

**“MEJORA DEL SISTEMA DE MONITOREO Y  
RASTREO VEHICULAR POSITION LOGIC -  
FERMON PERU S.AC.”**

**UNIVERSIDAD PRIVADA “ANTENOR ORREGO”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRONICA**



**“MEJORA DEL SISTEMA DE MONITOREO Y RASTREO  
VEHICULAR POSITION LOGIC - FERMON PERU S.AC.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRONICO**

**ÁREA : TELECOMUNICACIONES**

**AUTORES:**

**Br. César Alejandro Gohin Tay  
Br. Károl Edir Vera Bernuí**

**ASESOR:**

**Ing. Eduardo Cerna Sánchez**

**TRUJILLO-PERÚ**

**2015**

**“MEJORA DEL SISTEMA DE MONITOREO Y RASTREO VEHICULAR  
POSITION LOGIC - FERMON PERU S.AC.”**

**Por:**

**César Alejandro Gohin Tay**

**Károl Edir Vera Bernuí**

**APROBADO POR:**

---

**Ing. Oscar Andrés Morales Gonzaga  
Presidente**

---

**Ing. Saúl Noé Linares Vertiz  
Secretario**

---

**Ing. Lenin Humberto Llanos León  
Vocal**

---

**Ing. Eduardo Cerna Sánchez  
Asesor**

## **PRESENTACIÓN:**

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

De conformidad a lo estipulado por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, ponemos a vuestra consideración la tesis titulada:

**“MEJORA DEL SISTEMA DE MONITOREO Y RASTREO VEHICULAR  
POSITION LOGIC - FERMON PERU S.AC.”**

El objetivo de este trabajo es proponer un sistema de monitoreo de combustible y bloqueo remoto del vehículo, para la complementación del sistema de monitoreo y rastreo de la empresa “Fermon Perú S.A.C.” atendiendo así a las principales necesidades de sus clientes.

Es nuestro anhelo Señores del jurado, que el presente trabajo constituya un significativo aporte a la institución y a la escuela de Ingeniería Electrónica de nuestra universidad y sirva de base para futuras ampliaciones u otros proyectos de investigación, excusándonos de antemano de los errores involuntarios en que se hubiera incurrido en el desarrollo de la presente tesis.

Trujillo, Abril del 2015

---

Br. César Alejandro Gohin Tay

---

Br. Karol Edir Vera Bernui



## **DEDICATORIAS**

A Dios que siempre me guía por las buenas acciones,

A mi madre Yadira Tay Torres,

A mi Padre Alejandro Gohin Marreros,

A mi hermana querida Lisette Gohin Tay,

A una persona especial, Gabriela Danae Silva.

A mis tutores dentro y fuera de la Universidad,

Y a mis amigos de toda la vida.

**Cesar Alejandro Gohin Tay**

---

A Dios,

A mis Padres,

A mi familia y amigos que siempre está presente en todo,

A mis tutores dentro y fuera de la Universidad.

**Károl Edir Vera Bernuí**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero queremos agradecer a Dios por permitirnos tener una familia tan maravillosa, la cual nos ayuda y orienta en cada momento de nuestras vidas. Con su apoyo y cariño hemos podido culminar satisfactoriamente una de las etapas más importantes de nuestra vida.

Un agradecimiento muy especial al Ingeniero Eduardo Cerna Sánchez por ser nuestro asesor y por transmitirnos sus conocimientos que fueron de vital importancia para el desarrollo del presente Trabajo.

Agradecemos además a todos los docentes de la carrera de Ing. Electrónica que contribuyeron con nuestra formación académica y ahora poder ser un Ingeniero, a nuestros compañeros de la universidad y de toda la vida.

Los Autores.

## ÍNDICE

PRESENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
<b>CAPÍTULO I: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1.1 EL PROBLEMA	1
1.1.1 DELIMITACIÓN	2
1.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA REALIDAD	2
1.1.3 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS	3
1.1.4 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1.5 ANTECEDENTES	3
1.1.6 APORTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	6
1.2 ENUNCIADO RESUMEN	7
1.3 HIPÓTESIS	7
1.3.1 VARIABLES E INDICADORES	7
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
<b>CAPÍTULO II: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS AVL (<i>AUTOMATIC VEHICLE LOCATION</i>)</b>	
2.1 SISTEMAS AVL (LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS)	9
2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AVL	11
2.2.1 POR EL ORIGEN DE LOS DATOS DE POSICIONAMIENTO	11
A) Sistemas basados en GPS (Sist. de Posicionamiento Global)	12
	iv

B) Sistemas no basados en GPS	14
C) Combinación de Sistemas basados en GPS y no basados en GPS	16
2.2.2 POR LA TRANSMISIÓN EN TIEMPO REAL	17
A) Sistemas en Línea o en Tiempo Real	17
B) Sistemas fuera de Línea o en Diferido	18
2.2.3 POR LA RED QUE LOS SOPORTA	19
A) Sistemas sobre la red de datos celular	20
B) Sistemas vía radio frecuencia	21
C) Sistemas Satelitales	22
2.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA (SIG)	23
2.3.1 SOFTWARE SIG	25
2.4 SISTEMAS AVL EN EL PERÚ	26
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 MATERIALES	30
3.1.1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA FERMON PERÚ SAC	30
3.1.2 REUNIONES, ENTREVISTAS Y ENCUESTAS	31
3.1.3 INFORMACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO Y RASTREO VEHICULAR: AVL (AUTOMATIC VEHICLE LOCATION)	31
3.2 PROCEDIMIENTOS	32
3.2.1 CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA FERMON PERÚ SAC	32
3.2.2 REUNIONES CON EL PERSONAL DE FERMON PERÚ SAC Y ENCUESTAS A LOS REPRESENTANTES DE SUS CLIENTES	33
3.2.3 CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN RESPECTO AL SISTEMA DE MONITOREO Y RASTREO VEHICULAR	34
3.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	35

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DEL SISTEMA AVL ACTUAL DE FERMON PERÚ SAC**

4.1 FERMON PERÚ SAC	37
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA AVL POSITION LOGIC	39
4.2.1 POSITION LOGIC	39
4.2.2 PLATAFORMA POSITION LOGIC	40
A) Pestaña de Escritorio	40
B) Pestaña de Rastreo	43
C) Pestaña de Rutas	47
D) Pestaña de Geocercas	48
E) Pestaña de Reportes	49
4.3 IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS	51

## **CAPITULO V: DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO**

5.1 DISEÑO DEL SISTEMA	57
5.1.1 CONTROL DE COMBUSTIBLE	58
5.1.2 BLOQUEO REMOTO VEHICULAR	58
5.2 MATERIALES Y EQUIPOS	59
5.2.1 SENSOR DE COMBUSTIBLE	59
A) Descripción del sensor de combustible	60
B) Características del sensor de combustible	61
5.2.2 RELAY AUTOMOTRIZ 12V/24V	61
A) Características del relay automotriz	62
5.2.3 DISPOSITIVO GPS VT310	63
A) Características del equipo GPS VT-310	64
B) Pines de conexión del equipo GPS VT310	65
5.3 MONTAJE E INSTALACIÓN	67
5.3.1 CONTROL DE NIVEL COMBUSTIBLE	67
A) Montaje en el vehículo	67

B) Montaje en la plataforma	70
C) Códigos de programación (Dispositivo AVL)	71
5.3.2 APAGADO REMOTO VEHICULAR	73
A) Montaje en el vehículo	73
B) Montaje en la plataforma	73
C) Códigos de programación (Dispositivo AVL)	75
5.4 PRUEBAS Y SIMULACIONES	76
5.4.1 CONTROL DEL NIVEL DE COMBUSTIBLE	77
A) Valor del AD1/AD2	77
B) Formula de voltaje de entrada	78
C) Formula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno	79
D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo	79
5.4.2 APAGADO REMOTO VEHICULAR	99
<b>CAPITULO VI: ANÁLISIS ECONOMICO DEL SISTEMA DE RASTREO</b>	
6.1 INTRODUCCIÓN	101
6.2 PANORAMA COMERCIAL DE LA EMPRESA	102
6.3 ANÁLISIS DE COSTOS	103
6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ANÁLISIS ECONÓMICO	110
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXOS	117

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1:</b> Metodología de la Investigación	36
<b>Tabla 5.1:</b> Cuadro comparativo de sensores de combustible	59
<b>Tabla 5.2:</b> Cuadro comparativo de relay eléctrico 12v/24v	61
<b>Tabla 5.3:</b> Cuadro comparativo de los dispositivos AVL	63
<b>Tabla 5.4:</b> Descripción de los pines del dispositivo AVL VT310	66
<b>Tabla 5.5:</b> Comandos de configuración básica del rastreador	72
<b>Tabla 5.6:</b> Sintaxis de corte y desactivación del vehículo desde la plataforma	75
<b>Tabla 5.7:</b> Códigos de configuración básica de un GPS VT310	76
<b>Tabla 5.8:</b> Trama de pruebas realizadas de mediciones de niveles de combustible	81
<b>Tabla 5.9:</b> Resumen de valores teóricos y prácticos obtenidos en las simulaciones	98
<b>Tabla 5.10:</b> Resultado de las pruebas del tiempo de respuesta	100
<b>Tabla 6.1:</b> Preciario base	105
<b>Tabla 6.2:</b> Estimación de costos e ingresos de forma progresiva	106
<b>Tabla 6.3:</b> Estimación de costos e ingresos de forma progresiva Total	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Sistema de navegación GPS	13
<b>Figura 2.2</b> Funcionamiento de un sistema <i>dead reckoning</i>	15
<b>Figura 2.3</b> Sistema de navegación por radio navegación	16
<b>Figura 2.4</b> Sistema AVL sobre la red de datos celular	21
<b>Figura 2.5</b> Esquema de sistema AVL vía radio VHF o UHF	22
<b>Figura 2.6</b> Esquema de sistema AVL satelital	23
<b>Figura 4.1</b> Pestaña Escritorio	42
<b>Figura 4.2</b> Venta de Arreglo de Alarmas	43
<b>Figura 4.3</b> Pestaña Rastrear	44
<b>Figura 4.4</b> Sub-pestaña Historial	45
<b>Figura 4.5</b> Sub-pestaña <i>landmark</i>	46
<b>Figura 4.6</b> Sub-pestaña Geocercas	47
<b>Figura 4.7</b> Pestaña Rutas	48
<b>Figura 4.8</b> Pestaña Geocercas	49
<b>Figura 4.9</b> Pestaña Reportes	49
<b>Figura 4.10</b> Generar Reportes	50
<b>Figura 4.11</b> Reporte Generado	50
<b>Figura 4.12</b> Clientes que necesitan un sistema para detectar pérdida de combustible	52
<b>Figura 4.13</b> Clientes que requieren método de bloqueo remoto vehicular	53
<b>Figura 4.14</b> Clientes que requieren solución ante el olvidos de llaves en el vehículo	53
<b>Figura 4.15:</b> Clientes que requieren elementos probatorios ante un robo	54
<b>Figura 4.16</b> Clientes que quieren un monitoreo independiente del tracto vehicular	55
<b>Figura 5.1</b> Sensor combustible/agua marca KUS	60
<b>Figura 5.2:</b> Relay automotriz 12v/24v marca BOSH	62
<b>Figura 5.3</b> Equipo GPS modelo VT310	64
<b>Figura 5.4</b> Pines del equipo GPS modelo VT310	66



<b>Figura 5.5</b>	Montaje elementos AVL	67
<b>Figura 5.6</b>	Montaje para el control del nivel de combustible	69
<b>Figura 5.7</b>	Esquema de conexión del relay	73
<b>Figura 5.8</b>	Activación del corte de motor	74
<b>Figura 5.9</b>	Desactivación del corte de motor	74
<b>Figura 5.10</b>	Sensor de combustible KUS instalado	77
<b>Figura 5.11</b>	Trama que envía el dispositivo GPS	78
<b>Figura 5.12</b>	Valor del nivel de combustible	79
<b>Figura 5.13</b>	Porcentaje del nivel de combustible	80
<b>Figura 5.14</b>	Vin de prueba n° 1	82
<b>Figura 5.15</b>	Valor del nivel de combustible 1	83
<b>Figura 5.16</b>	Porcentaje del nivel de combustible 1	83
<b>Figura 5.17</b>	Vin de prueba n° 2	84
<b>Figura 5.18</b>	Valor del nivel de combustible 2	84
<b>Figura 5.19</b>	Porcentaje del nivel de combustible 2	85
<b>Figura 5.20</b>	Vin de prueba n° 3	86
<b>Figura 5.21</b>	Valor del nivel de combustible 3	86
<b>Figura 5.22</b>	Porcentaje del nivel de combustible 3	87
<b>Figura 5.23</b>	Vin de prueba n°4	88
<b>Figura 5.24</b>	Valor del nivel de combustible 4	88
<b>Figura 5.25</b>	Porcentaje del nivel de combustible 4	89
<b>Figura 5.26</b>	Vin de prueba n°5	90
<b>Figura 5.27</b>	Valor del nivel de combustible 5	90
<b>Figura 5.28</b>	Porcentaje del nivel de combustible 5	91
<b>Figura 5.29</b>	Vin de prueba n°5	92
<b>Figura 5.30</b>	Valor del nivel de combustible 6	92
<b>Figura 5.31</b>	Porcentaje del nivel de combustible 6	93

<b>Figura 5.32</b> Vin de prueba n°7	94
<b>Figura 5.33</b> Valor del nivel de combustible 7	94
<b>Figura 5.34</b> Porcentaje del nivel de combustible 7	95
<b>Figura 5.35</b> Vin de prueba n°8	96
<b>Figura 5.36</b> Valor del nivel de combustible 8	96
<b>Figura 5.37</b> Porcentaje del nivel de combustible 8	97
<b>Figura 5.38</b> Simulación de corte del motor de un vehículo	99
<b>Figura 5.39</b> Instalación de corte del motor dentro de un vehículo	100
<b>Figura 6.1</b> Estimación de costos e ingresos de forma progresiva	109

# CAPITULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 EL PROBLEMA

El monitoreo satelital es un sistema de alta tecnología que no sólo nos permite ubicarnos a nosotros mismos en la localización geográfica exacta en la cual nos encontramos, sino que al mismo tiempo, muchas funciones del sistema nos permite localizar aquellos bienes que nos son hurtados tales como las motos, autos o cualquier tipo de vehículo o bien [D.Dailey,2002]. Por las razones anteriormente mencionadas se creó la empresa “Fermon Perú S.A.C.” con su sede principal en la ciudad de Trujillo, la cual brinda servicio de rastreo y monitoreo de vehículos teniendo como principales clientes particulares, a las empresas de transporte interprovinciales y a las empresas de transporte de carga pesada.

Debido al nuevo reglamento del “Ministerio de Transportes y Comunicaciones” y los nuevos requerimientos de seguridad en empresas transportistas, productoras y distribuidoras en los últimos meses la empresa Fermon Perú S.A.C. viene teniendo un gran crecimiento y al mismo tiempo nuevas necesidades, tales como implementar nuevas formas de combatir el número de asaltos tanto al transporte público como de carga pesada, pérdida de tiempo por parte del capital humano, evitar el

robo de combustible en los vehículos e identificar los puntos donde se podría estar comercializando el combustible hurtado siendo este problema el más alarmante en los vehículos de carga ya que estos vehículos hacen paradas no autorizadas para sustraer el combustible de estos vehículos, para posteriormente venderlo. Es importante tener en cuenta el hecho de que los sistemas de monitoreo satelital si bien son muy útiles y efectivos no son del todo perfectos ya que para que puedan tener un buen funcionamiento, el dispositivo GPS debe de contar con cobertura GSM/GPRS para que pueda enviar al servidor la posición en la que se encuentra [F.Zhao,1997], este último factor es un problema que se presenta con mucha frecuencia en la sierra donde la empresa “Fermon Perú S.A.C. tiene gran parte de sus clientes.

### **1.1.1 DELIMITACIÓN**

Los clientes de la empresa Fermon Perú SAC cuentan con el servicio de rastreo y monitoreo vehicular pero tienen otras necesidades importantes aún no atendidas como el monitoreo de consumo de combustible y el bloqueo remoto del vehículo.

### **1.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA REALIDAD**

- Pérdida de combustible en los vehículos de los clientes de Fermon Perú SAC en paradas no autorizadas.
- Robo de vehículos a los clientes de Fermon Perú SAC.

### **1.1.3 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS**

- El 86.54% de empresas de carga pesada y 55.56% de transporte público clientes de Fermon Perú SAC necesitan de un sistema que permita detectar la pérdida de combustible (ANEXO 1).
- Los clientes de Fermon Perú SAC han reportado 5 robos en el último año, el 76.92% de carga pesada y 100% de transporte particular requieren de un método auxiliar de bloqueo remoto vehicular ante la presencia de un robo (ANEXO 1).

### **1.1.4 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La pérdida de combustible en paradas no autorizadas y el reporte de 5 robos de vehículos en el último año de servicio de la empresa Fermon Perú SAC hace requerir la mejora del servicio de monitoreo vehicular ofrecido.

### **1.1.5 ANTECEDENTES**

Haciendo una pesquisa bibliográfica en la biblioteca especializada de nuestra universidad, se pudo apreciar que existen antecedentes de Proyectos relacionados con la temática de monitoreo vehicular a tratar en el presente trabajo. Como antecedentes tenemos:

TESIS 1

Título: *“Estudio y diseño de un sistema de detección vehicular empleando GPS”*

Autores: Br. José Antonio Fernández Goicochea y Br. Edgar Iván Paredes Ñique

Código: Biblioteca especializada de ingeniería 05-116

Conclusiones:

- 1. La implementación del proyecto permitirá saber la ubicación exacta de cada una de las unidades móviles dentro de la ciudad en el momento que se crea conveniente, lo cual permitirá indicar la ruta más corta al chofer del automóvil para acudir al lugar que se le solicite. Así se ahorrará tiempo y combustible llegando más pronto para prestar un mejor servicio, tanto en taxis como distribución.*
- 2. Las empresas de transporte (taxi) de hoy en día pueden emigrar de la forma actual que es vía radio, al sistema de detección vehicular, utilizando sus antenas de radio actuales para así poder bajar costos de instalación.*
- 3. Si una compañía de transportes urbanos lo implementa motivará a que los empleados trabajen con honradez, por el motivo que se sabrá dónde están los vehículos durante todo el día. Las pausas sin autorización y desvíos innecesarios cuestan en tiempo y también dinero.*
- 4. El sistema permitirá rastrear y registrar todos los movimientos de los empleados dudosos. El sistema permitirá tener la historia detallada de eventos mediante un reporte que muestra cuando un conductor llega a un lugar, el nombre de la calle, cuanto*

*tiempo pasó en ese lugar y cuantos kilómetros viaja entre las paradas.*

- 5. El sistema permitirá monitorear y/o supervisar algunas variables importantes dentro del vehículo como son velocidad, temperatura y controlar abertura de puertas, apagado y encendido.*
- 6. Aumentará la seguridad en cuanto a robos ya que se podrán rastrear y los vehículos, esto originará que se reduzcan los robos, así también evitará el uso no autorizado de vehículos por los empleados de la empresa.*

## TESIS 2

*Título: “Estudio y diseño de un sistema de localización vehicular utilizando la técnica goniométrica”*

*Autor: Br. Juan Carlos Jerónimo Array y Br. José Carlos Montoya Hernández*

*Código: Biblioteca especializada de ingeniería 05-205*

*Conclusiones:*

- 1. Con la implementación del presente proyecto será posible saber la ubicación exacta de cada unidad móvil que se encuentre bajo del área de cobertura del sistema en tiempo real.*
- 2. Los usuarios particulares o empresas de servicios público que se suscribieron a este servicio podrán contar con el registro de todos los movimientos de sus vehículos en cualquier momento que lo deseen.*

3. *Ampliará la seguridad en caso de robos y secuestros dado q se podrán rastrear los vehículos en tiempo real.*
4. *Las empresas de hoy pueden migrar a este sistema, dado que el coste por unidad móvil es relativamente bajo en comparación con los sistemas utilizados actualmente en nuestra localidad.*
5. *Las empresas de servicio público (taxi) podrán brindar un servicio más eficiente seleccionado, a través el sistema, la ruta más corta, ahorrando tiempo y combustible.*
6. *En caso de accidentes o infracciones de tránsito el sistema informará si el móvil estuvo en ese lugar y a qué hora se produjo el accidente o infracción.*

#### **1.1.6 APORTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Los requerimientos actuales de los sistemas de monitoreo han ido cambiando y actualmente la expectativa de los clientes es más exigente. Nuestro trabajo busca presentar una propuesta para un sistema que se adapte a los principales requerimientos actuales de los clientes de la empresa Fermon Perú S.A.C., puesto que en estos días un sistema de sólo rastreo no es realmente suficiente.



## 1.2 ENUNCIADO RESUMEN

¿Cómo atender las nuevas necesidades de monitoreo y supervisión vehicular para los clientes de la empresa FERMON SAC en la ciudad de Trujillo?

## 1.3 HIPÓTESIS

Empleando la tecnología GPS, GSM/GPRS se podrá elaborar una propuesta para mejorar el sistema AVL (localización automática de vehículos) de la empresa FERMON SAC.

### 1.3.1 VARIABLES E INDICADORES:

**Variable Independiente:** Sistema de monitoreo de combustible, sistema de bloqueo remoto.

**Indicadores:**

- Cobertura de servicio de la red GSM/GPRS.
- Transferencia de datos para monitoreo de nivel de combustible.
- Transferencia de datos para el bloqueo remoto de las unidades vehiculares.

**Variable Dependiente:** Consumo de combustible, tiempo de respuesta a alerta.

**Indicadores:**

- Hurtos de combustible en las unidades vehiculares de los clientes.
- Incidencia de bloqueos remotos ante robo de vehículos.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Proponer un sistema de monitoreo de combustible y bloqueo remoto del vehículo, para la complementación del sistema de monitoreo y rastreo de la empresa “Fermon Perú S.A.C.”

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Análisis de la realidad actual de la actividad comercial y productiva de la empresa Fermon Perú SAC, su sistema de monitoreo y rastreo vehicular actual y necesidades primordiales de los clientes de la empresa Fermon Perú SAC.
- Identificar los requerimientos técnicos para la mejora del sistema de monitoreo y rastreo vehicular de la empresa Fermon Perú SAC.
- Analizar las ventajas y desventajas de otros sistemas existentes en el mercado local.
- Proponer las mejoras del sistema en base a los requerimientos de la empresa Fermon Perú S.A.C
- Estimar los costos involucrados en las mejoras del sistema.

## **CAPITULO II**

### **ESTUDIO DE LOS SISTEMAS AVL (*AUTOMATIC VEHICLE LOCATION*)**

#### **2.1 SISTEMAS AVL (LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS):**

El sistema de Localización Automática de Vehículos o AVL (Automatic Vehicle Location) es un sistema derivado de los sistemas de posicionamiento utilizados en la navegación aérea y marítima, constituyen toda una especialidad dentro de las tecnologías conocidas como ITS. Esta última sigla proviene de las primeras letras “Intelligent Transportation Systems”, Sistemas de Transporte Inteligente. [J.Ciampagna,1999]

Esta tecnología permite seguir la trayectoria en línea de vehículos a través de una computadora mostrándolo en forma gráfica en un mapa digital indicando su posición en un determinado instante de tiempo.

El sistema AVL es más que un medio de rastreo, es una herramienta muy útil de información que permite realizar un control logístico adecuado de los móviles que la poseen, como supervisión de sus rutas, inspección del cumplimiento de horarios y manejo general del automóvil, tal es el caso de flotas de vehículos destinadas a una actividad comercial en particular [C.Acevedo,2009].

También podemos indicar que los altos índices delincuenciales respecto al robo de vehículos hacen necesario la implementación de un sistema de rastreo y localización no solo para móviles dedicados a actividades de

carácter comercial sino también a vehículos particulares, lo que permitiría, con un sistema complementario organizado de seguridad, la recuperación del vehículo.

Esta tecnología de localización es una herramienta poderosa en aplicaciones de administración de flotas de transporte, asignación de vehículos de emergencia, sistemas de transporte público, etc. especialmente si se integra con otras aplicaciones relacionadas como sistemas de Call Center, Central de Monitoreo, planificadores de ruta, sistemas de bodega y sistemas de despacho entre otras.

Por lo antes expuesto, empresas de transporte, aseguradoras, empresas de control logístico e inclusive usuarios particulares ven la necesidad de una solución que permita tener acceso inmediato a la localización de sus vehículos, así como al registro histórico de las ubicaciones de sus móviles durante el día, con lo cual se obtienen beneficios como:

- Obtener la localización real de un vehículo.
- Ahorrar tiempo y dinero en la utilización de rutas eficientes.
- Verificar cumplimiento de itinerarios.
- Mayor seguridad en la transportación de valores.
- Estar al tanto de que móvil está más cercano a un potencial cliente.
- Estar informado periódicamente sobre condiciones relacionadas con velocidad y dirección de desplazamiento.
- Estar informado sobre algún problema que pudiera ocurrir con el o los vehículos.

- Toda la información provista puede ser usada como retroalimentación para la mejora de los servicios prestados, etc.
- Establecer un control de horarios de recojo, entrega, reparto, etc. de carga y también de eventos no deseados como paradas no autorizadas y velocidades máximas.
- Información precisa de cualquier evento anteriormente mencionado durante las 24 horas del día y los 365 días del año.

## **2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AVL.**

La evolución de las tecnologías de la información y el crecimiento del mercado de servicios ha propiciado un gran avance en cuanto a la utilidad y aplicación de ciertas tecnologías de la ingeniería de las comunicaciones encontrando un negocio rentable.

Las necesidades de las empresas prestadoras de servicios de tener un mayor control de sus activos móviles son cubiertas en gran parte por los sistemas AVL de manera general o dedicada y su progreso ha ido a la par de la evolución o aparición de nuevas redes que los soportan por lo cual los podemos clasificar de la siguiente manera.

### **2.2.1 POR EL ORIGEN DE LOS DATOS DE POSICIONAMIENTO**

Los datos de posicionamiento son aquellos que van a indicar las coordenadas de ubicación del vehículo por lo cual es importante determinar el sistema de navegación empleado como origen de estos datos que constituyen la clave para el funcionamiento del sistema AVL, cuando se utiliza o no un GPS para obtener la

información de navegación (posición, velocidad, rumbo, etc.), de no hacerlo es posible usar alternativas como radio navegación o lo conocido como *Dead Reckoning*. Sin embargo los dispositivos de Posicionamiento Global han demostrado tener supremacía en el campo y sus desventajas han sido minimizadas dado su servicio gratuito y posicionamiento absoluto. Pueden ser:

**A) Sistemas basados en GPS (Sistemas de Posicionamiento Global).**

Muchos de los sistemas AVL tienen como fuente de datos de posicionamiento originados en un sistema GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite).

Los GNSS permiten determinar la posición de un dispositivo receptor el cual calcula su posición en términos de latitud, longitud y altura con base en las señales que recibe de un grupo de satélites especialmente diseñada para tal fin.

Actualmente están funcionando dos sistemas de navegación por satélite y hay un tercero en construcción.

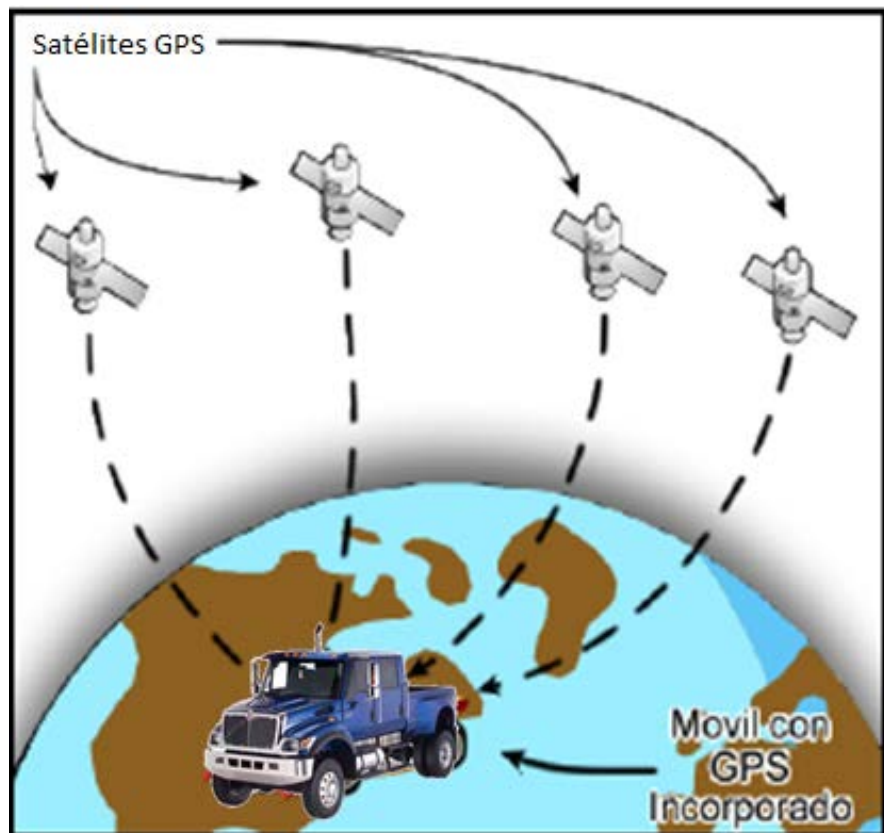
El más conocido, utilizado y operativo es el GPS (Sistema de posicionamiento Global), que utiliza una red de veinte y cuatro satélites agrupados en seis órbitas, el dispositivo GPS utiliza tres satélites para calcular su posición mediante triangulación y uno determina la altitud, es decir utiliza una de seis órbitas.

Los dispositivos GPS no solamente entregan información relacionada a su ubicación (Latitud y Longitud), entre los

básicos también se encuentran datos relacionados con su velocidad, dirección de movimiento, hora y fecha actualizada, es decir información completa para la ayuda en navegación [C.Acevedo,2009].

El sistema de posicionamiento global GPS nos da coordenadas en un sistema global x,y,z geocéntrico. Nos referimos a este sistema como WGS'84 (World Geodetic System).

Por último. Usando ecuaciones de transformación (proyecciones cartográficas; Mercator, UTM, Gauss Kruger), las posiciones geodésicas obtenidas pueden calcularse en sistema planos - mapas, cartas y planos.



**Figura 2.1** Sistema de navegación GPS

Entre sus principales características resaltan el posicionamiento absoluto y el no acumular errores, y entre sus desventajas tenemos a la dependencia de condiciones climatológicas, ionósfera, reflexiones espúreas, fuentes de interferencia eléctrica, número de satélites, etc.

