin IGV)</b>	<b>S/</b>	<b>95824.41</b>

Gastos en personal administrativo (Rem. fija)	S/	79560.00
Alquileres y otros servicios tercerizados	S/	18720.00
Útiles de oficina	S/	236.00
Insumos de aseo y limpieza	S/	236.00
<b>Total gastos de administración (Con IGV)</b>	<b>S/</b>	<b>98752.00</b>

### 2.1.3 - Resumen de los gastos de ventas

#### Cantidad de personal de ventas

Asesores de venta y programa	2
Personal de marketing	1

Análisis de estructura de costos inicial	Año 1
--	-------

**Sueldo mensual de personal comercial**

Asesores de venta y programa	S/	1500.00
Personal de Publicidad y marketing	S/	1500.00

**Gastos de personal de ventas**

Asesores comerciales	S/	36720.00
Personal de Publicidad y marketing	S/	18360.00

**Gastos de personal de ventas** **S/ 55080.00**

Gastos en personal de ventas (Rem. Fija)	S/	55080.00
Gastos publicidad (10%)	S/	17887.50
Gastos pagina web (25 dolares mensuales)	S/	1200.00
Comisión de ventas (4.6%)	S/	8228.25
Comisión de ventas	S/	336.86
<b>Total gastos de ventas (Sin IGV)</b>	<b>S/</b>	<b>82732.61</b>

Gastos en personal de ventas (Rem. Fija)	S/	55080.00
Gastos publicidad (10%)	S/	21107.25
Gastos pagina web (25 dolares mensuales)	S/	1200.00
Comisión de ventas PayU (4.59%)	S/	9709.34
Comisión de ventas PayU (S/ 1.50 por transacción)	S/	397.500
<b>Total gastos de ventas (Con IGV)</b>	<b>S/</b>	<b>87494.09</b>

**2.2 - Determinación de los costos fijos y costos variables**

**Items**

A. Costos de producción	S/	-
Costos fijos	S/	-
Costos variables	S/	-
B. Gastos de administración	S/	95824.41
Costos fijos	S/	95824.41
Costos variables	S/	-
C. Gastos de venta	S/	82732.61
Costos fijos	S/	56280.00
Costos variables	S/	26452.61
<b>Total Costos (Sin IGV)</b>	<b>S/</b>	<b>178557.02</b>

**Items**

A. Costos de producción	S/	-
Costos fijos	S/	-
Costos variables	S/	-
B. Gastos de administración	S/	98752.00
Costos fijos	S/	98752.00
Costos variables	S/	-
C. Gastos de venta	S/	87494.09
Costos fijos	S/	56280.00
Costos variables	S/	31214.09
<b>Total Costos (Con IGV)</b>	<b>S/</b>	<b>186246.09</b>

<b>Análisis de estructura de costos inicial</b>	<b>Año 1</b>	
<b>2.3 - Cálculo del punto de equilibrio</b>		
<b>VARIABLES</b>	<b>Año 1</b>	
Precio de venta (Sin IGV)	S/	675.00
Costo fijo total	S/	152104.41
Costo variable unitario	S/	99.83
<b>Punto de equilibrio (Sin IGV)</b>	<b>264</b>	

**Tabla 2.3**

*Análisis de inversión*

<b>Análisis de inversión</b>	<b>Sin IGV</b>		<b>Con IGV</b>	
<b>SECCIÓN 3: INVERSIÓN</b>				
<b>3.1 - Resumen de la inversión en activos</b>				
<b>Inversiones</b>				
Activo fijo	S/	10000.00	S/	11800.00
Activo intangible	S/	10000.00	S/	11800.00
Gastos pre operativos	S/	656.00	S/	800.00
Caja mínima en el primer año	S/	-	S/	-
<b>Total Inversión</b>	<b>S/</b>	<b>20656.00</b>	<b>S/</b>	<b>24400.0</b>
<b>Total IGV de inversión</b>			<b>S/</b>	<b>3744.0</b>
<b>3.1.1 - Activo fijo</b>				
<b>Activos Fijos</b>				
A. Terrenos	S/	-	S/	-
<i>Terrenos</i>	S/	-	S/	-
B. Edificaciones y remodelaciones	S/	-	S/	-
<i>Edificaciones y otras construcciones</i>	S/	-	S/	-
<i>Remodelaciones a locales alquilados</i>	S/	-	S/	-
C. Maquinaria y equipo	S/	-	S/	-
<i>Maquinaria</i>	S/	-	S/	-
<i>Equipos e instrumentos</i>	S/	-	S/	-
<i>Herramientas y unidades de reemplazo</i>	S/	-	S/	-
D. Unidades de transporte	S/	-	S/	-
<i>Vehículos motorizados</i>	S/	-	S/	-
<i>Vehículos no motorizados</i>	S/	-	S/	-
E. Muebles y enseres	S/	4000.00	S/	4720.00
<i>Mobiliario del área de producción</i>	S/	-	S/	-
<i>Mobiliario del área de administración</i>	S/	2000.00	S/	2360.00
<i>Mobiliario del área de ventas</i>	S/	2000.00	S/	2360.00
F. Equipos diversos	S/	6000.00	S/	7080.00
<i>Equipos de cómputo</i>	S/	6000.00	S/	7080.00
<i>Equipos de comunicación</i>	S/	-	S/	-
<i>Equipos de seguridad</i>	S/	-	S/	-
<i>Otros equipos</i>	S/	-	S/	-
<b>Total Inversión en Activos Fijos</b>	<b>S/</b>	<b>10000.00</b>	<b>S/</b>	<b>11800.00</b>

<b>Análisis de inversión</b>	<b>Sin IGV</b>		<b>Con IGV</b>	
<b>3.1.2 - Activo intangible</b>				
<b>Activos Intangibles con IGV</b>				
Office 365 empresa estándar	S/	3000.00		
Windows 10 Pro	S/	5000.00		
QtDesigner	S/	2000.00		
<b>Total Inversión en Activo Intangible</b>	<b>S/</b>	<b>10000.00</b>		
<b>Activos Intangibles</b>				
A. Concesiones, licencias y otros derechos	S/	-	S/	-
B. Patentes y propiedad industrial	S/	-	S/	-
C. Programas de computadora (software)	S/	10000.00	S/	11800.00
D. Costos de exploración y desarrollo	S/	-	S/	-
E. Fórmulas, diseños y prototipos	S/	-	S/	-
F. Reservas de recursos extraíbles	S/	-	S/	-
G. Plusvalía mercantil (Goodwill)	S/	-	S/	-
H. Otros intangibles	S/	-	S/	-
<b>Total Inversión en Activo Intangible</b>	<b>S/</b>	<b>10000.00</b>	<b>S/</b>	<b>11800.00</b>
<b>3.1.3 - Gastos pre operativos</b>				
<b>Gastos preoperativos</b>				
Servicio de constitución de empresa	S/	523.16	S/	638.00
Derechos registrales	S/	132.84	S/	162.00
C. Permisos y licencias municipales	S/	-	S/	-
D. Tasas, comisiones y otros pagos	S/	-	S/	-
E. Otros gastos pre operativos	S/	-	S/	-
<b>Total Inversión en Gastos Pre Operativos</b>	<b>S/</b>	<b>656.00</b>	<b>S/</b>	<b>800.00</b>

## **Tabla 2.4**

### *Aporte de socios*

<b>Accionistas</b>	<b>Aporte</b>		<b>Participación</b>
Franco	S/	14310.73	50%
Guillermo	S/	14310.73	50%
<b>Total aporte de accionistas</b>	<b>S/</b>	<b>28621.450</b>	<b>100%</b>

## **2.7 Viabilidad del nuevo modelo**

Para que el proyecto sea rentable tiene que tener unas ventas superiores al punto de equilibrio que sería de 265.

El proyecto cuenta con viabilidad tecnológica, debido a que se utilizan tecnologías que el desarrollador tiene experiencia y tendrá una alta usabilidad por parte de los usuarios.

Cuenta con viabilidad sobre la infraestructura, debido a que podrá ser instalado en computadoras, sin requerir de un servidor.

## **2.8 KPI's de validación para continuidad**

- Cantidad de comunicaciones con clientes mayor a 2650 al año, el personal de asesoría de ventas y programa, realizará llamadas informativas a aproximadamente 8 empresas concesionarias o talleres automotrices diariamente.
- Índice de retención de los clientes mayor al 80%, por ejemplo, si se vendiera 1000 programas, mínimo 800 clientes deberían de volver a adquirir la licencia.
- Índice de satisfacción de los clientes mayor al 80%, se le realizará una llamada o reunión al cliente, preguntando sobre su experiencia del programa y el mínimo 80% de los clientes deberá encontrarse satisfecho.
- Una actualización del sistema cada 3 meses, el sistema deberá de ser mejorado según los requerimientos internos o de los clientes en periodos de 3 meses como mínimo.

## **2.9 Límites de aceptación**

- Se deberá de vender anualmente mínimo 265 servicios.
- El programa deberá de predecir con 60% de precisión el kilometraje de los vehículos entre -2000 y 2000 kilómetros. Se utilizó este rango debido a que, según las entrevistas realizadas, los gerentes de mantenimiento desean poder predecir el próximo servicio de mantenimiento como mínimo en este rango.

- El programa deberá de predecir con 40% de precisión el kilometraje de los vehículos entre -1000 y 1000 kilómetros. Se utilizo este rango como inicio para poder mejorar las predicciones de servicios

# **CAPÍTULO III: DEFINICIÓN DEL PROYECTO DE DESARROLLO**

## **3.1 Definición del proyecto**

Se realizará el desarrollo de un sistema de predicción de kilometrajes y servicios de mantenimiento automotriz utilizando las variables de fecha de primer servicio, del penúltimo y del último, junto a sus respectivos kilometrajes, también cada cuántos kilómetros debe de realizar su servicio de mantenimiento. Con los cuales se podrá predecir el kilometraje actual del vehículo y su futuro servicio de mantenimiento. Este proyecto se encuentra enfocado en los talleres automotrices de Lima al inicio y luego se expandirá al resto del país.

## **3.2 Objetivos del proyecto**

### **3.2.1 Objetivo general**

Desarrollo de un sistema de predicción de kilometrajes y servicios automotrices.

### **3.2.2 Objetivos específicos**

- Proyectar servicios de mantenimiento de vehículos
- Proyectar servicios de reparaciones de vehículos
- Proyectar la utilización de recursos internos y externos
- Proyectar la retención de clientes
- Predicciones de fidelización de clientes

### **3.3 Fundamento de la factibilidad del proyecto**

#### **3.3.1 Tecnologías a utilizar:**

- Python: lenguaje de programación open source, es decir que los usuarios pueden utilizarlo sin la necesidad de realizar algún pago. Se encuentra en constante actualización y su comunidad desarrolla librerías constantemente. Adicionalmente, es muy rápido para el análisis de información (Python, s.f.).
- PySide2: librería oficial de Python para el desarrollo de proyectos con interfaz gráfica de escritorio, la cual es open source (PyPI, 2020).
- Qt Designer: herramienta para el desarrollo de interfaces gráficas, la cual es fácil de utilizar, permite la creación de formularios que pueden ser manipulados por medio de lenguajes de programación, el cual cuenta con una licencia llamada QT for Small Business con un costo anual de 500 dólares (Qt, s.f.).

#### **3.3.2 Modelo de negocio:**

Distribución de software local: en este modelo de negocio, los clientes realizarán la instalación del software dentro de sus ambientes y estos se harán responsables de la infraestructura, que en este caso será una computadora (Angel, 2019), para poder utilizar el software, deberán de actualizar la licencia anualmente.

Se eligió este modelo de negocio debido a que el cliente desea tener el software dentro de sus ambientes, poder utilizarlo sin conexión a internet, que toda la información se encuentre dentro de sus ambientes y se actualice constantemente.

### **3.4 Roles y responsabilidades del equipo del proyecto**

Los roles en el inicio de la empresa serán los de Gerente General, Subgerente, asesor de ventas y personal de marketing.

