

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**SECCIÓN DE POST-GRADO**



**GPS APLICADO A LA UBICACIÓN DE VEHÍCULOS DE  
TRANSPORTE TERRESTRE Y SUS ALTERNATIVAS EN SU  
GESTIÓN**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA DE TRANSPORTES**

**Ing. RALFO FORTUNATO HERRERA ROSADO**

**LIMA-PERÚ**

2011

## ÍNDICE GENERAL

---

RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	5
ÍNDICE GENERAL .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
CAPÍTULO I: introducción al problema de estudio .....	11
1.1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DE ESTUDIO .....	11
1.2. PROBLEMAS, OBJETIVOS, HIPÓTESIS .....	11
1.2.1. Problemas .....	11
1.2.2. Objetivos .....	11
1.2.3. Hipótesis .....	12
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....	13
2.1. MARCO TEORICO .....	13
2.2.1. Visión global del GPS .....	13
2.2.2. El sistema GPS .....	13
2.2.3. El Sistema GPS en la localización de vehículos .....	14
2.1.4. El Sistema GPS Trimble AVL .....	15
2.1.5. Red de Comunicaciones .....	17
2.1.6. Software de la estación base .....	17
2.1.8. Ventajas del GPS AVL .....	19
2.1.9. Capacidades Extendidas .....	20
2.1.10. Estimaciones mejores del Tiempo .....	20
2.2. CómPUTO MUERTO (Dead Reckoning) Dr .....	21
2.2.1. Pérdida de señal de los vehículos .....	21
2.2.2. Ubicación del sentido de los vehículos .....	21
2.2.3. Mejora de la ubicación de los vehículos .....	21

2.2.4. Funcionamiento del Diferencial GPS, DGPS.....	22
2.2.5. Utilización del DGPS (Modo diferencial GPS).....	22
2.2.6. Requisitos del-- DGPS.....	22
2.2.7. Cómputo muerto (Dead Reckoning) DR.....	23
2.2.8. Aplicaciones:.....	24
2.2.8.1. Problemas: edificios, túneles, parqueos, techados y vegetación.....	24
2.2.8.2. Aplicaciones de los datos móviles.....	30
2.2.8.3. Comunicaciones.....	33
CAPÍTULO III: operatividad y solución de problemas.....	38
3.1. OPERAtividad DEL SISTEMA.....	38
3.2. comunicacion del sistema.....	38
3.2.1. En tiempo real.....	38
3.2.2. En tiempo diferido.....	38
3.2.3. Solución de los problemas.....	39
3.3. METODOLOGÍA.....	39
3.3.1. Registro de principales indicadores del móvil.....	39
3.3.2. Aplicación de la metodología.....	40
CAPÍTULO IV: APLICACIÓN EPISTEMOLÓGICO EXPERIMENTAL.....	48
4.1. PROBLEMA A SOLUCIONAR.....	48
4.2. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	48
4.2.1. Cuadro de resumen.....	49
4.2.2. Gráficas de los caminos.....	50
4.2.3. Rutas.....	54
CAPITULO V: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.....	58
5.1. CONCLUSIONES.....	58
5.2. RECOMENDACIONES.....	59
5.3. BIBLIOGRAFÍA.....	61
5.4. ANEXOS.....	62

Anexo 1 - Recolección de datos .....	62
Anexo 2 - Funcionamiento del GPS en el transporte .....	90
Anexo 3 - El sistema GPS llega al Perú para el transporte terrestre .....	100
Anexo 4 - La Tecnología del GPS AVL llega a Lima .....	104
Anexo 5 - En Arequipa los vehículos de transporte urbano y taxis contarán con GPS.....	109
Anexo 6 - Algunos tipos y precios de GPS utilizados en el rastreo de vehículos	109
Anexo 7 - Transmilenio en Santa Fe de Bogotá.....	113
Anexo 8 - Curitiba, un ícono del transporte público.....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1:	Precisiones del GPS y el DR.....	22
Tabla 2:	Principales indicadores periféricos .....	39
Tabla 3:	Parámetros estadísticos de las rutas .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1:	Constelación de satélites NAVSTAR .....	15
Figura 2.2:	Funcionamiento del AVL.....	17
Figura 2. 3:	Cross Check Amperios .....	18
Figura 2. 4:	Placer GPS 450/455 .....	19
Figura 2. 5:	Fleet Visio.....	19
Figura 2. 6:	Software de la Gerencia.....	19
Figura 2. 7:	Ambulancia con AVL, para emergencias .....	20
Figura 2. 8:	El DR (Dead Reckoning).....	24
Figura 2. 9:	Obstrucción del GPS y uso del DR.....	24
Figura 2. 10:	Obstrucción por los edificios .....	25
Figura 2. 11:	El GPS y el DR.....	25
Figura 2. 12:	Cómputo muerto .....	26
Figura 2. 13:	Odómetro.....	26
Figura 2. 14:	Perímetro permitido .....	27
Figura 2. 15:	Adherencia.....	28
Figura 2. 16:	Límite de velocidad.....	28
Figura 2. 17:	Botón de alarma .....	29
Figura 2. 18:	Vehículo policial con circulina encendida.....	29
Figura 2. 19:	Potencia gerencial.....	30
Figura 2. 20:	Control remoto.....	30
Figura 2. 21:	Central de procesamiento del AVL.....	31
Figura 2. 22:	Terminal Móvil de los datos (MDT) .....	32
Figura 2. 23:	Datos móviles que integran .....	32
Figura 2. 24:	Componentes de la estación base .....	33
Figura 2. 25:	Posición de unidades .....	35
Figura 2. 26:	Rastreador de vehículos.....	35
Figura 2. 27:	Uso del sistema RSV .....	36