## **B) Sistemas no basados en GPS.**

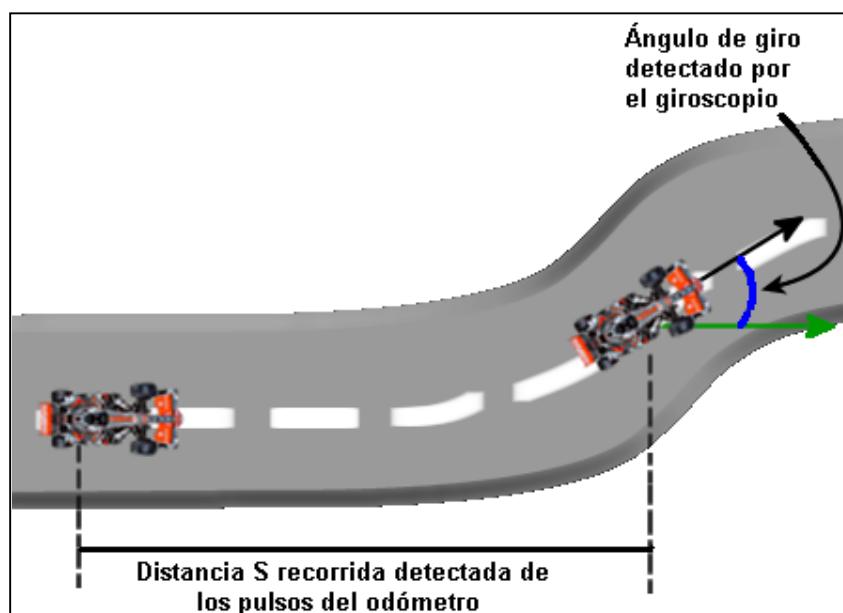
Los datos de posicionamiento en estos sistemas son proporcionados por métodos diferentes a la red de satélites GPS, estos métodos son conocidos como *Dead reckoning* (DR) y Radio navegación:

### **- *Dead Reckoning:***

Este método consiste en la estimación de la posición actual sobre la base de una posición previamente determinada, tomando en consideración la rapidez, dirección del movimiento y el tiempo transcurrido por lo cual la posición actual es calculada en base a fórmulas trigonométricas.

Para implementar un sistema AVL considerando esta tecnología cada uno de los vehículos incorpora una brújula digital y sensores en las ruedas, la tasa de error promedio en la estimación de la posición actual suele ser de 1% ó 2% lo cual provoca una acumulación de los errores ya que el cálculo de la posición actual se calcula en base a la anterior; un ejemplo de un sistema AVL empleando el *Dead reckoning* es el CROSSCHECK XR de la empresa DATUMCOM.



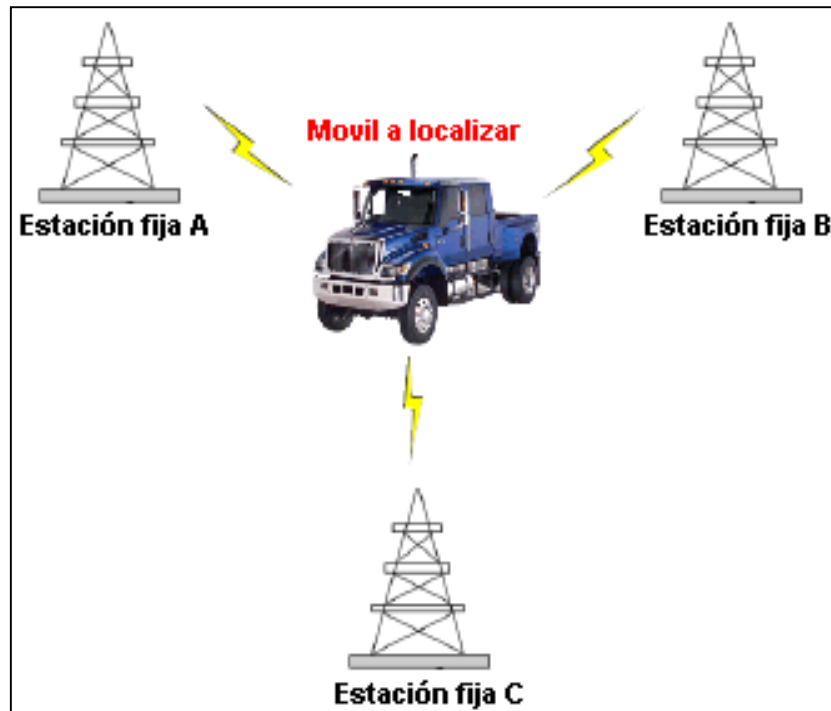


**Figura 2.2** Funcionamiento de un sistema *dead reckoning*

Entre sus principales ventajas tenemos la no dependencia de las condiciones climatológicas y no es afectado por el efecto “*multipath*” pero entre sus desventajas resalta el hecho que necesita una posición inicial absoluta y los errores se van sumando.

- **Radio Navegación:**

Este método consiste en emplear un receptor de radio navegación incorporado en un vehículo el cual realizará mediciones de tiempo en la propagación de señales provenientes de por lo menos tres ubicaciones fijas con posiciones exactas conocidas, estas medidas van a determinar cuán lejos está el dispositivo receptor de dichas estaciones fijas, con esta información se realiza el cálculo aproximado de la posición del vehículo mediante triangulación; un ejemplo de este sistema de navegación es el denominado LORAN (Long Range Navigation).



**Figura 2.3** Sistema de navegación por radio navegación

Su principal desventaja es su cobertura limitada ya que solo cubre la superficie de la tierra donde las cadenas de estaciones estén instaladas y sólo proveen posiciones bidimensionales (latitud y longitud).

### **C) Combinación de Sistemas basados en GPS y no basados en GPS.**

Las ventajas y desventajas presentes al utilizar uno de los sistemas antes mencionados para obtener los datos de posicionamiento nos hacen pensar en complementarlos con el objetivo de obtener mayor exactitud y cobertura disminuyendo los cortes de señal del GPS en sitios cerrados como túneles, playas de estacionamiento o en días en que las condiciones climatológicas no permiten el enlace satelital necesario para la

operación del receptor de posicionamiento global y también compensando la no precisión debido a la acumulación de errores en el cálculo de la posición del sistema *Dead Reckoning*.

Un ejemplo comercial de este tipo de sistemas que integran estos dos métodos de navegación es el producto NTSTracer de la empresa NTS.

## **2.2.2 POR LA TRANSMISIÓN EN TIEMPO REAL.**

Los sistemas de localización vehicular automática también pueden ser clasificados teniendo en cuenta si la data es transmitida en tiempo real o no, la aplicación de cada uno de estos sistemas dependerá de los objetivos y requerimientos del cliente que contrata el servicio. En esta clasificación tenemos:

### **A) Sistemas en Línea o en Tiempo Real.**

Este tipo de AVL está diseñado para comunicar el dato de posición de manera instantánea para lo cual se necesita emplear un sistema de comunicaciones inalámbricas para transportar los datos ya sea a través de la red celular, de radiofrecuencia o satelital.

Los sistemas en línea o en tiempo real son útiles en aquellos casos en los cuales es necesario conocer la posición vehicular en cada instante posibilitando la toma de decisiones en tiempo real según sea necesario, un ejemplo de este sistema en línea

es el utilizado por una compañía de taxis la cual necesita obligadamente conocer la posición actual de alguno de sus unidades para designar un servicio o para guiarlas a algún lugar requerido.

## **B) Sistemas fuera de Línea o en Diferido.**

Los sistemas fuera de línea o en diferido son utilizados cuando no es necesario o no se requiere conocer de manera inmediata la posición de las unidades, los datos registrados se dan a conocer al final de cierto período estableciendo un registro histórico de ubicaciones y actividades con fines de control que no implican decisiones en tiempo real.

Los dispositivos vehiculares ya no tienen la necesidad de formar parte de un sistema de comunicaciones, sino que incorporan un módulo de memoria que les permite almacenar las diferentes posiciones ocupadas por el móvil en instantes de tiempo previamente establecidos y programados.

Estos sistemas son más económicos y convenientes, dependiendo de las necesidades específicas del cliente. Con estos sistemas los datos deben de ser descargados directamente desde el dispositivo para ser visualizados a través de un *software* adecuado ya que éste no se comunica de ninguna otra forma lo que impide una aplicación en tiempo real.

Un ejemplo de un sistema fuera de línea es el ofrecido por la empresa *TELESPIAL SYSTEMS INC.* Denominado *trackstick*. Este tipo de sistemas AVL es más usado para saber dónde ha estado cualquier persona (hijo, pareja, etc) o vehículo, tener un historial de todos los lugares que hemos visitado durante una vacaciones o viaje de trabajo, incluyendo kilometraje, paradas, etc., mantener un registro de todas las posiciones geográficas donde hemos estado durante una excursión, montañismo, pesca, etc. En el ámbito profesional, por ejemplo, permite un análisis posterior de cada uno de los miembros en operaciones militares o rescate [Trackstick,2011]. La información almacenada por el dispositivo se puede luego cargar en un navegador GPS, para que nos pueda guiar de vuelta al lugar deseado.

### **2.2.3 POR LA RED QUE LOS SOPORTA.**

Como ya se mencionó anteriormente los sistemas de localización automática vehicular AVL en línea necesitan apoyarse y utilizar necesariamente sistemas de comunicaciones y transmisión inalámbricas que permitan su implementación en tiempo real, el buen desempeño de un sistemas de localización automática vehicular depende en gran parte a la cobertura que cubre dicho sistema inalámbrico por lo cual es de suma importancia su clasificación.

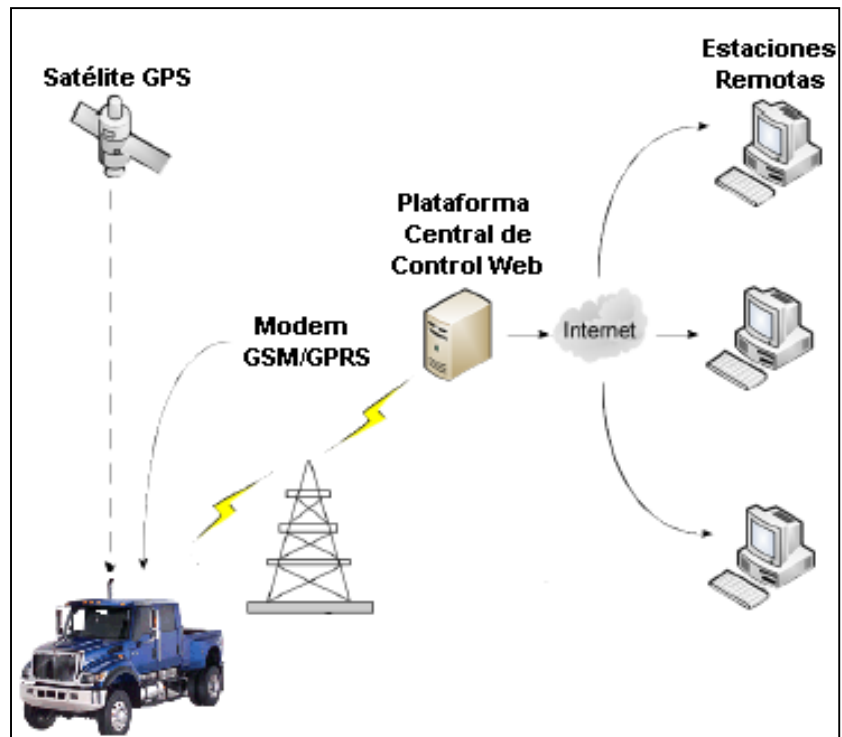
## **A) Sistemas sobre la red de datos celular**

La red de telefonía celular en sus inicios fue concebida con el objetivo de transmitir solamente voz, luego de algunos años se desarrollan sistemas modernos celulares como GPRS, EDGE, CDMA/1xRTT denominados como banda ancha móvil capaces de transmitir y recibir datos.

Estos sistemas son importantes en la implementación de un sistema AVL ya que además de tener las condiciones adecuadas para la transmisión de información de navegación también tiene una gran ventaja de cobertura ya que llega a cubrir áreas rurales como carreteras lo cual es importante para en un sistema AVL exigente.

Estas características han hecho de las redes de datos celulares las más populares para dar soporte a sistemas AVL. Estos sistemas utilizan módems celulares, los cuales les permite interactuar con la red de datos celular:

Un sistema AVL que utiliza la red celular de datos deposita la información por el sistema GSM/GPRS en un servidor web por lo que se puede acceder a la misma no solo desde una central sino también desde cualquier lugar remoto que posea una PC con conexión a internet.



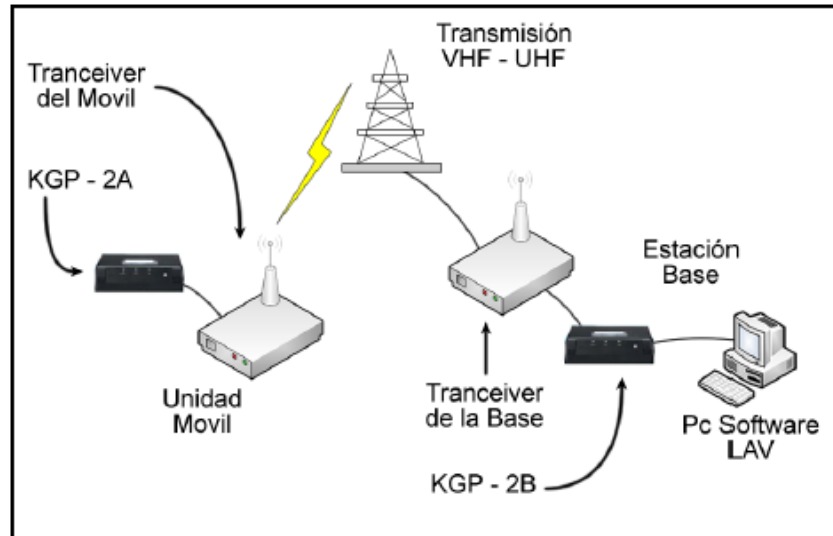
**Figura 2.4** Sistema AVL sobre la red de datos celular

## **B) Sistemas vía radio frecuencia**

El sistema de radio es un sistema que transmite los datos vía un enlace radial, a una central de procesamiento. El alcance de dichos sistemas depende de las estaciones repetidoras que se implemente [Omnitronic,2011].

Para aplicaciones en la que las unidades a monitorear solo se movilizan dentro de un área urbana se puede emplear enlaces de radio VHF o UHF ya que resulta una opción menos costosa que una red de datos celular.

Estos sistemas vía radiofrecuencia pueden adaptarse a los sistemas de radio existentes, este es el caso de Kenwood que tiene módulos denominados KGP -2A y KGP-2B los cuales tienen a los módems que se encargan de adecuar los datos enviados, para ser transmitidos por el canal inalámbrico de comunicación, hacia la estación [C.Acevedo,2009].



**Figura 2.5** Esquema de sistema AVL vía radio VHF o UHF

Las limitaciones de un sistema AVL basado en radio frecuencia está determinada por la cobertura que puede alcanzar ya que esta depende de la potencia emitida por las antenas apropiadas y por las condiciones geográficas donde se desarrolla.

### C) Sistemas Satelitales

Los sistemas satelitales son empleados cuando se requiere de sistemas AVL más exigentes en cuanto a cobertura, donde la red celular no es suficiente, para ello se utilizan redes satelitales de baja altura, típicamente conocidas como redes LEO (*Low Earth orbit*), tales sistemas deben incluir en el hardware necesario módems satelitales que adecuen la señal para el enlace de subida y el enlace de bajada.





**Figura 2.6** Esquema de sistema AVL satelital

La principal desventaja de este modelo está dada en las condiciones climatológicas favorables que requiere para la no errónea transmisión y recepción de la información.

### **2.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA (SIG).**

Para utilizar de forma adecuada la información de navegación transmitida o almacenada por los correspondientes dispositivos, la localización automática vehicular hace el uso de los sistemas de información geográfica para que los datos de localización no resulten tan abstractos y se relacionen unívocamente con la realidad a través de un mapa digitalizado.

Un sistema de información geográfica (SIG o GIS por su acrónimo en inglés), es cualquier sistema de información que provea la capacidad de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada con el propósito de ayudar a resolver problemas de planificación y gestión [C.Acevedo,2009].

También lo podemos definir como un potente conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real.

La información visual provista por un SIG puede ser utilizada en investigaciones científicas, gestión de recursos, gestión de activos, evaluaciones de impactos ambientales, planificación urbana, sociología, geografía histórica, marketing, arqueología, epidemiología, logística, etc., constituyéndose de esta manera en un instrumento imprescindible.

Un SIG funciona como una base de datos inteligente con información geográfica que se halla asociada a los objetos gráficos. Así si se señala un objeto se podrán conocer sus atributos, e inversamente, preguntando a la base de datos por un objeto se puede saber su localización en la cartografía.

Típicamente la información de interés se encuentra distribuida en diferentes capas temáticas almacenadas de manera independiente de tal forma que el usuario podrá hacer uso de ellas como crea conveniente simplemente activándolas, ejemplos de capas son: vías de comunicación, núcleos de población, límites fronterizos, Relieves, red fluvial, usos de suelo, etc. Todo esto permite realizar un análisis completo cuyo alcance depende de la aplicación a la cual esté sirviendo el Sistema de Información Geográfica [J.Ciampagna,1999].

Para finalizar podemos decir que un Sistema de Información Geográfica SIG tiene por objetivo crear una imagen de una realidad y para este fin los sistemas localización automática vehicular utilizan un software SIG apropiado.

### 2.3.1 SOFTWARE SIG

El software SIG son parte de un sistema de información geográfica; este software permiten a los AVL agregar, entre otras, las siguientes funcionalidades:

- Concepto de mapa dinámico (Zoom+, Zoom-, Pan).
- Visualización selectiva de uno o más vehículos.
- La creación de archivos de datos para visualización fuera de línea.
- Planificación y diseño de rutas así como programar distribución e itinerarios.
- Seguimiento de vehículos y despacho.
- Análisis de rutas y selección de sitios.
- Ubicación de recursos de la flota de vehículos.
- Registro de los recorridos y rutas alternativas.
- Ubicación de clientes y programación de los requerimientos.
- Optimizador de rutas considerando factores de tiempo y distancia como limitaciones específicas del negocio tales como tamaño del vehículo, tiempo de recepción de mercaderías de sus clientes.

En la actualidad existen muchos proveedores de software SIG los que tenemos: *Intergraph, Google, Autodesk*, etc. aunque hay que adquirir derechos de utilización la tendencia actual es que estas herramientas sean gratuitas para acceder a la información geográfica y de intuitiva manipulación como el *Google Earth* cuya versión gratuita ha revolucionado la utilización de software SIG calificándolo incluso de una herramienta de "Mapeo para masas".

## 2.4 SISTEMAS AVL EN EL PERÚ.

Los sistemas AVL en el Perú en su mayoría son sistemas basados en GPS, con transmisión en tiempo real y transmitido sobre la red de datos celular, FERMON transmite por la red celular de América Móvil ya que la cobertura del servicio móvil según reporte del OSIPTEL actualizado a Marzo del 2012 indica que Telefónica Móviles atiende un total de 1376 distritos del Perú y América Móvil atiende a 1607 distritos y Nextel solo 245 de un total de 1836 distritos [OSIPTEL,2012] y regulada, con la siguiente base legal:

**La Resolución Directoral N° 1947-2009-MTC/15** "Directiva que establece medidas complementarias para el control y monitoreo de unidades vehiculares a través de dispositivos de ubicación de conexión inalámbrica" aprobado en Lima el 21 de Mayo de 2009, basado en el artículo 3° de la Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, Ley N° 27181, el numeral 20.1.1 O del artículo 20° del Reglamento Nacional de Administración de Transporte, establece que los prestadores del servicio de transporte público regular de personas de ámbito nacional, deberán contar con un sistema de control y monitoreo inalámbrico permanente en el vehículo y en consecuencia resulta necesario aprobar las medidas complementarias que establezcan las características y funcionalidades del control y monitoreo de las unidades vehiculares destinadas al servicio de transporte interprovincial regular de personas a través de dispositivos inalámbricos, resuelve aprobar la Directiva N° 007-2009-MTC/15 "Directiva que establece medidas complementarias para el control y

monitoreo de unidades vehiculares a través de dispositivos de ubicación de conexión inalámbrica"[El Peruano,2009].

**La Directiva N° 007-2009-MTC/15** “MEDIDAS COMPLEMENTARIAS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE UNIDADES VEHICULARES A TRAVES DE DISPOSITIVOS DE UBICACION DE CONEXIÓN INALÁMBRICA”, tiene como objetivo establecer las características y funcionalidades del control y monitoreo permanente en ruta de unidades vehiculares destinadas al servicio de transporte interprovincial regular de personas, a través de dispositivos de ubicación de conexión inalámbrica. Está basado en la Ley General del Transporte y Tránsito Terrestre, Ley N° 27.181, Reglamento Nacional de Administración de Transporte, aprobado por Decreto Supremo N° 017-2009-MTC, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ley N° 27791, Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2007-MTC.

En esta directiva se indica las características y funcionalidades que deben tener los dispositivos AVL entre las que resaltan las siguientes:

- Equipos con tecnología GPS, GSM/GPRS (Cuatro Bandas 850/900/1800/1900 Mhz), Duales (GSM/GPRS/ SATTELITAL) u otros que realicen la transmisión de modo inalámbrico que posean frecuencia y tecnología autorizada por el MTC.
- Equipos con la capacidad de notificar eventos de exceso de velocidad, ocurrencia de asaltos (botón de pánico), zonas no

permitidas y de forma opcional que permitan el escalamiento para implementar otro tipo de eventos como por ejemplo: control de ignición, sensor de movimiento, geo-referenciación, etc.

- Equipos que puedan enviar reportes en formatos binarios y ASCII.
- Equipos que utilicen los protocolos AT, TAIP, TSIP, NMEA, SIRF, TCP/IP u otro que proporcione bidireccionalidad de la comunicación.
- Equipos programables por conector externo y/o en forma remota.
- Equipos con capacidad de operar dentro de los rangos de temperatura de -40 C a + 70 C.
- Equipos alimentados por: 12 Voltios DC, o 24 Voltios DC.
- Equipos con batería de respaldo recargable.
- Equipos que cuenten con garantía y soporte técnico local.
- Equipos con la capacidad de almacenamiento de DATA fuera de zonas de cobertura de comunicación.
- Deben contar con puertos digitales y/o análogos.
- Homologados por la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones.
- Mínimo de 12 canales GPS y que brinden la ubicación del vehículo con un margen de error de distancia de aproximadamente 5 metros, y en caso el vehículo no se encuentre en movimiento, hasta 15 metros.
- Permita realizar el monitoreo en cualquier momento del recorrido del vehículo, sin tomar puntos permanentes o de referencia para la verificación.

- Verifique si el vehículo está en movimiento o se encuentra estacionado, pudiendo establecer el tiempo desde que se produzca la paralización hasta el momento en que se realizó el monitoreo.
- Permita verificar la velocidad del vehículo que se encuentra en movimiento, al momento del monitoreo.
- Debe permitir el monitoreo por parte del MTC y otras entidades encargadas de velar por la seguridad de las personas.

También indica las disposiciones que el transportista debe cumplir como por ejemplo:

- El transportista debe comunicar a la Dirección General de Transporte Terrestre el cambio del prestador del servicio de ubicación a través de dispositivos de ubicación de conexión inalámbrica, en un plazo máximo de dos días computados a partir de la fecha en que se realizó el cambio.
- El transportista deberá acreditar que cuenta con el dispositivo de conexión inalámbrica, presentando a la Dirección General de Transporte Terrestre copia del contrato vigente con la empresa prestadora del servicio, donde se debe identificar la placa de los vehículos a los que se les ha instalado este dispositivo.
- El transportista deberá solicitar a su prestador del servicio que al inicio de la prestación haga llegar al Centro de Control y Monitoreo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones la información en tiempo real, a través del formato y protocolo de comunicación que el referido centro le proporcione. [El Peruano,2099].

# **CAPITULO III**

## **MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 MATERIALES**

Para poder desarrollar la mejora en el sistema de monitoreo y rastreo vehicular de la empresa Fermon Perú SAC fue necesario consultar diversos tipos de información, la cual fue recaudada de diferentes medios tanto teóricos como prácticos (Libros, tesis, documentos de Internet, encuestas, entrevistas, etc.) dicha información fue clasificada, ordenada y procesada para extraer de ella la información necesaria aplicable en el desarrollo del presente y así, de esta manera, se pudo realizar un desarrollo fiel y consistente de la materia.

#### **3.1.1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA FERMON PERÚ SAC.**

La información referente a la empresa Fermon Perú SAC fue adquirida a través de una entrevista a la gerente, jefe de operaciones, personal técnico de instalaciones y monitoreo de dicha empresa además de la información proporcionada en su página web con el fin de saber los servicios que ofrecen, analizar sus problema, determinar sus necesidades y requerimientos técnicos para lograr la mejora en su sistema de rastreo y monitoreo vehicular.



### **3.1.2 REUNIONES, ENTREVISTAS Y ENCUESTAS.**

Para determinar y delimitar las necesidades y requerimientos de los clientes de la empresa Fermon Perú SAC se realizaron viajes a las ciudades de Talara, Piura, Cajamarca, Chiclayo, Barranca y Lima con el fin de interactuar con los dueños, jefes de operaciones y personal de monitoreo de las empresas de transporte clientes de Fermon y así saber cuáles son sus requerimientos más urgentes en el monitoreo de sus vehículos así como determinar los problemas con el sistema actual.

En las reuniones, entrevistas y con la encuesta realizada se pudo determinar cómo necesidades: un sistema que permita monitorear el consumo de combustible, un sistema de bloqueo remoto del vehículo, solución ante el olvido de las llaves dentro del vehículo, elementos probatorios de un acontecimiento de robo y el monitoreo independiente del tracto camión.

### **3.1.3 INFORMACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO Y RASTREO VEHICULAR: AVL (AUTOMATIC VEHICLE LOCATION)**

La información referente a las características, beneficios y limitaciones de los diferentes sistemas de rastreo y monitoreo vehicular fue tomado de libros, website y manuales técnicos de los cuales se pudo determinar los elementos y requerimientos técnicos necesarios a tener en cuenta para desarrollar la mejora del sistema de rastreo y monitoreo vehicular de la empresa Fermon Perú SAC.

Entre las principales referencias bibliográficas tomadas en cuenta para el desarrollo del presente sistema tenemos:

- AVL-equipped vehicles as traffic probe sensors.
- Planning and Implementation of Automatic Vehicle Location Systems for Public Transit.
- Manual Para el Usuario Final de la Plataforma Position Logic, Position Logic.
- Manual de equipo GPS modelo VT 310
- Position Logic, Especializados en Servicios de Localización, <http://www.positionlogic.com>
- Omnitronic. Sistemas de Seguimiento Vehicular (AVL) y Monitoreo Remoto <http://www.omnitronic-sa.com>

## **3.2 PROCEDIMIENTOS**

Al tener los materiales necesarios para desarrollar la mejora en el sistema de monitoreo y rastreo vehicular se vio la necesidad de establecer el procedimiento adecuado para poder cumplir los objetivos establecidos.

### **3.2.1 CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA FERMON PERÚ SAC.**

La información referente a la empresa Fermon Perú SAC obtenida de las entrevistas con su personal administrativo y operativo nos permitió establecer las necesidades y requerimientos respecto a su servicio brindado.

Al tener la información de la empresa se procedió a realizar el estudio de la misma con la finalidad de entender el funcionamiento y operación de dicha empresa, así como, los servicios que brinda a las empresas de transporte de carga, transporte interprovincial y transporte particular, determinando los siguientes puntos:

Se determinó que FERMON PERU SAC es una empresa joven en el rubro del rastreo y monitoreo vehicular y que para ello emplea una plataforma llamada Position Logic pero que no se estaban utilizando varias características propias del sistema que podrían solucionar en gran parte los requerimientos de los clientes de FERMON PERU SAC.

### **3.2.2 REUNIONES CON EL PERSONAL DE FERMON PERU SAC Y ENCUESTAS A LOS REPRESENTANTES DE SUS CLIENTES.**

De las reuniones con sus empleados se pudo determinar: las funciones de los empleados, el tiempo promedio de instalación y configuración de los equipos, sus procedimientos ante cualquier alerta de robo y/o aviso programado, las bases de datos de sus clientes y sus respectivos vehículos y también se determinó que sí era factible la implementación de los sistemas propuestos.

De las reuniones con los clientes y las encuestas realizadas se pudo determinar cuáles son las quejas más frecuentes y que tienen como principales necesidades: un sistema que permita monitorear el consumo de combustible, un sistema de bloqueo remoto del vehículo.

### **3.2.3 CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN RESPECTO AL SISTEMA DE MONITOREO Y RASTREO VEHICULAR**

Con la información adquirida a través de las entrevistas y encuestas se tiene una noción más exacta de lo que FERMON PERU SAC necesita para cubrir sus principales requerimientos, por lo cual a través de la consulta de la bibliografía mencionada se pudo determinar:

- Que FERMON PERU SAC utiliza un sistema de rastreo y monitoreo vehicular basados en GPS, con transmisión en tiempo real y transmitido sobre la red de datos celular.
- FERMON PERU SAC cumple con transmitir bajo La Resolución Directoral N° 1947-2009-MTC/15 “Directiva que establece medidas complementarias para el control y monitoreo de unidades vehiculares a través de dispositivos de ubicación de conexión inalámbrica” y La Directiva N° 007-2009-MTC/15 “Medidas complementarias para el control y monitoreo de unidades vehiculares a través de dispositivos de ubicación de conexión inalámbrica”.
- Para que los clientes puedan interactuar y visualizar de forma dinámica el monitoreo de sus vehículos la plataforma Position Logic cumple ampliamente los requerimientos de un software de sistema de información geográfica (SIG).
- La plataforma de monitoreo y rastreo satelital Position Logic tiene el software necesario para implementar el control de pérdida de combustible y el bloqueo remoto del vehículo.

### **3.3 METODOLGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Luego de haber delimitado y definido el problema, analizado las características, haber hallado las variables e indicadores, definido una hipótesis, plantearse un objetivo general y objetivos específicos y determinar los materiales y procedimientos en el diseño de la investigación es necesario aplicar una metodología que nos permita desarrollar la mejora del sistema de monitoreo y rastreo vehicular de la empresa FERMON PERU SAC.

**Tabla 3.1:** Metodología de la Investigación

<b>ETAPA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
<b>Delimitación del problema de estudio</b>	Definir el objeto de estudio y escoger una metodología adecuada al mismo.	Revisión investigaciones anteriores.
<b>Revisión teórica</b>	Ubicar el objeto de estudio en el marco del conocimiento desarrollado en el área.	Consulta de fuentes bibliográficas y digitales.
<b>Elaboración de instrumento de recolección de datos</b>	Establecer criterios organizados de los datos que se necesitan para la investigación: Objetivos, variables e indicadores.	Elaboración y valoración de la encuesta y entrevistas
<b>Aplicación de instrumento</b>	Determinar la realidad a través de la recolección de datos	Aplicación de encuesta y entrevistas
<b>Análisis de datos</b>	Analizar los resultados y determinar las necesidades de los clientes a cubrir	Comparar los resultados de cada necesidad.
<b>Diseño del sistema</b>	Determinar elementos a utilizar (equipo AVL, sensor de combustible, relay automotriz)	Comparar características de los elementos a utilizar
<b>Documentación y cierre</b>	Documentar: montaje e instalación, pruebas y simulaciones, estimar costos, establecer conclusiones y recomendaciones.	Elaboración y compaginación del informe final.

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS DEL SISTEMA AVL ACTUAL DE FERMON PERÚ SAC.**

#### **4.1 FERMON PERÚ SAC.**

La empresa Fermon Peru SAC fue constituida en Junio del 2009 con el objetivo de cubrir las principales necesidades de los clientes en la zona norte del Perú, avocando sus mayores esfuerzo a prestar el mejor servicio al cliente con una atención inmediata y con un servicio las 24 horas del día, apuntando así a ser la empresa líder en rastreo y monitoreo satelital en el norte del Perú [FERMON,2010].