**Tabla 3.1***Roles y responsabilidades*

<b>Tareas</b>	<b>Resultados esperados</b>
<b>Gerente</b>	
Obtención de información	Realizar reuniones con los jefes de mantenimiento
Normalización de la información	Datos sin errores Datos flexibles
Análisis de información	Generación de información de los datos Generación de reportes Predicción de servicios de mantenimiento Predicción de uso de recursos
Desarrollo del software de escritorio	Desarrollo de software de escritorio requerido Implementación de los reportes y predicciones realizadas
<b>Subgerente</b>	
Obtención de información	Realizar reuniones con los jefes de mantenimiento
Obtención de clientes	Realizar ventas a sus contactos Mostrar el servicio a talleres y concesionarios automotrices
Verificación de procesos legales y administrativos	Inscripción de la empresa Análisis económico de la empresa Verificación de cumplimiento de metas Contratación de personal
Verificación de marketing y distribución	Análisis de estrategias de marketing Contratación de servicios de marketing y distribución
<b>Asesores de ventas</b>	
Realizar asesorías del servicio	Resolver consultas de las llamadas de los clientes Brindar soporte básico sobre el sistema Realizar el registro de los inconvenientes Fidelizar a los clientes
<b>Personal de marketing</b>	
Verificación de procesos legales y administrativos	Análisis de clientes Desarrollo de plan de marketing Implementación de plan de marketing Análisis de resultados

### 3.5 Cronograma y riesgos iniciales del proyecto

**Tabla 3.2**

*Cronograma y riesgos iniciales del proyecto - Cronograma*

Actividades	Inicio	Duración	Fin
Selección de empresas a analizar	01/04/2021	7	08/04/2021
Design Thinking - Empatizar, Entrevistas	08/04/2021	14	22/04/2021
Design Thinking - Definir, Análisis de oportunidades de desarrollo	22/04/2021	7	29/04/2021
Análisis de base de datos para generación de información	29/04/2021	21	20/05/2021
Design Thinking - Idear, Análisis de posibles soluciones	20/05/2021	14	03/06/2021
Análisis de viabilidad financiera	03/06/2021	7	10/06/2021
Design Thinking - Prototipar	10/06/2021	21	01/07/2021
Entrevistas y presentación del prototipo inicial	01/07/2021	14	15/07/2021
Desarrollo de software con la información generada	15/07/2021	14	29/07/2021
Design Thinking - Validación, presentación del proyecto	29/07/2021	7	05/08/2021

**Tabla 3.3**

*Cronograma y riesgos iniciales del proyecto - Riesgos*

Actividades	Riesgos
Selección de empresas a analizar	Poco interés del proyecto por parte de las empresas
Design Thinking - Empatizar, Entrevistas	Las empresas no brinden información real
Design Thinking - Definir, Análisis de oportunidades de desarrollo	Falta de conocimiento del rubro
Análisis de base de datos para generación de información	Base de datos poco normalizada
Design Thinking - Idear, Análisis de posibles soluciones	Soluciones no viables
Análisis de viabilidad financiera	Poco conocimiento de análisis financiero
Design Thinking - Prototipar	Falta de conocimiento de la tecnología a utilizar
Entrevistas y presentación del prototipo inicial	No cumple con los requerimientos del cliente
Desarrollo de software con la información generada	requerimientos complejos
Design Thinking - Validación, presentación del proyecto	No cumple con las expectativas del cliente

### 3.6 Medidas de control

Se tuvo una reunión cada semana con el asesor, con el fin de poder mitigar y solucionar los problemas que se presenten. Adicionalmente, se tuvo constantes comunicaciones, entrevistas y presentaciones con los usuarios finales, con lo cual se pudo desarrollar un proyecto que cumpla con la solución de sus problemas y deseos.

### 3.7 Recursos necesarios

Los siguientes recursos fueron los requeridos para el desarrollo del proyecto de innovación tecnológica antes de la constitución de la empresa, debido a esto los recursos no se encuentran dentro de la estructura de costos.

- El recurso humano requerido fue el Project manager (Franco Casanova), que analizó, desarrolló y planteó la solución.
- En los materiales, será la computadora propia que se utilizó para el análisis de la solución y el desarrollo del software.
- En los recursos logísticos, será la base de datos brindada por parte de un gerente de gestión de mantenimiento automotriz, estos datos son muy importantes, debido a que serán utilizados para realizar los análisis base del proyecto.



## CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO

### 4.1 Empatizar

- Definición del usuario a analizar

El usuario que se analizará será el jefe de mantenimiento de un taller automotriz que se encuentre en Lima para poder identificar sus problemas, deseos y oportunidades de mejora. Adicionalmente este será el usuario a analizar debido a que es el que acepta o rechaza la compra del producto.

Se utilizó la técnica de entrevista cualitativa. Gracias a entrevistas a jefes de mantenimiento automotriz, en primer lugar, se identificó que existen diferencias notables entre las empresas que cuentan con sistemas ERP y las que utilizan sistemas de gestión de recursos o bases de datos en Excel, como son: el presupuesto en software de sistemas de la información, el tiempo en retorno deseado de la inversión, el proceso para la aceptación de un nuevo sistema y los protocolos que tienen que tener este sistema, por lo cual, el usuario a analizar deberá de encontrarse en una empresa sin sistema ERP.

Por medio de las entrevistas a los nuevos usuarios a analizar, se pudo descubrir que cuentan con sistemas de gestión de recursos, pero no cuentan con sistemas que realicen predicciones, como sería la predicción del kilometraje de los vehículos de sus clientes, las fechas de mantenimiento de vehículos, ocasionando que no puedan determinar cuándo realizarán un servicio de mantenimiento o cuando realizar campañas de fidelización a sus clientes en momentos específicos, lo cual se puede verificar en la pérdida de clientes.

Figura 4.1

Entrevista cualitativa

ENTREVISTA CUALITATIVA. EXPLORAR/INVESTIGACIÓN		PROYECTO	FECHA
		DISEÑADO POR	USUARIO
<b>ENTREVISTA</b> 1) Objetivos y límites del proyecto. 2) Descripción del tema a tratar. 3) Preguntas a realizar.  Encontrar los problemas más frecuentes en el área de mantenimiento de las concesionarias automotrices. ¿Qué tareas te toman más tiempo? ¿Qué tareas no tienen el impacto que desearías? ¿Han encontrado sistemas tecnológicos que puedan solucionar el problema?	<b>OBSERVACIONES</b>  ¿qué has descubierto que no supieras? No cuentan un sistema que prediga cuando le tocara un mantenimiento a un cliente específico. Desean fidelizar a sus clientes, pero no tienen la información en el momento oportuno No cuentan con sistemas ERP debido a su alto costo	¿qué crees que te falto por descubrir? Cuánto es la inversión que se realiza en el área de mantenimiento Cuáles son sus expectativas de ganancias	
<b>USUARIO/CLIENTE</b> 1) Nombre/edad/profesión 2) Nivel cultural. 3) ¿cuál es su relación con el tema a tratar? Eduardo – 50 años – Ingeniero – Gerente de Mantenimiento	¿qué te ha impactado? La cantidad de vehículos que no realizan su mantenimiento. La poca información sobre predicción de servicios	Después de la Entrevista, ¿dónde te gustaría profundizar? ¿qué dudas te han quedado? Obtener las bases de datos para realizar mejores predicciones Entrevistar a los usuarios finales de la plataforma	

Diseñado por Thinkers Co. ®  
"Democratizando la Innovación para sacar todo lo potencial"  
© Copyright © 2018 Thinkers Co. Todos los derechos reservados |

DESIGNPEDIA ThinkersO®  
WWW.DESIGNPEDIA.INFO WWW.THINKERSCO.COM

Nota. Adaptado de *Entrevista cualitativa*, por Thinkers Co, 2018, Thinkers Co. <https://thinkersco.com/>

Luego, con esta información se desarrolló un User Persona, describiendo las características de los usuarios, en este caso de Guillermo.

**Figura 4.2**

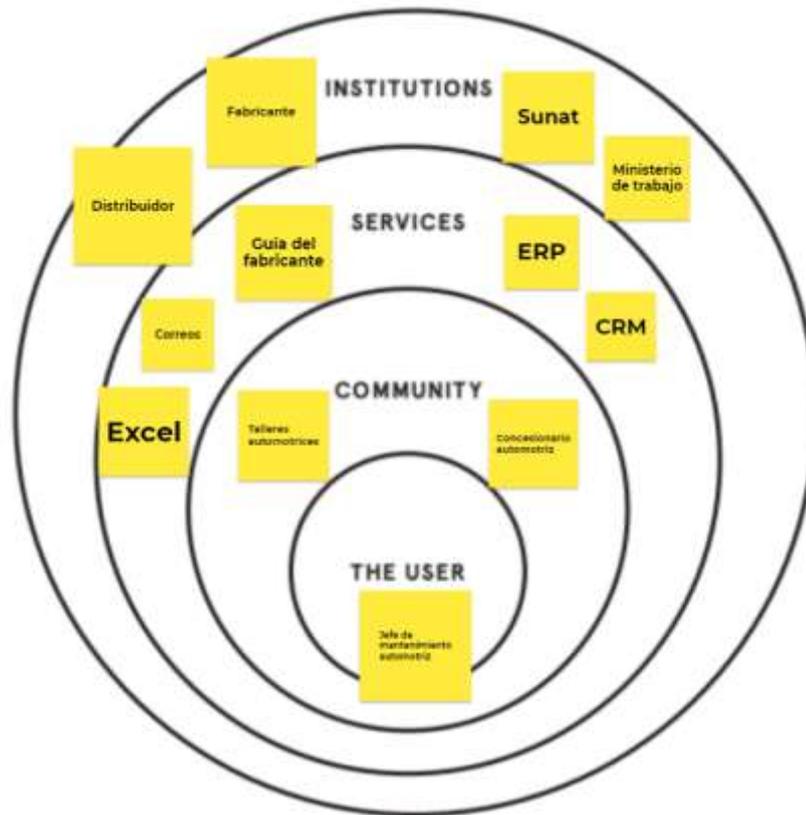
*User Persona*

User Persona	
<b>NOMBRE Y APODO</b>  GUILLERMO, JEFE DE MANTENIMIENTO	<b>Comportamiento</b>  Le gusta tener los reportes al día Le gusta maximizar ganancias Le gusta proyectar el futuro Tener el menor stock posible pero que nunca falte
<b>Datos demográficos</b>  Se encuentra en Perú, Lima	<b>Necesidades y objetivos</b>  Fidelizar a los clientes Mejorar el manejo del stock Conocer el perfil de sus clientes Conocer sus mejores clientes Conocer la eficiencia de sus mecánicos Tener una base de datos para hacer promociones

Adicionalmente, se utilizó la herramienta de mapa de actores, para poder identificar todos los usuarios que pueden participar en el proceso del servicio de mantenimiento de un vehículo y también las tecnologías que se están utilizando actualmente.

**Figura 4.3**

*Mapa de actores*



- Problemas
  - No cuenta con el posible kilometraje de un vehículo de un cliente
  - Porcentaje de fidelización de clientes muy bajo
  - Poca información de los futuros servicios de mantenimiento
  - No cuentan con la información del cliente en el momento oportuno para poder realizar campañas de marketing o fidelización.
- Objetivos

Se proyectaron los siguientes objetivos que solucionarían los problemas que se descubrieron.

  - Proyectar kilometraje recorrido de unidades
  - Proyectar el posible kilometraje del próximo servicio de mantenimiento de los vehículos
  - Proyectar la posible fecha del próximo servicio de mantenimiento de los vehículos

- Técnicas
  - Entrevistas
  - World Café
- Herramientas
  - User Persona
  - Mapa de actores

## 4.2 Definir

Luego de realizar el análisis al usuario y sus características, se desarrolló el siguiente diagrama de afinidad

**Figura 4.4**

*Diagrama de afinidad*



Se pudo identificar que el jefe de mantenimiento desea tener una plataforma de escritorio por medio del cual pueda ingresar información en archivos Excel, con la finalidad de poder predecir los kilometrajes de los vehículos, los servicios de mantenimiento de sus clientes, la utilización de recursos y de servicios de terceros. Pudiendo generar mayor información a base

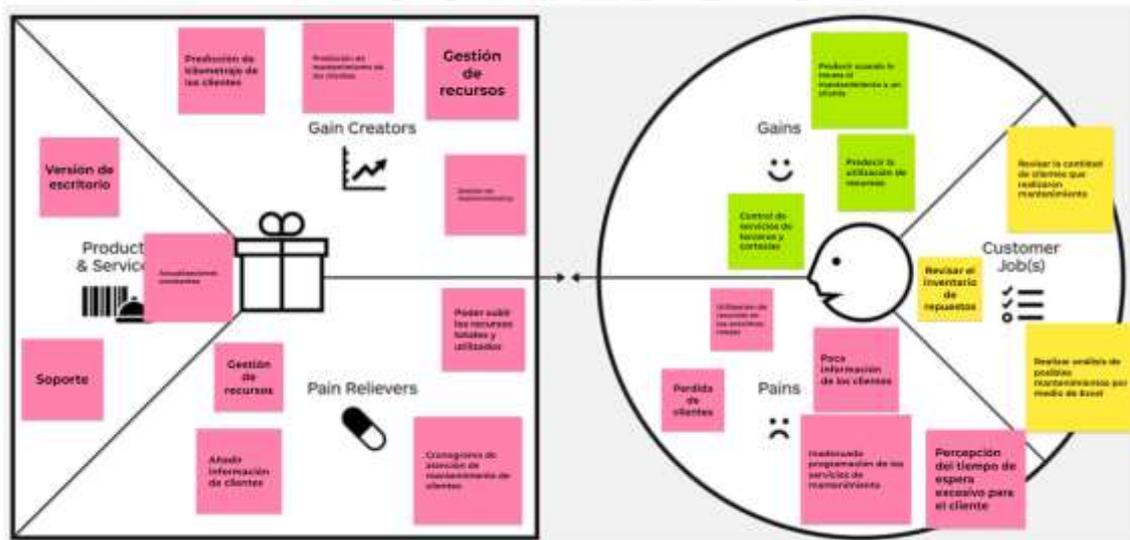
de sus propias bases de datos, mejorando la retención de clientes y gestión de clientes postventa.