Figura 3. 1: Seguridad de vehículos en Rusia con AVL.....	40
Figura 3. 2: Instalación del GPS.....	43
Figura 3. 3: Soporte para el GPS.....	43
Figura 3. 4: Antena de GPS.....	44
Figura 3. 5: Control.....	45
Figura 3. 6: Laptop de control.....	46
Figura A2. 1: Doble diferencial.....	90
Figura A2. 2: Radio módem.....	91
Figura A2. 3: Rastreo de vehículo.....	91
Figura A2. 4: Indicadores.....	91
Figura A2. 5: Mensajes.....	92
Figura A2. 6: Reportes.....	92
Figura A2. 7: Ejemplo de seguridad.....	93
Figura A2. 8: Ubicación del vehículo.....	93
Figura A2. 9: Controlar las cerraduras. Verificar el uso no autorizado de los vehículos..	94
Figura A2. 10: Rastrear y recuperar los vehículos robados.....	95
Figura A2. 11: Tren de Cataluña.....	96
Figura A2. 12: Tren eléctrico de Lima.....	96
Figura A2. 13: Tren de Brasil.....	97
Figura A2. 14: Grúa retira motocicletas mal estacionadas en una calle de Barcelona.....	98
Figura A3. 1: Control Central.....	100
Figura A3. 2: Estación Central de Control.....	101
Figura A3. 3: Recolector de desperdicios.....	102
Figura A3. 4: Funcionamiento del sistema.....	102
Figura A4. 1: Noticias del momento.....	104
Figura A4. 2: Noticias del momento.....	105
Figura A4. 3: Noticia en el diario El Comercio.....	106
Figura A4. 4: Noticia en el PC-WORLD.....	107

Figura A4. 5: Buses con GPS .....	108
Figura A4. 6: Combi en Arequipa .....	109
Figura A4. 7: Algunos modelos de navegadores GPS .....	110
Figura A4. 8: Periféricos del AVL .....	111

## RESUMEN

En la actualidad el Sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global) es un sistema mundial que nos proporciona posición, parámetros de navegación y tiempo que ha producido un dramático cambio en la tecnología como un servicio de localización y posicionamiento global. Sus principales ventajas es su disponibilidad a nivel mundial y económico ya que el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD), permite acceder en forma gratuita para todos los usuarios que poseen receptores GPS (navegadores y/o geodésicos) y es prácticamente utilizable en todo el globo terráqueo.

Su principal aplicación en sus inicios fue la colocación de puntos geodésicos de alta precisión con errores de  $\pm 2\text{cm}$ . Tomados en forma Diferencial (DGPS), para trabajos de Ingeniería Civil, tales como el control topográfico de proyectos: irrigaciones, ferrocarriles, puertos, aeropuertos, carreteras, centrales hidroeléctricas, ductos, replanteos, catastros, entre otros.

En la actualidad se le aplica en navegación: aérea, marítima y terrestre, con precisiones de  $\pm 10$  metros para localizar vehículos con navegadores, suficiente para controlar a estos; precisamente dicha aplicación es la que se trata en esta tesis de investigación.

Actualmente existen diferentes compañías que fabrican los instrumentos periféricos para poder hacer funcionar el control de los móviles, tales como la ubicación, velocidad, dirección, temperaturas del motor o la carga que necesita refrigeración, control de escotillas y puertas, horas de manejo del piloto y hasta presión de aire de los neumáticos entre otros.

El Localizador Automático de Vehículos AVL (por sus siglas en inglés) es una de las herramientas que provee los servicios indicados anteriormente, esto traerá soluciones para el caos vehicular y tratar de evitar los accidentes y robos en las carreteras.

## ABSTRACT

Nowadays, GPS System has produced a dramatic change in transport a positioning and localization global system. Its main advantages are its availability worldwide and economically since DoD (US Defense Department) allow its access freely for all the users who have got a GPS receptor (geodesic and /or browsers) and it is practically usable all over the world.

Its main application in its beginning was the setting of geodesic points of high accuracy with errors  $\pm 2$  cm. Taken in a differential way (DGPS) for Civil Engineering projects such as Topographic control of watering, railways, harbors, airports, highways, hydroelectric plants, pipelines, redefinitions, property registration, etc.

Nowadays, it is used in browsing, maritime, aerial, and terrestrial with a  $\pm 10$  meters precision to track down vehicles with browsers which enables its control, precisely because this application is the one being dealt in this research thesis.

Up to now, there are different companies who produce peripheral instruments to make the mobiles' control work, such as positioning, velocity, direction, engine's temperatures or a load that needs refrigeration, hatchways and door's control, pilots driving hours and even air pressure in tires and others.

The Automatic Vehicle Locator (AVL) is one of the tools that provide the services above mentioned. This will enable solutions for the vehicular chaos and prevent accidents and assaults in highways.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DE ESTUDIO**

### **1.1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DE ESTUDIO**

El sistema localizador automática de vehículos AVL es una herramienta muy importante de utilización por medio del GPS, ya que dota de importante información a los usuarios de este sistema, que pueden ver y localizar en tiempo real a los vehículos y así darle la máxima utilidad y reducir sus costos aumentando sus ingresos, así como también darse seguridad y protección de las unidades contra robos.

El sistema GPS AVL también dota de poder manejar los controles de sus vehículos desde una estación de control, es decir se podrá ver la ubicación, la velocidad, el combustible, la temperatura, presión de las llantas, y muchas otras cosas más.

La fábrica líder en GPS AVL es TRIMBLE que se ha extendido por todo el mundo prestando servicios eficientes.

Es pues necesario tener conocimiento de esta tecnología de punta para poder aplicarla a nuestra realidad y así poder solucionar el problema de tránsito de la ciudad de Lima y de otras ciudades.

### **1.2. PROBLEMAS, OBJETIVOS, HIPÓTESIS**

#### **1.2.1. Problemas**

Preguntas: ¿De qué manera los elementos periféricos del Sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre permiten mejorar la eficiencia y eficacia en la toma de decisiones de la gestión del Sistema de Transporte Terrestre en el Perú, en particular Lima y Callao?

Problema 1: ¿De qué manera los elementos periféricos del Sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre permiten mejorar la eficiencia en los tiempos de reacción del individuo que conduce el vehículo en el Perú, específicamente Lima y Callao?

Problema 2: ¿Cómo los elementos periféricos del Sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre permiten mejorar la eficiencia y eficacia en la selección de rutas, velocidades, ubicación e itinerarios de los vehículos en el Perú, específicamente Lima y Callao?

### **1.2.2. Objetivos**

Objetivo General: Analizar los elementos periféricos del Sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre que permitan mejorar con eficiencia y eficacia en la toma de decisiones de la gestión del Sistema de Transporte Terrestre en el Perú, en particular Lima y Callao.

Objetivo 1: Analizar los elementos periféricos del Sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre que permitan mejorar la eficiencia en los tiempos de reacción del individuo que conduce el vehículo en el Perú, específicamente Lima y Callao.