FERMON tiene su oficina principal en la ciudad de Trujillo – La Libertad lo que le ha permitido establecer su mercado en los departamentos del norte del país, luego de un año de haber iniciado sus actividades extiende su plan de crecimiento a la ciudad de Lima por ser la capital del país y albergar un gran mercado tanto en el transporte interprovincial como de carga pesada teniendo así una nueva sede para la asistencia de sus clientes en la capital.

Entre sus principales clientes figuran empresas de carga pesada (comestibles, abarros, combustible y materiales peligrosos) empresas de transportes interprovinciales (ruta larga, ruta corta, turismo) y vehículos particulares y taxis.

Entre las principales actividades comerciales de Fermon Perú SAC figura la venta y programación de equipos AVL con tecnología GPS de

diferentes marcas (Antares, Sky patrol, VT 310, MTC 500, Rover 9, Intelitrac X8, Intelitrac X1 etc.) y el monitoreo vehicular satelital para lo cual cuenta con tres plataformas vía web entre las que destaca la plataforma desarrollada por la empresa americana Position Logic.

Una de las características principales de los sistemas de localización automática vehicular de Fermon es cumplir con los siguientes requerimientos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Directiva N° 007-2009-MTC/15 "Establece medidas complementarias para el control y monitoreo de unidades vehiculares a través de dispositivos de ubicación de conexión inalámbrica" y la Resolución Directoral N° 1947-2009-MTC/15 Aprueban "Directiva que establece medidas complementarias para el control y monitoreo de unidades vehiculares a través de dispositivos de ubicación de conexión inalámbrica", el cumplimiento de dichos requisitos le ha permitido aumentar el número de vehículos y clientes.

Si bien es cierto que el servicio de Fermon Perú S.A.C. es bueno podría ser mejorado atendiendo las necesidades de sus clientes entre las que destaca el monitoreo de combustible por el posible hurto de este en las rutas y el corte de motor en el caso de que la unidad sea robada utilizando el software de rastreo y equipos AVL con los que ya cuenta con lo que permitiría brindar un mejor servicio y captar una mayor cantidad de clientes.



## 4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA AVL POSITION LOGIC

### 4.2.1 POSITION LOGIC

Position Logic es una empresa líder B2B (Por sus siglas en Ingles; Business to Business; de Empresa a Empresa) en servicios de localización y rastreo la cual se compromete a apoyar a clientes empresariales, suministrándoles inteligencia integrada, tecnología precisa de ubicación, y servicios y soluciones personalizadas para todos sus clientes.

Position Logic se concentra principalmente en el suministro de soluciones para empresas que se ocupan en las áreas de gestión y logística de activos empresariales, seguimiento de activos vía GPS, controles avanzados de seguridad y los servicios profesionales de consultoría [Position,2011].

Entre los principales beneficios que Position Logic ofrece a sus clientes destaca:

**Mayor ahorro en costos de operación:** No hay necesidad de comprar nuevos dispositivos. La tecnología de Position Logic puede trabajar con dispositivos existentes de su empresa o de sus clientes, proporcionando una solución totalmente personalizable.

**Aumento de la productividad:** Cuando hay una transparencia total, una empresa naturalmente funciona mejor, sin contratiempos y como resultado, logra un mejor servicio al cliente y un mayor éxito en general.

**Valor:** Los precios competitivos, la experiencia en servicios de localización y rastreo y la posibilidad de integrar cualquier dispositivo en la plataforma, nos convierte en la mejor opción.

#### **4.2.2 PLATAFORMA POSITION LOGIC**

Esta plataforma de rastreo vehicular, además de mostrar la posición en tiempo real de una unidad, nos permite crear rutas, geo-cercas, generar alertas ante cualquier evento predeterminado, almacenar datos de vehículos y conductores, guardar programas de mantenimiento, generar reportes detallados (tiempo, paradas, velocidad, etc.) a través de 5 pestañas básicas descritas a continuación:

##### **A) Pestaña de Escritorio.**

En esta pestaña se puede visualizar todos los detalles de los grupos autorizados, crear nuevos grupos en una cuenta así como la administración de los vehículos, conductores y *landmark* [Manual,2009].

**Vehículos:** En esta ventana se crear, borrar, modificar y administrar sus datos generales del vehículo(nombre, placa, marca, año, modelo, color), datos del motor (odómetro, tipo y consumo de combustible, tipo, marca, transmisión), datos de la carga (número de asientos, capacidad de remolque, capacidad de carga, carga máxima) y datos extras (precio,

fecha de adquisición, fecha y lugar de publicación de la placa, compañía de seguros y fecha de expiración del seguro) así como crear un registro y programación de mantenimiento los cuales pueden ser enviados como recordatorios vía e-mail.

**Conductores:** En esta ventana se pueden agregar o quitar los datos de las personas que se desempeñan como conductores: Datos generales (DNI, nombres y apellidos, sexo, fecha de nacimiento, cargo, tipo de sangre, número de seguro social), licencia/seguro (número de licencia, restricciones de la licencia, fecha de expiración de la licencia, póliza de seguro, fecha de expiración del seguro) e información de contacto de emergencia (teléfono, fax, celular, correo electrónico, contacto de emergencia).

**Landmark:** En la venta de *landmark* o puntos de interés además de poder agregar, quitar y configurar los detalles de un punto de interés (código, descripción, tipo, estado, dirección, ciudad, país, coordenadas).

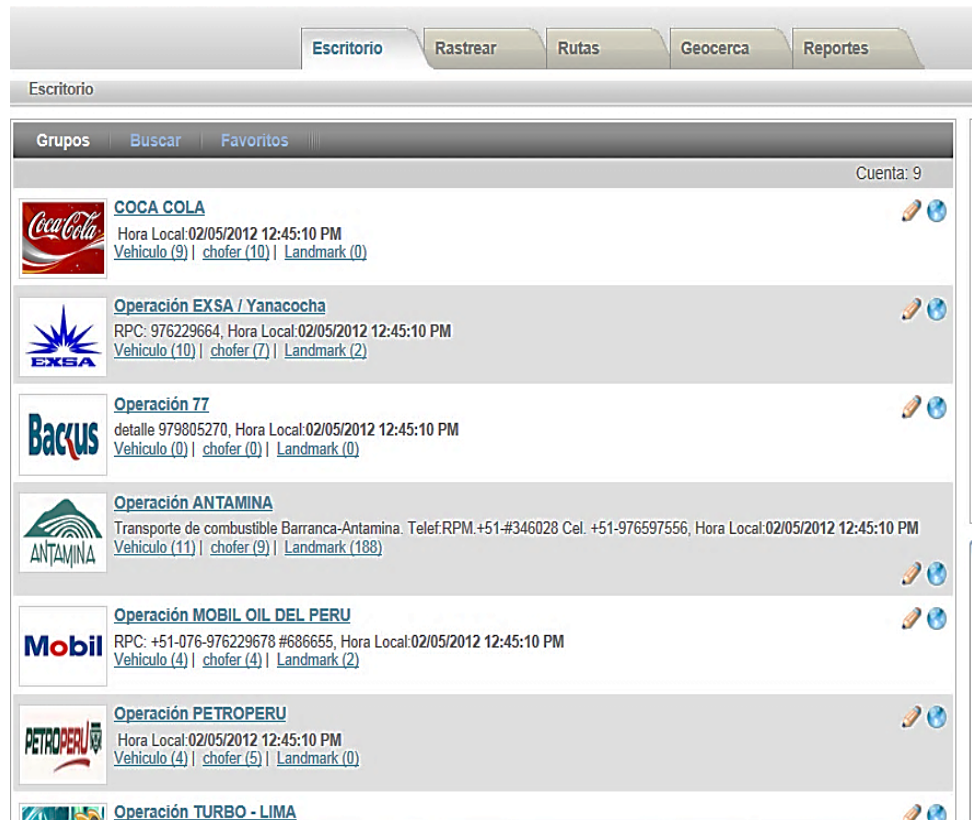
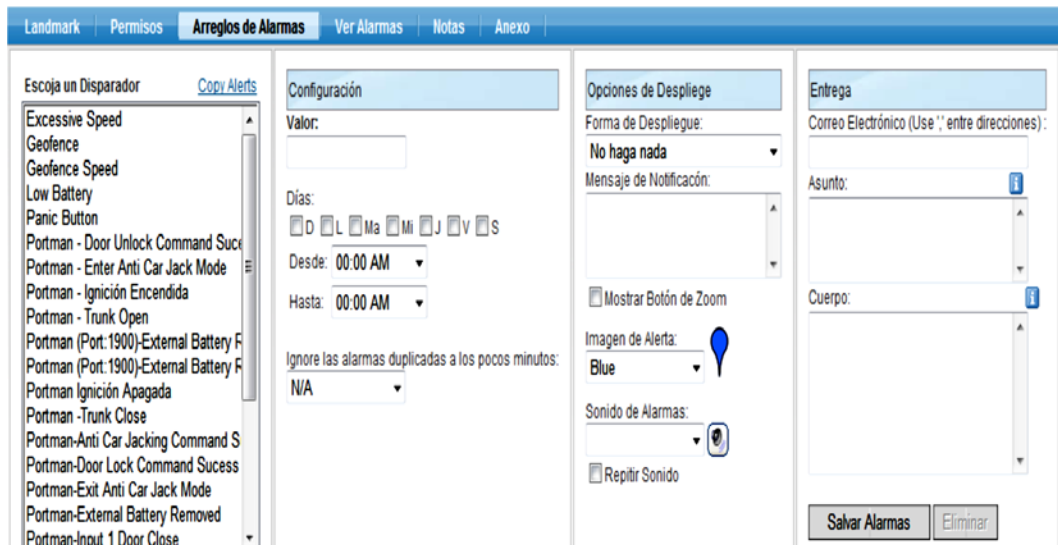


Figura 4.1 Pestaña Escritorio

Otra de las características de esta pestaña es que nos permite crear, modificar y administrar la ventana de arreglo de alarmas para cada grupo o cliente modificando el disparador de alarmas (velocidad excesiva, geo-cerca, botón de pánico, desconexión de batería, ignición ON/OFF, etc.), configuración (días y horas de funcionamiento, número de veces de disparo de la alarma), despliegue (mensaje de notificación, forma de despliegue, imagen, sonido) y entrega que indica los datos de correo, asunto y mensaje de las notificaciones de alarmas que deseen ser recibidas vía e-mail.



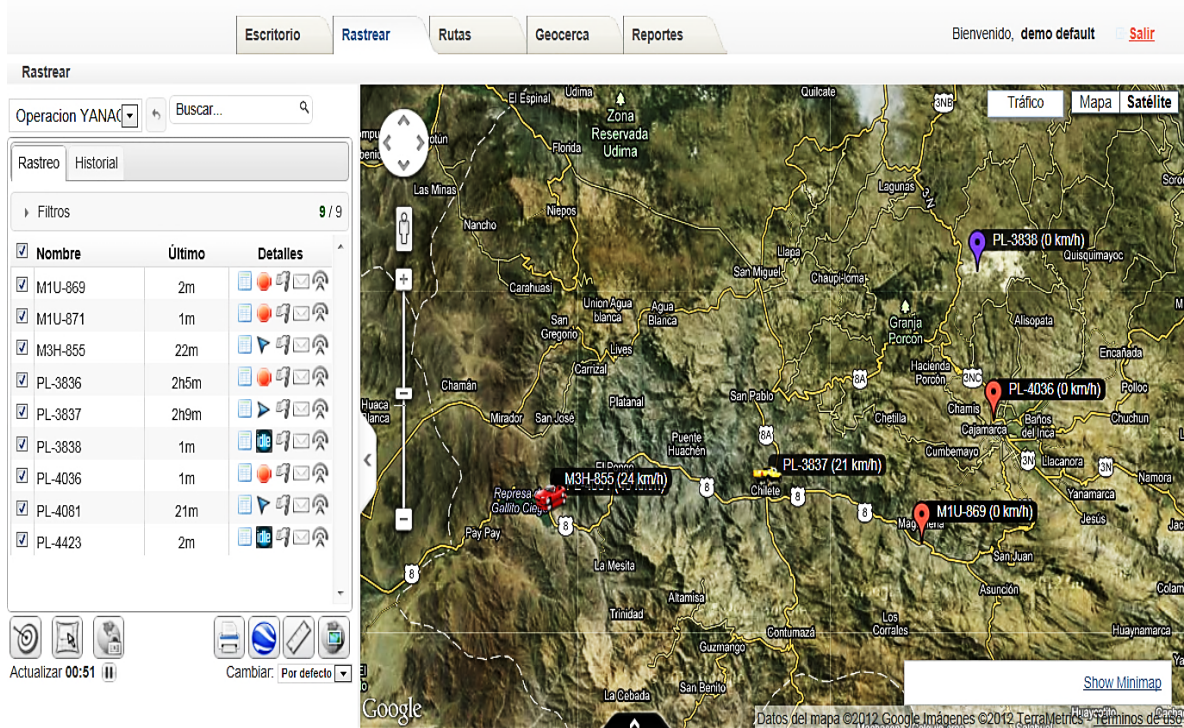
**Figura 4.2** Vista de Arreglo de Alarmas

Todas las características antes mencionadas pueden ser modificadas según el criterio del cliente de acuerdo al grado de autorización que haya sido asignado por la empresa que brinde el servicio, en Fermon Perú SAC los clientes tienen solo cuentas de usuarios simples que solo les permite el monitoreo en tiempo real de sus unidades e ingreso a los reportes mas no a la modificación de ellos.

## **B) Pestaña de Rastreo.**

Es la pestaña que permite visualizar la actividad y estado de las unidades con relación al mapa de la localidad donde se encuentre [Manual,2009].

Esta pestaña nos va a mostrar en forma gráfica la ubicación de las unidades y su estado actual (en movimiento, detenida, apagadas, en alerta o fuera de cobertura) a través de un mapa dinámico.



**Figura 4.3** Pestaña Rastrear

Esta pestaña muestra ventanas con una propiedad determinada que nos permiten una navegación más adecuada por ejemplo:

**Rastreo:** Esta sub-pestaña ofrece un desglose por unidad, el cual nos permite rastrear una unidad en específico, o todas a la vez. Asimismo existen comandos que nos permiten visualizar la información general de la unidad rastreada, el tiempo que lleva sin transmitir, medir distancias, últimas posiciones y un mapa predeterminado que siempre este visible si fuese necesario.

**Historial:** Esta sub-pestaña permite ver un reporte gráfico de las sesiones, por unidades, dentro de un rango de fecha y hora especificando uno de los grupos que tiene un cliente y el



nombre de la unidad específica que se desea consultar en modo video lo cual permite aumentar/disminuir la velocidad, parar en un determinado punto, etc. Según el requerimiento de lo que se desee visualizar.

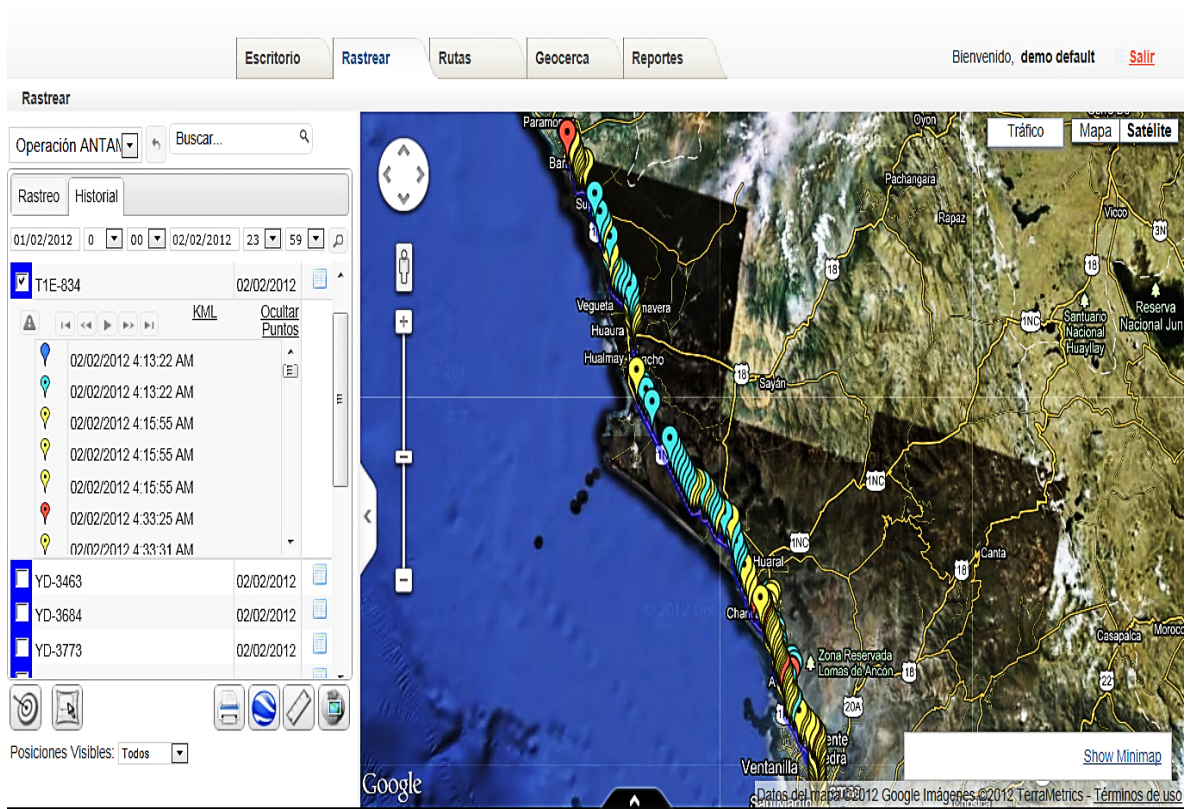


Figura 4.4 Sub-pestaña Historial

**Landmark (Punto de Interés):** En esta sub-pestaña aparecen ubicados en el mapa los puntos de interés que, previamente, han sido creados y asignados a los grupos, dichos *landmark* son y los podemos filtrar por grupos y nombre de unidad.

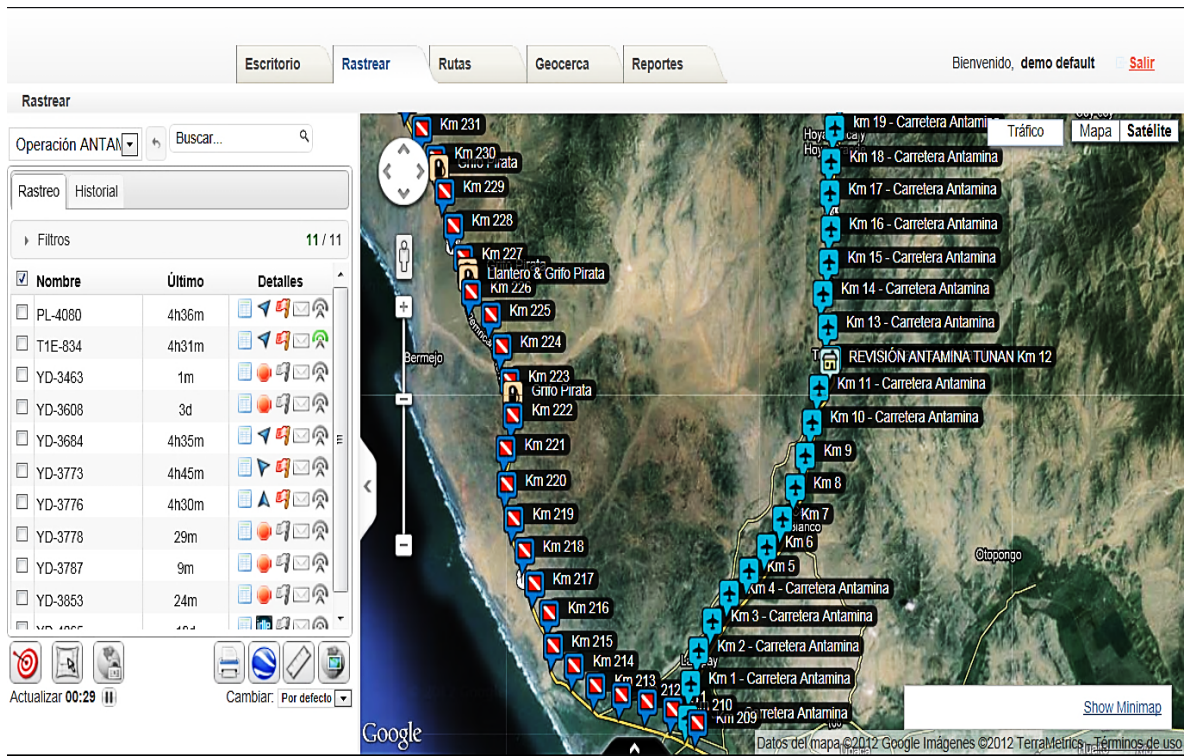


Figura 4.5 Sub-pestaña landmark

**Geocercas:** En esta sub-pestaña aparece un listado de todos las geo-cercas que existan en el mapa previamente creado y asignado a los grupos, estos los podemos filtrar por grupos y nombre de unidad.



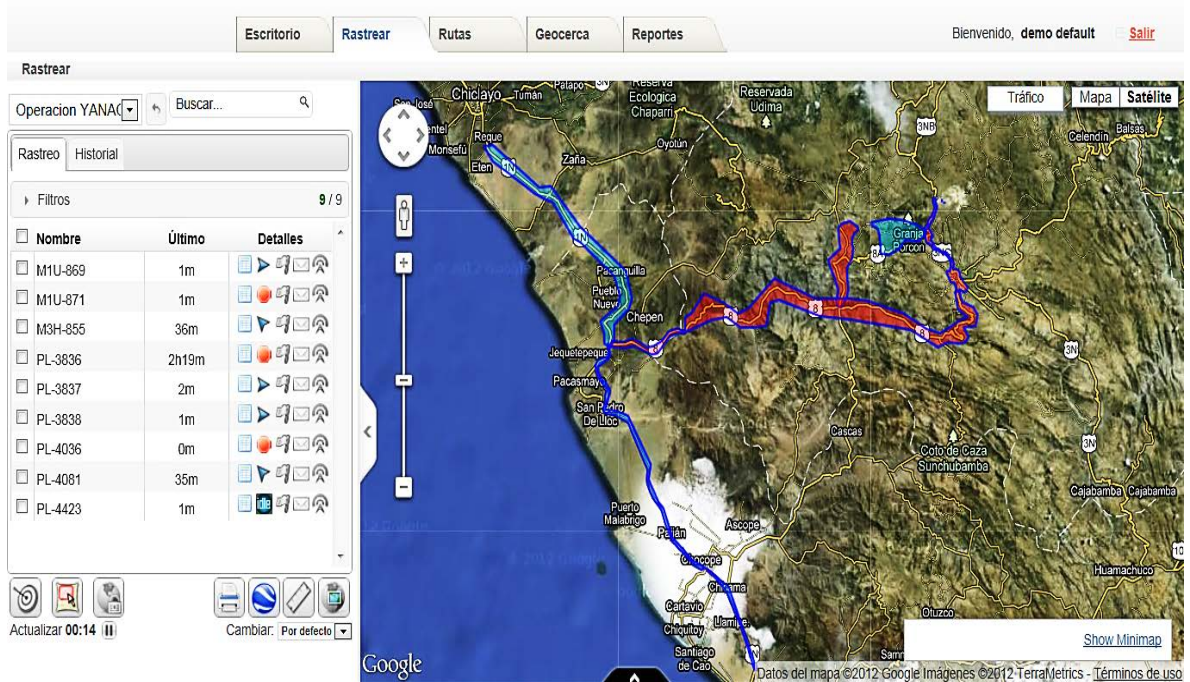


Figura 4.6 Sub-pestaña Geocercas

### C) Pestaña de Rutas.

La pestaña de Rutas permite al cliente saber:

- Como llegar de un punto determinado en el mapa hacia otro indicando la ruta más corta a tomar, solo basta con indicar la dirección inicial y la final.
- Que unidad ha reportado dentro de las últimas 24 horas que se encuentre más cerca de un determinado punto escogido por el cliente.

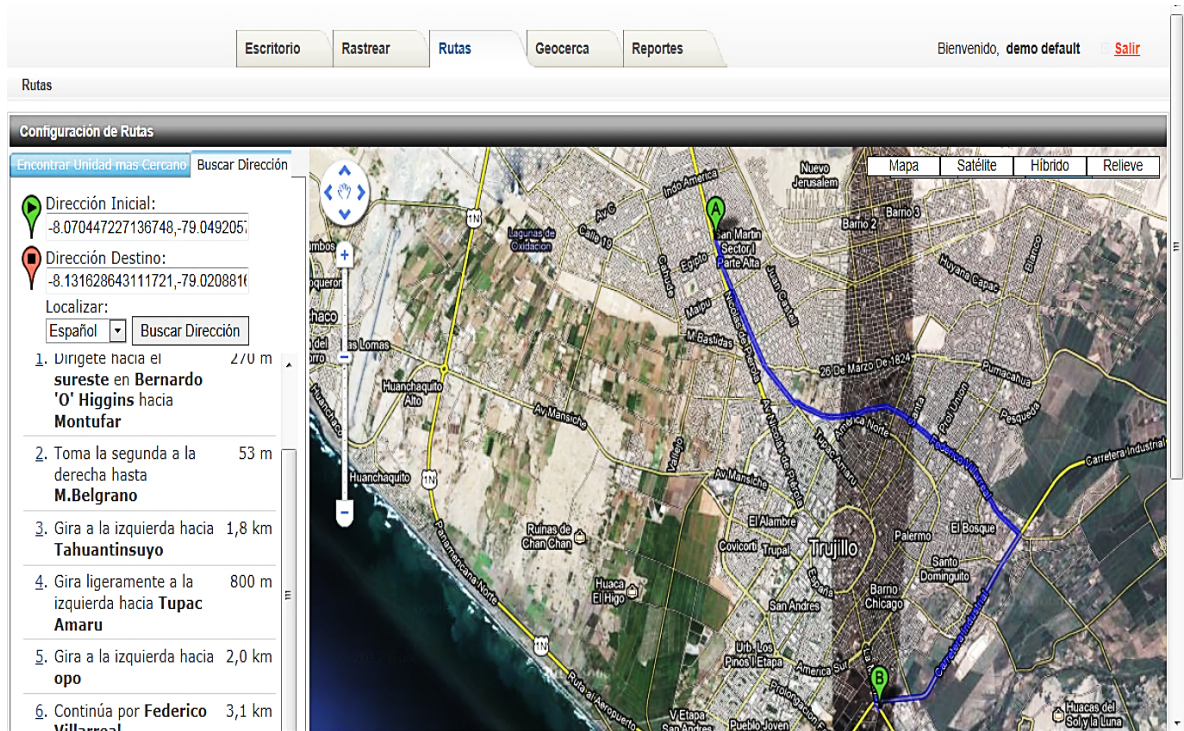


Figura 4.7 Pestaña Rutas

#### D) Pestaña de Geocercas

Esta pestaña nos permite crear geocercas, ver las ya creadas y asignarlas al vehículo que se desee.

Esta pestaña consta de ciertas vistas y sub-pestañas que nos van a permitir visualizar y utilizar adecuadamente esta herramienta.

**Asignar Geocercas:** En esta pestaña podemos asignar geocercas previamente creadas a los vehículos escogiendo el grupo o el nombre de la unidad específica a la que se le desea asignar una geocerca.

**Crear Geocercas:** En esta pestaña están las herramientas para la elaboración de geocercas, estas pueden ser en forma de círculo (indicando el radio en Kms), polígono (señalando el



perímetro del área en donde se quiere establecer la geocerca)  
y ruta (señalando la ruta punto por punto de la geocerca).

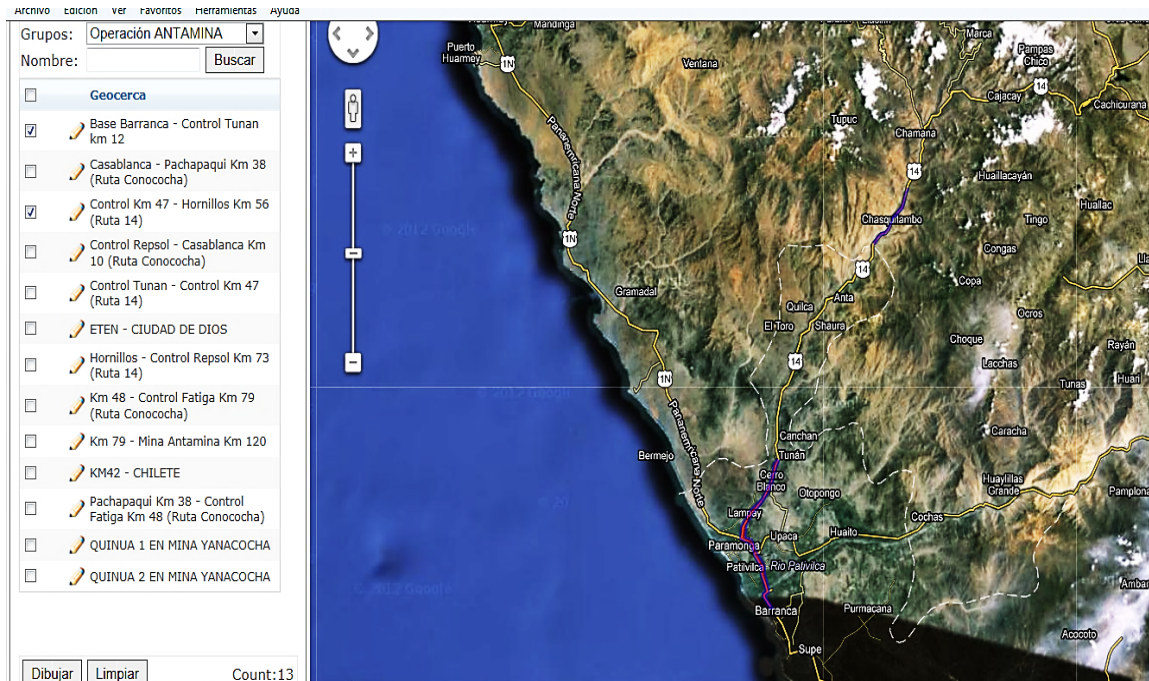


Figura 4.8 Pestaña Geocercas

## E) Pestaña de Reportes

Esta pestaña nos va permitir visualizar los diferentes datos obtenidos durante el rastreo de la unidad o grupo requerido.