### 4.3 Idear

En la etapa que se idea cual la solución para los problemas presentados, se realizó un Value Proposition Canvas.

Figura 4.5

Value Proposition Canvas



El programa deberá de contar con funcionalidades para poder ingresar la información que tienen los talleres sobre los servicios de mantenimiento y repuestos en formato Excel. Este programa de ser de escritorio ya que a los talleres automotrices desean tener su información dentro de sus propios equipos o servidores y no fuera de estos. También poder realizar sus trabajos sin la necesidad de contar con internet en todo momento.

Este programa debe de poder tener actualizaciones constantes, ya que es un mercado que se encuentra en constante evolución y adicionalmente por parte del desarrollador, para poder brindar mejores funcionalidades.

Sus principales valores agregados serán la predicción del kilometraje de los vehículos y los próximos servicios de mantenimiento. Analizando los problemas presentados, se descubrió que la información del kilometraje de los vehículos es sumamente importante, con la cual podrá solucionar múltiples

problemas como son: falta de fidelización de clientes, gestión de recursos y programación de servicios.

El programa deberá de ser pagado mensual o anualmente, pasado el periodo será desactivado automáticamente y se deberá de realizar la actualización de la licencia.

#### **4.4 Prototipar**

El prototipo consta de dos etapas:

La primera fue la generación de reportes de predicciones, con la cual se pudo analizar la precisión y junto al jefe de mantenimiento poder identificar las posibles mejoras y la segunda, la verificación de la aplicación de los reportes al software de escritorio final.

##### **4.4.1 Análisis de predicciones**

Para el desarrollo de las predicciones y posteriormente el programa, se utilizó una base de datos de servicios de mantenimiento realizados proporcionada por un jefe de mantenimiento, la cual cuenta con las siguientes características:

- Tipo de documento: Excel
- Número de filas: 10576
- Cantidad de vehículos: 2848
- Nombre de columnas:
  - OrdenServicio\_ID
  - Vehiculo\_ID
  - Kilometraje
  - Fecha Inicio
  - Fecha final
  - ModeloDesc
  - Lavado

- Taxi
- AñoFabricacion
- Mantenimiento cada

Se desea realizar la predicción del kilometraje de los vehículos, debido a que esta información es sumamente importante para el concesionario o taller automotriz con la cual podrá solucionar múltiples problemas como son: falta de fidelización de clientes, gestión de recursos y programación de servicios.

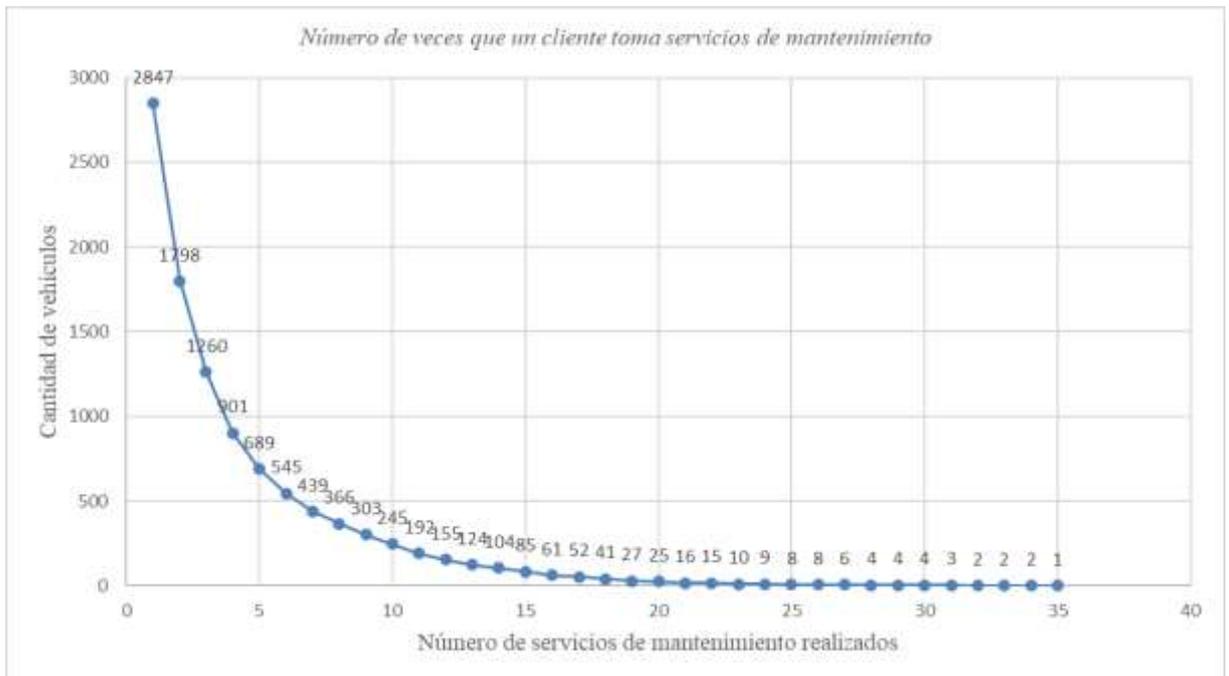
#### **4.4.1.1 Análisis de fidelidad de clientes**

Iniciando las predicciones con el análisis de la fidelidad de los clientes, según el siguiente gráfico, se demostró que la fidelización de los clientes es un gran problema, debido a la poca retención de clientes. Con la información de la predicción de los kilometrajes y servicios de mantenimiento de los clientes, las empresas podrán realizar campañas en fechas más adecuadas.

En la siguiente figura, se muestra la cantidad de vehículos por el número de veces que un cliente toma servicios de mantenimiento. En el cual, con un servicio, se encuentran todos los vehículos y luego comienza a disminuir según la cantidad de vehículos que dejan de realizar servicios.

**Figura 4.6**

*Número de veces que un cliente toma servicios de mantenimiento*



Con esta información, se desarrolló la siguiente tabla, indicando la probabilidad de cantidad de servicios a realizar. En la cual se muestra que la probabilidad de cantidad de servicios a realizar disminuye rápidamente, siendo menor al 50% a partir del tercer servicio y menor al 25% a partir del quinto.

**Tabla 4.1**

*Probabilidad de cantidad de servicios a realizar*

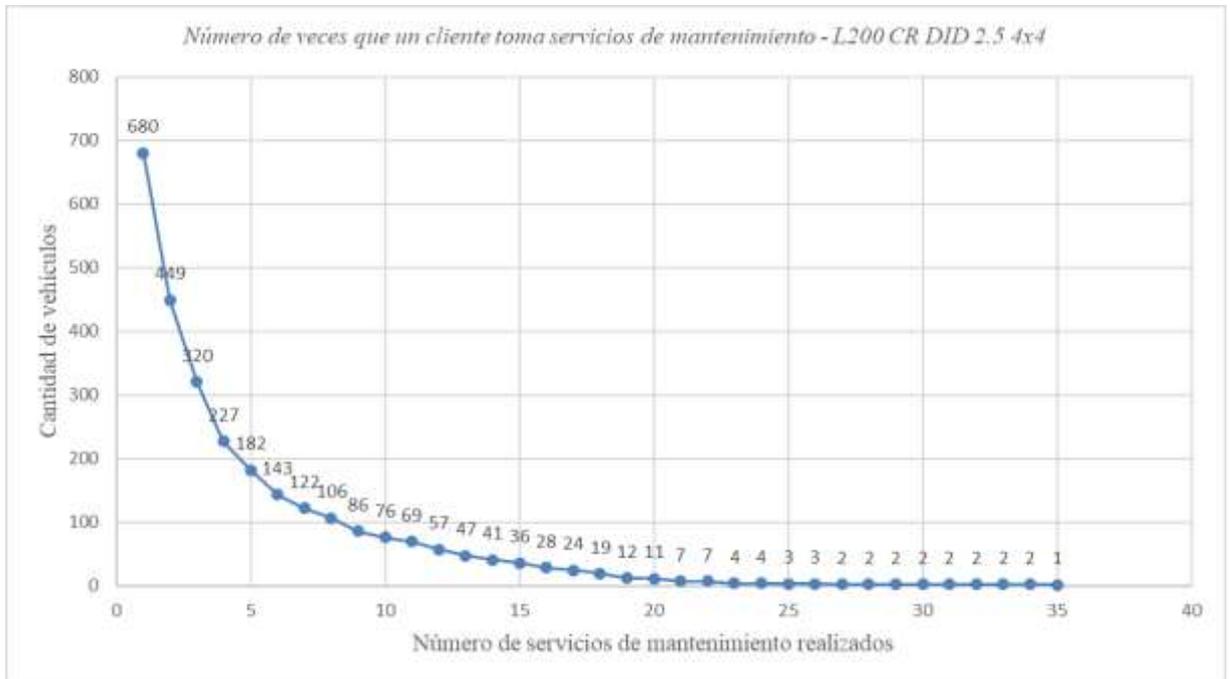
Número de servicios	Cantidad de vehículos	Probabilidad de cantidad de servicios
1	2847	
2	1798	63.15%
3	1260	44.26%
4	901	31.65%
5	689	24.20%
6	545	19.14%
7	439	15.42%
8	366	12.86%
9	303	10.64%
10	245	8.61%
11	192	6.74%
12	155	5.44%
13	124	4.36%
14	104	3.65%
15	85	2.99%
16	61	2.14%

Número de servicios	Cantidad de vehículos	Probabilidad de cantidad de servicios
17	52	1.83%
18	41	1.44%
19	27	0.95%
20	25	0.88%
21	16	0.56%
22	15	0.53%
23	10	0.35%
24	9	0.32%
25	8	0.28%
26	8	0.28%
27	6	0.21%
28	4	0.14%
29	4	0.14%
30	4	0.14%
31	3	0.11%
32	2	0.07%
33	2	0.07%
34	2	0.07%
35	1	0.04%

Luego se analizó el número de mantenimientos, pero según el automóvil con mayor número de servicios que sería el L200 CR DID 2.5 4X4 y el segundo mayor que sería el ASX. Con esto se puede verificar que los tres gráficos son muy similares.

**Figura 4.7**

*Número de veces que un cliente toma servicios de mantenimiento – L200 CR DID 2.5 4X4*



**Figura 4.8**

*Número de veces que un cliente toma servicios de mantenimiento – ASX*



#### 4.4.1.2 Análisis de Predicción según último servicio de mantenimiento

En este análisis, se desea demostrar que cada conductor tiene un kilometraje por día que varía poco, lo cual quiere decir que se puede utilizar la variable de kilometraje por día para realizar predicciones sobre el kilometraje en el que se encuentra en una fecha determinada.