Objetivo 2: Estudiar los elementos periféricos del Sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre nos permitan mejorar la eficiencia y eficacia en la selección de rutas, velocidades, ubicación e itinerarios de los vehículos en el Perú, específicamente Lima y Callao.

### **1.2.3. Hipótesis**

Hipótesis: Si se implementa el análisis de los elementos periféricos del Sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre, entonces, se logrará mejorar la eficiencia y eficacia en la toma de decisiones de la gestión del Sistema de Transporte Terrestre en el Perú, en particular Lima y Callao.

Hipótesis 1: Si se considera el análisis de los elementos periféricos del Sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre, entonces, se logrará mejorar la eficiencia en los tiempos de reacción del individuo que conduce el vehículo en el Perú, específicamente Lima y Callao.

Hipótesis 2: Si se implementa los estudios de los elementos periféricos del sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre, entonces, se logrará mejorar la eficiencia y eficacia en la selección de rutas, velocidades, ubicación e itinerarios de los vehículos en el Perú, específicamente Lima y Callao.

## **CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **2.1. MARCO TEORICO**

#### **2.2.1. Visión global del GPS**

Desarrollado originariamente por los militares norteamericanos, GPS (Sistema de Posicionamiento Global) fue diseñado para localizar y manejar aviones, buques, vehículos e infanterías. Hoy en día el GPS es disponible para el uso civil. 32 satélites NAVSTAR orbitan actualmente alrededor de la tierra en seis planos orbitales y estos satélites transmiten señales a la tierra que son recibidas por los receptores GPS para determinar la localización de objetos. Recibiendo señales de muchos satélites, los receptores GPS dan una localización extremadamente precisa, normalmente a menos de 10 metros de la posición actual, esté donde esté en el mundo. Mientras el costo de la tecnología GPS se reduce debido a su popularidad en la industria marina, y los circuitos integrados están disponibles por varios proveedores que facilitan la implementación y aprovechamiento del GPS combinado con computadoras y tecnología de comunicaciones crean un sistema de gestión de flota potente y económica.

#### **2.2.2. El sistema GPS**

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de navegación satelital consistente de una red de 32 satélites orbitando a 20200 km de distancia en el espacio y en seis planos orbitales. Estos satélites se encuentran en constante movimiento girando alrededor de la tierra dos veces en menos de 24 horas, es decir a 11000 km/h. Los satélites del GPS se conocen con el nombre de NAVSTAR.

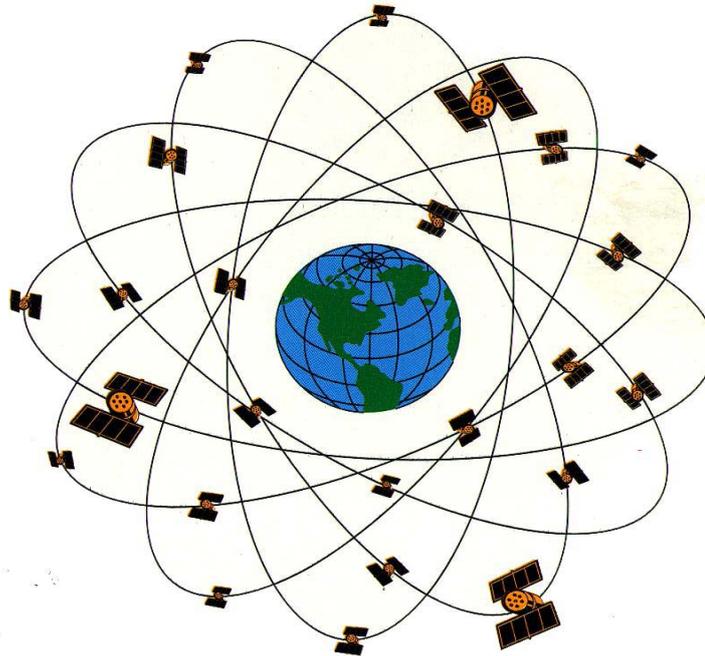
Los primeros satélites del sistema GPS fueron enviados en febrero de 1978.

Cada satélite pesa cerca de 920 Kg. y mide cerca de 5 m, con 7.2 m<sup>2</sup> de área con los paneles solares extendidos.

La potencia de transmisión de cada uno, es de solo 50 watts o menos.

Cada satélite transmite dos señales o portadoras, L1 y L2. Los usuarios civiles usan la frecuencia "L1" de 1575.42 MHz.

La vida útil de los satélites de 7 a 8 años. Constantemente se están construyendo reemplazos y están siendo enviados a órbita. El programa de GPS cuenta con reemplazos hasta el año 2016. (Ver Fig. 2.1.)



**Figura 2. 1:** Constelación de satélites NAVSTAR

FUENTE: <http://www.gps.gov/systems/gps/space/#III>

Para determinar la posición el receptor GPS, compara la hora a la que la señal fue transmitida desde un satélite con la hora a la que la recibió el receptor esta diferencia de tiempo le dice al receptor GPS qué tan lejos está ese satélite en particular, si se adiciona las medidas de la distancia de algunos satélites, se puede triangular la posición. Con un mínimo de tres o más satélites el receptor GPS se puede determinar la posición: latitud / longitud. A lo que se le llama posición fija 2D. Con cuatro o más satélites un receptor GPS puede determinar una posición 3D que incluye latitud, longitud y altura elipsoidal. Con sólo verificar continuamente su posición, un receptor GPS también puede proveer con precisión; velocidad y dirección de viaje (conocida también como "ground speed" y "ground track").

### **2.2.3. El Sistema GPS en la localización de vehículos**

El receptor GPS es un dispositivo que se instala en un vehículo y un equipo administrador en cada unidad de transporte. Informa desde ubicación, hasta nivel de combustible.

Se sabe con precisión donde está el vehículo, cuánta gasolina lleva, si la bodega de carga tiene puesto los seguros y qué tiempo de recorrido lleva; además en caso de contar con una flota de vehículos es posible conocer todas las condiciones de operación incluso la velocidad a la que marcha. Pues bien, el sistema GPS introdujo al mercado un dispositivo que

controla vía satélite todos los movimientos de tiempos, carga y localización de los vehículos de transportes (autos, camiones, buses, tractores, barcos y otros). El sistema es una pequeña caja negra que se conecta en el vehículo y que transmite al administrador o al dueño, todos los datos del vehículo en tiempo real. Para acceder a la información dada por el GPS es necesario instalar en una PC computador el programa de seguimiento, que le permite al propietario ser el copiloto de cada uno de los vehículos sin importar el número. Por ejemplo, si cumpliendo una ruta interdepartamental el vehículo sufre un daño, el GPS detecta la localización precisa y puede enviar rápidamente servicio técnico al lugar donde está el vehículo de transporte.