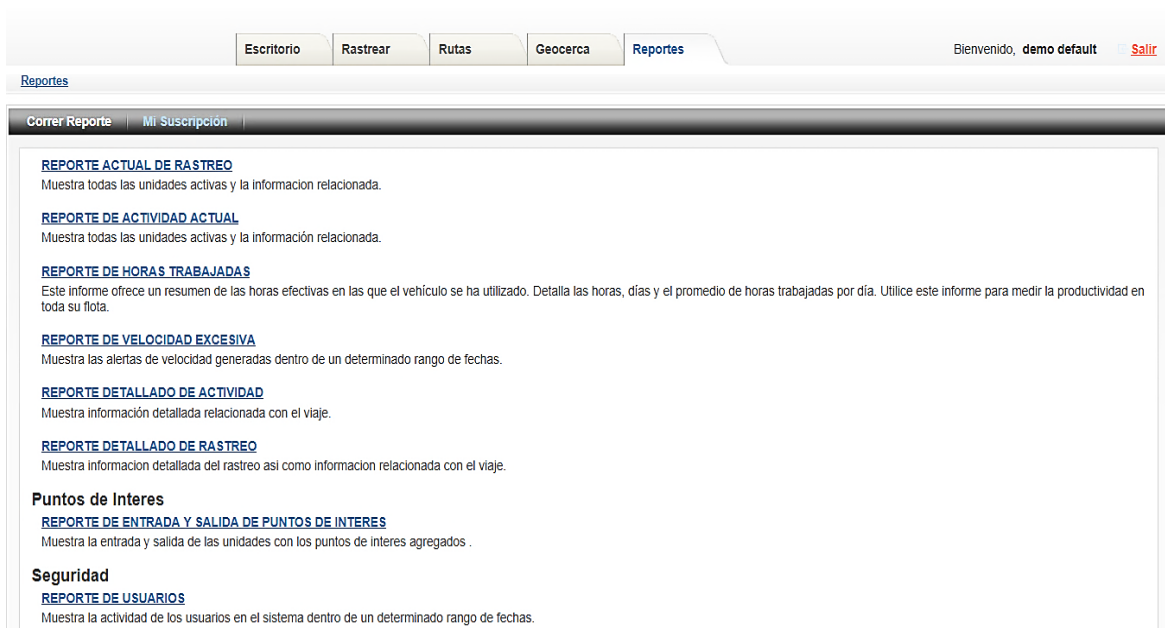


Figura 4.9 Pestaña Reportes

En esta pestaña podemos generar un tipo de reporte que se adecue a lo requerido y suscribirlo a alguna cuenta de correo electrónico.

**Generar Reportes:** Esta sub-pestaña permite generar todos y cada uno de los reportes que con relación a una unidad indicando su nombre y una descripción de dicho reporte.

Figura 4.10 Generar Reportes

Creado	Conductor	Velocidad Max. Permitida	Velocidad Max. Alcanzada	Lat/Lon	Localización
01/03/2012 4:32:10 PM		70 km/h	88 km/h	-10.786952/-77.741960	Hostal Richards, SN, BARRANCA, Peru
01/03/2012 4:31:10 PM		70 km/h	84 km/h	-10.775700/-77.745532	Hostal Chorrillos Beach, SN, BARRANCA, Peru
01/03/2012 4:30:10 PM		70 km/h	78 km/h	-10.764740/-77.750945	Km 195, SN, BARRANCA, Peru
01/03/2012 9:37:10 AM		70 km/h	78 km/h	-10.717375/-77.775048	Km 202, CASTILLA, BARRANCA, Peru
01/03/2012 9:36:10 AM		70 km/h	90 km/h	-10.706540/-77.779742	Km 203, CASTILLA, BARRANCA, Peru
01/03/2012 9:30:10 AM		70 km/h	75 km/h	-10.673467/-77.792872	Llantero, CASTILLA, BARRANCA, Peru
01/03/2012 9:29:10 AM		70 km/h	94 km/h	-10.667335/-77.797480	Llantero, CASTILLA, BARRANCA, Peru
01/03/2012 9:27:10 AM		70 km/h	93 km/h	-10.653215/-77.807128	Km 1, Peru
01/03/2012 9:26:10 AM		70 km/h	85 km/h	-10.641078/-77.801057	Km 3, Peru
01/03/2012 9:25:10 AM		70 km/h	94 km/h	-10.628785/-77.790497	Km 4, Peru
01/03/2012 9:24:10 AM		70 km/h	107 km/h	-10.619173/-77.780263	Km 6, Peru

Figura 4.11 Reporte Generado

**Suscripciones:** En esta pestaña el usuario configura sus reportes para que los mismo sean enviados desde la plataforma, hacia un e-mail que este desee, esto lo puede elabora, eligiendo el formato en que desea recibirlo, la frecuencia, los grupos, etc. [Manual,2009]. Cuando se suscribe a una cuenta se puede configurar el tipo de reporte, el lenguaje del reporte, la frecuencia de envío (diario, semanal o mensual), formato del reporte (pdf, Excel, xml u otro), el correo destino, el asunto con el que se desee ser enviado y finalmente asignar el grupo del que se desea su reporte.

#### **4.3 IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS**

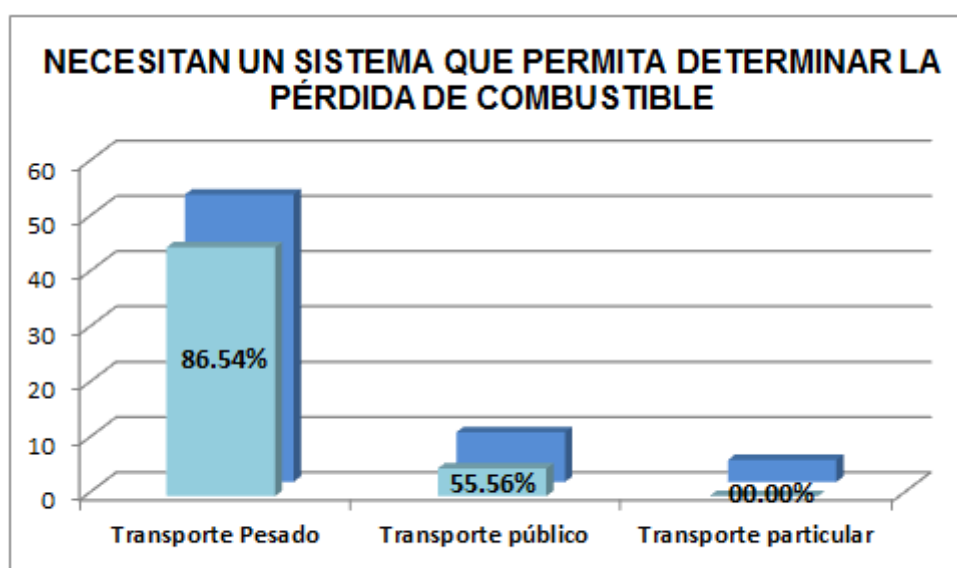
Como ya se ha descrito los sistemas AVL no sólo nos permite ubicar una unidad en tiempo real, sino que al mismo tiempo nos permite obtener una serie de datos que nos permite una mejor administración de la flota además de cumplir con las nuevas disposiciones de organismos gubernamentales como el MTC y los nuevos requerimientos de seguridad en empresas transportistas, productoras y distribuidoras.

En los últimos meses la empresa Fermon Perú S.A.C. viene teniendo un crecimiento comercial y al mismo tiempo se han ido presentando nuevas necesidades de los clientes como implementar nuevas formas de combatir el número de asaltos tanto al transporte público como de carga pesada, evitar el robo de combustible en los vehículos e identificar los puntos donde se podría estar comercializando el combustible hurtado siendo este problema el más alarmante en los vehículos de carga ya que

estos vehículos hacen paradas no autorizadas para sustraer el combustible de estos vehículos y posteriormente venderlo.

Es importante señalar que los sistemas de monitoreo satelital si bien son muy útiles y efectivos no son del todo perfectos ya que para que puedan tener un buen funcionamiento el dispositivo GPS debe de contar con cobertura GSM/GPRS para que pueda enviar al servidor la posición en la que se encuentra [F.Zhao,1997], este último factor es un problema que se presenta con mucha frecuencia en la sierra donde la empresa “Fermon Perú S.A.C. tiene gran parte de sus clientes.

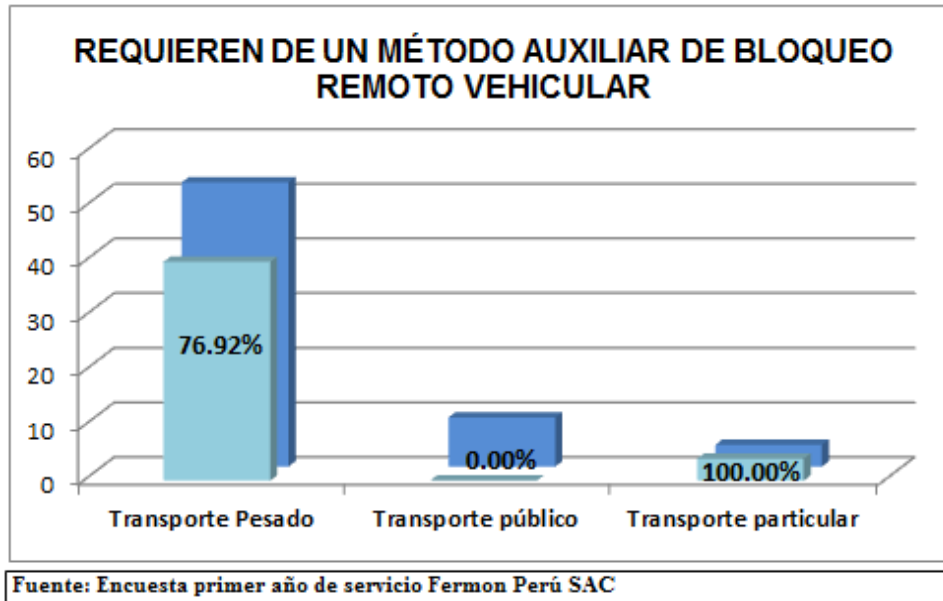
Fermon Perú S.A.C., a través de su plataforma Position Logic, monitorea un total de 404 unidades (287 de transporte pesado, 112 de transporte público y 5 de transporte particular) reunidas en un total de 65 empresas (52 transporte pesado, 9 transporte público y 4 transporte particular) las cuales respondieron una encuesta realizada en el primer año de servicio de la empresa dando a conocer las siguientes necesidades:



Fuente: Encuesta primer año de servicio Fermon Perú SAC

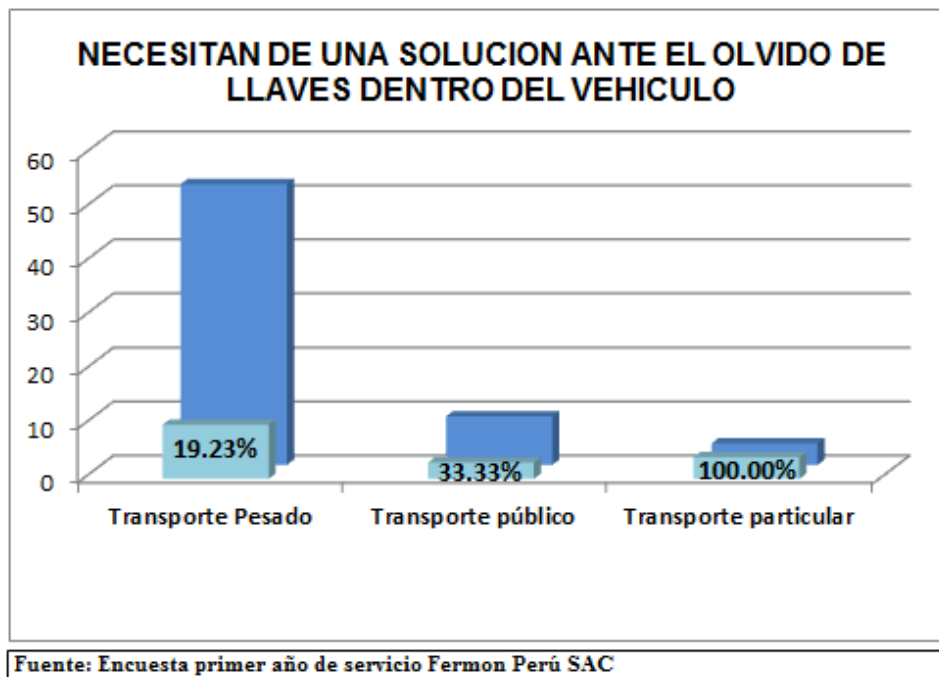
Figura 4.12: Clientes que necesitan un sistema para detectar pérdida de combustible

El transporte requiere un sistema detector de pérdida de combustible con un 86.54% (45 empresas), en el transporte público un 55.56% (5 empresas) y en el particular con un 0.00% (0 empresas).



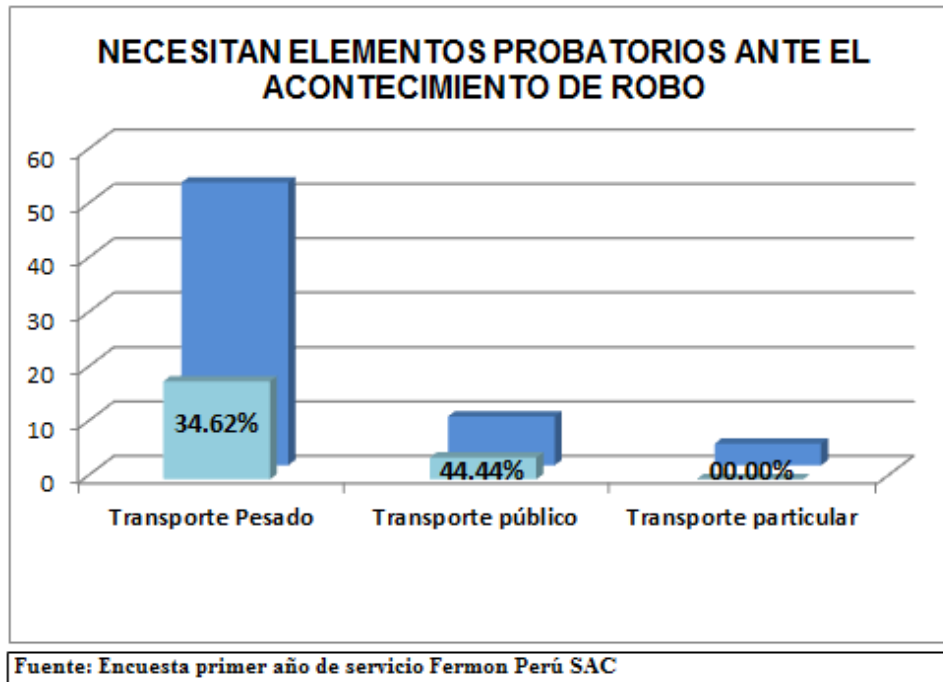
**Figura 4.13** Clientes que requieren método de bloqueo remoto vehicular

El bloqueo remoto de su vehículo es requerido en un 76.92% (40 empresas) en el transporte pesado, en un 100% (4 empresas) en el transporte particular y en el transporte público 0.00% (0 empresas).



**Figura 4.14** Clientes que requieren solución ante el olvidos de llaves en el vehículo

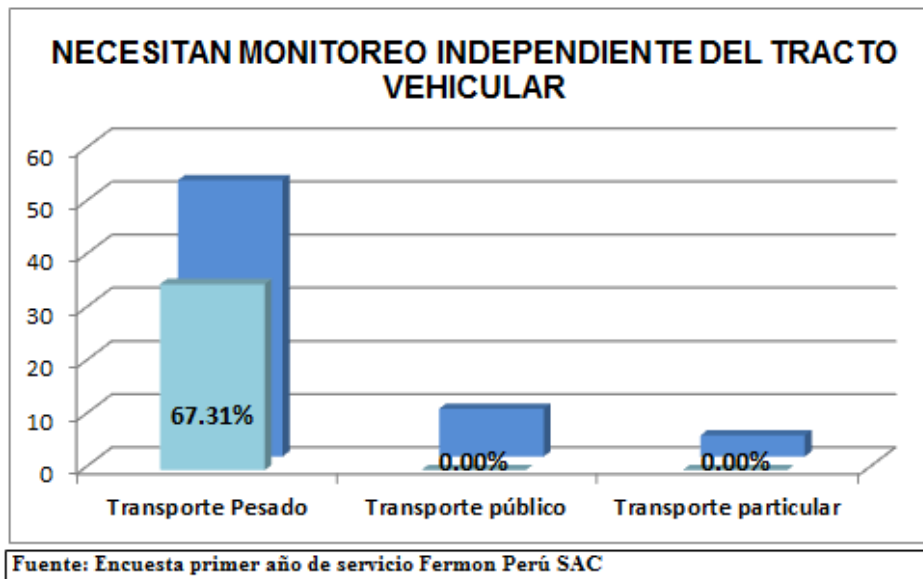
Tienen la necesidad de una solución ante el olvido de llaves dentro del vehículo el 19.23% (10 empresas) de transporte pesado, 33.33% (3 empresas) en el transporte público y el 100% (4 empresas) en el transporte particular.



**Figura 4.15:** Clientes que requieren elementos probatorios ante un robo

Ante la necesidad de elementos probatorios ante un robo el 34.62% (18 empresas) del transporte pesado requiere del sistema, ante un 44.44% (4 empresas) en el transporte público y un 0.00% (0 empresas) en el transporte particular.





**Figura 4.16** Clientes que quieren un monitoreo independiente del tracto vehicular

Un 67.31% (35 empresas) del transporte pesado requieren de un sistema de monitoreo independiente del trato vehicular, tanto el el transporte público como en el particular no se cuenta con un tracto por lo cual es considerado 0.00% en ambos casos.

- El 86.54% de empresas de carga pesada y 55.56% de transporte público clientes de Fermon Perú SAC necesitan de un sistema que permita detectar la pérdida de combustible, dicho requerimientos puede ser cubierto con la instalación de un sensor de nivel de combustible que reporte al sistema AVL en su trama de comunicación.
- Los clientes de Fermon Perú SAC han reportado 5 robos en el último año, el 76.92% de carga pesada y 100% de transporte particular requieren de un método auxiliar de bloqueo remoto vehicular a distancia ante la presencia de un robo, este punto es resuelto instalando un circuito de corte remoto vehicular basado en un relay automotriz el cual

es comandado con una instrucción desde la plataforma o vía mensaje de texto.

Estos puntos en específico son los abordados por esta tesis ya que son requerimientos considerados más urgentes ya que el robo de combustible genera pérdidas considerables de dinero y el apagado del vehículo a distancia ayudaría a recuperar la unidad en menor tiempo posible, además que dichos requerimientos bastaría con la instalación de accesorios más no implica el cambio del equipo AVL.

# CAPITULO V

## DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO

### 5.1 DISEÑO DEL SISTEMA

Debido a los nuevos requerimientos por parte de los clientes de la empresa “Fermon Perú S.A.C.” es la razón por la que surge nuestra problemática, la misma que pensamos solucionar con la propuesta de un sistema que cubra los requerimientos más frecuentes y puntuales de los clientes. Este sistema trabajará basándonos en el sistema actual, con la diferencia de la implementación de nuevas características, las cuales nos ayudaran a solucionar las necesidades de los usuarios, tales como un método rápido y efectivo ante el robo de un vehículo y de un modo que nos permita obtener la información del nivel de combustible del vehículo. Por lo tanto las funciones que debe realizar nuestro sistema propuesto son las siguientes:

- Obtener la información actualizada del nivel de los tanques de combustibles.
- Apagado remoto del vehículo en caso de un asalto.

El sistema básicamente trabaja dependiendo del estado de nuestras variables o a la solicitud del cliente.

### **5.1.1 CONTROL DE COMBUSTIBLE**

Nuestro sistema permitirá visualizar los niveles de combustible del vehículo con una actualización de un minuto, es decir cada minuto el sistema pedirá el valor de las entradas analógicas que posee el equipo, el cual será mostrado en la plataforma después de realizarse algunos cálculos matemáticos con la finalidad de obtener un valor entendible para el cliente. Finalmente estos datos serán procesados por la plataforma a través de un algoritmo, que permita indicar si hay un consumo inusual del combustible, mediante una alarma o reporte.

En conclusión si un vehículo reporta un nivel inusual de consumo de combustible por distancia recorrida la plataforma emitirá una alarma de posible robo de combustible. Además se podrá generar un reporte desde la plataforma con el consumo de combustible y las alarmas de posibles robos.

### **5.1.2 BLOQUEO REMOTO VEHICULAR**

Entre nuestra propuesta de mejora del sistema AVL se encuentra el bloqueo del vehículo ya sea tracto camión, vehículo particular, entre otros, de forma remota. Esta medida se llevará a cabo siempre y cuando se tenga el consentimiento del cliente o en caso de un inminente robo, a través de un mensaje de texto o desde un mensaje GPRS desde la plataforma hacia el dispositivo AVL. Inmediatamente el equipo AVL reciba el comando activará una de sus salidas, la misma que pondrá en funcionamiento un relé el cual

cumple la función de permitir el paso o no del suministro de energía del vehículo hacia el motor.

## 5.2 MATERIALES Y EQUIPOS

A continuación presentaremos una breve descripción de los elementos a emplear para la mejora del servicio del sistema AVL de la empresa de rastreo y monitoreo “Fermon Perú S.A.C.”, entre los principales elementos a utilizar son: sensor de combustible/agua, relay automotriz 12v/24v, dispositivo AVL marca VT310.

### 5.2.1 SENSOR DE COMBUSTIBLE

Se empleará un sensor que nos permita medir los niveles de combustible; a continuación se realizará una comparación entre 3 modelos de sensores de nivel de combustible (Anexo 2, Anexo 5, Anexo 6) y finalmente se definirá cuál es el que mejor se ajusta a nuestro requerimiento.

**Tabla 5.1:** Cuadro comparativo de sensores de combustible

Características	DUT-E	S5-KUS	NECC-01
Tipo de sensor	Nivel	Nivel	Ultrasónico
Compatibilidad con equipos AVL	SI	SI	SI
Implica modificar tanque de vehículo	NO	NO	NO
Costo	Regular(\$80)	Bajo(\$25)	Alto(\$200)
Precisión	Buena	Buena	Buena
Montaje	Fácil	Fácil	Medio
Valoración	4	5	3

Como se puede observar en la tabla 5.1 los 3 sensores cumplen con nuestro requerimiento, sin embargo en este caso seleccionamos el sensor de combustible/agua modelo S5 de la marca KUS (Anexo 2), debido que la mayoría de vehículos pesados utilizan sensores de este tipo en sus tanques de combustible, por lo que no será necesario el uso de otro sensor adicional. Este sensor cuenta con la norma SAE y poseen 5 agujeros para su montaje. Las normas SAE son un compendio de normas que regulan prácticamente todos los materiales y elementos que componen un vehículo (autos, camiones, motores industriales). Se pretende que haya cierta estandarización y se garantice que si un acero o un aceite responden a una norma SAE tal o cual, cumpla determinadas especificaciones.



**Figura 5.1:** Sensor combustible/agua marca KUS.

**A) Descripción del sensor de combustible:**

- **Lugar de origen:** Guangdong China (Mainland).
- **Número de modelo:** S5.
- **Marca:** KUS.
- **Material principal:** Acero inoxidable.
- **Pliego de condiciones:** 150 ~3000 mm de longitud.

## B) Características del sensor de combustible:

- Funciona bajo el principio de campo magnético.
- Posee un cable PVC que reviste sus dos terminales.
- Resistencia de salida: 0-200 ohm, estándar europeo.
- Tensión de trabajo: 12/24v.
- Rango de precisión: 10-40mm.
- Temperatura de funcionamiento: -40 a +85 grados C°.

### 5.2.2 RELAY AUTOMOTRIZ 12V/24V:

Para llevar a cabo el apagado de motor remoto, se utilizará un relay automotriz de 12v/24v normalmente cerrado dependiendo de la red eléctrica del vehículo. A continuación presentamos un cuadro comparativo de diferentes marcas de relay (Anexo 3, 7 y 8).

**Tabla 5.2:** Cuadro comparativo de relay eléctrico 12v/24v

Características	BOSCH	BAOCHENG	MEISHUO
Voltaje de operación de la bobina	12v/24v	12v/24v	12v/24v
Vida eléctrica	100000	100000	100000
Vida mecánica	10000000	10000000	10000000
Costo	Bajo(S/.12.60)	Bajo(S/.8.00)	Bajo(S/.8.50)
Calidad	Buena	Media	Media
Disponibilidad	Inmediata	2 semanas	2 semanas
Valoración	5	4	4

Basándonos en los resultados de la tabla 5.2, se escogió el relay BOSCH (Anexo 3), debido que presenta mejor calidad y tiene una disponibilidad inmediata (Disponible en mercado peruano) en

comparación a los otros relay presentados que tienen que ser importados, lo cual implica tiempo y/o costos adicionales. A continuación presentamos los datos técnicos y características del relay seleccionado.

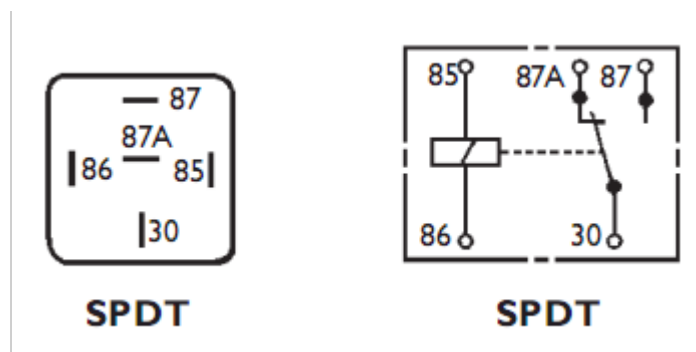


Figura 5.2: Relay automotriz 12v/24v marca BOSH.

#### A) Características del relay automotriz

- Voltaje de operación de la bobina: 12/24 VCD.
- Resistencia de la bobina: 90 Ohms +/- 10%.
- Potencia: 1.6 Watts.
- Corriente nominal: 133.3 mA.
- Resistencia de contactos: 50 Ohms max.
- Tiempo de operación: 10 mseg max.
- Temperatura de operación: -30°C a 70°C.
- Tiempo de vida mecánica: 10, 000,000 ops.min.
- Tiempo de vida eléctrico: 100,000 ops.min.

#### 5.2.3 DISPOSITIVO GPS VT310

La empresa “Fermon Perú S.A.C.” viene trabajando en todo su trayecto con una gran variedad de marcas y modelos de equipos



GPS, por esta razón se optó por realizar un cuadro comparativo de los equipos GPS más utilizados en la empresa Fermon Perú S.A.C., la tabla 5.3 [Manual Maxtrack-MTC 500, Manual Intellitrac-X8, Manual VT518, Manual VT310, Manual Patrol Scan, Manual Antares-DCT Syrus] muestra las características más resaltantes que poseen los dispositivos AVL.

**Tabla 5.3:** Cuadro comparativo de los dispositivos AVL.

Características	Maxtrack MTC 500	SkyPatrol TT8450	Intellitrac X8	VT 518	VT 310	Patrol Scan	DCT Syrus
Memoria Interna	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
Banda GSM	Cuatribanda	Cuatribanda	Cuatribanda	Cuatribanda	Cuatribanda	Cuatribanda	Cuatribanda
Método de Comunicación	TCP,UDP	TCP,UDP	TCP,UDP	TCP, UDP	TCP, UDP	TCP, UDP	TCP, UDP
Batería de respaldo	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
I/O Digitales	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Entradas Análogas	No	No	Si	No	Si	No	Si
Resistencia	Regular	Buena	Buena	Mala	Buena	Regular	Regular
Costo	Alto(\$250)	Regular(\$200)	Alto(\$300)	Barato(\$100)	Barato(\$120)	Barato(\$160)	Regular(\$210)
Nivel Programación	Media	Media	Baja	Alta	Alta	Alta	Baja
Valoración	2	2	2	3	5	4	3

Finalmente se escogió el equipo GPS modelo VT310 debido que presenta memoria interna para el almacenamiento de las posiciones en caso de pérdida de señal celular, además trabaja en 4 bandas diferentes de frecuencia, otro punto a favor es que cuenta como una batería de respaldo en caso se corte la alimentación principal del equipo en un robo, y sobretodo cuenta con entradas y salidas digitales que nos permitirán implementar el corte vehicular y

entradas análogas/digitales para sensar los niveles del tanque de combustible, a pesar que su costo es barato presenta un nivel alto de resistencia y finalmente es muy fácil de programar, por lo tanto es el que mejor se ajusta a las características requeridas para la mejora del sistema de rastreo y monitoreo de la empresa Fermon Perú S.A.C.



**Figura 5.3** Equipo GPS modelo VT310.

#### **A) Características del equipo GPS VT-310**

- Dimensiones: 103mm x 62mm x 25mm
- Peso: 165g
- Frecuencias: GSM 850/900/1800/1900Mhz.
- Modulo GPS: SiRF-Star III.
- Modulo GSM: Simcom.
- Sensibilidad GPS: 158Db.
- Precisión de la posición: 10 metros
- Precisión de la velocidad: 0.1 m/s.
- Precisión del tiempo: 1 us
- Arranque en caliente: 1 sec., promedio.
- Arranque en cálido: 38 sec., promedio.

- Arranque en frío: 42 sec., promedio.
- Altitud límite: 18,000 metros (60,000 pies) máx.
- Velocidad límite: 515 m/s (1000 nudos) máx.
- Batería de respaldo: 850mAh.
- Fuente de alimentación: +9V - +35V / 1.5<sup>a</sup>.
- Indicadores: 2 leds para indicar el estado de trabajo de la señal GSM/GPS.
- Memoria Flash: 8MB.
- Dimensiones del empaque: 210mm x 160mm x 70mm por unidad.

#### **B) Pines de conexión del equipo GPS VT310**

El dispositivo AVL modelo VT310 posee varios pines como, entradas, salidas, de alimentación y entradas analógicas de las cuales haremos uso, teniendo como finalidad la mejora del sistema AVL de la empresa "Fermon Perú S.A.C.". En la siguiente imagen (Figura 5.4) mostramos los diferentes pines que tiene a su disposición el dispositivo AVL con una pequeña descripción de cada uno de ellos (Anexo 3).

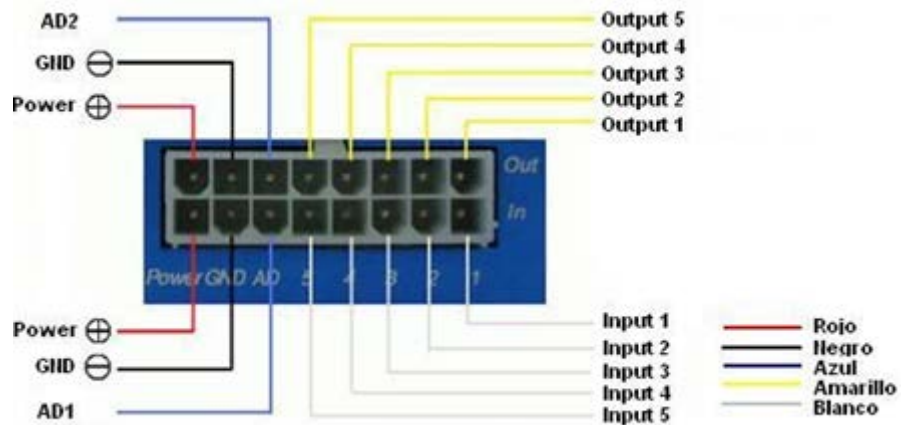


Figura 5.4: Pines del equipo GPS modelo VT310.

Tabla 5.4: Descripción de los pines del dispositivo AVL VT310.

PIN	COLOR	FUNCIÓN
<b>Power</b>	<b>Rojo</b>	Voltaje de alimentación en DC Rango: 9v-36v. Sugerido 12v.
<b>GND</b>	<b>Negro</b>	Tierra o masa.
<b>In</b>	<b>Blanco</b>	Entradas digitales. In1, In2, In3 son disparadores negativos, In4, In5 son disparadores positivos.
<b>Out</b>	<b>Amarillo</b>	Salidas digitales. Bajo voltaje (0) cuando son activadas y collector abierto cuando estan desactivadas.
<b>AD</b>	<b>Azul</b>	Entrada análoga con 10 bits de resolución. Voltaje de entrada: 0-6v.