El siguiente gráfico que se muestra, es sobre el error en el próximo servicio de mantenimiento según el kilometraje. Para realizar este análisis se realizó el siguiente algoritmo: primero se eliminó los vehículos que habían tenido uno o dos servicios, luego se obtuvo el kilometraje por día hasta el penúltimo mantenimiento, utilizando la siguiente fórmula:

$$KMd = (KMp - KMi) / (Fp - Fi)$$

Para la predicción, primero se calcula el kilometraje actual precedido, restando la fecha del último mantenimiento con la del penúltimo para hallar la cantidad de días, esto se multiplicó con el kilometraje por día y se le sumó al kilometraje que tuvo el vehículo en el penúltimo mantenimiento.

$$KMa = (Ff - Fp) * KMd + KMp$$

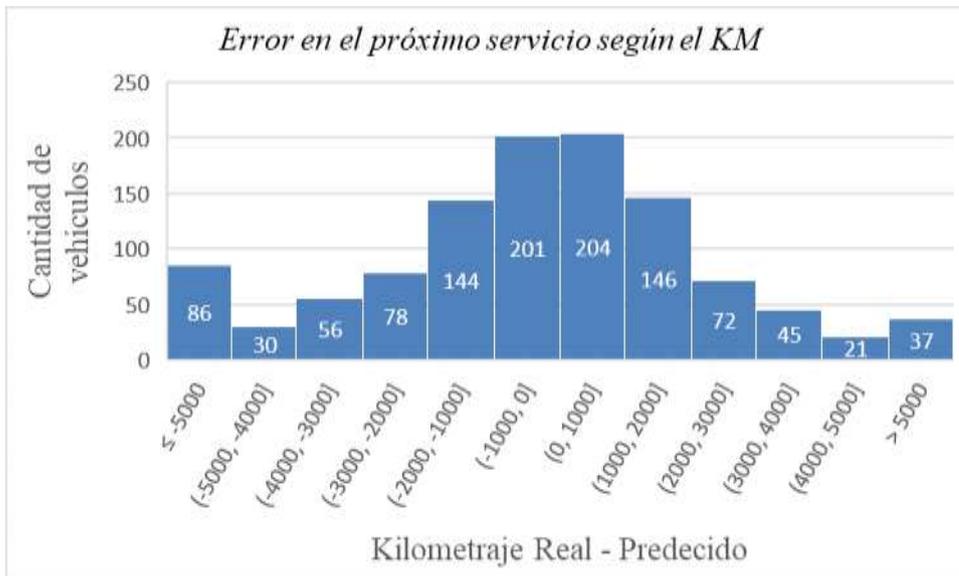
El resultado se comparó con el último mantenimiento real para poder obtener el error en el próximo servicio precedido según el mantenimiento.

$$Error = KMf - KMa$$

Se obtuvo que el 60% de las predicciones se encuentra entre -2000 y 2000 kilómetros, y el 35% entre -1000 y 1000 kilómetros.

**Figura 4.9**

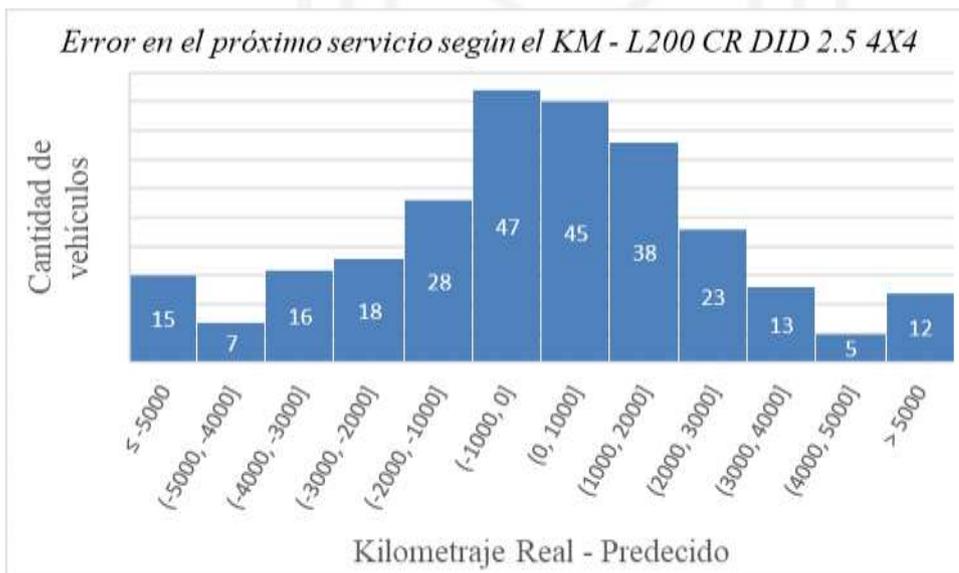
*Error en el próximo servicio según el KM*



Luego se realizó el mismo análisis de error en el próximo servicio según el kilometraje, pero con los dos vehículos más frecuentes que serían el L200 CR DID 2.5 4X4 y el ASX. En el caso del primer vehículo se obtuvo que el 57% de las predicciones se encuentra entre -2000 y 2000 kilómetros, mientras que en el del segundo vehículo, el 62% se encuentra entre -2000 y 2000 kilómetros.

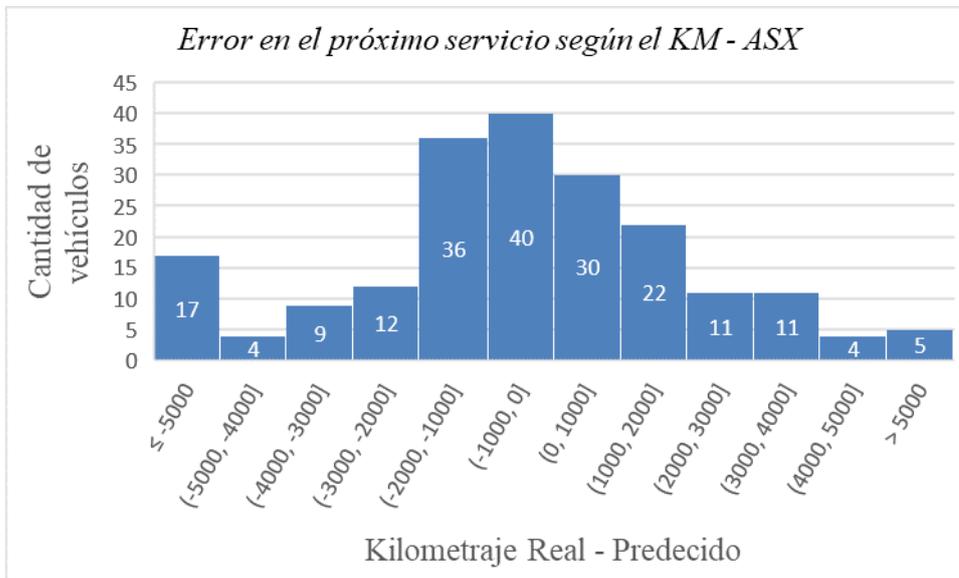
**Figura 4.10**

*Error en el próximo servicio según el KM - L200 CR DID 2.5 4X4*



**Figura 4.11**

*Error en el próximo servicio según el KM - ASX*



#### 4.4.1.3 Análisis del próximo servicio de mantenimiento

En este caso se hizo un análisis básico del kilometraje que debería de tener un vehículo en su próximo servicio de mantenimiento, para esto se le sumó el periodo entre mantenimientos según el fabricante al penúltimo servicio que se le realizó y se comparó con el último servicio. Utilizando la siguiente fórmula:

$$Error = KMf - (KMp + Mant)$$

**Figura 4.12**

*Error en el próximo servicio*



En este gráfico, el 56% de los vehículos realizó su servicio de mantenimiento entre -2000 y 2000 kilómetros de diferencia entre el kilometraje que debería haber tenido. Pero se verifica que el 22% de los vehículos realizó su servicio de mantenimiento luego de más de 5000 kilómetros de diferencia. Esto abre la hipótesis que los vehículos realizaron el siguiente mantenimiento en otra empresa, pero luego realizaron un nuevo servicio en la empresa de análisis.

#### **4.4.1.4 Análisis de la predicción del próximo mantenimiento según la fecha**

En este caso, para poder resolver la hipótesis de que los vehículos realizaron el siguiente mantenimiento en otra empresa, pero luego realizaron un nuevo servicio en la empresa de análisis. Se utilizó el siguiente algoritmo desarrollado:

Primero se obtiene el resto que sería la resta del kilometraje en el penúltimo servicio con el redondeo al entero más cercano de la división del kilometraje en el penúltimo servicio con el periodo de mantenimiento del vehículo, a este redondeo se le multiplica el periodo de mantenimiento. Como se muestra en la siguiente fórmula

$$\text{Resto} = KMp - \text{Round}(KMp, \text{Mant}) * \text{Mant}$$

Luego se obtiene el próximo servicio de mantenimiento que debería de tener el vehículo. Este próximo servicio puede ser un kilometraje menor o mayor

al kilometraje actual, debido a que los conductores realizan su servicio antes o después del kilometraje indicado. Para este cálculo, se obtiene, el redondeo al entero más cercano de la división del kilometraje actual menos el resto entre el periodo de mantenimiento, a este redondeo se le multiplica el periodo de mantenimiento y finalmente se le suma el resto.

$$\text{Próximo} = \text{Round}(\text{KMa} - \text{Resto}, \text{Mant}) * \text{Mant} + \text{Resto}$$

Para poder explicar mejor el algoritmo se muestran los siguientes ejemplos:

**Tabla 4.2**

*Ejemplo de algoritmo de predicción del próximo mantenimiento según la fecha*

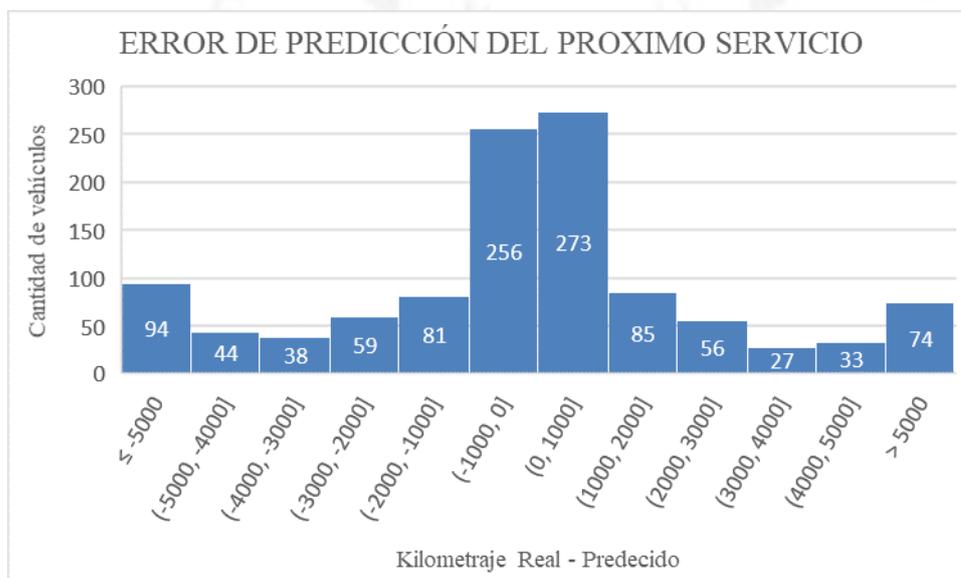
Variable	Auto A	Auto B
KMp	24	27
Mant	10	10
KMa	58	58
Resto	4	-3
Próximo	54	57

Como se puede verificar en los ejemplos, en el caso del Auto A, su próximo servicio será en el KM 54, 4 KM menor al actual; mientras que, en el Auto B, será en el KM 57, 1 KM menor al actual.

Desarrollando el siguiente gráfico, que muestra la diferencia del kilometraje entre el real del último mantenimiento y el predicho.

**Figura 4.13**

*Error de predicción del próximo servicio*

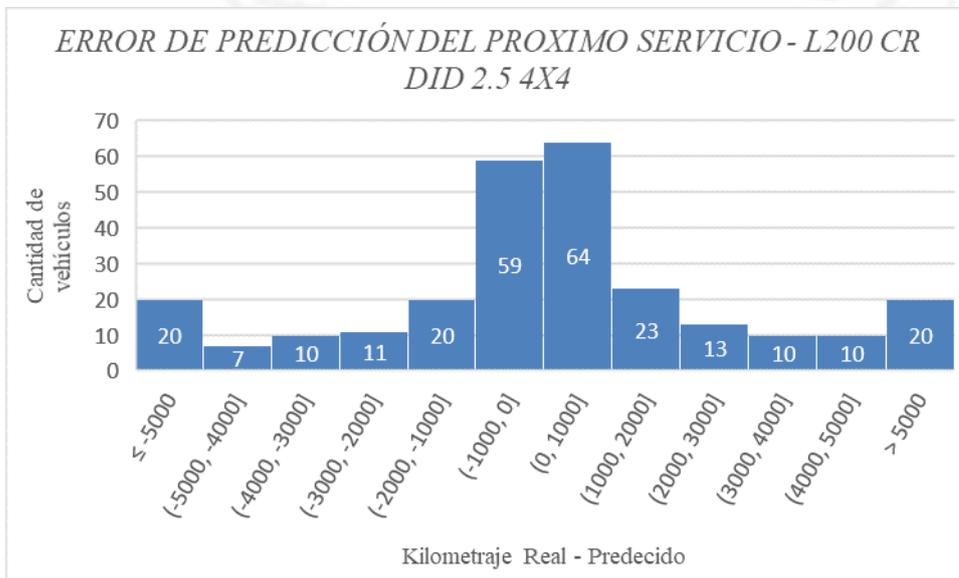


Obteniendo resultados que el 56% de los vehículos se encuentra con una diferencia de entre -2000 y 2000 kilómetros, adicionalmente, el 42% se encuentra entre -1000 y 1000 kilómetros.