#### **2.1.4. El Sistema GPS Trimble AVL**

TRIMBLE AVL es la compañía líder en el mundo en localización de vehículos por medio de un sistema GPS.

El receptor GPS es un componente integral de los sistemas automáticos de la localización del vehículo (AVL). Los sistemas de Trimble AVL proveen para a los operadores de servicio de transporte públicos para su seguridad: por ejemplo se sabe exactamente donde está cada vehículo, el patrullero, automóvil o la ambulancia en cualquier momento dado. Con esta información, las estaciones de control envían el vehículo más cercano a una escena de la emergencia, disminuyendo los tiempos de reacción para las llamadas de emergencia.

##### **El subsistema de Trimble GPS/AVL**

Proporciona una solución integral para poner sistemas móviles para la posición requerida. Combina comunicaciones por radio y tecnologías del GPS para permitir a las agencias públicas de seguridad disminuir tiempos de reacción de la llamada de emergencia y mejorar eficacia operacional. La unidad móvil envía datos de la localización del GPS a la estación base en un centro de control que muestra localizaciones en tiempo real en una visualización de la correspondiente base. Los operadores del envío dan las instrucciones de la respuesta de la emergencia al vehículo más cercano que entonces se visualizan en la terminal móvil.

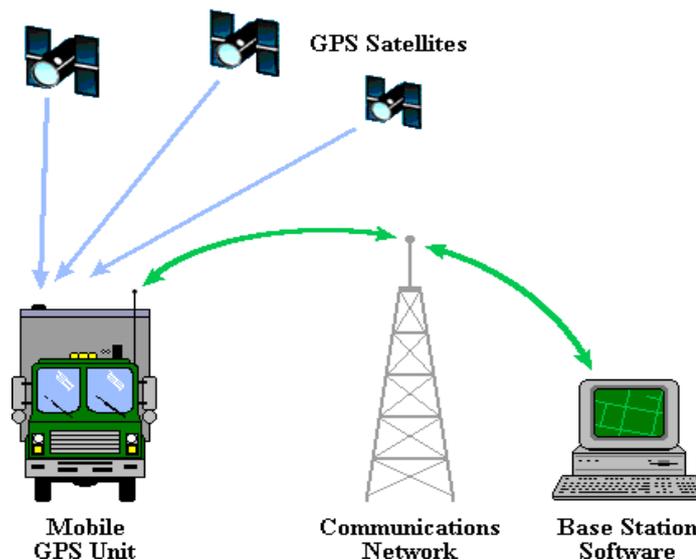
##### **Quienes utilizan la tecnología GPS**

- **Fuerzas Policiales:** La ubicación precisa de cada patrulla es fundamental para poder cubrir el área lo más eficientemente posible.
- **Servicios de Emergencias Médicas:** La reducción del tiempo de respuesta es uno de los elementos claves para salvar vidas. Al tener el Centro de Mando con un sistema de despacho AVL, que identifica el punto geográfico y la localización de las unidades, se reduce considerablemente el tiempo de respuesta, que puede salvar vidas.

- **Flotas Comerciales:** Muchas industrias y negocios cuentan con vehículos que dan servicio de transporte de: productos, mercancías o documentos importantes. El servicio que se les puede proporcionar para el rastreo y control de dichos vehículos es crucial ya que se convierte en una poderosa herramienta para incrementar la productividad y la eficiencia a un costo racional,
- **VIP e Individuos:** En cada país y ciudad, existen un grupo de individuos que necesitan de protección constante. Estas personas pueden ser políticos, ejecutivos, etc., que son figuras públicas y por consiguiente están más expuestas. Por razones de seguridad personal y familiar son muchos los individuos y las familias que encontrarán beneficio en éste producto tecnológico

### Componentes del Sistema AVL

La localización automática del vehículo (AVL) es una tecnología usada para seguir los vehículos (móviles activos). Cada unidad móvil tiene un receptor GPS que señala la posición y la envía a la estación de control, esto permite que se vigile la flota entera y maneje los móviles activos. (Ver Fig. 2.2)



**Figura 2.2:** Funcionamiento del AVL

FUENTE: <http://rastreosatelital-vehiculos.blogspot.com/>

Existen por lo menos 8 a 9 satélites de los 32 satélites de la constelación NAVSTAR-GPS que se mueven en órbita elípticas alrededor del móvil proveído con GPS.

En cada vehículo se necesita un receptor GPS, para rastrear los satélites y calcular su ubicación. Pero las unidades móviles de Trimble GPS hacen realmente mucho más que eso.

En conjunto ellos:

- Reciben las señales de los satélites GPS.
- Calculan su posición, velocidad, y altitud.

- Hacen los ajustes para el diferencial GPS y/o cómputo muerto. (Explicaremos esto más adelante).
- Comunicación con la estación de control. Usa comunicaciones incorporadas o interconexión con una radio modem externo.
- Datos de registro.
- Recibe el tiempo preciso (de los relojes atómicos que usan los satélites)

### 2.1.5. Red de Comunicaciones

Se necesita una cierta clase de red de comunicaciones de modo que el vehículo pueda transmitir su posición y movimiento de esta información a la estación base de control. La comunicación va de ambos sentidos de modo que la estación base pueda controlar el estado de los vehículos y enviar nuevas instrucciones al vehículo para se pueda tomar las decisiones correctas.

### 2.1.6. Software de la estación base

La estación base necesita de un sistema informático y un software para manejar todos los informes en conjunto: Manejo de la red de comunicaciones, informes de la posición, de los procesos de todos los vehículos, visualiza estos en una pantalla en tiempo real, datos de registros, que pueden ser guardados y ser analizados más adelante; envía instrucciones a los vehículos, interfaces con el software de la tercera persona para las funciones extendidas, las soluciones que le permiten manejar la flota para la productividad máxima mientras, que protegen los activos más grandes de la compañía.

### 2.1.7. Productos de Trimble AVL

Los productos siguientes son ideales para las operaciones comerciales de la flota.