En la tabla 5.4 se puede apreciar una descripción más detallada de los pines del equipo GPS VT 310, sabe recalcar el rango de voltaje de entrada de los 2 convertidores análogos/digitales, debidos que de esto dependerá nuestra censado de los niveles de combustible del vehículo.

### 5.3 MONTAJE E INSTALACIÓN:

El presente apartado muestra un resumen de las técnicas y métodos que se utilizarán en el montaje e instalación de los instrumentos a utilizar con el fin de optimizar el sistema AVL de la empresa “Fermon Perú S.A.C.”

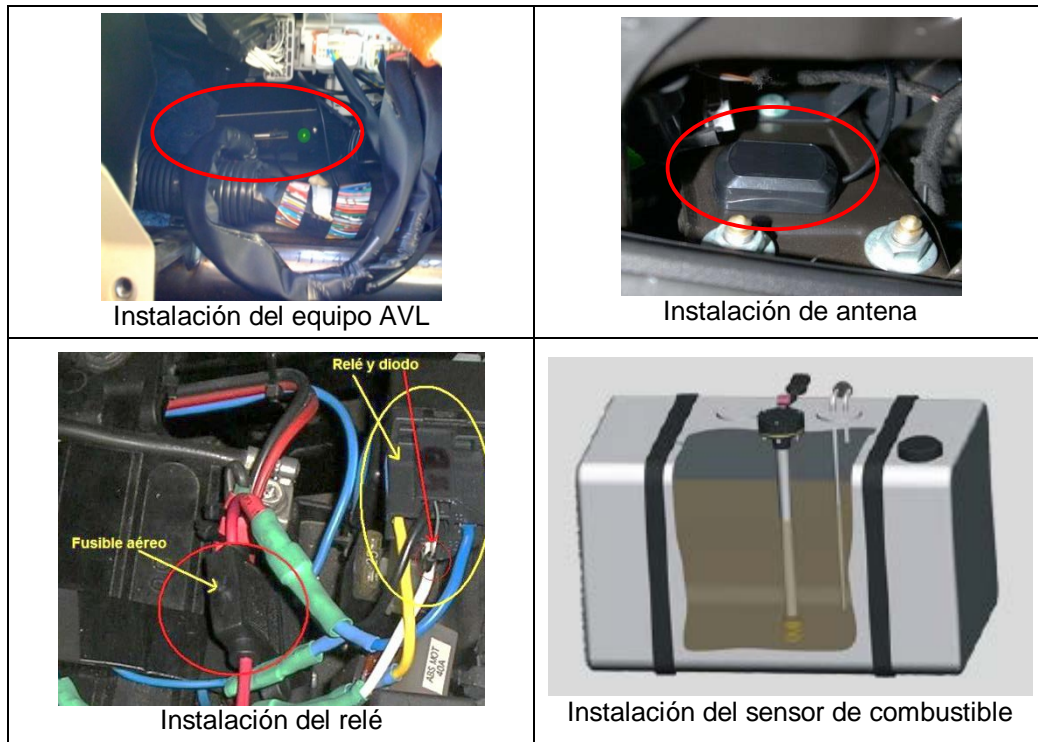


Figura 5.5 Montaje elementos AVL.

#### 5.3.1 CONTROL DE NIVEL COMBUSTIBLE:

##### A) Montaje en el vehículo:

El primer paso a emplear será conectar el extremo azul del sensor de combustible tipo boya vertical que cuenta con una impedancia de 0-200  $\Omega$ , hacia la entrada del conversor AD1/AD2 que posee el equipo que tiene una resolución de 10 bits; luego conectamos el terminal de color negro del sensor a la tierra que está alimentando al equipo AVL. Como el sensor tiene un rango de trabajo entre 0-200  $\Omega$  se necesita de un divisor de tensión dependiendo de la alimentación del equipo

que comúnmente es la batería del vehículo (normalmente son de 12v/24v), con la finalidad de asegurar el rango de trabajo del sensor de combustible entre 0-6v (Anexo 3).

Por ejemplo. Si el voltaje que alimenta al equipo AVL es de 12v la resistencia (R1) del divisor de tensión debería ser 200Ω. El valor de la resistencia (R1) se halla fácilmente con la siguiente fórmula matemática del divisor de tensión.

$$V_x = \frac{V_{cc}(R_s)}{(R_1+R_s)} \quad \dots(5.1)$$

Siendo:

- **V<sub>x</sub>**: Valor del voltaje de trabajo del AD1/AD2 del equipo AVL (V).
- **V<sub>cc</sub>**: Valor del voltaje que alimenta al equipo AVL (V).
- **R<sub>s</sub>**: Valor máx. de resistencia del sensor de combustible (Ω).
- **R<sub>1</sub>**: Valor de la resistencia a utilizar para asegurar 6V en el divisor de voltaje (Ω).

Ahora despejamos R1 en la expresión matemática **(5.1)** y obtenemos lo siguiente:

$$R_1 = R_s \left( \frac{V_{cc}}{V_x} - 1 \right) \quad \dots(5.2)$$

Reemplazando los valores en la fórmula **(5.2)** anteriormente mencionada y obtenemos el valor de R1 (200Ω) como mencionamos anteriormente.

$$R_1 = R_s \left( \frac{V_{cc}}{V_x} - 1 \right)$$

$$R_1 = 200\Omega \left( \frac{12V}{6V} - 1 \right)$$

$$R_1 = 200\Omega$$

En caso la alimentación del equipo AVL sea de 24v, la resistencia (R1) debería ser 600Ω, para asegurar que el voltaje de ingreso al AD1/AD2 sea entre el rango de 0-6v.

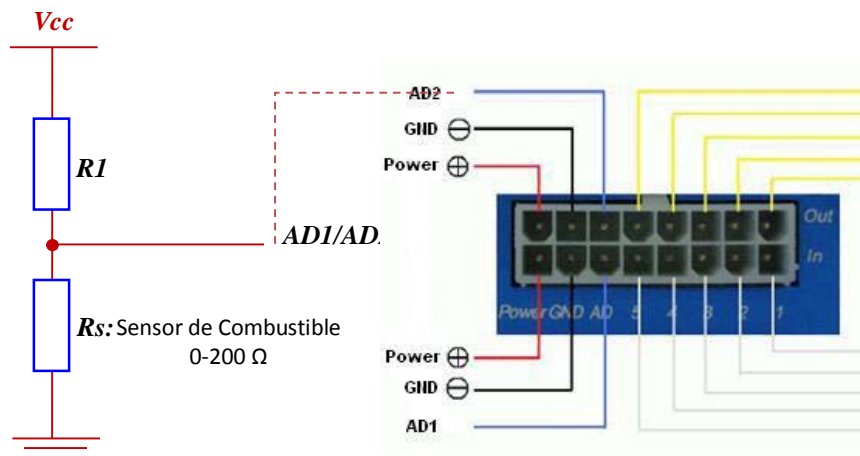
$$R_1 = R_s \left( \frac{V_{cc}}{V_x} - 1 \right)$$

Remplazando los valores en la fórmula (5.1), obtenemos que R1 deberá tener un valor de 600 Ω:

$$R_1 = 200\Omega \left( \frac{24V}{6V} - 1 \right)$$

$$R_1 = 600\Omega$$

A continuación se muestra la conexión del sensor de combustible al equipo, con su respectivo divisor de tensión para mantener un rango de trabajo entre 0-6V en la entrada del AD1/AD2 del equipo GPS.



**Figura 5.6** Montaje para el control del nivel de combustible.

## B) Montaje en la plataforma:

Después de hacer una lectura del valor de sus entradas AD1/AD2, el dispositivo AVL envía los valores de estos mismos, mediante una trama hacia el servidor a través de la red GPRS, el equipo AVL realiza este evento periódicamente; El valor de los conversores analógico – digital (ADC) que recibe la plataforma mediante la trama enviada por el AVL es de valor hexadecimal, por lo que es necesario que la plataforma procese estos datos mediante ecuaciones matemáticas con la finalidad de obtener un valor que el usuario pueda comprender con facilidad. A continuación mostramos las fórmulas empleadas por la plataforma para obtener el valor porcentual del nivel de combustible de una unidad vehicular, y a la vez las fórmulas para obtener un valor teórico y poder constatar la semejanza que existe entre ambas (Anexo 3). Cabe recalcar que la programación propiamente dicha que implica la modificación de código de la plataforma está a cargo del grupo de ingenieros propietarios de la plataforma POSITION LOGIC, debido que la empresa POSITION LOGIC no permite la manipulación de la programación base de la plataforma.

### FORMULA DEL VALOR DEL AD1/AD2 (DECIMAL)

$$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Voltaje_{in} \times 1024}{6} \right) \quad \dots(5.3)$$

### FORMULA DE VOLTAJE DE ENTRADA AL AD1/AD2

$$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right) \quad \dots(5.4)$$



## FORMULA DEL PORCENTAJE QUE FALTA PARA TENER EL TANQUE DEL VEHÍCULO LLENO

$$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\% \quad \dots(5.5)$$

## FORMULA DEL PORCENTAJE DEL TANQUE DEL VEHÍCULO

$$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\% \quad \dots(5.6)$$

Siendo:

- **Valor<sub>in</sub>**: Valor en decimal de los convertidores AD1/AD2 del equipo AVL.
- **Voltaje<sub>in</sub>**: Valor de voltaje que ingresa al AD1/AD2 (V).
- **%<sub>Left</sub>**: Porcentaje del nivel de combustible que falta para llegar al 100%.
- **%<sub>Tanque</sub>**: Porcentaje del nivel de combustible.

### C) Códigos de programación (Dispositivo AVL)

Para poder observar el nivel de combustible remotamente desde la plataforma, solo es necesario realizar la programación básica en el equipo AVL (Anexo 3), esto es posible ya que el equipo envía los datos del nivel del tanque del vehículo dentro de la trama habitual de rastreo. A continuación se muestra los códigos de configuración.

**Tabla 5.5:** Comandos de configuración básica del rastreador

DESCRIPCIÓN	COMANDO	EJEMPLO
<b>Configuración ID</b>	W*****,010,ID	W000000,010,1234
Establece un ID digital GPRS para el rastreador. ID no debe sobrepasar de 14 dígitos		
<b>Configuración APN</b>	W*****,011,APN,Username,Password	W000000,011,claro.pe,claro,claro
Permite al rastreador loguearse a la red de datos		
<b>Configuración de IP y puerto</b>	W*****,012,IP,Port	W000000,012,209.34.233.126,10505
Define a que servidor y a través de que puerto se enviará la trama del equipo		
<b>Configuración Protocolo de Tx</b>	W*****,013,X	W000000,013,1
Habilita el protocolo de transmisión de la trama. 0=Apagado, 1=TCP, 2=UDP		
<b>Configuración Intervalo de tiempo</b>	W*****,014,XXXXX	W000000,014,00060
Setea los intervalos en el cual el equipo GPS envía los paquetes GPRS al servidor. XXXXX=00001~65535		

En la tabla 5.5 se muestra la configuración básica del equipos GPS VT310 que consta de 5 comandos como son la configuración de un ID, el usuario y contraseña para poder loguearse a la red celular a través de la cual entablará comunicación hacia el servidor, la IP y puerto del servidor, un protocolo de transmisión como son el TCP o UDP, y el intervalo de tiempo que deseamos que se envíe los paquetes de datos; solo son necesario estos 5 comandos para que el dispositivo GPS empiece a funcionar.

### 5.3.2 APAGADO REMOTO VEHICULAR

#### A) Montaje en el vehículo

Se coloca un relay automotriz de 12/24v dependiendo del sistema eléctrico del vehículo, en la línea principal de alimentación que va desde la batería hacia la ignición.

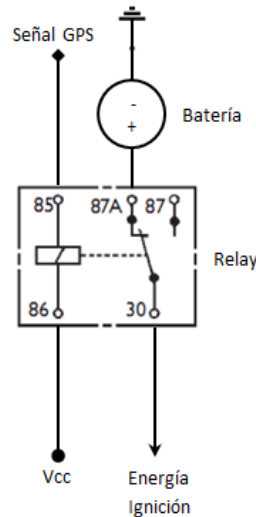


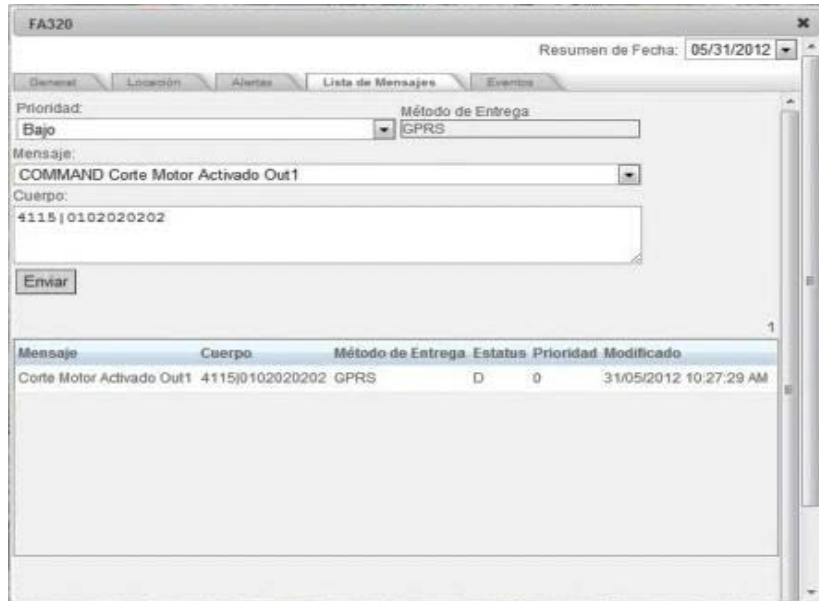
Figura 5.7 Esquema de conexión del relay.

Como se observa en la imagen 5.7 los puntos 87a y 30 del relé se encuentran normalmente cerrados, cuando la salida del dispositivo AVL que se encuentra conectada al relé es activada mediante un SMS o un comando desde la plataforma de rastreo, lanzará un flanco negativo que energizará la bobina interna del relé provocando la apertura de los puntos 87a y 30 de este último, de esta forma se obtiene el apagado remoto del motor.

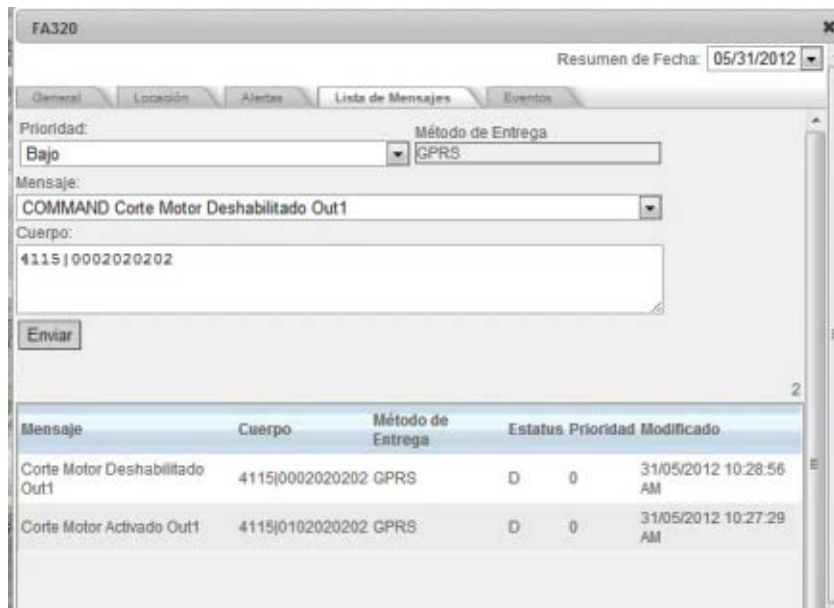
#### B) Montaje en la plataforma

A través de la cuenta Administrador que posee la empresa Fermon Perú S.A.C. se agrega a la cuenta del cliente los

comandos de corte (Figura 5.8) y la desactivación (Figura 5.9) de corte del motor de su vehículo, los cuales contienen la sintaxis que permite activación y desactivación respectivamente del puerto de salida donde se encuentra conectado el relay.



**Figura 5.8** Activación del corte de motor.



**Figura 5.9** Desactivación del corte de motor.

Por ende el propietario del vehículo en caso de robo podrá el mismo a través de la plataforma de monitoreo enviar el comando de desactivación del motor de su vehículo, que hará que su dispositivo AVL bloquee la ignición del motor apagando de inmediato el vehículo, o bien, informar a la unidad de monitoreo para que proceda con este trabajo.

A continuación mostramos la sintaxis para el corte y desactivación del corte vehicular desde la plataforma.

**Tabla 5.6:** Sintaxis de corte y desactivación del vehículo desde la plataforma

DESCRIPCIÓN		COMANDO			EJEMPLO
<b>Corte del motor</b>		4115 0202020202			4115 0102020202
Output1 4115 0102020202	Output2 4115 0201020202	Output3 4115 0202010202	Output4 4115 0202020102	Output5 4115 0202020201	
Activa las salidas del dispositivo GPS, energizando el relay que corta la ignición del vehículo					
<b>Desactivar Corte del motor</b>		4115 0202020202			4115 0002020202
Output1 4115 0002020202	Output2 4115 0200020202	Output3 4115 0202000202	Output4 4115 0202020002	Output5 4115 0202020200	
Desactiva las salidas del dispositivo GPS, esto desenergiza el relay que activa la ignición del vehículo					

### C) Códigos de programación (Dispositivo AVL)

Para realizar el apagado remoto del motor del vehículo, es necesario enviar el comando detallado en la tabla 5.7 al dispositivo AVL vía celular o desde la plataforma. Tener en cuenta que para asegurar que esta función no sea activada por equivocación vía celular, se tomó la precaución de asignar una clave de 6 dígitos y la función donde solo ciertos números

telefónicos definidos por el usuario puedan activar el apagado remoto de su vehículo.

**Tabla 5.7:** Códigos de configuración básica de un GPS VT310.

DESCRIPCIÓN		COMANDO			EJEMPLO
<b>Control Output</b>		W*****,020,P,F			W000000,020,1,1
P=1, Output1	P=2, Output2	P=3, Output3	P=4, Output4	P=5, Output5	
F=0, cierra el output (Open Drain)		F=1, abre el output (Bajo Voltaje)			
Por ejemplo, si la salida 1 se tiene conectada al relay, tu puedes enviar el comando W000000,020,1,1 para parar la ignición					

El comando W\*\*\*\*\*,020,P,F, sirve para activar o desactivar una de las 5 salidas digitales del equipo GPS, los 6 asteriscos son la clave que se le asignó al equipo GPS, por defecto el equipo trabaja con 6 veces cero; la letra P puede contener los valores de 1 al 5 dependiendo con que salida digital se desea trabajar, y la F puede contener los valores 0 o 1 ya sea para desactivar o activar una la de las salidas digitales.

#### 5.4 PRUEBAS Y SIMULACIONES

La empresa Fermon Perú S.A.C. se encuentra en proceso de implementación del sistema de control de combustible, por esta razón se realizó pruebas en la versión “Beta”, para tener una visión más real de los resultados de nuestra propuesta de mejora de su sistema AVL tanto en el control de nivel de combustible, como el apagado remoto vehicular obtuvimos resultados positivos, los cuales son mostrados a continuación.

#### 5.4.1 CONTROL DEL NIVEL DE COMBUSTIBLE

Las pruebas de control del nivel de combustible se realizó con el sensor de combustible marca KUS, el cual proporciona valores en voltaje, estos valores son proporcional al nivel del tanque de combustible. Para obtener el valor en porcentaje de los niveles del tanque se utilizó las fórmulas 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 detalladas anteriormente y las pruebas se realizaron con diferentes posiciones de la bolla que posee el sensor, para simular la alza y baja del combustible.

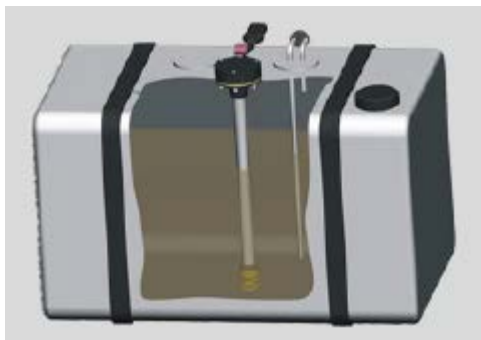


Figura 5.10 Sensor de combustible KUS instalado

El valor porcentual del nivel del tanque del vehículo de forma remota se calcula de la siguiente manera:

##### A) Valor del AD1/AD2

El valor AD1/AD2 depende del voltaje que ingresa al puerto ADC (formula 5.3) del receptor AVL, el valor del voltaje varia en proporción a la posición de la boya del sensor de combustible.

El valor AD1/AD2 captado por el receptor AVL se envía dentro de la trama que es transmitida por el equipo hacia el servidor, este valor se expresa en hexadecimal (**034D**), por lo que es necesario hacer primero la conversión a su respectivo valor decimal (**845**). En la figura 5.11 podemos observar la trama que

el servidor recibe con las coordenadas (Anexo 4), valor de las entradas análogas, etc. del equipo GPS.

Esta prueba se realizó con un voltaje de entrada ( $V_{in}$ ) de 5V.

Mensaje
044948327631,144050.000,A,0807.4059,S,07902.2854,W,0.00,,230211,,,A*78,1.2,29,2000, <b>034D</b> ,0000,

**Figura 5.11** Trama que envía el dispositivo GPS.

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Volatje_{in} \times 1024}{6} \right)$	$Valor_{AD1/AD2} = 034D = 845$
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{5.0 \times 1024}{6} \right)$	
$Valor_{AD1/AD2} = 853.33$	

## B) Formula de voltaje de entrada

El valor decimal de la entrada AD1/AD2 se obtiene a partir del voltaje que ingresa a este mismo, como se mostró en el punto "A" con ayuda de la fórmula 5.3, por este motivo se vio conveniente el cálculo del voltaje (formula 5.4) de la entrada AD1/AD2 con la finalidad de constatar que el valor real y el valor obtenido teóricamente sean similares.

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right)$	$Voltaje_{in} = 5.0$
$Voltaje_{in} = \left( \frac{853.33 \times 6}{1024} \right)$	
$Voltaje_{in} = 5V$	



**C) Fórmula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno**

Usando fórmula 5.5 se puede hallar el porcentaje del nivel de combustible del vehículo que resta para tener el tanque lleno.

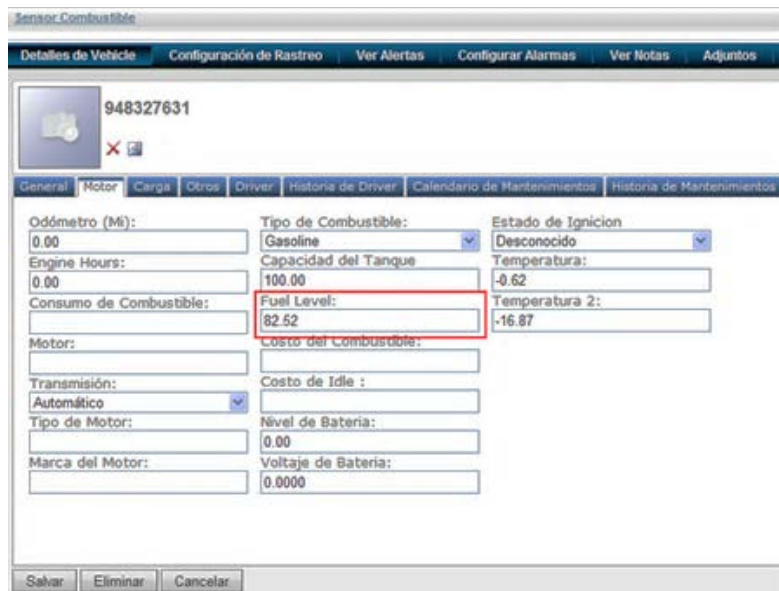


Figura 5.12 Valor del nivel de combustible.

VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 100\% - 82.52\%$
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - 853.33}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 17.48\%$
$\%_{Left} = 16.6669921875 \approx 16.67\%$	

**D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo**

Finalmente con la fórmula 5.6 y el valor decimal del AD1/AD2 hallado anteriormente se obtiene el nivel de combustible actual del vehículo de forma remota.

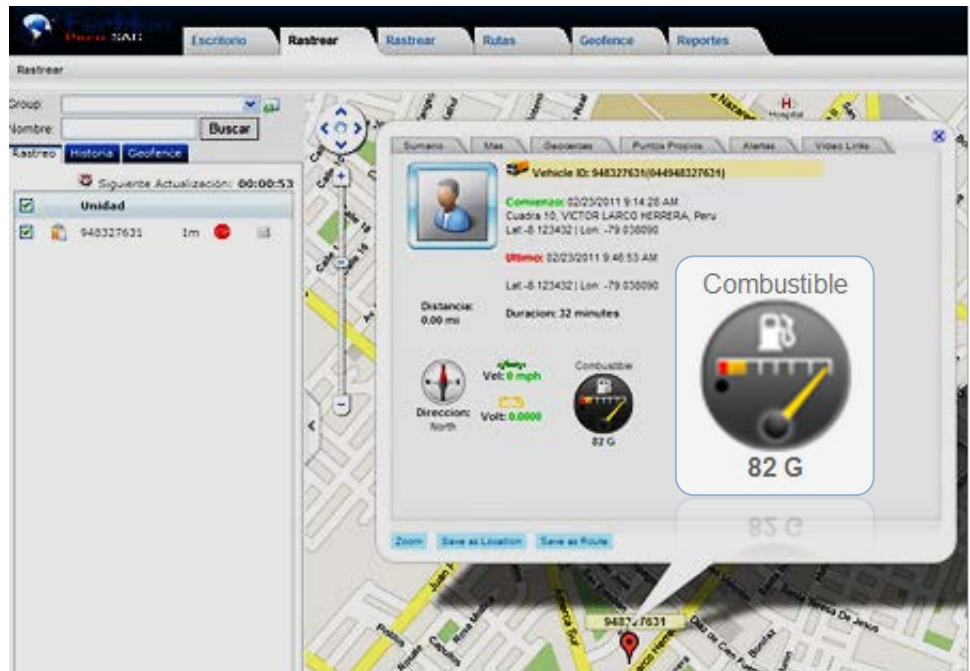


Figura 5.13 Porcentaje del nivel de combustible

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Tanque} = 82.52$
$\%_{Tanque} = \left( \frac{853.33}{1024} \right) \times 100\%$	
$\%_{Tanque} = 83.3330078125 \approx 83.33\%$	

En la tabla 5.8 se muestra las diferentes pruebas realizadas en la simulación de medición de los niveles de combustible. A continuación se muestra detalladamente los resultados obtenidos tanto en la teoría como en la práctica de cada prueba realizada.

Nº	hhmmss.dd Hora	S	xxmm,dddd Latitud	<N S>	yyymm,dddd Longitud	<E W>	s.s. (Speed)	h,h. (Degree)	ddmmyy (Date)	d,d. NB	D*HH	HDOP	Alt	State I/O	AD1, AD2	V <sub>in</sub> (V)
2	232222,000	A	0807.4103	S	07902.2833	W	0.00	127	121111	NB	*01	1.3	13	2000	0000,03DA	5.81
3	232926,000	A	0807.4103	S	07902.2833	W	0.00	127	121111	NB	*0E	1.7	13	2000	0000,0324	4.72
4	233329,000	A	0807.4103	S	07902.2833	W	0.00	127	121111	NB	*0A	1.1	13	2000	0000,0256	3.52
5	233832,000	A	0807.4127	S	07902.2729	W	0.00	10	121111	NB	*3C	1.9	9	2000	0000,01BC	2.60
6	234235,000	A	0807.4164	S	07902.2812	W	0.00	333	121111	NB	*04	2	49	2000	0000,0155	2.00
7	234738,000	A	0807.4164	S	07902.2812	W	0.00	333	121111	NB	*0C	2.1	49	2000	0000,00BE	1.11
8	235140,000	A	0807.4164	S	07902.2812	W	0.00	333	121111	NB	*04	1.2	49	2000	0000,0006	0.04
9	235644,000	A	0807.4164	S	07902.2812	W	0.00	333	121111	NB	*07	2.3	49	2000	0000,01FE	2.99

Tabla 5.8: Trama de las pruebas realizadas de las mediciones de los niveles de combustible

Esta tabla anterior indica un consolidado de la trama obtenida en cada una de las 8 pruebas realizadas, como se puede observar en el cuadro el equipo AVL envía dentro de su trama datos como la latitud, longitud, velocidad del vehículo, altitud, grado de giro con respecto a la línea ecuatorial entre otros datos y finalmente el valor digital (hexadecimal) que equivale al voltaje que ingresa a través de los 2 puertos análogos/digitales.

**PRUEBA 1:**

**A) Valor del AD1/AD2**

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Voltaje_{in} \times 1024}{6} \right)$	$Valor_{AD1/AD2} = 03DA = 986$
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{5.81 \times 1024}{6} \right)$	
$Valor_{AD1/AD2} = 991.5733$	

**B) Formula de voltaje de entrada**


<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right)$	$Voltaje_{in} = 5.81 V$	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{991.5733 \times 6}{1024} \right)$		
$Voltaje_{in} = 5.81V$		

Figura 5.14 Vin de prueba n° 1

**C) Formula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno**

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 100\% - 95.90\%$
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - 991.5733}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 4.10\%$
$\%_{Left} = 3.1667\%$	



Figura 5.15 Valor del nivel de combustible 1.