También se realizó el análisis con los modelos L200 CR DID 2.5 4X4 y el ASX. Obteniendo resultados que el 60% y 57% de los vehículos se encuentra con una diferencia de entre -2000 y 2000 kilómetros, y el 43% y 47% se encuentra entre -1000 y 1000 kilómetros respectivamente.

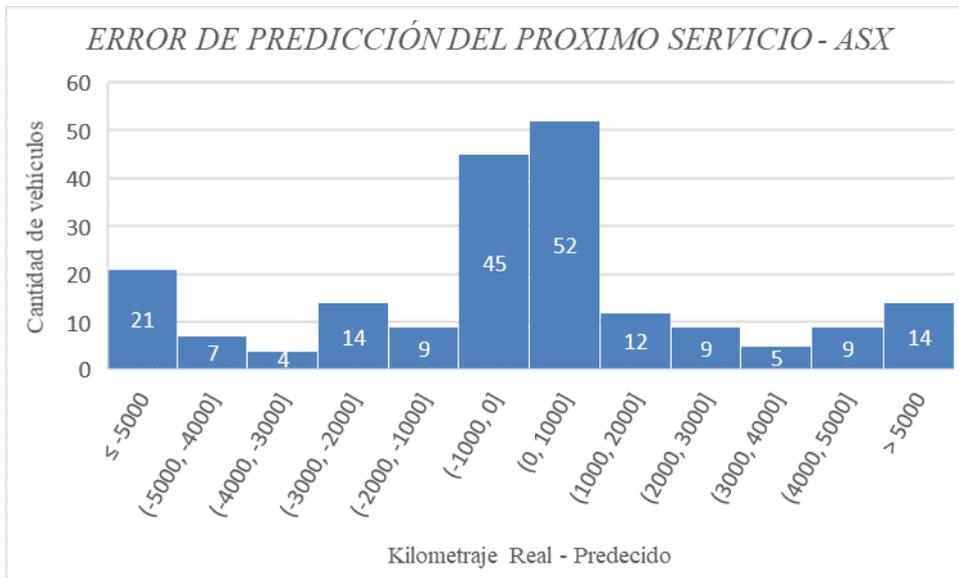
**Figura 4.14**

*Error de predicción del próximo servicio - L200 CR DID 2.5 4X4*



**Figura 4.15**

*Error de predicción del próximo servicio - ASX*



#### **4.4.1.5 Análisis de la predicción del próximo mantenimiento según la fecha y eliminando outliers**

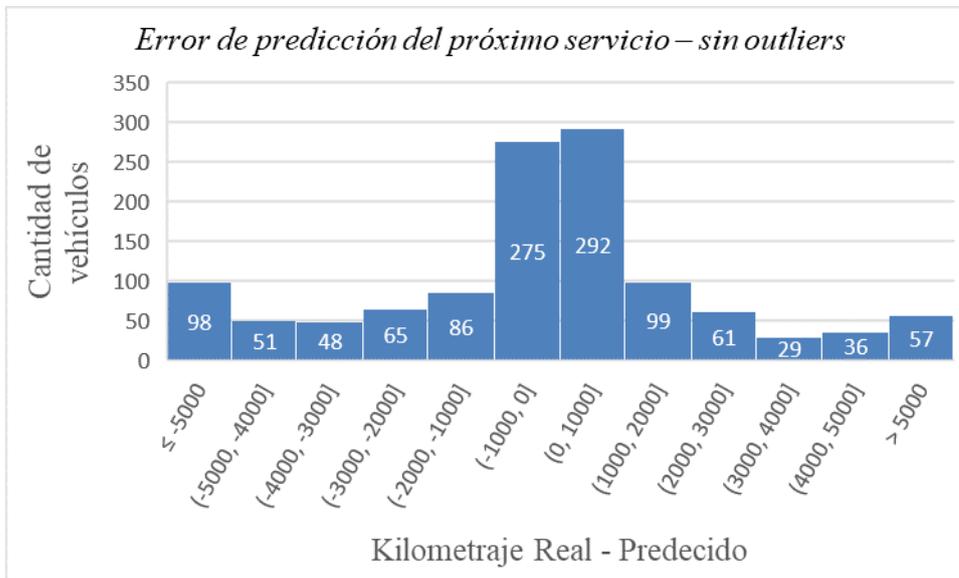
Para mejorar los resultados, se decidió eliminar los outliers, que son valores atípicos. Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

Según el diagrama de caja, primero se debe encontrar los valores de los cuartiles de las diferencias de los valores reales con las predicciones halladas anteriormente. Luego hallar el rango intercuartil (IQR) que sería la diferencia entre el Q1 y el Q3. Se obtiene los valores extremos para outliers inferior y superior, que sería:  $Q1 - 3 * IQR$  y  $Q3 + 3 * IQR$ , respectivamente (Turkey, 1977, como se citó en Moreno, 2012).

Finalmente, se eliminan todos los datos que sean inferiores o superiores a los extremos para outliers inferiores y superiores respectivamente.

**Figura 4.16**

*Error de predicción del próximo servicio – sin outliers*



Obteniendo que el 63% de los vehículos se encuentra con una diferencia de entre -2000 y 2000 kilómetros, y el 47% se encuentra entre -1000 y 1000 kilómetros.

#### 4.4.1.6 Resumen de análisis

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las predicciones, en el cual se puede verificar que la predicción según fecha sin outliers, cuenta con una mayor precisión, especialmente en el rango de -1000 a 1000 kilómetros.

**Tabla 4.3**

*Resumen de análisis*

Rango de precisión	Predicción simple	Predicción según fecha	Predicción según fecha sin outliers
<-2000, 2000>	56%	56%	63%
<-1000, 1000>	35%	42%	47%

#### 4.4.2 Desarrollo del análisis por medio de Excel

Primero se desarrolló el prototipo desarrollado en Excel para realizar los análisis, con la finalidad que los clientes pudieran observar las ventajas iniciales que se les ofrecería por medio del software desarrollado. Con este prototipo, los clientes

podieron brindar observaciones para poder cumplir sus deseos y oportunidades de mejora, logrando resolver sus problemas.

Sin embargo, este archivo Excel cuenta con múltiples desventajas para su continuidad en ambientes de producción, mayormente debido a probables errores humanos, poca facilidad de uso, problemas de rendimiento y dificultad para realizar actualizaciones que brinden nuevas funcionalidades para los clientes.

Los errores más comunes fueron:

- Formato de los datos ingresados, por ejemplo, de las fechas.
- Copiado de información de una pestaña de Excel a otra.
- Elección incorrecta del rango de datos a analizar.
- Fórmula para generación de información incorrecta
- Generación de múltiples pestañas Excel que se encuentren relacionadas, ocasionando que un cambio incorrecto afecte a todo el algoritmo.
- Dificultad para actualizar la base de datos
- Dificultad para actualizar y agregar nuevas versiones.

El algoritmo para poder desarrollar el Excel es el siguiente:

- Agregar la base de datos de los servicios de mantenimiento de vehículos realizadas, que deban contar obligatoriamente con información sobre: OrdenServicio\_ID, Vehiculo\_ID, Kilometraje, Fecha inicio, ModeloDesc y Mantenimiento cada.



- Generar la siguiente información para las predicciones: predicción km actual, Predicción resto km, Predicción próximo servicio, Predicción días próximo servicio, Mes próximo servicio.

**Figura 4.20**

*Excel – Predicción*

predicción km actual	Predicción resto km	Predicción proximo servicio	Predicción días proximo servicio	Mes proximo servicio
1799583391	-1211	1799583789	6	0
1829657415	-2703	1829657297	-3	0
1911889990	-1417	1911888583	-416	0

- Generar la siguiente información para las pruebas: km por día, prueba km actual, prueba resto km, prueba próximo servicio, análisis diferencial km.

**Figura 4.21**

*Excel – Prueba*

T	U	V	W	X
km por día	prueba km actual	prueba resto km	prueba proximo servicio	análisis diferencia km
61.38	56542	-1711	58289	500
39.99	67661	3424	63424	3873
2.73	16835	-3778	16222	2361
46.11	118633	3351	115851	-3147

- Generar información sobre la precisión de las pruebas de predicción: Datos totales, Cuartil 3, Cuartil 1, Rango intercuartil, Outlier inferior, Outlier superior, total de outliers inferiores, total de outliers superiores, total de outliers, cantidad de datos sin outliers, datos correctos entre -2000 y 2000 km, datos correctos entre -1000 y 1000 km, precisión entre -2000 y 2000 km, precisión entre -1000 y 1000 km.

**Figura 4.22**

*Excel – Validaciones*

	A	B
1	Datos	Valores
2	Datos totales	1265
3		
4	Cuartil 3	883
5	Cuartil 1	-1896.75
6	Intercuartil	2779.75
7	Outlier inferior	-10236
8	Outlier superior	9222.25
9	Total outliers inferiores	48
10	Total outliers superiores	21
11	Total outliers	69
12	Datos sin outliers	1196
13	Correctos entre 2000 km	752
14	Correctos entre 1000 km	568
15	Precisión entre 2000 km	63%
16	Precisión entre 1000 km	47%

- Luego, se debería de generar la información requerida para futuras funcionalidades y actualizaciones.

#### **4.4.3 Estructura del software**

##### **4.4.3.1 Arquitectura de software**

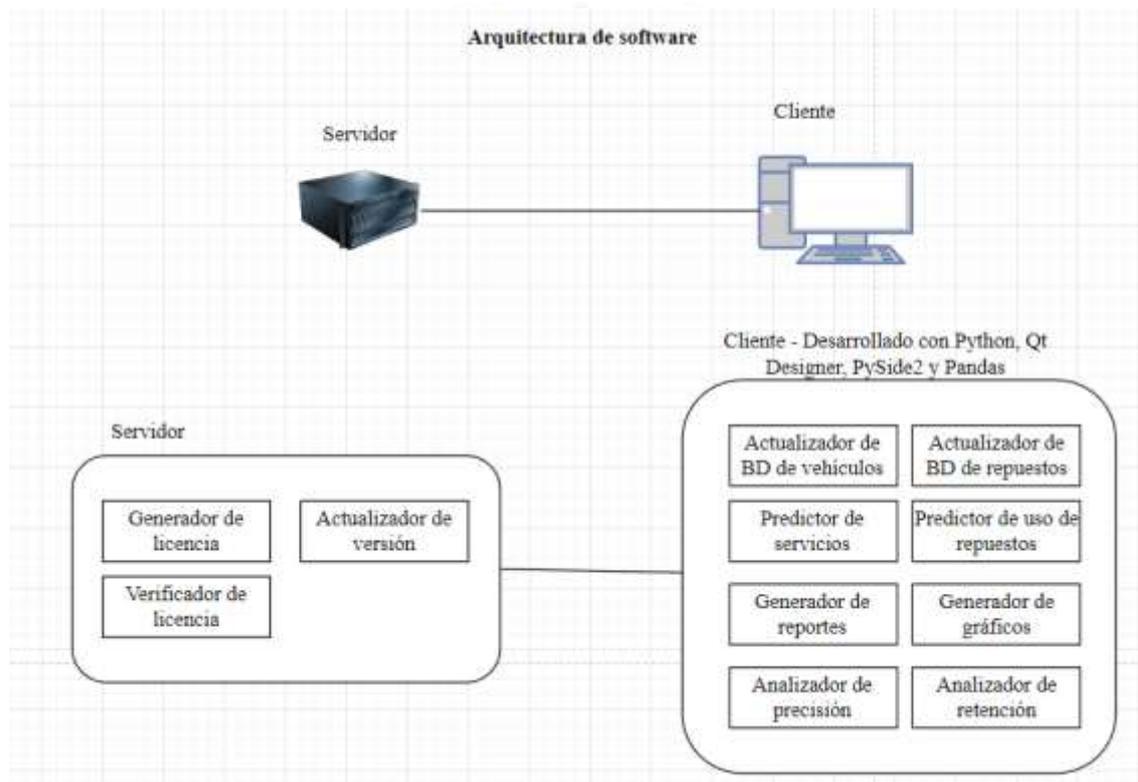
La arquitectura de software a utilizar ha sido la de cliente – servidor, se decidió utilizar esta arquitectura debido a que los clientes instalarán el software dentro de sus propios ambientes, en este caso computadoras, se conectan por medio de internet a los servidores de la empresa para poder generar y verificar sus licencias adquiridas mensual o anualmente, también para la actualización del sistema cuando lo requieran pero podrán utilizar el software sin la necesidad de contar con internet luego de que la licencia haya sido activada.