Bajo estos sistemas de AVL ofrece actualmente Trimble: (Ver Fig. 2)

### 2.17 Productos de Trimble AVL.

- **Cross Check Amperios** (ver Fig. 2.3)

Unidad móvil inteligente con el GPS integrado y amperios de transmisor-receptor celular.



**Figura 2. 3:** Cross Check Amperios

FUENTE: <http://www.trimble.com/products/catalog/mobile/xcheckamp>

- **Cross ChecXr**

Unidad móvil inteligente con la radio Ayuda de las Comunicaciones. (Ver Fig. 2.4).



**Figura 2. 4:** Placer GPS 450/455

FUENTE: <http://www.trimble.com/products/catalog/mobile/xcheckamp>

- Sensor móvil inteligente del GPS con Las comunicaciones por radio utilizan y Cómputo Muerto Opcional. (Ver Fig. 2.5).



**Figura 2. 5:** Fleet Visio

FUENTE: <http://www.trimble.com/products/catalog/mobile/xcheckamp>



**Figura 2. 6:** Software de la Gerencia

FUENTE: <http://www.trimble.com/products/catalog/mobile/xcheckamp>

### 2.1.8. Ventajas del GPS AVL

#### Un envío más rápido

Las marcas de AVL envían información rápidamente, especialmente cuando están integradas con los sistemas automatizados del envío. Porque AVL da la localización y el estado real de los vehículos, con el área general de ubicación, se puede tomar decisiones adecuadas.

#### En las ambulancias

Para los servicios de emergencia, AVL reduce a menudo el tiempo envío de unida de de alrededor un minuto a menos de 15 segundos, una diferencia significativa que salve vidas. (Ver fig. 2.7)



Figura 2. 7: Ambulancia con AVL, para emergencias

FUENTE: <http://www.trimble.com/products/catalog/mobile/xcheckamp>

#### Seguridad del pasajero del programa piloto

Ante una situación amenazadora o de una emergencia médica, el programa piloto activa un botón del pánico que señale inmediatamente la alarma y la localización del vehículo desde la estación base.

#### Seguridad Contra Hurto

En el acontecimiento del hurto, AVL le ayuda rápidamente a localizar y a recuperar su vehículo y si es de carga también ayuda a recuperar ésta.

#### Dirección de la Navegación

Las capacidades en tiempo real de la visualización de la correspondencia de AVL permiten guiar a los a vehículos a su destino.

#### Datos Móviles - Mensajería Digital

Integrando el sistema de AVL con las Terminales Móviles de los Datos (MDT) o los dispositivos automatizados, se puede beneficiar de las ventajas de la mensajería digital. Por ejemplo, el programa piloto debe contar con comunicaciones de voz, y con una mensajería digital que es visualizada en pantalla, el programa debe estar instalado. La mensajería

digital se puede enviar a un vehículo específico, o también la difusión a la flota entera. Estas ventajas pueden mejorar en conjunto la velocidad y la eficacia de comunicaciones.

### **Documentación de Conformidad**

Las capacidades del registro de datos de AVL hacen fácil la documentación en el tiempo de reacción, el cumplimiento de horario y cualquier otra obligación que pueda ser útil para el usuario.

### **Rutas Dinámicas de la Estructura**

Con toda la información AVL que proporciona hace tomar las decisiones con mayor eficiencia, por ejemplo cuando se necesite hacer una parada para subir pasajeros en un paradero autorizado dentro de la ruta.

### **Optimización de las Rutas**

Analizando los datos sobre el funcionamiento de la flota de vehículos registrada por el sistema AVL, se logra optimizar las rutas y los horarios.

#### **2.1.9. Capacidades Extendidas**

Los sistemas de Trimble AVL pueden también integrar aplicaciones externas. Por ejemplo, los programas pilotos se pueden utilizar en las terminales móviles; reduciendo papeleo, dando información inmediatamente

#### **2.1.10. Estimaciones mejores del Tiempo**

Con AVL se puede también dar estimaciones a los clientes del tiempo de llegada.

### **Servicio al Cliente**

AVL se puede también utilizar como servicio conveniente para los clientes. Por ejemplo, los clubs de camionetas 4x4 pueden instalar el equipo de AVL en sus vehículos de modo que sus miembros puedan llamar para la navegación dirigida en caso que estén perdidos. El club podría abrir remotamente las puertas del coche si el piloto esté bloqueado fuera del vehículo, abriendo las puertas o enviando un carro de remolque a la localización precisa del vehículo si tiene necesidad.

### **Conformidad a las regulaciones**

En algunos casos AVL se puede utilizar para satisfacer las regulaciones, tales como el requisito de la organización marina internacional para un sistema global de la señal de socorro marítimo y de seguridad o requisitos locales para que las flotas de taxi instalen un sistema de seguridad del programa piloto.

### **Vigilar Conformidad del Programa Piloto**

En algunos negocios AVL se puede utilizar para ayudar a asegurarse que sus programas pilotos y técnicos del servicio de campo estén donde se suponen deben estar.

#### **– Introducción y Comentarios**

### **Precisión requerida**

La precisión es importante en la navegación con GPS. Pero en AVL veremos que una precisión milimétrica no es necesaria. Se quiere saber en qué carril del camino se desplaza un vehículo, o apenas que épocas de tiempo, es necesario seguirlo cada minuto, cada hora, o cada segundo. Hay muchas inquietudes de los sistemas de AVL, que se discutirán a continuación.

## **2.2. CÓMPUTO MUERTO (DEAD RECKONING) DR.**

### **2.2.1. Pérdida de señal de los vehículos**

Algunos lugares son un problema para el sistema GPS, tales como ciudades grandes en donde las señales del sistema GPS son bloqueadas por los edificios altos o en los túneles donde ningún satélite puede observarse. Esto puede causar que el vehículo “desaparezca”, a veces por épocas. No desaparece realmente sino por inercia se puede predecir la ruta hasta que aparezca nuevamente, saltando repentinamente varias épocas hasta se recupere la señal del sistema GPS. Estos lapsos temporales no pueden ser un problema para muchas aplicaciones de AVL, pero si se necesita una ubicación continua, el cómputo muerto puede ayudar en este caso. Instalando el equipo de cómputo muerto en su vehículo, se puede conseguir informes de la posición incluso cuando se bloquea el GPS y también mejora su precisión de la posición a 33 metros (Tabla 1).