#### D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo

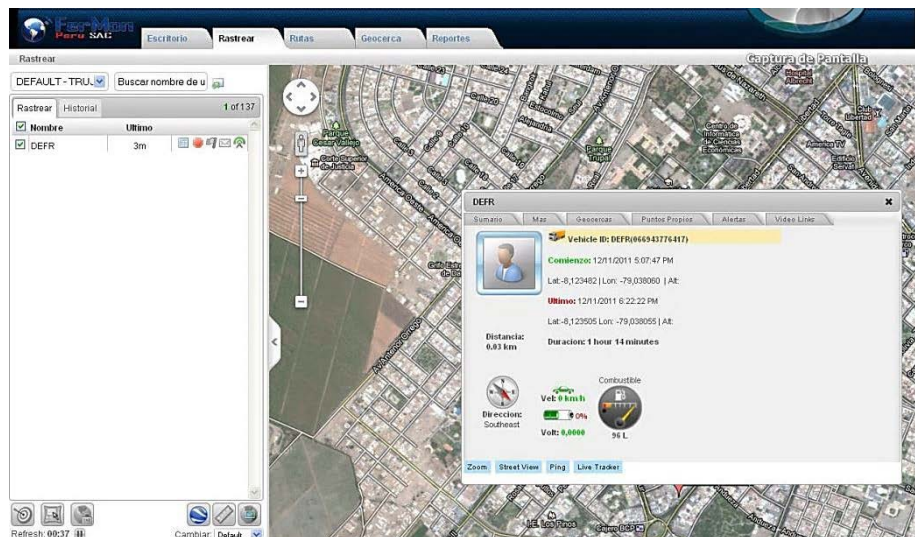


Figura 5.16 Porcentaje del nivel de combustible 1

VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA
$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Tanque} = 95.90\%$
$\%_{Tanque} = \left( \frac{991.5733}{1024} \right) \times 100\%$	
$\%_{Tanque} = 96.8333\%$	

**PRUEBA 2:**  
**A) Valor del AD1/AD2**

VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Voltaje_{in} \times 1024}{6} \right)$	$Valor_{AD1/AD2} = 0324 = 804$
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{4.72 \times 1024}{6} \right)$	
$Valor_{AD1/AD2} = 805.5467$	

**B) Formula de voltaje de entrada**


VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right)$	$Voltaje_{in} = 4.72 V$	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{805.5467 \times 6}{1024} \right)$		
$Voltaje_{in} = 4.72V$		

Figura 5.17 Vin de prueba n° 2

**C) Formula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno**



Odometro (km): 0.00  
 Horas del Motor: 0.00  
 Consumo de Combustible: [ ]  
 Motor: [ ]  
 Transmisión: [ ]  
 Tipo de Motor: [ ]  
 Marca del Motor: [ ]

Tipo de Combustible: [ ]  
 Capacidad del Tanque: 100.00  
 Nivel de Combustible: 77.73  
 Costo del Combustible: [ ]  
 Costo de Idle: [ ]  
 Nivel de Bateria: 0.00  
 Voltaje de Bateria: 0.0000

Estado de Ignición: Desconocido  
 Temperatura: 0.00  
 Temperatura 2: 0.00

Figura 5.18 Valor del nivel de combustible 2.



<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 100\% - 77.73\%$
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - 805.5467}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 22.27\%$
$\%_{Left} = 21.3333\%$	

#### D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo

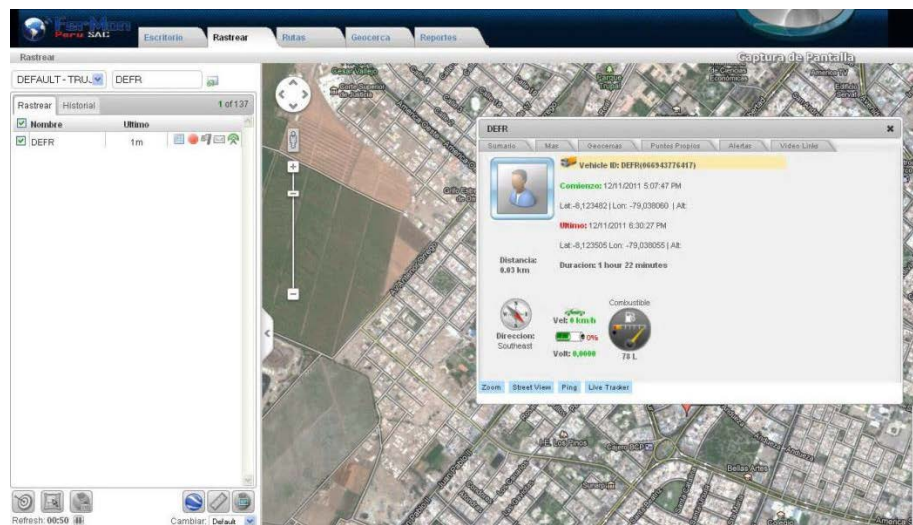


Figura 5.19 Porcentaje del nivel de combustible 2

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Tanque} = 77.73\%$
$\%_{Tanque} = \left( \frac{805.5467}{1024} \right) \times 100\%$	
$\%_{Tanque} = 78.6667\%$	

**PRUEBA 3:**  
**A) Valor del AD1/AD2**

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Voltaje_{in} \times 1024}{6} \right)$	$Valor_{AD1/AD2} = 0256 = 598$
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{3.52 \times 1024}{6} \right)$	
$Valor_{AD1/AD2} = 600.7467$	

**B) Formula de voltaje de entrada**


<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right)$	$Voltaje_{in} = 3.52 V$	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{600.7467 \times 6}{1024} \right)$		
$Voltaje_{in} = 3.52V$		

Figura 5.20 Vin de prueba n° 3

**C) Formula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno**

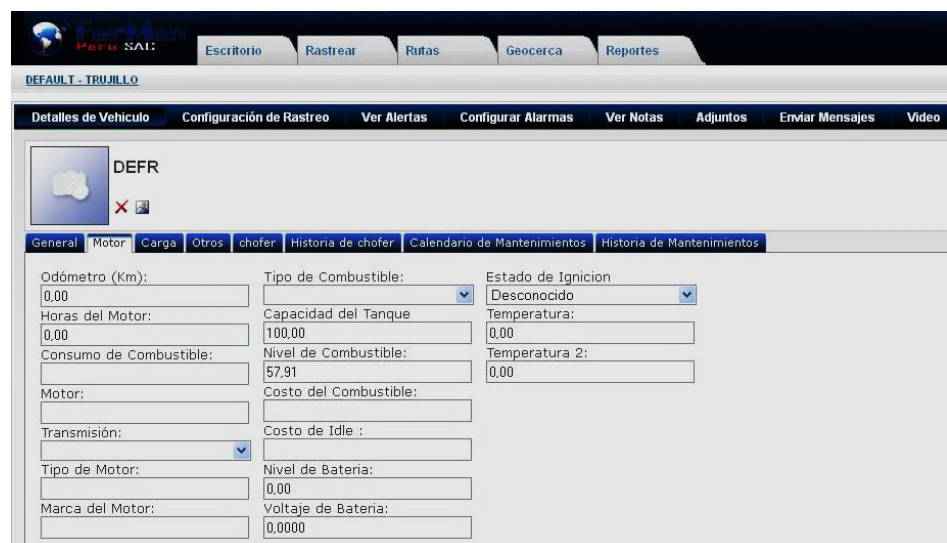


Figura 5.21 Valor del nivel de combustible 3



VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 100\% - 57.91\%$
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - 600.7467}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 42.09\%$
$\%_{Left} = 41.3333\%$	

#### D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo

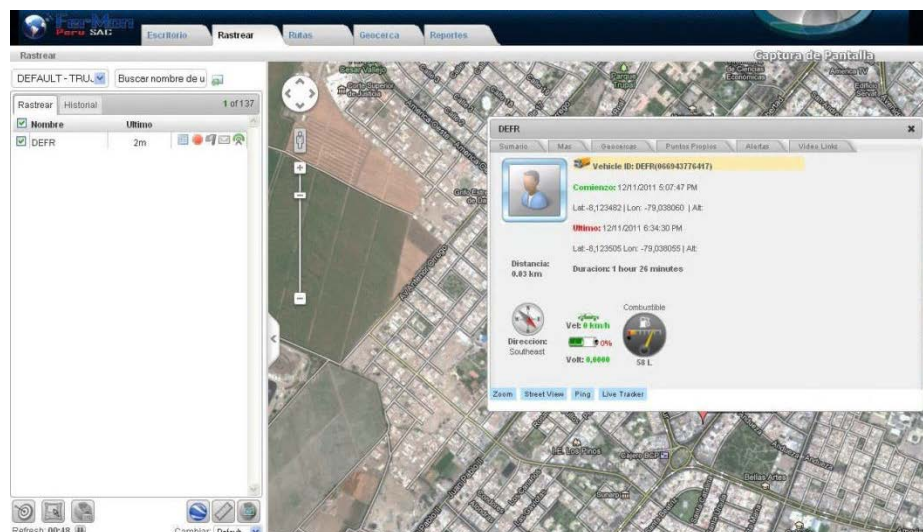


Figura 5.22 Porcentaje del nivel de combustible 3

VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA
$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Tanque} = 57.91\%$
$\%_{Tanque} = \left( \frac{600.7467}{1024} \right) \times 100\%$	
$\%_{Tanque} = 58.6667\%$	

**PRUEBA 4:**

**A) Valor del AD1/AD2**

VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Voltaje_{in} \times 1024}{6} \right)$	$Valor_{AD1/AD2} = 01BC = 444$
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{2.60 \times 1024}{6} \right)$	
$Valor_{AD1/AD2} = 443.7333$	

**B) Formula de voltaje de entrada**


VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right)$	$Voltaje_{in} = 2.60 V$	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{443.7333 \times 6}{1024} \right)$		
$Voltaje_{in} = 2.60V$		

Figura 5.23 Vin de prueba n°4

**C) Formula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno**



Figura 5.24 Valor del nivel de combustible 4

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 100\%$ - 42.87%
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - 443.7333}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 57.13\%$
$\%_{Left} = 56.6667\%$	

#### D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo

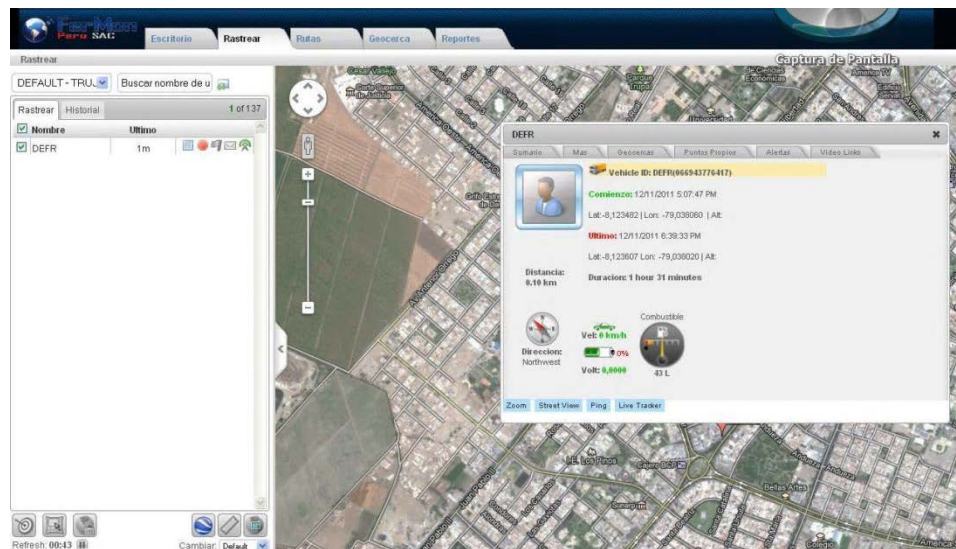


Figura 5.25 Porcentaje del nivel de combustible 4

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Tanque} = 42.87\%$
$\%_{Tanque} = \left( \frac{443.7333}{1024} \right) \times 100\%$	
$\%_{Tanque} = 43.3333\%$	

**PRUEBA 5:**

**A) Valor del AD1/AD2**

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Volatje_{in} \times 1024}{6} \right)$	$Valor_{AD1/AD2} = 0155 = 341$
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{2.00 \times 1024}{6} \right)$	
$Valor_{AD1/AD2} = 341.3333$	

**B) Formula de voltaje de entrada**


<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right)$	$Voltaje_{in} = 2.00 V$	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{341.3333 \times 6}{1024} \right)$		
$Voltaje_{in} = 2.00V$		

Figura 5.26 Vin de prueba n°5

**C) Formula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno**



The screenshot shows a web-based interface for vehicle management. The main content area displays the following data for vehicle 'DEFR':

- Odómetro (Km): 0,00
- Horas del Motor: 0,00
- Consumo de Combustible: [empty]
- Motor: [empty]
- Transmisión: [empty]
- Tipo de Motor: [empty]
- Marca del Motor: [empty]
- Tipo de Combustible: [empty]
- Capacidad del Tanque: 100,00
- Nivel de Combustible: 33,50
- Costo del Combustible: [empty]
- Costo de Idle: [empty]
- Nivel de Bateria: 0,00
- Voltaje de Bateria: 0,0000
- Estado de Ignición: Desconocido
- Temperatura: 0,00
- Temperatura 2: 0,00

Figura 5.27 Valor del nivel de combustible 5

VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 100\%$ – 33.50%
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - 341.3333}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 66.50\%$
$\%_{Left} = 66.6667\%$	

#### D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo

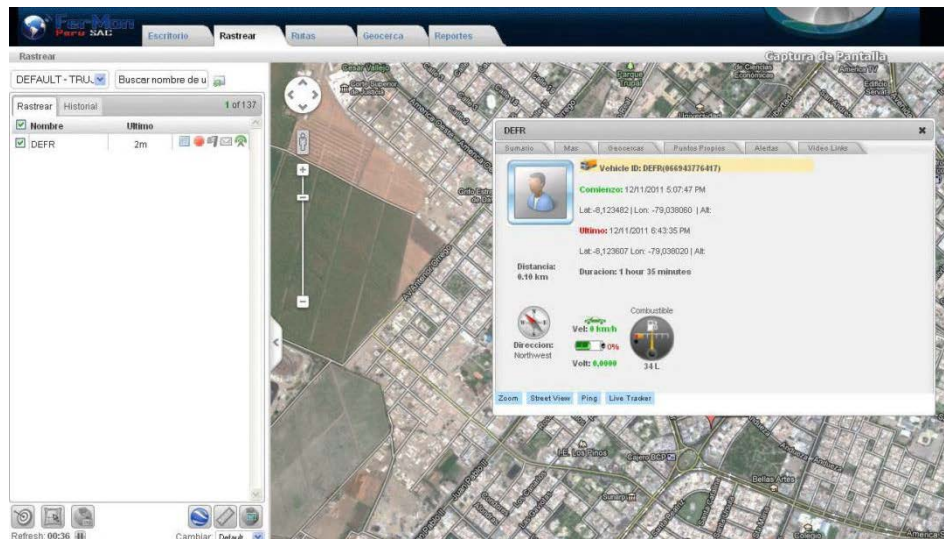


Figura 5.28 Porcentaje del nivel de combustible 5

VALOR TEÓRICO	VALOR EN PRÁCTICA
$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Tanque} = 33.50\%$
$\%_{Tanque} = \left( \frac{341.3333}{1024} \right) \times 100\%$	
$\%_{Tanque} = 33.3333\%$	



**PRUEBA 6:**

**A) Valor del AD1/AD2**

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Voltaje_{in} \times 1024}{6} \right)$	$Valor_{AD1/AD2} = 00BE = 190$
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{1.11 \times 1024}{6} \right)$	
$Valor_{AD1/AD2} = 189.4400$	

**B) Formula de voltaje de entrada**


<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right)$	$Voltaje_{in} = 1.11 V$	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{189.4400 \times 6}{1024} \right)$		
$Voltaje_{in} = 1.11V$		

Figura 5.29 Vin de prueba n°5

**C) Formula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno**



The screenshot shows the 'Far-Mon Peru SAC' web application. The user is logged in as 'DEFAULT - TRUJILLO'. The main menu includes 'Escritorio', 'Rastrear', 'Rutas', 'Geocerca', and 'Reportes'. The 'Detalles de Vehículo' section is active, showing the vehicle 'DEFR'. The 'Motor' tab is selected, displaying the following data:

- Odómetro (Km): 0,00
- Horas del Motor: 0,00
- Consumo de Combustible: [empty]
- Motor: [empty]
- Transmisión: [empty]
- Tipo de Motor: [empty]
- Marca del Motor: [empty]
- Tipo de Combustible: [empty]
- Capacidad del Tanque: 100,00
- Nivel de Combustible: 18,36
- Costo del Combustible: [empty]
- Costo de Idle: [empty]
- Nivel de Bateria: 0,00
- Voltaje de Bateria: 0,0000
- Estado de Ignición: Desconocido
- Temperatura: 0,00
- Temperatura 2: 0,00

Figura 5.30 Valor del nivel de combustible 6

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 100\%$ - 18.36%
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - 189.4400}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 81.64\%$
$\%_{Left} = 81.5000\%$	

### D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo

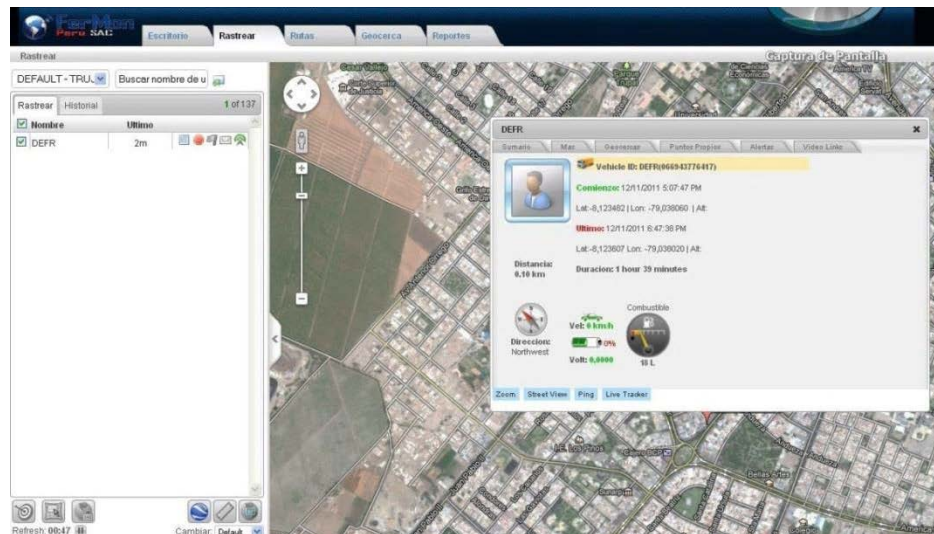


Figura 5.31 Porcentaje del nivel de combustible 6


<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Tanque} = 18.36\%$
$\%_{Tanque} = \left( \frac{189.4400}{1024} \right) \times 100\%$	
$\%_{Tanque} = 18.5000\%$	

**PRUEBA 7:**

**A) Valor del AD1/AD2**


<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Volatje_{in} \times 1024}{6} \right)$ $Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{0.04 \times 1024}{6} \right)$ $Valor_{AD1/AD2} = 6.8267$	$Valor_{AD1/AD2} = 0006 = 6$

**B) Formula de voltaje de entrada**

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right)$ $Voltaje_{in} = \left( \frac{6.8267 \times 6}{1024} \right)$ $Voltaje_{in} = 0.04 V$	$Voltaje_{in} = 0.04 V$	

**Figura 5.32** Vin de prueba n°7

**C) Formula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno**



The screenshot shows a web-based interface for vehicle management. At the top, there are navigation tabs: Escritorio, Rastrear, Rutas, Geocerca, and Reportes. Below this, the vehicle name 'DEFAULT - TRUJILLO' is displayed. A menu bar includes options like 'Detalles de Vehículo', 'Configuración de Rastreo', 'Ver Alertas', 'Configurar Alarmas', 'Ver Notas', 'Adjuntos', and 'Enviar Mensajes'. The main content area shows details for vehicle 'DEFR'. A sub-menu at the bottom of the details section includes: General, Motor, Carga, Otros, chofer, Historia de chofer, Calendario de Mantenimientos, and Historia de Mantenimientos. The 'Motor' tab is selected, displaying various fuel-related metrics:

- Odómetro (Km): 0.00
- Horas del Motor: 0.00
- Consumo de Combustible: [empty field]
- Motor: [empty field]
- Transmisión: [empty field]
- Tipo de Motor: [empty field]
- Marca del Motor: [empty field]
- Tipo de Combustible: [dropdown menu]
- Capacidad del Tanque: 100.00
- Nivel de Combustible: 1.27
- Costo del Combustible: [empty field]
- Costo de Idle: [empty field]
- Nivel de Batería: 0.00
- Voltaje de Batería: 0.0000
- Estado de Ignición: Desconocido
- Temperatura: 0.00
- Temperatura 2: 0.00

**Figura 5.33** Valor del nivel de combustible 7



<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 100\% - 1.27\%$
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - 6.8267}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 98.73\%$
$\%_{Left} = 99.3333\%$	

#### D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo

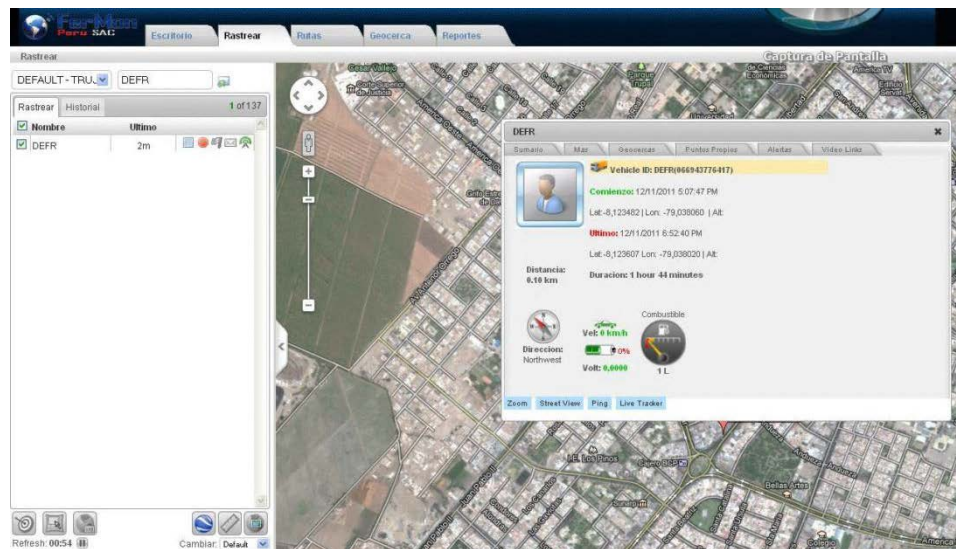


Figura 5.34 Porcentaje del nivel de combustible 7

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Tanque} = 1.27\%$
$\%_{Tanque} = \left( \frac{6.8267}{1024} \right) \times 100\%$	
$\%_{Tanque} = 0.6667\%$	

**PRUEBA 8:**

**A) Valor del AD1/AD2**

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{Volatje_{in} \times 1024}{6} \right)$	$Valor_{AD1/AD2} = 01FE = 510$
$Valor_{AD1/AD2} = \left( \frac{2.99 \times 1024}{6} \right)$	
$Valor_{AD1/AD2} = 510.2933$	

**B) Formula de voltaje de entrada**


<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2} \times 6}{1024} \right)$	$Voltaje_{in} = 2.99 V$	
$Voltaje_{in} = \left( \frac{510.2933 \times 6}{1024} \right)$		
$Voltaje_{in} = 2.99 V$		

Figura 5.35 Vin de prueba n°8

**C) Formula del porcentaje que falta para tener el tanque del vehículo lleno**



The screenshot shows a web-based interface for vehicle management. At the top, there are navigation tabs: Escritorio, Rastrear, Rutas, Geocerca, and Reportes. Below that, a menu bar includes: Detalles de Vehículo, Configuración de Rastreo, Ver Alertas, Configurar Alarmas, Ver Notas, Adjuntos, and Enviar Mensajes. The main content area is for vehicle 'DEFR' and has several tabs: General, Motor, Carga, Otros, chofer, Historia de chofer, Calendario de Mantenimientos, and Historia de Mantenimientos. The 'Motor' tab is active, displaying various fuel-related metrics:

- Odómetro (Km): 0,00
- Horas del Motor: 0,00
- Consumo de Combustible: [empty]
- Motor: [empty]
- Transmisión: [empty]
- Tipo de Motor: [empty]
- Marca del Motor: [empty]
- Tipo de Combustible: [dropdown menu]
- Capacidad del Tanque: 100,00
- Nivel de Combustible: 49,80
- Costo del Combustible: [empty]
- Costo de Idle: [empty]
- Nivel de Bateria: 0,00
- Voltaje de Bateria: 0,0000
- Estado de Ignición: Desconocido
- Temperatura: 0,00
- Temperatura 2: 0,00

Figura 5.36 Valor del nivel de combustible 8

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 100\%$ - 49.80%
$\%_{Left} = \left( \frac{1024 - 510.2933}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Left} = 50.20\%$
$\%_{Left} = 50.1667\%$	

#### D) Fórmula del porcentaje del tanque del vehículo

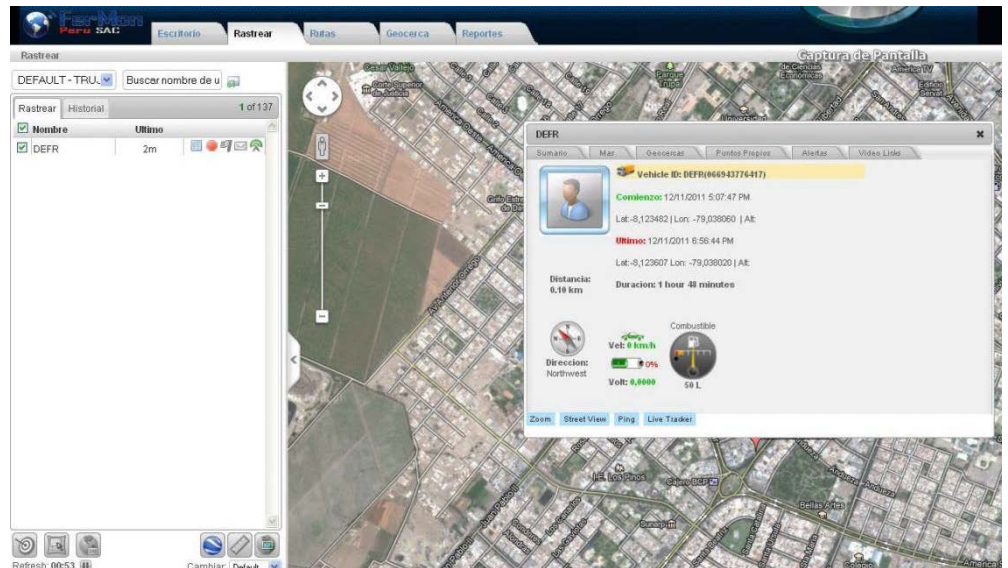


Figura 5.37 Porcentaje del nivel de combustible 8

<b>VALOR TEÓRICO</b>	<b>VALOR EN PRÁCTICA</b>
$\%_{Tanque} = \left( \frac{Valor_{AD1/AD2}}{1024} \right) \times 100\%$	$\%_{Tanque} = 49.80\%$
$\%_{Tanque} = \left( \frac{510.2933}{1024} \right) \times 100\%$	
$\%_{Tanque} = 49.8333\%$	

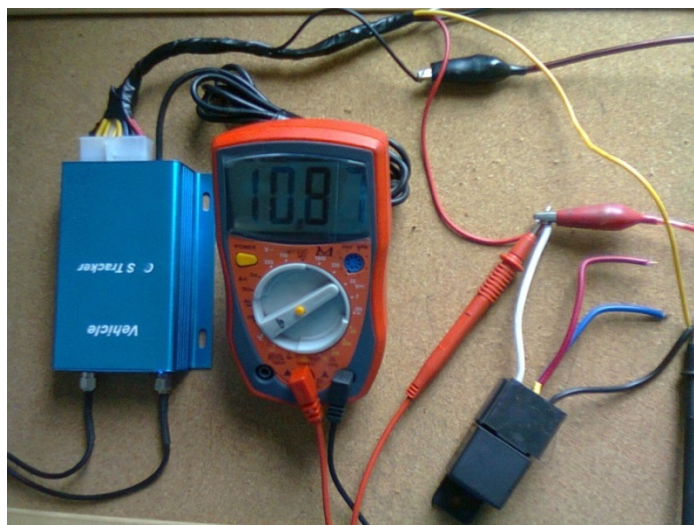
**Tabla 5.9:** Resumen de los valores teóricos y prácticos obtenidos en las simulaciones

		<b>Valores Teóricos</b>			
<b>Vin (V)</b>	<b>AD2 (Hex)</b>	<b>AD2 (Dec)</b>	<b>Vin (V)</b>	<b>%Combustible Left</b>	<b>%Combustible</b>
5.81	03DA	991.5733	5.8100	3.1667%	96.8333%
4.72	0324	805.5467	4.7200	21.3333%	78.6667%
3.52	0256	600.7467	3.5200	41.3333%	58.6667%
2.60	01BC	443.7333	2.6000	56.6667%	43.3333%
2.00	0155	341.3333	2.0000	66.6667%	33.3333%
1.11	00BE	189.4400	1.1100	81.5000%	18.5000%
0.04	0006	6.8267	0.0400	99.3333%	0.6667%
2.99	01FE	510.2933	2.9900	50.1667%	49.8333%
		<b>Valores Prácticos</b>			
<b>Vin (V)</b>	<b>AD2 (Hex)</b>	<b>AD2 (Dec)</b>	<b>Vin (V)</b>	<b>%Combustible Left</b>	<b>%Combustible</b>
5.81	03DA	986	5.8100	4.10%	95.90%
4.72	0324	804	4.7200	22.27%	77.73%
3.52	0256	598	3.5200	42.09%	57.91%
2.60	01BC	444	2.6000	57.13%	42.87%
2.00	0155	341	2.0000	66.50%	33.50%
1.11	00BE	190	1.1100	81.64%	18.36%
0.04	0006	6	0.0400	98.73%	1.27%
2.99	01FE	510	2.9900	50.20%	49.80%

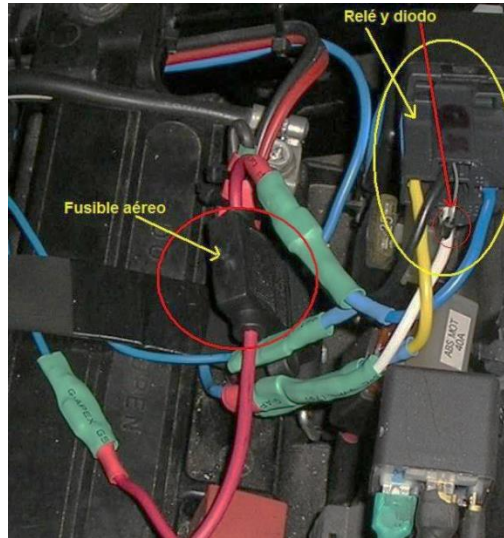
En la tabla 5.9 se muestra la comparación entre los valores obtenidos tanto en la práctica como en la teoría, como podemos observar ambos valores son muy cercanos, ya sea en la cifra en decimal del ADC, el porcentaje de combustible del vehículo (% combustible) y el porcentaje del combustible que falta para tener el tanque lleno (% combustible left), por otro lado el voltaje de entrada es igual en ambos casos, debido que es el valor que se toma de referencia para realizar los cálculos de los valores teóricos y prácticos.

#### 5.4.2 APAGADO REMOTO VEHICULAR:

Las pruebas se realizaron dentro del laboratorio de pruebas, el cual se encuentra ubicado en un ambiente con cobertura celular, se empleó una fuente de poder de 12v que simuló la batería del vehículo y un multímetro, el cual nos ayudó a detectar los flancos negativos de la salida del equipo AVL (Figura 5.34), esto nos permitió hacer mediciones de los tiempos de respuesta.



**Figura 5.38** Simulación de corte del motor de un vehículo



**Figura 5.39** Instalación de corte del motor dentro de un vehículo

El comando que activa el apagado remoto se envió vía celular y desde plataforma, como se puede apreciar en los resultados de la tabla 5.10.

**Tabla 5.10:** Resultado de las pruebas del tiempo de respuesta

N Prueba	Plataforma t(s)	Celular t(s)
1	15	10
2	14	11
3	14	9
4	12	8
5	10	4
6	13	9
7	16	9
8	15	8
9	16	7
10	13	10

Se llegó a la conclusión que el corte remoto del motor de un vehículo tiene un tiempo de respuesta más rápido sobre el equipo GPS, si el comando se envía a través de un mensaje de texto (SMS).