Dentro del software en el módulo del cliente, se encontrarán todas las funciones para que los usuarios puedan utilizarlo sin la necesidad de contar con internet. Estas funciones inicialmente son las de actualizador de base de datos de vehículos, actualizador de base de datos de repuestos, predictor de servicios,

predicador de uso de repuestos, generador de reportes, generador de gráficos, analizador de precisión y analizador de retención. Al inicio no se contará con conexión hacia bases de datos de servidor de los clientes, debido a que, según las encuestas realizadas, los clientes prefieren no tenerlas y utilizar bases de datos en archivos Excel dentro de sus propias computadoras.

**Figura 4.23**

*Arquitectura de software*

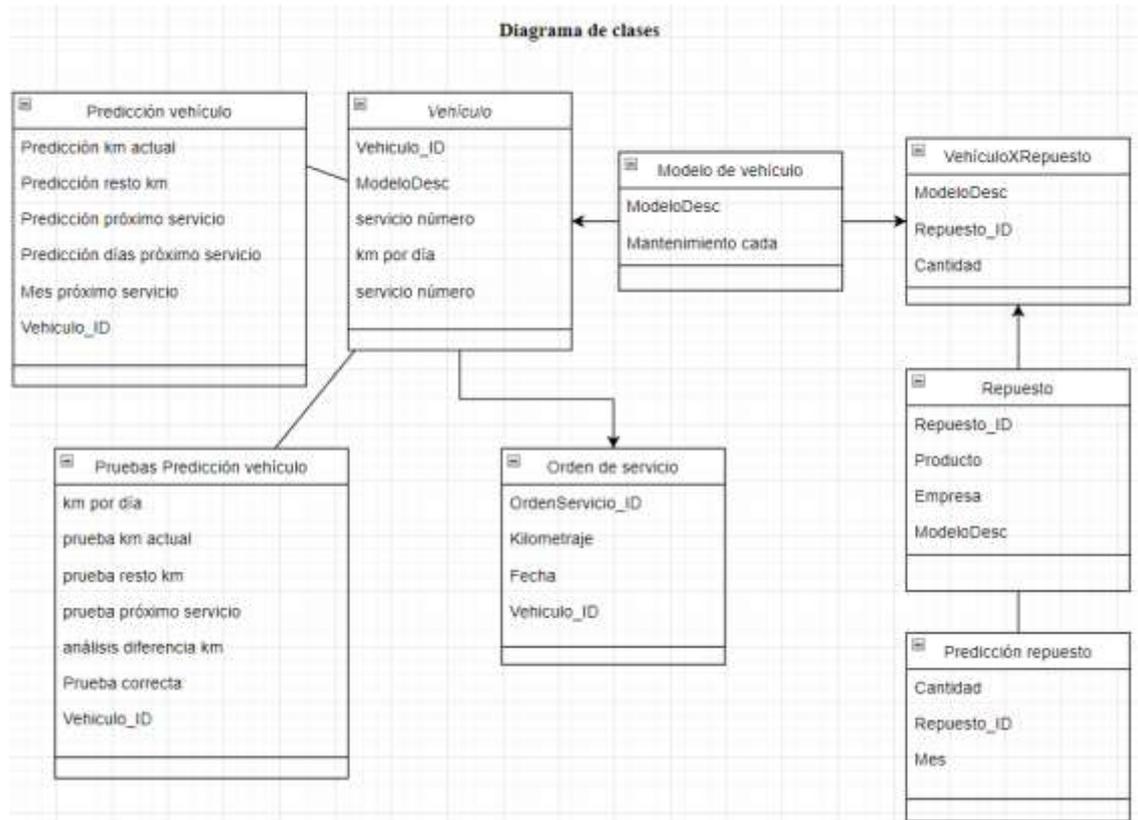


#### 4.4.3.2 Diagrama de clases

Para el MVP desarrollado inicialmente, se requirió información sobre los vehículos, órdenes de servicio y repuestos, con esta información se pudo desarrollar las predicciones de los futuros servicios de mantenimiento y de utilización de recursos. Adicionalmente, también se generó información de prueba para analizar la precisión que se tiene de los análisis. Debido a esto, se utilizó el siguiente diagrama de clases para poder analizar la información con mayor facilidad.

**Figura 4.24**

*Diagrama de clases*



#### 4.4.3.3 Computadora utilizada como cliente

El desarrollo del software y la computadora en la cual se realizaron las pruebas, tiene las siguientes características con las cuales se puede asegurar el correcto funcionamiento.

- Sistema operativo: Windows 10 Home
- Procesador: Intel(R) Core(TM) i5-3470 CPU @ 3.20GHz 3.20 GHz
- Memoria RAM: 16 GB

Sin embargo, aunque se analizaron 10576 filas con 2848 vehículos, el tiempo de procesamiento fue menor a 10 segundos, la utilización del procesador no superó el 30% y la utilización de la memoria RAM no superó los 300 MB.

#### 4.4.4 Desarrollo de software

Para el desarrollo de este sistema de predicción de kilometrajes y servicios de mantenimiento automotriz, se decidió realizar un software de escritorio, que trabaje con hojas de cálculo, Excel, esto debido a que los jefes de mantenimiento automotriz prefieren tener toda la información dentro de sus propios ambientes y porque utilizan Excel para realizar sus análisis. El valor agregado adicional de utilizar este software en vez de Excel serán resolver las múltiples desventajas de estos archivos para su continuidad en ambientes de producción, los cuales son mayormente debido a probables errores humanos, poca facilidad de uso, problemas de rendimiento y dificultad para realizar actualizaciones que brinden nuevas funcionalidades.

Los análisis realizados en el software, se basan en los análisis realizados en el subcapítulo 5.4.1, según el algoritmo con mayor precisión, que sería el de “5.4.1.5 Análisis de la predicción del próximo mantenimiento según la fecha y eliminando outliers”

En este software se desarrollaron las funciones para poder realizar el análisis de predicción según fecha sin outliers y adicionalmente, poder obtener la utilización de recursos y la información de cada vehículo. Se desarrolló en lenguaje Python, principalmente con las librerías Qt Designer, PySide2 y Pandas.

Primero se desarrolló el ambiente para ingresar la base de datos de vehículos, en la cual el personal primero deberá de ingresar una base de datos en Excel que cuente con los datos obligatorios de: OrdenServicio\_ID, Vehiculo\_ID, Kilometraje, Fecha inicio, ModeloDesc y Mantenimiento cada, luego podrá contener toda la información que se desee.

**Figura 4.25**

*Software – Base de datos de vehículos*

The screenshot shows a software application window titled "MainWindow" with a menu bar containing "Base de datos", "Análisis", "Pronósticos", and "Reportes". The main content area is titled "BASE DE DATOS DE VEHICULOS" and displays a table with the following data:

	OrdenServicio_ID	Vehiculo_ID	#Kilometraje	Fecha Inicio	Fecha final	ModeloDesc	Lavado	Taxi
1	1130000288	1110001671	17863	2009-09-09 ...	2009-09-10 ...	MONTERO ...	0	0
2	1130001287	1110001672	27823	2010-04-20 ...	2010-04-21 ...	L200 CR DID 2.5...	1	0
3	1130000300	1110001675	121076	2009-09-14 ...	2009-09-15 ...	MONTERO ...	0	0
4	1130000303	1110001676	1027	2009-09-14 ...	2009-09-15 ...	L300 4X2 2.5 ...	0	0
5	1130001518	1110001677	58789	2010-05-04 ...	2010-05-05 ...	LANCER 1.6 GL...	2	0
6	1130001101	1110001677	53289	2010-03-12 ...	2010-03-13 ...	LANCER 1.6 GL...	1	1
7	1130000756	1110001677	47665	2009-12-30 ...	2009-12-31 ...	LANCER 1.6 GL...	1	1
8	1130000306	1110001677	42364	2009-09-15 ...	2009-09-16 ...	LANCER 1.6 GL...	0	0
9	1130004319	1110001678	67297	2012-02-07 ...	2012-02-08 ...	MONTERO ...	2	1
10	1130002786	1110001678	53424	2011-02-16 ...	2011-02-17 ...	MONTERO ...	2	0
11	1130001514	1110001678	43726	2010-06-08 ...	2010-06-09 ...	MONTERO ...	2	1
12	1130000307	1110001678	32668	2009-09-15 ...	2009-09-16 ...	MONTERO ...	0	0
13	1130012840	1110001679	18583	2017-01-18 ...	2017-01-19 ...	MONTERO ...	2	0

At the bottom of the window, there is a red bar with the text "Cambiar base de datos".

En el apartado de pronósticos, se podrá visualizar la información de los vehículos y también sus pronósticos. Entre los datos de los vehículos, se encontrará su identificador, el modelo, la cantidad de mantenimientos realizados, el kilometraje que tuvo en su último servicio, la fecha en la que se realizó y cada cuantos kilómetros debe de realizar un servicio de mantenimiento. Luego se encontrarán los siguientes pronósticos:

- Kilometraje actual predicho, se mostrará el kilometraje en el que se debería de encontrar el vehículo y en caso de los vehículos que solo realizaron 1 o 2 servicios de mantenimiento, se mostrará un "0", ya que no se tiene suficiente información.
- Kilometraje del próximo servicio de mantenimiento, se mostrará el kilometraje que debería de tener el vehículo en su próximo servicio de mantenimiento, este kilometraje puede ser menor al kilometraje actual, en caso se encuentre en su periodo para realizar un mantenimiento y en caso de

los vehículos que solo realizaron 1 o 2 servicios de mantenimiento, se mostrará un “0”, ya que no se tiene suficiente información.

- Meses para su próximo servicio, se mostrará en cuantos meses debería de realizar su próximo servicio de mantenimiento, en caso el mes sea 0, significa que en el mes actual debería de realizar el servicio y en caso de los vehículos que solo realizaron 1 o 2 servicios de mantenimiento, se mostrará un “NO”, ya que no se tiene suficiente información.

Para el desarrollo de los pronósticos, se desarrolló de la siguiente forma:

- Se ordenó la base de datos de vehículos ingresada según el “Vehiculo\_ID”
- Se creó el Dataframe que contendría toda la información de las predicciones y pruebas
- Se itero la base de datos para poder obtener la cantidad de servicios que había realizada cada vehículo
- Para realizar las pruebas y predicciones, se obtuvo la información del primer, penúltimo y último servicio del vehículo, sobre los kilometrajes, fechas y km por día.
- Se iniciaron las predicciones con el km actual, km restante, próximo servicio, días para el próximo servicio y dentro de cuántos meses se realizaría.
- En el caso de las pruebas, se obtuvo la misma información que las predicciones, pero en este caso sobre el penúltimo servicio realizado y no sobre el último. De esta forma se comparó el kilometraje predicho con el último servicio realizado.
- Finalmente, se guardó la información de la predicción de los vehículos, de las pruebas realizadas y de la diferencia de kilometraje entre lo predicho en la prueba y el valor real del último servicio realizado.

En el Anexo 1, se puede visualizar el código fuente utilizado para el tratamiento de la información previamente explicado.

**Figura 4.26**

*Software – Pronósticos de mantenimiento de vehículos*



	Vehiculo_ID	ModeloDesc	Número de servicios	Último kilometraje	Último servicio	Mantenimiento cada	m actual prediccio	Q1 Proximo servicio
1	1110001671	MONTERO ...	1	17863	2009-09-09 ...	5000	0	0
2	1110001672	L300 CR DID 2.5...	1	27823	2010-04-20 ...	5000	0	0
3	1110001675	MONTERO ...	1	121076	2009-09-14 ...	10000	0	0
4	1110001676	L300 4X2 2.5 ...	1	1027	2009-09-14 ...	5000	0	0
5	1110001677	LANCER 1.6 GL...	4	58789	2010-05-04 ...	5000	364607	363789
6	1110001678	MONTERO ...	4	67297	2012-02-07 ...	10000	212026	207297
7	1110001679	MONTERO ...	5	18583	2017-01-18 ...	10000	24833	28583
8	1110001680	MONTERO ...	20	112704	2016-09-06 ...	7500	199539	202704
9	1110001682	OUTLADER 4WD	4	43171	2012-04-04 ...	5000	168602	170171
10	1110001691	L300 4X2 2.5 ...	7	115939	2014-01-04 ...	5000	298048	295939
11	1110001694	LANCER X 2.0 G...	5	50634	2010-12-06 ...	5000	243870	245634
12	1110001695	GRANDIS 2.4 A/T	5	50734	2011-05-31 ...	5000	188214	185734
13	1110001696	NATIVA 3.0 GL5 ...	7	59866	2012-08-28 ...	5000	159008	159866

Luego en el apartado de análisis, se podrá visualizar las estadísticas de los vehículos ingresados para poder obtener la precisión del análisis.