### **2.2.2. Ubicación del sentido de los vehículos**

Si se necesita saber no solamente en qué calle está un vehículo encendido, sino también en qué dirección y carril se encuentra, se necesita la precisión del GPS Diferencial (DGPS). Esta tecnología compensa los errores impuestos por la Disponibilidad Selectiva (SA) y reduce algunos otros errores inherentes en el GPS, llegando su precisión hasta  $\pm 2$  metros.

### **2.2.3. Mejora de la ubicación de los vehículos**

Para la ubicación continua y la máxima precisión, se puede utilizar el cómputo muerto y el diferencial GPS juntos, llegando a la precisión a  $\pm 2$  metros.

#### **Ubicación del vehículo en un determinado tiempo**

Se necesita a menudo la ubicación del vehículo cada cierto tiempo. Si es necesario conocer la ubicación cada cinco minutos entonces no es necesario el cómputo muerto o el diferencial GPS.

#### **Tiempo de espera de las comunicaciones**

Una nota importante a considerar: Si los vehículos indican su posición varias veces por minuto el informe a la estación base, se puede tener una latencia de segundos en espera de

las comunicaciones. Dependiendo del tipo de red que se usa y la cantidad de comunicaciones que se transmiten en ese momento tomará varios segundos. Digamos un vehículo que está yendo a 80 kilómetros por hora y el tiempo de espera es 5 segundos, entonces el informe de la posición del vehículo habrá recorrido unos 11.1 m. cuando se visa en el monitor de la estación base.

**Tabla 1: Precisiones del GPS y el DR.**

<i>GPS</i>	58 m	( ningún informe cuando se bloquea el GPS)
<i>GPS + DR</i>	33 m	
<i>DGPS</i>	2 m	( ningún informe cuando se bloquea el GPS)
<i>DGPS + DR</i>	2 m	

FUENTE: Elaboración propia

#### **2.2.4. Funcionamiento del Diferencial GPS, DGPS**

El diferencial GPS (DGPS) para el circuito de recorrido, es un modo de hacer el GPS más preciso, esto se hace comparando las diferencias entre la base y el satélite, puesto que la estación de la referencia está en una localización fija, puede encontrar la diferencia entre su posición conocida y la información recibida de los satélites.

Entonces utiliza esta diferencia (por lo tanto " diferencial " GPS) para calcular los errores en las señales de cada satélite - sobre todo los errores impuestos por Disponibilidad Selectiva (SA) errores de las efemérides de los satélites, de la desviación de los relojes, el efecto ionoférico, entre otros. Esta información se puede entonces utilizar para corregir las señales basadas en los errores sistemáticos de los satélites recibidas por las unidades móviles y para conseguir posiciones con mucha más precisión. Mejorandola de 58 a 2 metros, dependiendo cómo las correcciones se aplican a menudo.

#### **2.2.5. Utilización del DGPS (Modo diferencial GPS)**

Se utiliza el diferencial GPS cuando se necesita conocer las localizaciones muy específicas de los vehículos en la flota. Con el GPS diferencial se familiariza la precisión de los vehículos en funcionamiento.

Pero si se desea saber la dirección específica del carril de la calzada donde se encuentra el vehículo, entonces DGPS es la solución.

#### **2.2.6. Requisitos del.-- DGPS**

Puesto que el DGPS trabaja corrigiendo todos los errores sistemáticos de cada satélite, la unidad móvil debe estar en la misma área general que la estación base y los tiempos de observación deben ser en simultáneo. Esta área se puede extender hasta centenares de

kilómetros en regiones relativamente planas, o puede ser restringida a menos de 100 kilómetros en terreno montañoso.

Los errores del GPS pueden variar absolutamente un dígito binario durante un minuto, así que para mantener las correcciones del GPS en la precisión, se debe grabar a intervalos de 1, 5, 10, 20, 30 segundos, dependiendo de la precisión que se necesita.

### 2.2.7. Cómputo muerto (Dead Reckoning) DR

El cómputo muerto DR es una manera de hacer al GPS más preciso y confiable al seguir los vehículos. Utiliza los sensores adicionales instalados en el vehículo para medir su velocidad y dirección. Combinando esta información con el GPS, puede calcular fuera de su posición actual basada en su posición del pasado, incluso cuando se bloquean las señales del GPS.

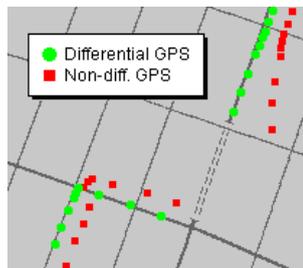


**Figura 2. 1:** El DR (Dead Reckoning)

FUENTE: <http://www.trimble.com/embeddedsystems/lasendrgps.aspx?dtID=support>

### Ventajas del cómputo muerto

- **Ubicación Continua.** El DR continúa señalando posiciones cuando se bloquean las señales del GPS, por ejemplo en los túneles o cuando está rodeado por los edificios altos, (Ver Figura 2. 3).
- **Mayor Precisión.** Comparando los datos del GPS y del **DR**, las imprecisiones causadas por las señales bloqueadas del GPS se pueden compensar, precisión de aumento a partir de 58 m. a 33 m.



**Figura 2. 2:** Obstrucción del GPS y uso del DR

FUENTE: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

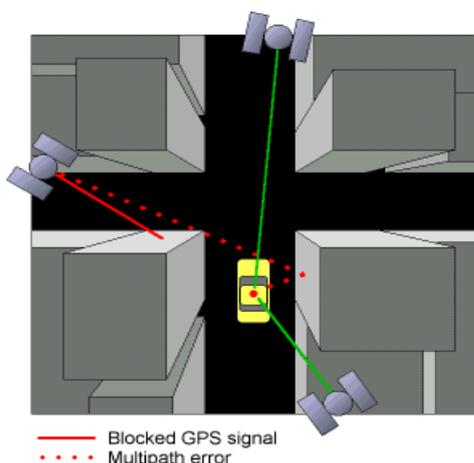
## Aplicaciones del cómputo muerto

El cómputo muerto se utiliza para las aplicaciones que necesitan la posición continua, uniforme en lugares donde está limitado el GPS, por ejemplo los túneles, ( Ver Fig. 2.9) los garajes de parqueo cerrados ( sótanos). Los usuarios típicos del DR incluyen los vehículos de la emergencia, los mega buses públicos, los vehículos blindados, entre otros.