# CAPITULO VI

## ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE RASTREO

### 6.1 INTRODUCCIÓN

Hace más de 10 años, la tecnología GPS es usada en Perú para crear mapas cartográficos, medir campos, controlar las maquinarias agrícolas, y posteriormente, monitorear la flota de vehículos de una empresa. Pero actualmente dicha tecnología no sólo es de uso comercial. Es así como un particular, usuario de un vehículo, puede determinar la localización de un sitio determinado mediante la instalación de GPS y visualizar en un mapa el camino más rápido para llegar a él. O conocer el lugar exacto del vehículo e incluso la velocidad o el kilometraje si este fuese prestado, por ejemplo a sus hijos o cónyuges, etc., o en un caso más extremo, recuperar el vehículo si fuera robado.

En un mercado competitivo, en donde la mayoría de las empresas reivindicán el liderazgo y haber sido pioneros, encontramos numerosas firmas que cuentan con servicios que contienen tecnología GPS. Por lo tanto se trata de las prestaciones que brinda Fermon Perú S.A.C. sobre las otras empresas de rastreo satelital en el Perú, esta empresa se encuentra en el mercado local desde hace aproximadamente 5 años. Fermon Perú S.A.C., es una firma que trabaja con tecnología GPS y permite además de la visualización en tiempo real de los vehículos, controlar los kilómetros recorridos, así como el control de las jornadas



laborales de los empleados que manejan el coche, camión o camioneta; los excesos de horas de trabajo para la prevención de accidentes, la detección de frenadas bruscas, entre otras cosas.

Es así que esta empresa desea incorporar 2 nuevos servicios personalizados como son el nivel de combustible y el apagado remoto vehicular.

Este capítulo fue realizado con él animo de analizar la capacidad que tiene la empresa para generar beneficio, así como los factores que están influyendo en su rentabilidad, a partir de los dos nuevos servicios que la empresa Fermon Perú S.A.C. desea incorporar [Análisis,2012].

## **6.2 PANORAMA COMERCIAL DE LA EMPRESA**

La empresa Fermon Perú S.A.C. tuvo que incluir paquetes de servicios cada vez más complejo que el rastreo básico satelital de vehículos, quizás el servicio más conocido en el medio local, mediante el cual logueándose en una página web o a través de un programa pre instalado en una PC, el dueño del vehículo solo se limita a ver la ubicación dónde se encuentra este permanentemente. Esto se debe a la gran competencia que existe en el mercado peruano actual, por lo cual la empresa Fermon Perú S.A.C. se enfoca más al mercado comercial que al mercado particular [O. Amat, 2000], entiéndase mercado comercial a las empresas que están conformadas por flotas de vehículos.

En los últimos años se han reducido los costos de los productos con tecnología GPS. Los más simples, van desde los 350 nuevos soles hasta



los 1000 nuevos soles y aumentan en precio según las aplicaciones a gusto del consumidor.

Hay grandes ventajas evidentes que proporciona el uso de esta tecnología, como la seguridad y el confort, por este motivo Fermon Perú S.A.C. por su parte, lanzará al mercado paquetes de servicios orientado a las necesidades de los clientes , ya que como el resto de las empresas locales, los servicios se encuentran más enfocados al rastreo básico de los vehículos. Dentro de estos paquetes se encuentran la función de facilitar al dueño del vehículo el apagado de este, en caso de robo o algún inconveniente y el monitoreo remoto de los niveles de combustible que ayudará a la detección de los constantes robos de combustible por parte de los conductores.

### **6.3 ANALISIS DE COSTOS**

Finalmente se realizó un análisis económico de los egresos e ingresos para poder determinar si la implementación de la propuesta de mejora en el sistema de monitoreo y rastreo de la empresa Fermon Peru SAC resultará rentable y por lo tanto viable.

Por lo tanto se analizó el caso de la implementación de los servicios de nivel de combustible y apagado remoto vehicular de forma progresiva en la cuenta de un cliente de la empresa Fermon Perú S.A.C. que consta aproximadamente con 300 vehículos. Se evaluó el impacto económico y financiero durante el periodo de 1 año.

Básicamente se analizará si el Beneficio Neto (BN) o Flujo de Caja (FC) de la empresa Fermon Perú SAC. bajo el supuesto de haber decidido

ejecutar la propuesta de mejora, será rentable. Para poder calcular en Beneficio Neto (BN), primero se calcularán las variables de Ingreso Total (IT) y Costo Total (CT). A su vez el Ingreso total (IT) es el resultado de la sumatoria del producto del Precio (P) por la Cantidad (Q) de todos los factores que ayuden a acercarse al objetivo final del proyecto. Por otro lado el Costo Total (CT) es la sumatoria de todos los factores que influyen en el distanciamiento del objetivo final del proyecto, es decir la sumatoria de todos los costos. A continuación se presenta la fórmula del Beneficio Neto (BN) [M. Schmidt, 2009]:

$$\begin{array}{ccccccc} \mathbf{BN} & = & \mathbf{IT} & - & \mathbf{CT} & & \\ \text{Beneficio Neto} & & P*Q & & \text{Todos los costos} & & \end{array}$$

Para definir si la ejecución de la propuesta es rentable o no, el resultado de la constante de Beneficio Neto tiene que ser un valor positivo.

A continuación se presenta la tabla 6.1, la cual detalla el preciarío base que se empleó para calcular los costos e ingresos del proyecto.

**Tabla 6.1:** Preciario base

<b>PRECIARIO</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PU S/.</b>
1	Viáticos por día (incluye movilidad, alojamiento y alimentación, el costo es por persona por día)	Und	1	S/. 70.00
2	Suministro de materiales para la instalación (incluye relé, cintillos, cinta aislante, cable de energía, etc)	Glb	1	S/. 25.60
3	Servicio de alojamiento por vehículo en el servidor de Position Logic	Und	1	S/. 13.50
4	Paquetes de datos GPRS	Und	1	S/. 8.10
5	Tarjeta SIM Claro	Und	1	S/. 5.00
6	Dispositivo GPS modelo VT310	Und	1	S/. 324.00
7	Servicio de monitoreo por la empresa Fermon Perú SAC por cada vehículo (Incluye reporte de alarmas, mantenimiento de equipos, atención al cliente las 24 hrs.)	Und	1	S/. 81.00
8	Servicio de instalación de equipo GPS	Und	1	S/. 54.00

La tabla 6.1 será utilizada para calcular la estimación de los costos e ingresos que tendrá la empresa Fermon Perú SAC durante el periodo de 12 meses. A continuación se presenta la tabla 6.2 donde se detalla los costos e ingresos de todos los factores que están directamente relacionados con la ejecución del proyecto, mes a mes por un periodo de 1 año.

**Tabla 6.2:** Estimación de costos e ingresos de forma progresiva

	Ítem	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
<b>Datos</b>	Vehículos a migrar	60	60	60	50	50	20	0	0	0	0	0	0
	Días trabajados	8	8	8	8	8	3	0	0	0	0	0	0
	Número de personal	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0
	Total de Vehículos migrados	60	120	180	230	280	300	300	300	300	300	300	300
<b>COSTOS</b>	Viáticos	S/. 1,120.00	S/. 1,120.00	S/. 1,120.00	S/. 1,120.00	S/. 1,120.00	S/. 420.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
	Materiales de instalación	S/. 1,536.00	S/. 1,536.00	S/. 1,536.00	S/. 1,280.00	S/. 1,280.00	S/. 512.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
	Alojamiento en plataforma	S/. 810.00	S/. 1,620.00	S/. 2,430.00	S/. 3,105.00	S/. 3,780.00	S/. 4,050.00	S/. 4,050.00	S/. 4,050.00	S/. 4,050.00	S/. 4,050.00	S/. 4,050.00	S/. 4,050.00
	paquetes de datos GPRS, para transmisión	S/. 486.00	S/. 972.00	S/. 1,458.00	S/. 1,863.00	S/. 2,268.00	S/. 2,430.00	S/. 2,430.00	S/. 2,430.00	S/. 2,430.00	S/. 2,430.00	S/. 2,430.00	S/. 2,430.00
	Tarjeta SIM Claro	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 300.00	S/. 250.00	S/. 250.00	S/. 100.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
	Equipo GPS VT310	S/. 19,440.00	S/. 19,440.00	S/. 19,440.00	S/. 16,200.00	S/. 16,200.00	S/. 6,480.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
	<b>Costo Total</b>	S/. 23,392.00	S/. 24,688.00	S/. 25,984.00	S/. 23,568.00	S/. 24,648.00	S/. 13,892.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00
<b>INGRESOS</b>	Mensualidad	S/. 4,860.00	S/. 9,720.00	S/. 14,580.00	S/. 18,630.00	S/. 22,680.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00
	Costo de instalación	S/. 3,240.00	S/. 3,240.00	S/. 3,240.00	S/. 2,700.00	S/. 2,700.00	S/. 1,080.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
	<b>Ingreso Total</b>	S/. 8,100.00	S/. 12,960.00	S/. 17,820.00	S/. 21,330.00	S/. 25,380.00	S/. 25,380.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00

En la tabla 6.2 se muestra la migración progresiva de toda la cuenta de un cliente que consta con 300 vehículos, por un periodo de 12 meses. Se puede observar que durante los primeros meses los costos totales son mayores a los ingresos totales, esto se debe ya que durante los primeros meses es donde realiza la migración de equipos por lo tanto esto conlleva a la presencia de los costos de viáticos, materiales de instalación, tarjetas SIM Claro y equipos GPS.

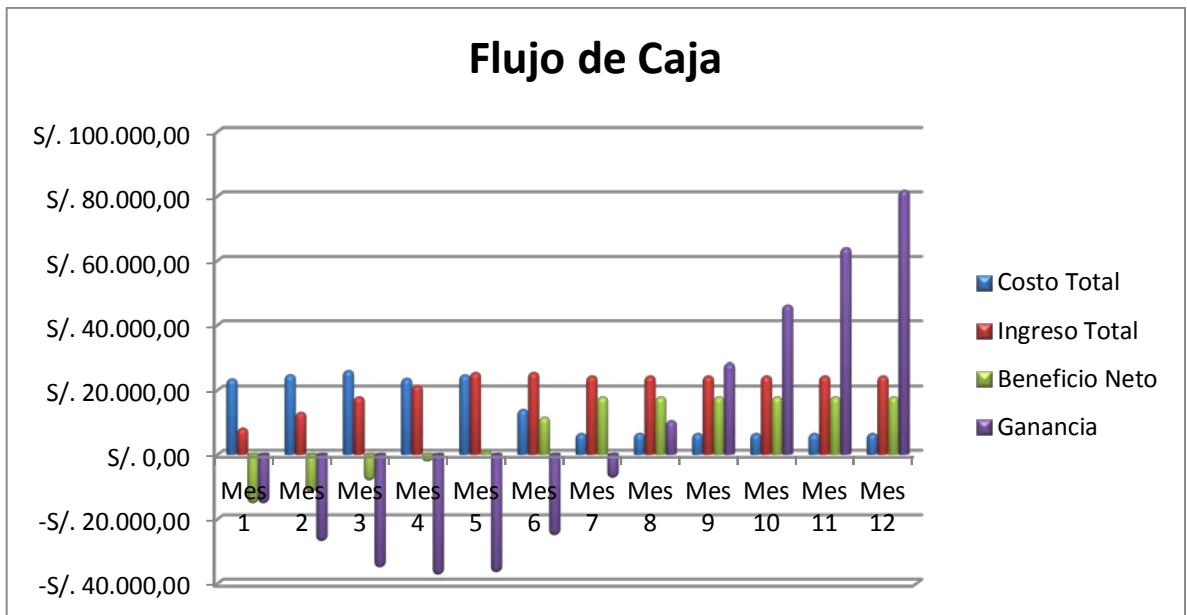
En la tabla 6.3 que se muestra a continuación se puede apreciar el comportamiento del Costo Total e Ingreso Total, los mismos que fueron calculados en la tabla 6.2 (**BN = IT - CT**) y los cuales son usados para calcular el Beneficio Neto durante cada uno de los 12 meses

**Tabla 6.3:** Estimación de costos e ingresos de forma progresiva Total

Item	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
<b>Costo Total</b>	S/. 23,392.00	S/. 24,688.00	S/. 25,984.00	S/. 23,568.00	S/. 24,648.00	S/. 13,892.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00	S/. 6,480.00
<b>Ingreso Total</b>	S/. 8,100.00	S/. 12,960.00	S/. 17,820.00	S/. 21,330.00	S/. 25,380.00	S/. 25,380.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00	S/. 24,300.00
<b>Beneficio Neto</b>	-S/. 15,292.00	-S/. 11,728.00	-S/. 8,164.00	-S/. 2,238.00	S/. 732.00	S/. 11,488.00	S/. 17,820.00	S/. 17,820.00	S/. 17,820.00	S/. 17,820.00	S/. 17,820.00	S/. 17,820.00
<b>Ganancia</b>	-S/. 15,292.00	-S/. 27,020.00	-S/. 35,184.00	-S/. 37,422.00	-S/. 36,690.00	-S/. 25,202.00	-S/. 7,382.00	S/. 10,438.00	S/. 28,258.00	S/. 46,078.00	S/. 63,898.00	S/. 81,718.00

En resumen durante los primeros meses el beneficio neto presenta un valor negativo. Conforme se va migrando los vehículos los costos de instalación son menores por lo tanto los costos totales empiezan a disminuir en comparación a los primeros meses y los ingresos totales empiezan a aumentar, por ende a partir del 5to mes se puede apreciar que el beneficio neto muestra un valor positivo. Por otro lado la empresa Fermon Perú SAC. recuperaría lo invertido y además obtendría ganancias a partir del mes 8.

**Figura 6.1** Estimación de costos e ingresos de forma progresiva



En la gráfica 6.1 podemos ver el comportamiento de las variables con mayor impacto sobre el proyecto (CT, IT y BN) y la ganancia, el cual es el factor más crítico del proyecto, ya que nos permite analizar y evaluar (predecir) el impacto económico y financiero que tendrá la adopción de una acción o decisión al interior de la organización de la empresa Fermon Perú SAC.

Finalmente se puede afirmar que los Costos totales disminuyen con el tiempo hasta mantenerse constante de forma mínima, el caso inverso ocurre con el ingreso total, por lo tanto el Beneficio Neto es negativo durante los primeros meses y luego aumenta progresivamente hasta convertirse en un valor constante positivo. Por otro lado la ganancia tiene una tendencia a aumentar con el paso del tiempo.

#### **6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ANALISIS ECONOMICO**

- Basado en los resultados obtenidos en el análisis de costos, bajo el supuesto caso presentado se considera rentable la ejecución de la propuesta de mejora en el sistema de monitoreo y rastreo vehicular para la empresa Fermon Perú S.A.C., debido que genera suficiente utilidad o beneficio, es decir sus ingresos llegan a ser mayores que sus costos después de un determinado tiempo, por lo tanto una ganancia creciente de forma gradual.



## CONCLUSIONES

- El sistema de monitoreo de combustible y el bloqueo remoto del vehículo se pueden lograr instalando el sensor de combustible y el relay automotriz, programando al equipo AVL y configurando la plataforma Position Logic empleada por la empresa “Fermon Perú S.A.C.”
- La actividad comercial y productiva de la empresa “Fermon Perú S.A.C. se basa en la venta y programación de equipos AVL con tecnología GPS y el monitoreo vehicular satelital a través de su plataforma Position Logic monitorea un total de 404 unidades (287 de transporte pesado, 112 de transporte público y 5 de transporte particular) reunidas en un total de 65 empresas (52 transporte pesado, 9 transporte público y 4 transporte particular).
- FERMON PERÚ SAC a través de la plataforma de Position Logic, reúne las características necesarias para atender los requerimientos básicos de los clientes además de permitir implementar otras características como el monitoreo de combustible y el bloqueo remoto del vehículo siempre teniendo en cuenta que dicha plataforma no puede ser modificada libremente por FERMON PERÚ SAC ya que la plataforma pertenece a Position Logic.
- Gracias a los resultados de la encuesta aplicada por Fermon Perú S.A.C. se pudo identificar las necesidades de sus clientes siendo las principales características requeridas el monitoreo de combustible y el bloqueo remoto del vehículo.
- Las mejoras requeridas por los clientes principalmente son monitoreo de combustible y bloqueo remoto del vehículo. Para lograr estas mejoras se requiere emplear un equipo AVL VT310, un sensor de combustible, el relay

automotriz y con la configuración de la plataforma Position Logic empleada por la empresa “Fermon Perú S.A.C.”

- Con la migración progresiva de 300 vehículos a costo 0 por la adquisición del equipo AVL, se tiene una ganancia proyectada a partir del 8vo mes, en los primeros meses se aprecia una ganancia negativa, pero conforme pasan los meses el ingreso total supera al costo total, por lo tanto se llega a un punto de equilibrio donde la ganancia es positiva y constante, en conclusión se obtiene más de lo invertido; para dicho cálculo se tomo como referencia un tiempo de migración a mediano plazo, por lo que si se aumenta el número de vehículos a migrar, el índice de ganancia se puede apreciar en un menor tiempo, por ende se considera rentable la propuesta de mejora del sistema de monitoreo de la Empresa Fermon Perú S.A.C.

## RECOMENDACIONES

- Debido a que en las instalaciones de los equipos AVL suelen generarse daños a los vehículos por mala manipulación se recomienda capacitar al personal técnico en electricidad e electrónica de vehículos para evitar inconvenientes con el cliente.
- Se recomienda seguir utilizando la red de datos celular de América Móvil ya que por el momento ofrece mayor cobertura.
- Al momento de realizar la instalación del relay para el bloqueo remoto vehicular, se recomienda usar cables del mismo calibre de los cables del vehículo debido a la corriente que circula por ellos, sino se instala adecuadamente puede presentar problemas posteriormente, como la apertura o daño del relay.
- El equipo GPS debe ser instalado de la forma más mimetizada posible, para evitar la desconexión o manipulación de este, ya sea por los mismos conductores o en caso de robo.
- Determinar un procedimiento interno para la instalación del equipo AVL a fin de reducir errores técnicos.
- Mejorar continuamente los procedimientos de capacitación a los clientes de Fermon Perú SAC para que puedan aprovechar mejor los beneficios de esta plataforma AVL.

## BIBLIOGRAFÍA

- [D.Dailey,2002] Daniel J Dailey, AVL-equipped vehicles as traffic probe sensors, USA, 1° Ed., National Technical Information Service, 2002
- [F.Zhao,1997] Fang Zhao, Planning and Implementation of Automatic Vehicle Location Systems for Public Transit, USA, 1° Ed., National Technical Information Service, 1997.
- [J.Ciampagna,1999] José María Ciampagna; Aplicación de los sistemas de Información Geográfica a los Sistemas de Localización de Vehículos; Seminario sobre Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.), Córdoba, 6 de Mayo de 1999.
- [C.Acevedo,2009] Christian Patricio Acevedo Páez, Marco Renato Mejía Ruiz; Diseño e implementación de un sistema prototipo de localización vehicular en la banda vhf con técnicas de modulación digital en tiempo real utilizando el módulo de desarrollo del microprocesador adsp-2181"; Quito, Julio del 2009.
- [Trackstick,2011] Trackstick, Super Trackstick, España 2008, <http://www.trackstick.es/info.html>, (Fecha de ingreso al website: 28/09/2011).
- [Omnitronic,2011] Omnitronic. Sistemas de Seguimiento Vehicular (AVL) y Monitoreo Remoto [http://www.omnitronic-sa.com/especif/TECNOLOGIAS %20 OFRECIDAS.PDF](http://www.omnitronic-sa.com/especif/TECNOLOGIAS%20OFRECIDAS.PDF), (Fecha de ingreso al website: 28/09/2011).

- [OSIPTEL,2012] OSIPTEL, Indicadores del Servicio Móvil- 2.8 Cobertura nacional por operador. Perú 2012, [http://www.osiptel.gob.pe/WebSiteAjax/webformgeneral/sector/wfrm\\_Consulta\\_Informacion\\_Estadisticas.aspx?CodInfo=13478&CodSubCat=864&TituloInformacion=2.%20Indicadores%20del%20Servicio%20M%C3%B3vil&DescripcionInformacion=](http://www.osiptel.gob.pe/WebSiteAjax/webformgeneral/sector/wfrm_Consulta_Informacion_Estadisticas.aspx?CodInfo=13478&CodSubCat=864&TituloInformacion=2.%20Indicadores%20del%20Servicio%20M%C3%B3vil&DescripcionInformacion=), (Fecha de ingreso a la website: 01/05/2012)
- [El Peruano,2009] El Peruano; Lima, 27 de mayo de 2009; Pag. 4.
- [FERMON,2010] FERMON PERU SAC, Nosotros, Perú 2010, <http://fermonperusac.com/empresa-rastreo-satelital-gps.html>, (Fecha de ingreso a la website: 28/08/2011)
- [Position,2011] Position Logic, Especializados en Servicios de Localización, EEUU 2011, <http://www.positionlogic.com/es/quienes-somos>, (Fecha de ingreso a la website: 28/08/2011)
- [Manual,2009] Manual Para el Usuario Final de la Plataforma Position Logic, Position Logic, Octubre2009, pag. 5.
- [Análisis,2012] ANÁLISIS ECONOMICO Y SOCIAL DE LA EMPRESA, <http://www.slideshare.net/ortizzubillagae/anlisis-econmico-y-social-de-la-empresa-4709956> (Ingreso a la website 01/02/2012).
- [O.Amat,2000] Oriol Amat; ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO; Balances - Cuenta de resultados - Origen y aplicación de fondos - Cash flow - Ratios - Fondo de Maniobra. -

Autofinanciación y Rentabilidad; 20a edición, Edición gestión 2000.

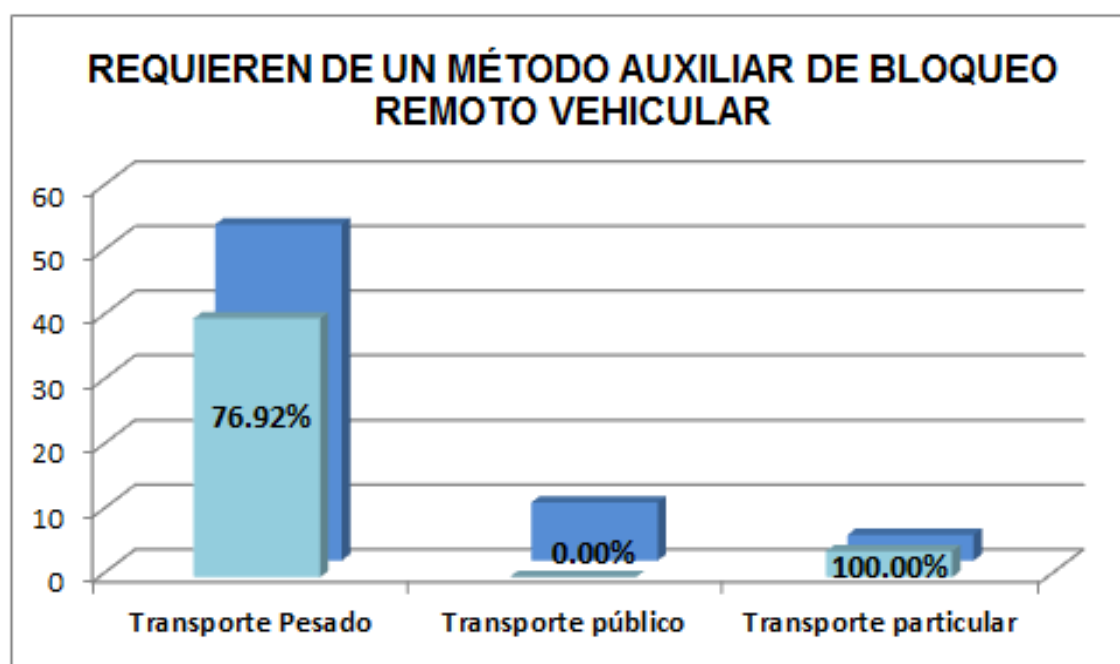
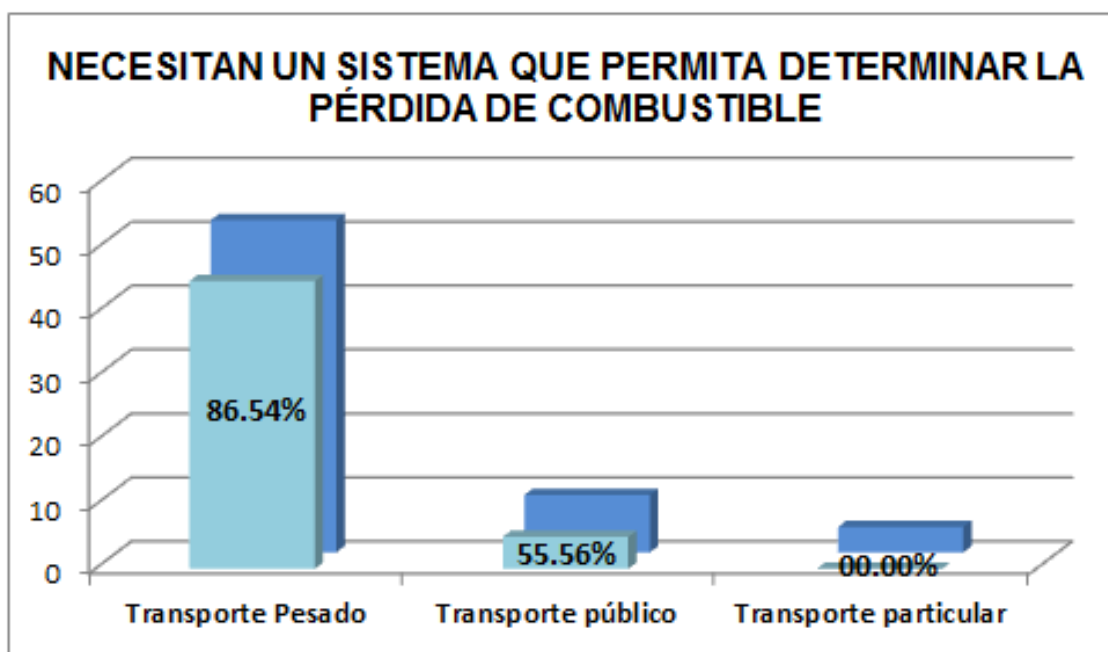
[M. Schmidt, 2009] Marty J. Schmidt; BUSINESS CASE ESSENTIALS – A guide to structure and content; Third Edition 2009.

## ANEXOS

### ANEXO 1: RESULTADOS ENCUESTA PRIMER AÑO DE SERVICIO

Tipo de Transporte	Empresas		Unidades	
	Activas	bajas	activas	Bajas
Pesado	52	18	287	82
	100%			
Público	9	1	112	6
	100%			
Particular	4	2	5	2
	100%			
TOTAL	65	21	404	90

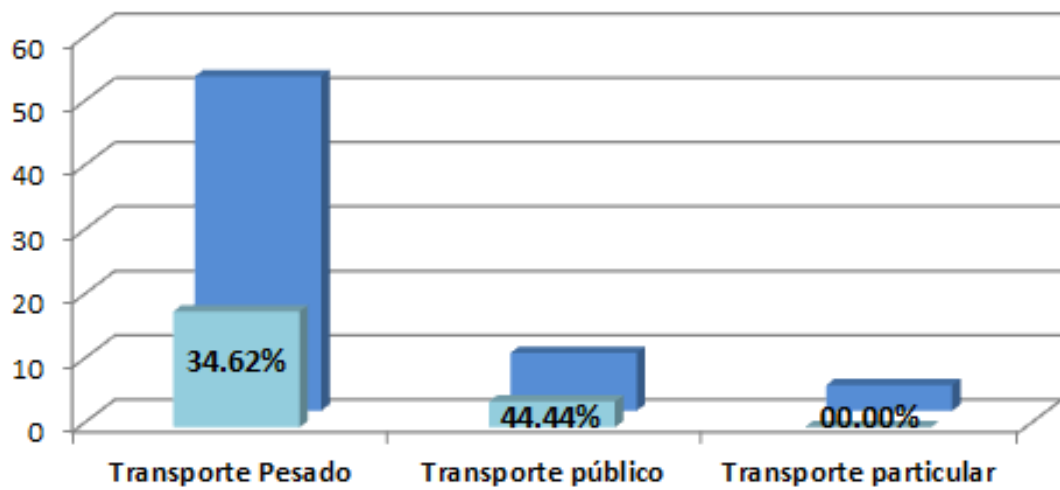
Tipo de Transporte	Empresas que requieren				
	Control de combustible	Bloqueo Remoto	Elementos Probatorios	Monitoreo de carga	Control de Pestillos
Transporte Pesado	45	40	18	35	10
	86.54%	76.92%	34.62%	67.31%	19.23%
Transporte público	5	Prohibido	4	0	3
	55.56%	0.00%	44.44%	0.00%	33.33%
Transporte particular	0	4	0	0	4
	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%
TOTAL	50	44	22	35	17



**Fuente: Encuesta primer año de servicio Fermon Perú SAC**

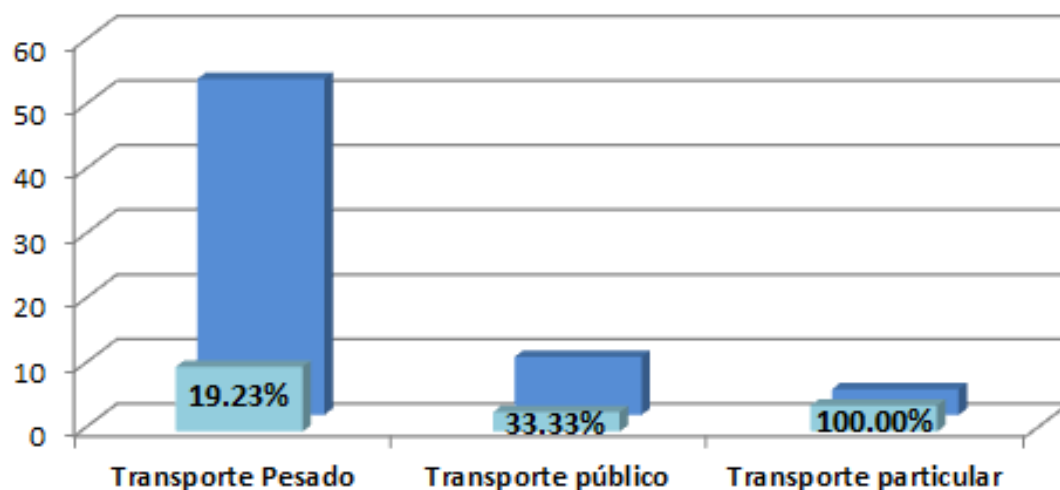


### NECESITAN ELEMENTOS PROBATORIOS ANTE EL ACONTECIMIENTO DE ROBO

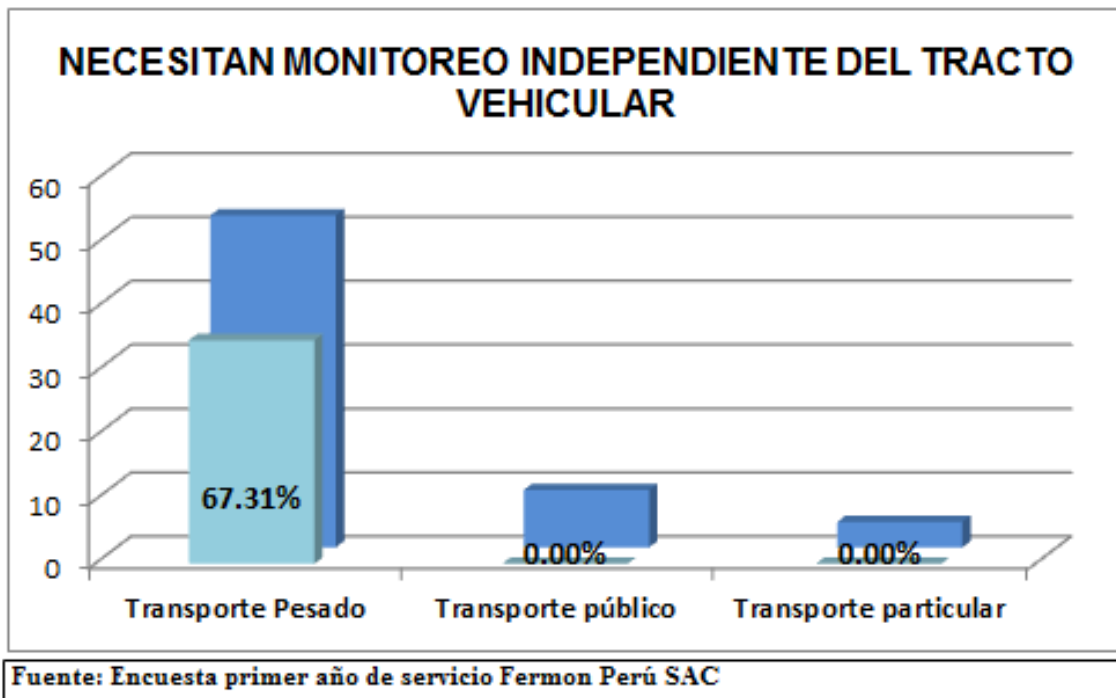


Fuente: Encuesta primer año de servicio Fermon Perú SAC

### NECESITAN DE UNA SOLUCION ANTE EL OLVIDO DE LLAVES DENTRO DEL VEHICULO



Fuente: Encuesta primer año de servicio Fermon Perú SAC



# GPS Vehicle Tracker

---

User Manual

V6.1

VT310

---

## 1. Product Overview

VT310 is a GPS/GPRS based tracking device specially developed and designed for vehicle real-time tracking and fleet management.