Para el desarrollo de los pronósticos, se desarrolló de la siguiente forma:

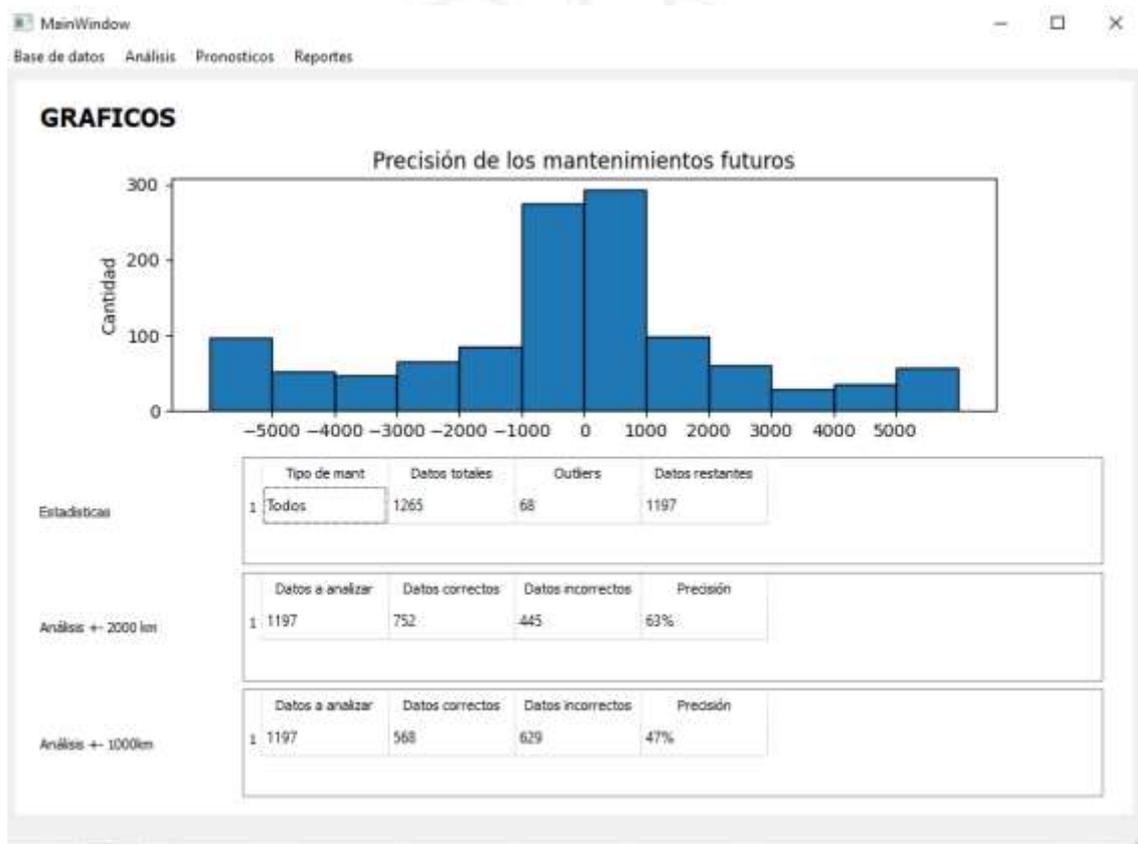
- Se realizó la lectura del archivo con la información de la diferencia de kilometraje de las pruebas con la finalidad de generar información de la precisión del algoritmo.
- Se obtuvo la información según los cuartiles, para obtener el rango intercuartil, outlier inferior, outlier superior.
- Se eliminaron los outliers, que serían los datos que sean menores al outliers inferior o superiores al outlier superior.
- Se analizaron los datos restantes según la diferencia de kilometraje, considerando dos rangos, que serían entre -2000 y 2000 km, y entre -1000 y 1000 km.

- Con esta información, se obtuvo el porcentaje de precisión de cada rango, dividiendo la cantidad de datos de cada rango entre la cantidad total de datos a analizar eliminando los outliers.

En el Anexo 2, se puede visualizar el código fuente utilizado para el pronóstico y la eliminación de outliers.

**Figura 4.27**

*Software – Gráficos*



También se desarrolló uno de los posibles beneficios de la predicción del kilometraje que tienen los vehículos, el cual sería la predicción de utilización de repuestos brindados por la empresa o por un tercero, según los datos de utilización de repuestos en cada servicio de mantenimiento por modelo de vehículo.

Primero, el cliente deberá de ingresar una base de datos que cuente con las columnas de vehículo, empresa, producto y cantidad, con estos datos se podrá identificar los recursos que se va a utilizar en un servicio de mantenimiento. En la siguiente figura 4.20, se muestran los repuestos de ejemplo que se utilizarían según el modelo del vehículo:

**Figura 4.28**

*Software – Base de datos de repuestos por modelo*

BASE DE DATOS DE REPUESTOS POR MODELO

	vehículo	empresa	producto	cantidad
1	ASX	propia	Aceite A	3
2	ASX	propia	Filtro 1	1
3	ASX	propia	Paños 5	1
4	ASX	A	Liquido ...	1
5	ASX	B	Liquido ...	1
6	G2W	propia	Aceite A	3
7	G2W	propia	Filtro 2	1
8	G2W	propia	Paños 1	1
9	G2W	B	Liquido ...	1
10	GALAN 1.8 GDI ...	propia	Aceite B	2
11	GALAN 1.8 GDI ...	propia	Filtro 2	1
12	GALAN 1.8 GDI ...	propia	Paños 1	1
13	GALAN 1.8 GDI ...	B	Liquido ...	1

Cambiar base de datos

Luego, se calcula la utilización de repuestos en los próximos meses, según la predicción de futuros mantenimientos de vehículos pronosticados anteriormente. Con la información de:

- Empresa, se mostrará quien realizará el servicio.
- Producto, el producto a utilizar.
- En x meses, se refiere a dentro de cuantos meses se utilizará una cantidad específica de recursos, siendo 0 el mes actual.
- Cantidad, se mostrará la cantidad de unidades del producto a utilizar en un mes específico.

**Figura 4.29**

*Software – Pronóstico de uso de repuestos*



The screenshot shows a software window titled "MainWindow" with a menu bar containing "Base de datos", "Análisis", "Pronósticos", and "Reportes". The main content area is titled "PRONOSTICOS DE USO DE REPUESTOS" and displays a table with the following data:

	Empresa	Producto	En x meses	Cantidad
1	propia	Aceite A	0	354
2	propia	Filtro 1	0	143
3	propia	Paños 5	0	49
4	A	Líquido ...	0	409
5	B	Líquido ...	0	64
6	propia	Filtro 2	0	314
7	propia	Paños 1	0	15
8	propia	Aceite B	0	6
9	C	Líquido ...	0	343
10	propia	Aceite C	0	149
11	propia	Paños 2	0	359
12	propia	Aceite D	0	1216
13	propia	Paños 3	0	82
14	propia	Filtro 2	0	45

Inicialmente, también se podrá realizar la descarga de las predicciones, como son los reportes de vehículos que podrían requerir servicios de mantenimiento o reporte de predicción de utilización de recursos, ambos entre el mes actual en que se encuentren y dos meses.

**Figura 4.30**

*Software – Descarga de reportes*



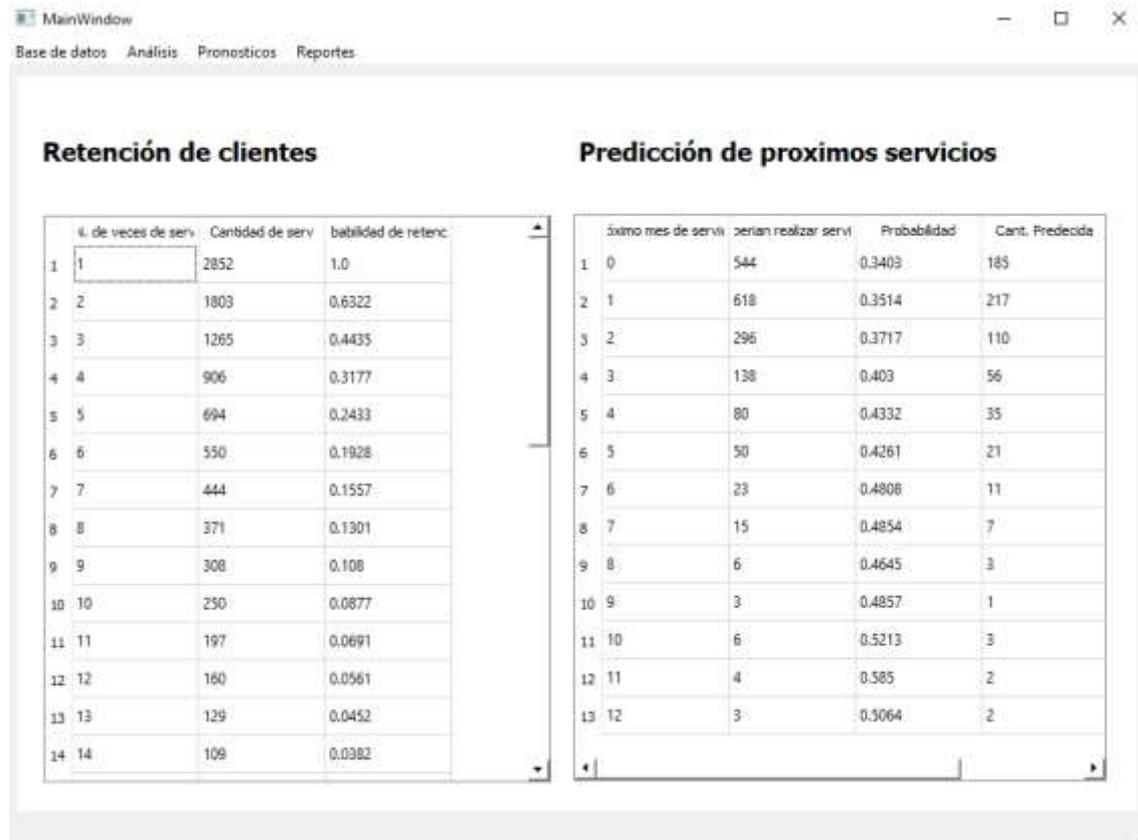
Otro de las predicciones que se realizó, fue gracias a la combinación del análisis de retención de clientes junto al de predicción de servicios de mantenimiento automotriz, para poder predecir cuántos de los clientes que deberían de realizar un servicio de mantenimiento en un mes específico, los realizan en la empresa analizada. En primer lugar, se desarrolló una tabla sobre la retención de clientes, en la cual se muestran la probabilidad del número de servicios que pueda realizar un cliente, esto se calculó según la cantidad de clientes que realizan un número determinado de servicios entre el total de clientes.

Luego, utilizando la información de la predicción de servicios de mantenimiento, se obtuvieron los vehículos, se agruparon según dentro de cuántos meses deberían de realizar un servicio de mantenimiento y también se agruparon según el número de veces que realizaron el servicio. A cada grupo se le multiplicó por su probabilidad de retención calculada anteriormente y con esto se pudo obtener la probabilidad de la predicción de próximos servicios y la cantidad predicha de servicios a realizar.

En la siguiente figura, se muestra la información del software sobre la retención de los clientes y predicción de próximos servicios.

**Figura 4.31**

*Software – retención de los clientes y predicción de próximos servicios*



## 4.5 Validación

En la etapa de validaciones, se realizaron validaciones según el nivel de precisión de las predicciones y también se realizaron pruebas de tiempo de análisis al programa de predicción de kilometraje automotriz.

Con lo cual se obtuvo que el programa puede predecir el kilometraje de los vehículos al 63% con un error de entre -2000 y 2000 kilómetros de diferencia y al 47% con un error de entre -1000 y 1000 kilómetros de diferencia.

Sobre el tiempo de respuesta, al ingresarle una nueva base de datos con 10000 registros, pudo realizar el guardado de la base de datos, obtención y registro de información de los vehículos, predicciones y mostrado de información en

menos de 10 segundos, lo cual en las entrevistas que se realizó a los gerentes de mantenimiento, se pudo verificar que es un tiempo aceptable.

#### 4.6 Backlog

Con la finalidad de tener un registro de las constantes actualizaciones que tendrá el producto, se desarrolló el siguiente backlog en el cual se muestra las funcionalidades desarrolladas y las futuras. Asegurando al cliente los beneficios que tendrá al adquirirlo.

Adicionalmente, se registrarán los nuevos requerimientos que deseen los clientes con la finalidad de mejorar su satisfacción y su retención.