### 2.2.8. Aplicaciones:

#### 2.2.8.1. Problemas: edificios, túneles, parqueos, techados y vegetación

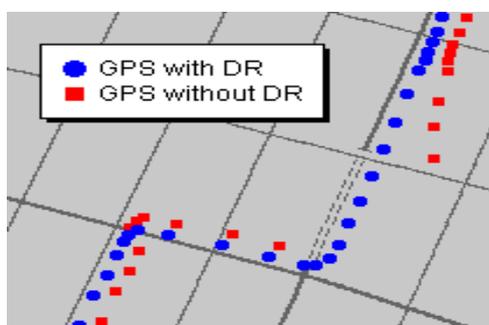
Las grandes ciudades causan muchos problemas para las señales de GPS debido a que los satélites son bloqueados por los edificios altos, las reflexiones de señales causan errores multidireccionales.( Ver Fig. 2.10) Esto causa error en la posición del vehículo y parece saltar, pero el DR comprueba que el vehículo no hizo ningún salto.



**Figura 2. 3:** Obstrucción por los edificios

FUENTE: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

El DR no es un sistema de reserva. Es importante entender que el DR siempre está activo y sus datos de ubicación sean utilizados para mejorar la precisión el GPS proporcionando a una solución mezclada con el DR.

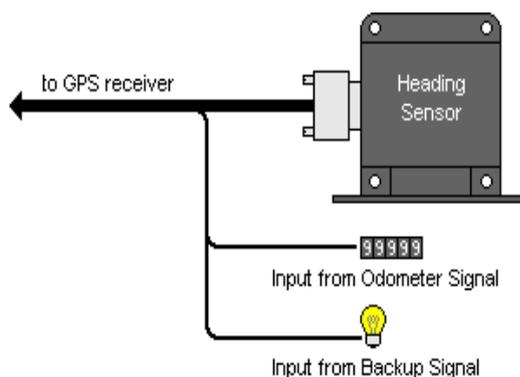


**Figura 2. 4:** El GPS y el DR

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

Cuando el GPS está disponible con varios satélites en buenas posiciones, la ubicación del vehículo se puede basar en 70% GPS y DR. 30% pero cuando el GPS es limitado solamente por tres satélites visibles o los satélites no están en posiciones ideales, la solución puede utilizar hasta el DR 50% y ésta provee la precisión óptima de la posición bajo condiciones que varían. ( Ver Fig. 2.11)

### Entradas de información del Cómputo Muerto



**Figura 2. 5:** Cómputo muerto

FUENTE: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

El sensor utiliza una brújula para medir el giro de cuánto va a voltear hacia la izquierda o derecha. La entrada de información del odómetro indica la velocidad del vehículo. (Ver Fig. 2.13)



**Figura 2. 6:** Odómetro

FUENTE: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

La entrada de información de la señal de reserva, el odómetro indica la velocidad y si el vehículo se está dirigiendo hacia adelante o hacia atrás. .

### Eficiencia y eficacia con los diferentes del Sistema GPS

Las unidades de Trimble GPS son más que receptores, son realmente computadoras integrales. La parte de este sistema automatizado en la unidad móvil se llama el motor del acontecimiento del índice de inteligencia, que se puede fijar para decidir cuándo señalar y cómo aún más el motor del acontecimiento del índice de inteligencia tiene varias capacidades y ventajas:

### **Comunicaciones más eficientes**

Las unidades móviles pueden ser más eficientes, utilizando la red de comunicaciones y así ahorrar tiempos muertos, trabajando eficientemente.

### **Registro de datos del vehículo**

Se puede hacer que las unidades móviles registren la posición del vehículo y el estado a través del día, entonces se transmite el registro al final del día para el post-análisis. Esto permite aprovechar de horas huecas y reducir costos del tiempo.

### **Informe automático**

Instalando los interruptores y los sensores en el vehículo, se puede hacer que la unidad móvil envíe informes automáticos a la estación base.

### **Seguridad por comandos a distancia**

La unidad móvil del GPS puede también funcionar como un interruptor alejado, permitiendo controlar los bloqueos de las puertas del vehículo, el sistema de alarma, etc., desde la estación base.

### **Conservación de la potencia**

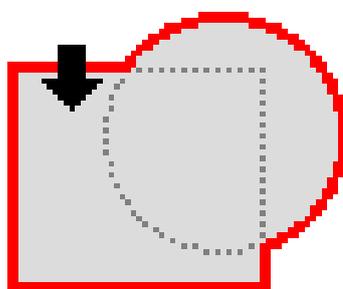
Las configuraciones de la potencia gerencial permiten que la unidad móvil continúe funcionando cuando se parquea el vehículo, mientras se conserve la batería del vehículo.

Algunos ejemplos de lo que puede hacer el motor del acontecimiento de índice de inteligencia:

#### **– Notificación de la Región Entrar/salir**

Se puede hacer que los vehículos automáticamente notifiquen a la estación base: cuando entran o salen de una región específica, (Ver Fig.1.14) cuando el vehículo llega a su lugar de labores puede ser el caso de un vehículo blindado llegando a una estación o cuando el coche de un patrullero está fuera de su área de patrulla.

Esta región puede ser un rectángulo o círculo, o puede ser un conjunto entero de ellas y se puede definir diversas regiones.

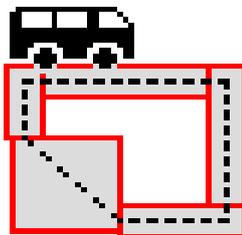


**Figura 2. 7:** Perímetro permitido

FUENTE: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

– **Adherencia de la Ruta**

Se puede utilizar una serie de regiones para definir la ruta de un vehículo determinado. Mientras que el vehículo está en la ruta, se puede programar señales cada hora pero si sale de su ruta, se puede hacer que señale cada minuto su ubicación. (Ver Fig. 215)



**Figura 2. 8:** Adherencia

FUENTE:[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

– **Cumplimiento del Horario**

Se puede también especificar cuando un vehículo determinado debe llegar a su destino. Si no está a tiempo a su destino de llegada, se puede informar de la posición cada cinco segundos y una vez que llegue se podrá enviar un informe final para confirmar su llegada.

– **Alarma de desautorización de uso**

Si se desea saber las horas de trabajo de un vehículo o quizás el robo del mismo, se puede definir las horas de oficina o de parqueo. Si el vehículo es utilizado sin autorización, se puede hacer que automáticamente suene una alarma.