VT310 has inbuilt GPS module to obtain accurate position data and utilizes its GSM capability to send the position data to a specified mobile phone or server base for tracking and fleet management.

With internal memory, VT310 can store GPS coordinates when there is no GPRS connection or at a specified interval requested by the user.

One optional feature of VT310 is that a microphone can be linked out to be hidden somewhere inside the vehicle for listening to the cabin.

VT310 has the following functions and features:

- ⊗ SMS and GPRS TCP/UDP Communication
- ⊗ Track on Demand
- ⊗ Show Location Directly on Mobile Phone
- ⊗ Track by Time Interval
- ⊗ Listen (Voice Wiretapping) (Optional)
- ⊗ GSM Blind Area Memory
- ⊗ Logging Capacity up to 180,000 Waypoints
- ⊗ Inbuilt Motion Sensor for Power Saving
- ⊗ SOS Panic Button
- ⊗ Movement Alarm
- ⊗ Geo-fencing Control
- ⊗ Low Battery Alarm
- ⊗ Speeding Alarm
- ⊗ GPS Blind Area Alarm (In/out)
- ⊗ Power-cut Alarm
- ⊗ Engine Cut (Stop Engine)
- ⊗ I/O: 5 digital inputs, 3 negative and 2 positive triggering; 5 outputs
- ⊗ Analog Input: 2 analog inputs of 10 bits resolution for connecting fuel level sensor or other sensors.



## 2. For Your Safety

Read these simple guidelines. Not following them may be dangerous or illegal.

### Proper Connection

When connecting with other device, read carefully its manual so as to carry out correct installation. Do not connect it to other incompatible devices.

### Qualified Accessories

Use original parts, qualified batteries and peripheral equipments to

<b>Safe Driving</b>	avoid damage to VT310. Drivers should not operate this product while driving.
<b>Qualified Service</b>	Only qualified personnel can install or repair VT310.
<b>Water Resistance</b>	VT310 is not water resistant. Keep it dry. Install it inside the vehicle or use waterproof bag if necessary.
<b>Confidential Phone Number</b>	For safety reason, do not tell other people the mobile phone number of your VT310 without taking precautions of security settings.

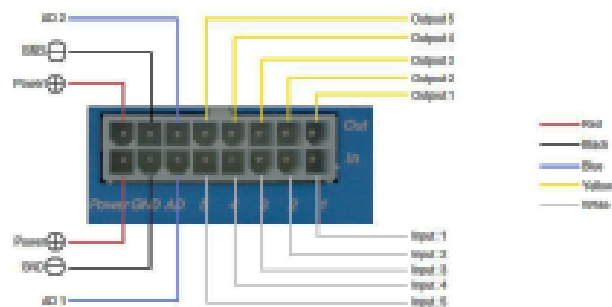
### 3. VT310 Characteristics

Items	Specification
Power Supply	+9V - +36V / 1.5A
Backup Battery	850mAh
Normal power consumption	85mA/h
Dimension	104mm x 62mm x 34mm
Installation Dimension	104mm x 83mm x 34mm
Weight	190g
Operating temperature	-20° to 55° C
Humidity	5% to 95% Non-condensing
Frequency	Quad Band GSM 850/900/1800/1900MHz
GPS Module	latest GPS SIRF-Star III chipset
GPS Sensitivity	-158Db
GPS Frequency	L1, 1575.42 MHz
C/A Code	1.023 MHz chip rate
Channels	20 channel all-in-view tracking
Position Accuracy	10 meters, 2D RMS
Velocity Accuracy	0.1 m/s
Time Accuracy	1 us synchronized to GPS time
Default datum	WGS-84
Reacquisition	0.1 sec., average
Hot start	1 sec., average
Warm start	38 sec., average
Cold start	42 sec., average
Altitude Limit	18,000 meters (60,000 feet) max.
Velocity Limit	515 meters/second (1000 knots) max.
LED	2 LED lights to show GPS/GSM status.
Flash Memory	4MB
Button	One SOS Button
Interface	5 digital inputs (3 negative and 2 positive triggering); 2 analog inputs; 5 outputs.



Flashing (0.1 second on and 2.9 seconds off)	VT310 has a GPS fix
Flashing (1 second on and 2 seconds off)	VT310 has no GPS fix
<b>GSM LED (Green)</b>	
On	One call is coming in / one call is being made
Flashing ( every 0.1 second)	The unit is being initialized
Flashing (0.1 second on and 2.9 seconds off)	VT310 is connected to the GSM network
Flashing (1 second on and 2 seconds off)	VT310 is not connected to the GSM network
<b>Power On/Off Button</b>	Press and hold for 3~5 seconds to turn on/off VT310.
<b>SOS Button</b>	SOS button is connected with the wires. Press it to send SOS alarm to the preauthorized phone number.
<b>Mini USB</b>	Used for firmware update, configuration on PC and exporting stored data. (USB-to-Serial Adaptor is required for firmware update, configuration and exporting stored data)
<b>SIM Card Holder</b>	To insert SIM card here
<b>GSM Antenna</b>	Connector for GSM antenna
<b>GPS Antenna</b>	Connector for GPS antenna
<b>Screw Holes</b>	There are 4 screw holes on the tracker, 2 along either side that act as fixing points to the vehicle
<b>Microphone (optional)</b>	A microphone to be linked out for listening to the cabin (wiredtapping)

#### PINs Connector

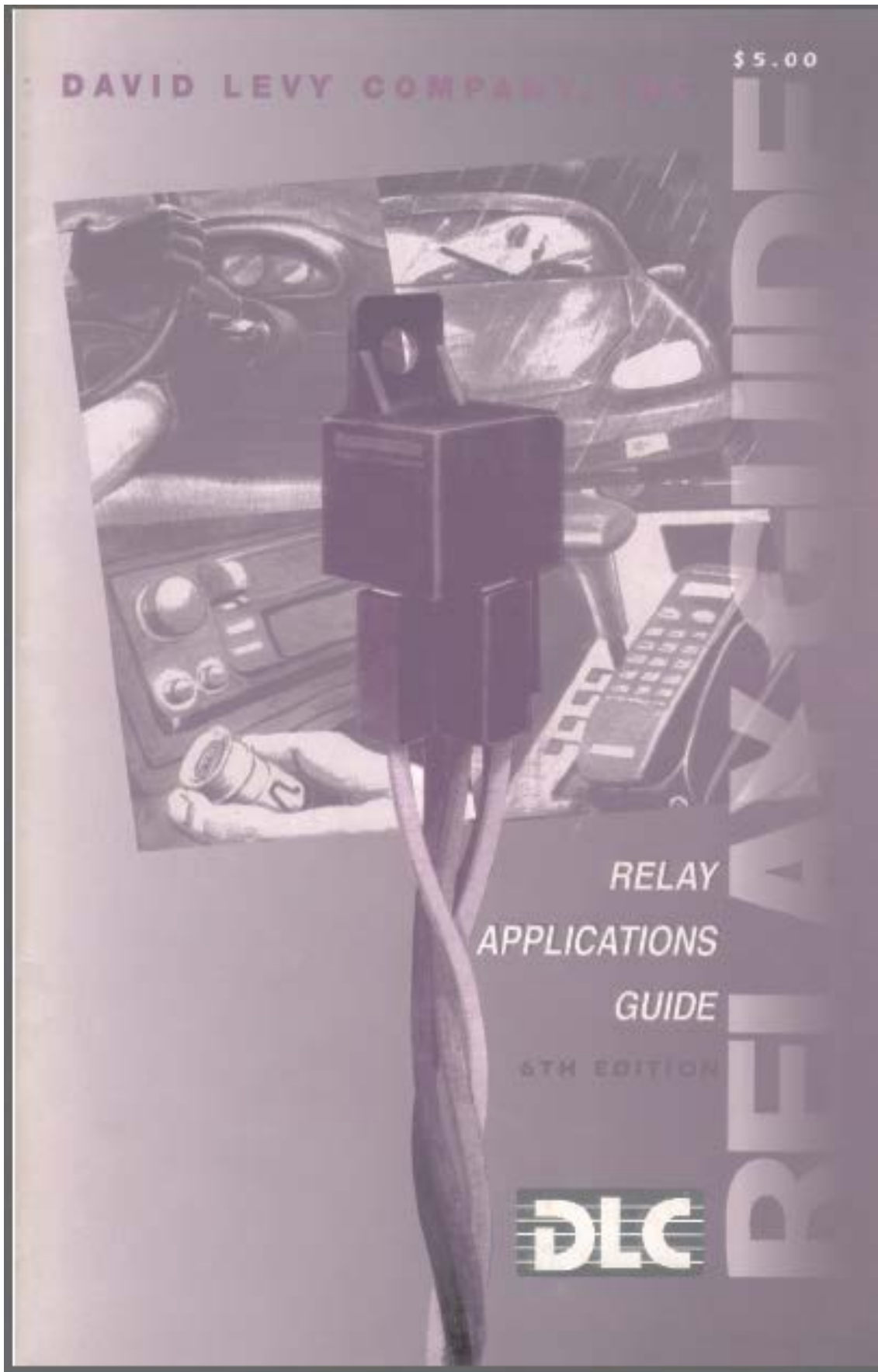


PIN	Color	Function
Power	Red	DC In (power input). Input voltage: 9V~36V. 12V suggested.
GND	Black	Ground
In	White	Digital Inputs. In1, In2 and In3 are negative triggering; In4 and In5 are positive triggering.
Out	Yellow	Outputs. Low voltage (0V) when effective and open drain when ineffective. Output open drain sink voltage (ineffective): 45V max. Output low voltage sink current (effective): 500mA max.
AD	Blue	10 Bits Resolution Analog Inputs. Input voltage: 0~5V.

#### DC Characteristics of PINs

PIN	Inactive	Active	Maximum
Input 1/2/3	Open drain or >1V	0V(GND)	45V
Input 4/5	Open drain or 0V(GND)	>3V	45V
Output 1/2/3/4/5	Open drain	0V (GND)	45V/500mA
DC IN	/	9-36V	45V

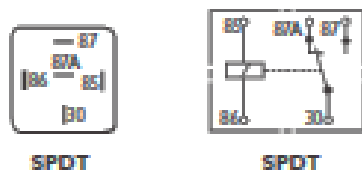
ANEXO 3: DATASHEET RELAY





## ABOUT BOSCH RELAYS

A **relay** is an "electromechanical" device that uses a coil (electro) to move switch contacts (mechanical). The coil can be energized with a small amount of power while the switch contacts can be used for any number of applications including switching high power circuits or reversing the polarity of a control signal. A typical 12-volt relay requires a coil current of .150 amps to energize. The relay contacts can switch currents up to 30 amps. The power "gain" of this relay is as high as 200 to 1, and is one reason relays are often found in high current automotive circuits. In most circuits, a relatively weak signal or trigger is used to make the relay control a higher current or voltage circuit. The output of a trigger actuates the coil, which closes (or opens) the much heavier duty contacts, allowing the desired action to result. The main components of a relay are the **coil**, the **spring**, and the **contacts**. These components determine how the relay is to be rated by the manufacturer and used by the installer. Below is an illustration of the bottom of a relay.



Element descriptions to the above two diagrams follow:  
**85, 86** - Coil. This is what is powered, either by a 12-volt trigger to 85 (or 86) with 86 (or 85) to ground, or with a negative trigger (com-

mon on alarm systems) to 85 (or 86), and 12-volt CONSTANT to the other pin (86 or 85). Basically, it doesn't matter whether pin 85 or 86 is used for ground or 12 volt if the relay does not have a diode across the coil. Bosch states that 86 should be the 12V connection and 85 should be the ground since newer relays come with an internal diode. By using either of the previous methods, the coil will magnetically actuate, opening contacts 30 and 87A, while closing 30 and 87. This type of relay is known as a single pole, double throw (SPDT).  
**30** - Terminal 30 is common. One side of whatever is being controlled goes here.  
**30, 87A** - Normally closed (N/C).  
**30, 87** - Normally open (N/O).

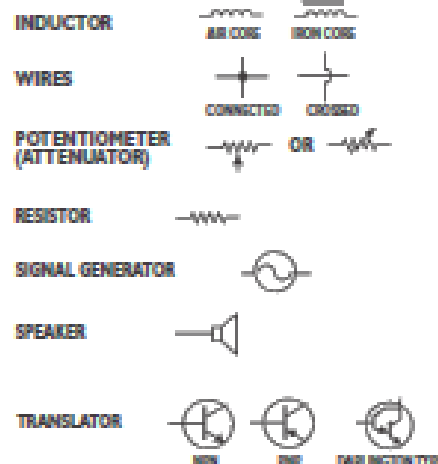
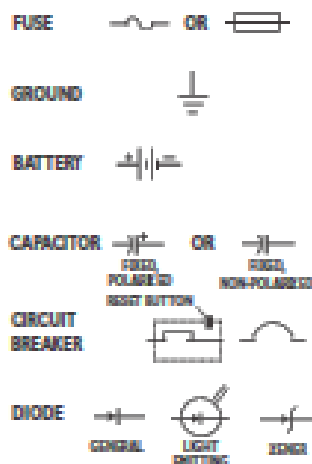


The following diagrams show the other types of commonly used automotive relays:



Whenever installing a relay, use a quenching diode between terminals 85 and 86, with a cathode to the positive terminal to prevent the inductive spike on relay turn-off.

## ELECTRONIC SYMBOLS



## Anexo 4: Descripción de la data

Data Format: GPRMC | HDOP | Altitude | State | AD1,AD2

Example:

094506.000,A,2232.5412,N,11404.6919,E,0.00,,290709,,\*12|1.7|110|0000|00A  
A,0267

(1) GPRMC includes:

hhmmss.dd,S,xxmm.dddd,<N|S>,yyymm.dddd,<E|W>,s.s,h.h,ddmmyy,d.d,D\*H  
H

Example: 134829.486,A,2232.6083,N,11404.8137,E, 58.31,309.62,010809,,\*1A

Note:

Parameter	Description	Example
hhmmss.dd	UTC time hh = hours; mm = minutes; ss = seconds; dd = decimal part of seconds	13:48:29.486
S	GPS status indicator, A = valid, V = invalid	A=Valid
xxmm.dddd Latitude	xx = degrees; mm = minutes; dddd = decimal part of minutes	22 deg. 32.6083 min.
<N S>	Either character N or character S N = North, S = South	N = North
yyymm.dddd Longitude	yyy = degrees; mm = minutes; dddd = decimal part of minutes	114 deg. 04.8137 min.
<E W>	Either character E or character W E = East, W = West	E = East
s.s	Speed, in unit of knot. (1 knot = 1.852 km)	58.31 Knots

h.h	Heading, in unit of degree	309.62 deg.
Ddmmyy	Date dd = date; mm = month' yy = year	01,08,09
d.d	Magnetic variation	Normally blank
D	Either character W or character E W = West ,E=East	Normally blank
*	checksum delimiter:	In case there would be one more comma (,) prior to *, GPRMC is still to be ended by '*'.
HH	Checksum	1A

(2) '|' is list separator in ASCII (0x7c)

(3) HDOP, in ASCII code, 0.5-99.9. HDOP is blank when the tracker has no GPS fix.

(4) Altitude, in algorithm.

(5) State: Status of inputs and outputs:

For VT310

Bit0: Status of Out1

If Bit0=0: Out1 is closed; Bit0=1:Out1 is open.

Bit1: Status of Out2

If Bit1=0: Out2 is closed; Bit1=1:Out2 is open.

Bit2: Status of Out3

If Bit2=0: Out3 is closed; Bit2=1:Out3 is open.

Bit3: Status of Out4

If Bit3=0: Out4 is closed; Bit3=1:Out4 is open.

Bit4: Status of Out5

If Bit4=0: Out5 is closed; Bit4=1:Out5 is open.

Bit5~Bit7: Reserved.

Bit8: Status of Input1

If Bit8=0: Input1 is inactive; Bit8=1: Input1 is active.

Bit9: Status of Input2

If Bit9=0: Input2 is inactive; Bit9=1: Input2 is active.

Bit10: Status of Input3

If Bit10=0: Input3 is inactive; Bit10=1: Input3 is active.

Bit11: Status of Input4

If Bit11=0: Input4 is inactive; Bit11=1: Input4 is active.

Bit12: Status of Input5

If Bit12=0: Input5 is inactive; Bit12=1: Input5 is active.

Bit13~Bit15: Reserved and default as '0'

(6) AD1, AD2: 10 bit analog input (only for voltage) for VT310 only,  
0x0000~0x03ff in HEX, separated by ','

(comma).

Example:

094506.000,A,2232.5412,N,11404.6919,E,0.00,,290709,,\*12|1.7|110|0000|00A

A,0267

AD1 is 0x00AA and AD2 is 0x0267.

Voltage Formula:  $\text{Input Voltage} = (\text{AD} * 6) / 1024$

0x00AA=>170(decimal)=>(170\*6)/1024=0.99609375V(voltage)

0x0267=>615(decimal)=>(615\*6)/1024=3.603515625V(voltage)

## ANEXO 5: DATASHEET SENSOR DE COMBUSTIBLE ASINTEC

	 A fuel level sensor with a black circular base, a silver cylindrical probe, and a black cable with a connector.
	<p data-bbox="766 1400 1380 1478"></p> <p data-bbox="798 1523 1197 1747"><b>Gps</b> <b>Asintec</b></p> <p data-bbox="798 1769 1356 1836">Membranas / Software Sensor del Nivel de Combustible en el Depósito</p>



### Sensor del Nivel de Combustible en el Depósito

Sensor de nivel de combustible DUT-E está diseñado para medir el nivel de predicción de combustible en todo tipo de tanques de los vehículos, también en los tanques de las instalaciones fijas.

DUT-E se utiliza como un sensor de nivel de combustible estándar o como un sensor adicional para ser utilizado con AVL, FMS, sistemas de monitorización de tanques o sistemas de localización de vehículos.

DUT-E como parte del sistema de gestión de datos se utiliza:

- Para obtener una información fiable del volumen actual de combustible en el tanque del vehículo.
- para definir la capacidad del tanque de un vehículo.
- para detectar el nivel de combustible desde el tanque.
- para llevar a cabo el seguimiento a distancia del tanque.
- para detectar el consumo de combustible.

### Características

- Instalación directa en el cuerpo del tanque;
- Permite el corte "en el lugar" hasta el 300% de su longitud total al sin necesidad de reparación;
- Protección de la salida del sensor de nivel de combustible de corte directo;
- Protección contra la sobretensión (hasta 100 V);
- Los sensores se entregan con bridas, es decir, el que tiene un intercambiable y no hay necesidad de hacer la calibración del tanque cada vez que cambia DUT-E del sensor;
- Estable y exacta de la señal de salida;
- Seguridad de diseño y pequeñas dimensiones totales de la parte del sensor exterior;
- Resistencia al agua.

### Especificaciones

Operación estándar: Gasolina

Resistencia interna: 200 Ω

Supply voltage: 12,5V ± 10% (dependiendo de la DUT)

Operación temperatura: -10 ~ +85 °C

Corriente de consumo: I = 10 mA

Output: 0-5V

DUT-E 200 analog, output voltage range 0,5 - 4,5 V

DUT-E 200 analog, output voltage range 0,5 - 5 V

DUT-E 200 digital, output 0-10V COM

DUT-E 200 digital, output 0-10V COM

DUT-E F1 frequency output 0-10000Hz

Length: min 2000 2400, 2800, 3200, 360, 380, 400, 420

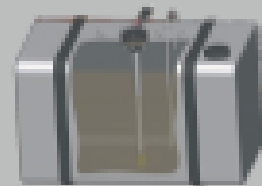
### DISPOSITIVO

El caso de instalación se muestra en el depósito de combustible.



### Colocación de Sensor

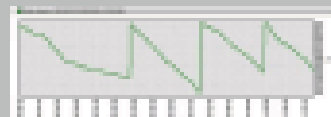
Ejemplo de colocación del dispositivo en el tanque de combustible del vehículo.



### Colocación de Sensor

Deposito de combustible en punto de venta al por menor. Perfil de instalación de consumo, para el nivel de combustible y otros sensores, así como la calibración del consumo.

Adicionalmente se muestra configuración de sensores y otros sensores, así como la conexión de los sensores en cada caso y sistema general, por ejemplo el uso de sensores de nivel de combustible para la calibración de consumos.



## ANEXO 6: DATASHEET SENSOR ULTRASONICO DE COMBUSTIBLE



# NECC-01

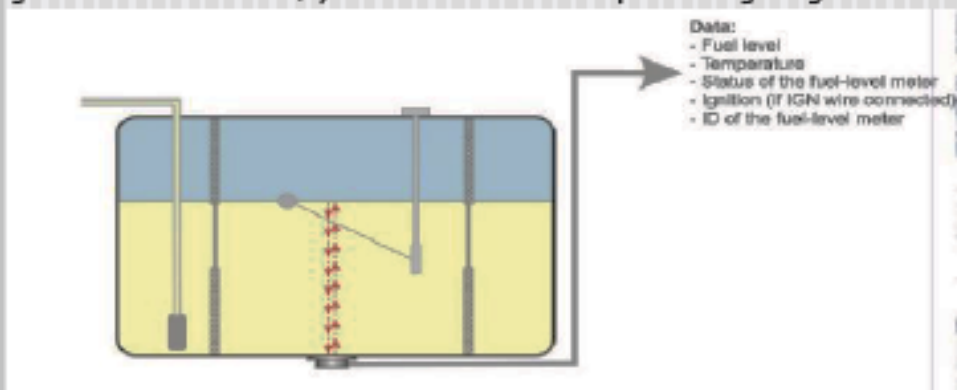
Nivel Electrónica SRL

## SENSOR ULTRASONICO DE COMBUSTIBLE

La tecnología más avanzada en sensores de combustible, exactitud y confiabilidad.

Resultado del desarrollo conjunto de tecnología europea de última generación y Nivel Electrónica SRL.

El **único** sensor de alta precisión, (con algoritmos integrados, **built-in**, contra fluctuaciones tales como cambios de temperatura, movimientos del líquido e inclinaciones, lo que asegura una precisión extra en las mediciones) no invasivo, **no tiene desgaste mecánico**, y **no necesita perforar el tanque de combustible**, ni requiere mantenimiento. No afecta la garantía del vehículo, y su instalación no implica riesgo alguno.



Software amigable, fácil control del consumo de combustible, (cargas y extracciones), reportes y gráficos claros y sencillos. Control On Line. Se instala en cualquier tipo de vehículos desde autos pequeños a camiones de gran porte con tres tanques. Innumerables aplicaciones en la industria, como el sensado de todo tipo de líquidos, (gasóil, nafta, leche, etc.) al no ser invasivo **no altera las propiedades, la composición, la calidad, y no contamina el fluido medido.**



## NECC-01

### SENSOR ULTRASONICO DE COMBUSTIBLE

El sensor NECC-01, puede ser integrado a cualquier dispositivo de control vehicular, como AVL, Tacografos, Computadoras de a Bordo, etc..

Captura y transmite la información, desde el tanque hasta la central de control. Aviso y alarma On Line ante anomalías



Su instalación simple y segura no compromete la integridad del vehículo, (no interrumpe el circuito del combustible quitándole caudal en los momentos de exigencia del motor, ni se perfora el tanque con los riesgos propios de la operación y las virutas residuales que pudieran quedar dentro del mismo).



## ANEXO 7: BAOCHENG-RELÉ 12V/24V

### Datos del producto

#### Datos básicos

<b>Voltaje:</b>	12V/24V	<b>Corriente clasificada:</b>	50a
<b>Lugar del origen:</b>	China (continente)	<b>Marca:</b>	Conferencia de alto nivel- baocheng
<b>Número de Modelo:</b>	Coche usado relé de bm94(4141)- un	<b>de color:</b>	negro
<b>dimensión del esquema:</b>	( 28*28*41) mm	<b>Coche usado relé de bm94(4141)-un:</b>	relé de modelo

#### Especificaciones

1. de pequeño volumen, coche usado relé de 2. coche especial de apoyo 3. de carga de contacto grande 4. Método de instalación: plug- en y pcb

#### Detalles rápidos

Lugar de origen: zhejiang, china( continental)      brand nombre: conferencia de alto nivel- baocheng      model número: bm94

La teoría: poder relay      usage: auto relay      size: en miniatura

Característica

Protector: sealed      Contacto de carga: de alta potencia

Coche usado relé de bm 94(4141)- un

#### Información del pedido

bm94& ciudad-keqiao;un

1      2

1. modelo: bm94

2. formulario de contacto: un: 1a; b: 1b; c: 1c

#### Datos de contacto

formulario de contacto	1a 1b 1c
------------------------	----------

Rated de carga	1a: 40a, 50a, 60a, 70a, 80a/14vdc. 40a/24vdc 1b: 30a, 40a, 50a, 60a, 70a/14vdc. 30a/24vdc 1c: nc 30a, 40a, 50a, 60a, 70a/14vdc no 40a, 50a, 60a, 70a, 80a/14vdc
----------------	--

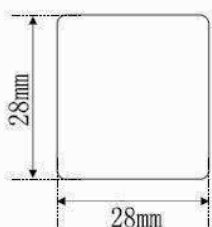
### Datos de la bobina

voltaje de la bobina	12, vdc 24
poder de la bobina	1.6w ; 1.8w

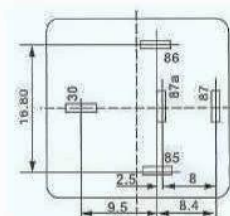
### Datos generales

la fuerza dieléctrica	La bobina between& contactos: 50hz 500v between contactos: 50hz 500v
resistencia de aislamiento	min 100m $\Omega$ ;( 500vdc)
la resistencia de contacto	$\leq$ 30m $\Omega$ ;
la temperatura ambiente	- 40 $^{\circ}$ c~125 $^{\circ}$ c
Electrical life	10 <sup>5</sup>
vida mecánica	10 <sup>7</sup>

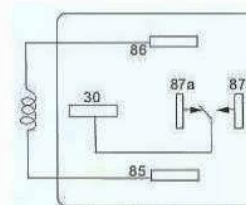
### Outline Dimension(mm)



Outline Dimension Diagram(Level View)

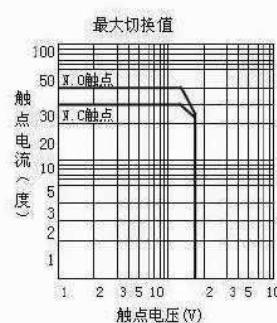
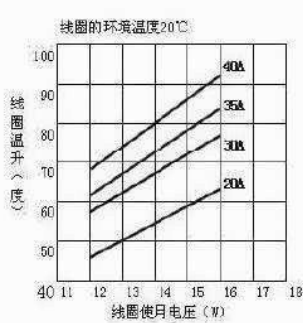
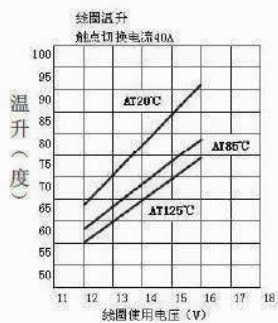


Installation Size Diagram (Bottom View)



Wiring Diagram (Bottom View)

### Reference Data



## ANEXO 8: MARCA MEISHUO - MODELO MAB 12V/24V

### Datos del producto

#### Datos básicos

<b>Voltaje:</b>	12V/24V	<b>Corriente clasificada:</b>	50A
<b>OE NO.:</b>	234876222	<b>El coche hace:</b>	VW
<b>Lugar del origen:</b>	China (continente)	<b>Marca:</b>	Meishuo
<b>Número de Modelo:</b>	MAB	<b>color:</b>	negro

#### Especificaciones

relay auto 4pin y 5pin del relais 12v 50a 70A disponibles

relay auto 12v 50a

Forma del contacto	1A 1C
Material del contacto	Aleación de plata
Corriente de Max.Switching	70A
Voltaje de Max.Switching	50VDC
Carga de Min.Contact	1A 6VDC
Vida eléctrica	100000 ops
Vida mecánica	10000000 ops
Resistencia de aislamiento inicial	500MΩ
Fuerza dieléctrica	500VAC
Funcione el tiempo	5ms-10ms
Lance el tiempo	5ms-10ms
Temperatura ambiente	- 40°C~+85°C
Temperatura de Astorage	- 40°C~+155°C
Terminación	aprisa conecte

Construcción				Sellado, protector contra el polvo		
Peso de unidad				42g		
Datos de la bobina						
Voltaje (VDC)	Voltaje de la recolección (VDC)	Voltaje de la salida (VDC)	Resistencia de bobina el $\Omega \pm 10\%$	Paralelo el resistance $\Omega \pm 5\%$	Resistencia equivalente la el $\Omega \pm 10\%$	Energía de la bobina (w)
6	3.9	0.6	22.5	---	---	1.6
6	3.9	0.6	22.5	180	20	1.8
12	7.8	1.2	90	---	---	1.6
12	7.8	1.2	90	680	79.5	1.8
24	15.6	2.4	360	---	---	1.6
24	15.6	2.4	360	2700	317.6	1.8