**Tabla 4.4**

*Backlog*

Periodo	Funcionalidades
01/01/2022 - 31/03/2022	Ingreso de información de mantenimiento
	Predicción de kilometraje
	Predicción de próximo mantenimiento
	Desarrollo de programa de escritorio
	Eliminación de outliers
	Desarrollo de estadísticas de predicción
	Predicción de recursos por servicios de mantenimiento
	Descarga de reportes de fidelización y utilización de recursos
01/04/2022 - 30/06/2022	Mejora en las predicciones
	Gestión de recursos internos
	Gestión de recursos externos
	Gestión de facturación por mantenimiento
01/07/2022 - 30/09/2022	Envío de información por correos
	Ingreso de todo tipo de información de clientes
	Mejora en la predicción de kilometrajes
	Mejora en la utilización de recursos
01/10/2022 - 31/12/2022	Gestión de estados de los servicios
	Habilitar conexión por medio de SQL Server
	Editar la información desde el mismo programa
	Predicción de reparaciones

En el caso de la funcionalidad para Habilitar conexión por medio de SQL Server, se desarrollará esta funcionalidad para que las empresas que cuenten con

el software de SQL Server, puedan realizar la conexión entre el sistema de predicción de kilometraje y servicios automotrices con las tablas requeridas que se encuentren en sus bases de datos. Gracias a esta funcionalidad las empresas no necesitarán generar las tablas de Excel y el sistema se actualizará automáticamente con la información que se genere en sus bases de datos. No obstante, las empresas que deseen podrán seguir utilizando sus bases de datos en Excel.



## CONCLUSIONES

Existen múltiples problemas a resolver en el entorno de mantenimiento automotriz, debido a que es un mercado muy amplio, que se realizan muchos procesos y se brindan múltiples servicios. Pero uno de sus principales problemas es la falta de fidelización, ya que los clientes cambian de concesionario o taller automotriz muy rápidamente.

Este proyecto está enfocado a la predicción del kilometraje y servicios de mantenimiento automotriz, gracias a esto se podrá tener mayor información sobre los clientes y poder tomar medidas en el momento oportuno. Estas predicciones del kilometraje tienen una precisión del 60% con un error de entre -2000 y 2000 kilómetros de diferencia y al 47% con un error de entre -1000 y 1000 kilómetros de diferencia. Esta información es muy importante, ya que tiene múltiples utilidades como: ayudar a fidelizar a los dueños de vehículos en el momento indicado, mejorar el stock de los recursos, realizar campañas de marketing específicas, etc.

Queda pendiente ampliar la información a analizar, ya no solo la información de los servicios de mantenimiento, sino también los servicios de reparaciones, consultas, inspecciones u otros, con lo cual aumentaría enormemente la precisión del kilometraje de los vehículos ya que se tendría periodos más cortos y no de 5000 o 10000 kilómetros.

## RECOMENDACIONES

Se recomendaría para futuras predicciones sobre cuándo sufriría algún desperfecto el vehículo y de esa forma evitarlo o tener los recursos en el momento indicado, analizando según el tipo de vehículo o año de fabricación del modelo.

También se podría pedir a los concesionarios o talleres automotrices que guarden toda la información obtenida de la computadora de los vehículos y comparándola con los datos obtenidos por el personal, para poder desarrollar predicciones.



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Fidelización: “consiste en retener clientes ganados, que continúan comprando tus productos o servicios gracias a las experiencias positivas que han tenido con tu empresa.” (Agostina, 2020)
- KPI: “Los KPI, abreviatura en inglés de Key Performance Indicator, son indicadores de rendimiento que utilizan las organizaciones para medir el desempeño en las áreas productivas.” (Orellana, 2020)
- Mapa de actores: “refleja de forma gráfica las conexiones entre los distintos actores sociales que componen un servicio. Estos actores sociales pueden ser personas, empresas, organizaciones... Y los servicios pueden ser de todo tipo: turismo, restauración, venta al por menor...” (Design Thinking España, s.f.).
- Outliers: “Un outlier o dato extremo es una observación que se desvía de las otras o en otro sentido, datos que parecen inconsistentes con el conjunto de datos” (1977, como se citó en Moreno, 2012).
- Producto mínimo viable (MVP): “El producto mínimo viable es un prototipo del producto o servicio que quieres lanzar, con unas funciones mínimas que te permitan presentarlo a tus clientes potenciales y comprobar su interés por el mismo” (Eserp, s.f.)
- Stock: “El stock es el conjunto de mercancías almacenadas por una empresa” (Páez, 2020).
- TIR: “es la tasa de descuento que hace que el valor actual neto (VAN) de un proyecto sea cero. En otras palabras, es la tasa de rendimiento anual compuesta esperada que se obtendrá en un proyecto o inversión” (CFI Team, 2022).
- UIT: “es el valor de referencia en soles que se utiliza en el país para las normas tributarias, esto incluye, determinar impuestos, infracciones, multas, entre otros aspectos tributarios” (Garvan, 2019).

- User Persona: Es una “herramienta consiste en crear perfiles de usuarios imaginarios tras un estudio exhaustivo de los grupos de personas que hacen uso de un producto o servicio. Suelen estar creados con atributos de usuarios que previamente han sido entrevistados de forma cualitativa” (Design Thinking España, s.f.).
- VAN: “es el valor de todos los flujos de efectivo futuros (positivos y negativos) durante toda la vida de una inversión descontada al presente.” (CFI Team, 2022).
- World Café: “Es una dinámica en la cual se comparte conocimiento entre los participantes y estos se organizan en pequeños grupos de cuatro o cinco, sentados alrededor de mesas como si se encontrarán en un café” (Design Thinking España, s.f.).



## REFERENCIAS

- Agostina, M. (2020). *Fidelización del cliente: concepto, importancia, consejos y métricas*. <https://www.rdstation.com/es/blog/fidelizacion-del-cliente/>
- Angel. (2019). *Software Business Models, Modelos de negocios de Software; ejemplos, flujos de ingresos, características*. <https://pcweb.info/software-business-models-modelos-de-negocios-de-software-ejemplos-flujos-de-ingresos-caracteristicas/>
- Asociación automotriz del Perú. (s.f.). *La modernización del parque automotor contra la contaminación, afecciones respiratorias y gasto en salud*. [https://aap.org.pe/observatorio-aap/Contaminacion\\_Vehicular.pdf](https://aap.org.pe/observatorio-aap/Contaminacion_Vehicular.pdf)
- CFI Team. (2022). *Internal Rate of Return (IRR)*. Corporate Finance Institute.
- CFI Team. (2022). *Net Present Value (NPV)*. Corporate Finance Institute.
- Cruz M. (2020). *Costos laborales Perú | Comparativo por régimen en Excel*. Excel no convencional. <https://excelnoconvencional.com/costos-laborales-peru-comparado-por-regimen-en-excel/>
- Design Thinking España. (s.f.). *Design thinking. Descubre la metodología más potente de innovación*. <https://xn--designthinkingespaa-d4b.com/>
- Dib, M., & Hofman, E. (2018). *Design Thinking: Comprensión de la metodología actual para su utilización efectiva en organizaciones alrededor del mundo [Tesis de licenciatura de administración de empresas, Universidad de San Andrés]*. Repositorio institucional de la Universidad de San Andrés. <https://repositorio.udes.edu.ar/jspui/bitstream/10908/16059/1/%5BP%5D%5BW%5D%20T.%20L.%20Adm.%20Dib%2C%20Micaela.pdf>
- Eserp. (s.f.). *Producto mínimo viable (MVP)*. <https://es.eserp.com/articulos/producto-minimo-viable/>
- Garvan, M. (2019). *¿Qué es la UIT, cuál es su valor y para qué sirve?* <https://elcomercio.pe/economia/peru/uit-2019-sirve-noticia-ecpm-647102-noticia/>
- Gómez, K. (s. f.). *Diagrama de clases*. <https://diagramasuml.com/diagrama-de-clases/>
- Guardia, K. (2020). *Talleres de servicio mecánico para autos listos para arrancar, pero ¿qué los detiene?* <https://gestion.pe/economia/empresas/covid-19-talleres-mecanicos-aap-autos-talleres-de-servicio-mecanico-para-autos-listos-para-arrancar-pero-que-los-detiene-noticia/#:~:text=%E2%80%9CA%20nivel%20nacional%20existen%2076%2C00,talleres%20y%20comercializadoras%20de%20repuestos.>

- Kia. (s.f.). *Qué es el mantenimiento preventivo de autos y por qué es importante realizarlo*. <https://www.kia.com/pe/util/news/que-es-mantenimiento-preventivo-autos-importancia.html>
- Kwon, O., Park, D. & Yang, Y. (2020). *Analysis of Customer Behavior Using Integrated Mileage Service App Log Data: Focusing on Customer Churn Prediction*. 19th RSEP International Economics, Finance & Business Conference – Virtual/Online 1-2 December 2020, Anglo-American University, Prague, Czechia.
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2019). *Régimen especial laboral de la micro y pequeña empresa*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/289278/Art%C3%ADculo\\_REMYPE\\_-\\_Enero\\_2019.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/289278/Art%C3%ADculo_REMYPE_-_Enero_2019.pdf)
- Moreno C., J. G., Rueda V., M. J. & Moya M., L. M. (2012). *Método de detección temprana de outliers*. <https://repository.javeriana.edu.co/>
- Odoo. (2021). *Precios de Odoo*. [https://www.odoo.com/es\\_ES/pricing#pl=136&version\\_id=33&num\\_users=1&num\\_iot\\_boxes=1&hosting=online&odoosh\\_workers=1&odoosh\\_storage=1&odoosh\\_staging=1&implementation\\_service=self&pack=25&force\\_country=PE&integrating\\_partner\\_id=0&price\\_by=yearly](https://www.odoo.com/es_ES/pricing#pl=136&version_id=33&num_users=1&num_iot_boxes=1&hosting=online&odoosh_workers=1&odoosh_storage=1&odoosh_staging=1&implementation_service=self&pack=25&force_country=PE&integrating_partner_id=0&price_by=yearly)
- Orellana, N., P. (2020). *KPI (Key Performance Indicator)*. Economipedia.com
- Páez, G. (2020). *Stock (estocaje)*. Economipedia.com
- PyPI. (s.f.). *Project description PySide2*. <https://pypi.org/project/PySide2/>
- Python. (s.f.). *Tutorial de Python*. <https://docs.python.org/es/3/tutorial/>
- Qt. (s.f.). *Qt Designer Manual*. <https://doc.qt.io/qt-5/qtdesigner-manual.html>
- Ramos, E., Pettit, T. J., Flanigan, M., Romero, L y Huayta, K. (2020). *Inventory Management Model Based on Lean Supply Chain to Increase the Service Level in a Distributor of Automotive Sector*. International Journal of Supply Chain Management.
- Smith, W., S., Coleman, S., Bacardit, J. y Coxon, S. (2019). *Insight from data analytics with an automotive aftermarket SME*. Quality and Reliability Engineering.
- Thinkers Co. (2018). *Entrevista Cualitativa*. <https://thinkersco.com/>

## BIBLIOGRAFÍA

Pythonbros. (s.f.). Leer Excel con Pandas. <https://pythonbros.com/leer-excel-con-pandas/>

Visual Studio. (s.f.). Getting Started. <https://code.visualstudio.com/docs>

Westreicher, G. (2021). Cuartil. Economipedia.com





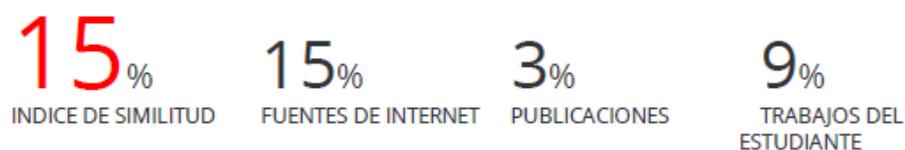
## **ANEXOS**





## Proy Innov

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://contenidos.ulima.edu.pe">contenidos.ulima.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="http://repositorio.unicauca.edu.co:8080">repositorio.unicauca.edu.co:8080</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://www.mef.gob.pe">www.mef.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.ulima.edu.pe">www.ulima.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repository.javeriana.edu.co">repository.javeriana.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Peruana de Las Americas Trabajo del estudiante	1%
9	<a href="http://www.sunass.gob.pe">www.sunass.gob.pe</a> Fuente de Internet	

		<1 %
10	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
12	www.senado.cl Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
15	api.ning.com Fuente de Internet	<1 %
16	www.udi.edu.co Fuente de Internet	<1 %
17	videowebstthread.com Fuente de Internet	<1 %
18	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.esumer.edu.co Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	

<1 %

---

21 repositorioacademico.upc.edu.pe  
Fuente de Internet

<1 %

---

22 www.slideshare.net  
Fuente de Internet

<1 %

---

23 1library.co  
Fuente de Internet

<1 %

---

24 repositorio.upec.edu.ec  
Fuente de Internet

<1 %

---

25 repositorio.usil.edu.pe  
Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words