– **Violación del límite de velocidad**

Para mejorar la seguridad, se puede tener el informe del vehículo cuando supere los 90 km/h por lo menos 30 segundos, o cualquier velocidad deseada. Se puede incluso definir los límites de velocidad para las regiones específicas. (Ver Fig. 2.16)



**Figura 2. 9:** Límite de velocidad

FUENTE:[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

– **Alarma del botón de Emergencia**

Se puede instalar un botón de alarma en el vehículo, de modo que en una emergencia, el piloto pueda activar el botón, para enviar automáticamente un informe. Esto hará sonar una alarma en la estación base y mostrará la posición actual del mismo. (Ver Fig. 2.17)

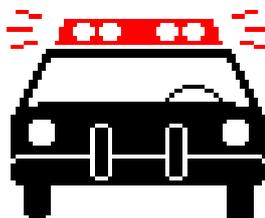


**Figura 2. 10:** Botón de alarma

FUENTE:[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

#### – Informes

Incluso se puede instalar los interruptores y los sensores en el vehículo para enviar automáticamente un informe a la estación base. Por ejemplo, los sensores podrían señalar automáticamente siempre que giren las circulinas, (Ver Fig. 2.18) las luces y la sirena de un coche patrullero, o siempre que se abran las puertas de carga de un carro.



**Figura 2. 11:** Vehículo policial con circulina encendida

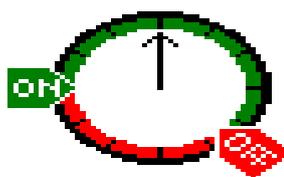
FUENTE:[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

#### – Registro de las horas de uso

Los informes pueden registrar información estadística para verificar el movimiento. Se puede fijar cada vehículo para registrar cuántas horas acumuladas ha estado funcionando y transmitir estos datos cada 10 minutos. Se puede hacer el seguimiento del tiempo improductivo de un vehículo, por ejemplo el tiempo transcurrido de un camión mezclador de concreto para llegar al sitio del trabajo, hasta que comienza a verter el concreto.

#### **Potencia Gerencial**

El motor de controles del acontecimiento del índice de inteligencia señala a los receptores GPS por intervalos de tiempo. Por ejemplo, se puede tener activo el sistema siempre que el vehículo se encuentre encendido durante ciertas horas de la semana momentos antes que se cierre la base, puede señalar su registro de datos. Estas características permiten que se especifique cuando el GPS está activado mientras que conserva la batería del vehículo. (Ver Fig. 2.19)



**Figura 2. 12:** Potencia gerencial

FUENTE:[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

Así mismo controlar el vehículo digamos que en una demostración de 4x4 puede conducir, dar vueltas por los alrededores, digamos que se ejecuta en un club de automóviles de 4X4 y que uno de sus miembros llama porque que está bloqueado fuera de su automóvil o camioneta.(Ver Fig.2.20) Se puede enviar una ayuda la estación base y desbloquear las puertas o digamos que se tiene una camioneta blindado que lleva una carga de alto valor y comienza repentinamente a ir en dirección incorrecta; se puede inmediatamente apagar el motor del móvil y hace sonar una alarma audible en el vehículo. Dependiendo de la unidad del GPS que se elija, se puede asociar hasta 4 interruptores o cualquier otro periférico adicional a la necesidad, incluso la estereofonía si realmente si desea.



**Figura 2. 13:** Control remoto

FUENTE:[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/lopez\\_r\\_o/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lopez_r_o/capitulo5.pdf)

Una de las características más visibles del sistema AVL es que puede utilizar software en la estación base para visualizar automáticamente todos los vehículos de la flota en una correspondencia en tiempo real. Dependiendo del su Software que corresponda y visualizando en el Display, se pueden enfocar dentro y afuera, virtualmente cualquier nivel del detalle y se pueden fijar automáticamente para seguir un vehículo señalado. Se puede tener todos los vehículos visualizados o solamente los seleccionados.

Mientras que esta representación gráfica es provechosa en la mayoría de las aplicaciones de AVL, no es siempre necesario. En envío de la emergencia 911, por ejemplo, un sistema de AVL comparte generalmente los datos de la posición del vehículo con el sistema automatizado del envío que entonces identifica el vehículo más cercano de la emergencia. En esta aplicación el operador no necesita referir a la correspondencia sobre una base regular.

### 2.2.8.2. Aplicaciones de los datos móviles

Los datos móviles son los envíos los mensajes digitales o datos desde una red inalámbrica, tal como enviar un e-mail de la estación base a un vehículo. Porque las aplicaciones móviles de los datos y AVL utilizan redes de comunicaciones inalámbricas, que se integran a menudo. Las flotas pueden utilizar los datos móviles para una variedad de aplicaciones:

#### **Envío**

Un sistema en la estación base utiliza los datos de AVL para identificar el vehículo disponible más cercano de la flota. Esto es utilizado a menudo por 911 para el envío de unidades ala emergencia. Las aplicaciones comerciales incluyen la salida de taxis, limosinas, etc.



**Figura 2. 14:** Central de procesamiento del AVL

FUENTE:<http://www.globalavl.com/es/gestion-de-flotas/gestion-de-flotas.html>

#### **Gerencia del orden de trabajo**

La estación base envía una orden de trabajo electrónico a uno de los vehículos, incluyendo el direccionamiento del sitio de trabajo. Después de acabar el trabajo, el programa piloto puede terminar un informe electrónico y se transmite de nuevo a la base para el proceso automático. El GPS da la posición y el tiempo que se incluyen automáticamente en el informe, la estación base puede utilizar esta información para ayudar a verificar la orden de trabajo, el piloto puede solicitar la información de datos de la estación base, tal como la información del registro del número de la placa, la licencia, el número de teléfono y la dirección determinada de la calle.

#### **Verificación de la tarjeta de crédito**

Un programa de lectura en el vehículo puede ser utilizado para conseguir la clave y autorización vía la estación base para las transacciones de la tarjeta de crédito.

#### **Mensajería de dos vías**

Una visualización y un teclado se pueden utilizar para enviar mensajes del texto entre el vehículo y la base y viceversa.

#### **E-mail**

Las aplicaciones móviles de los datos pueden conectar con el Internet para las capacidades del E-mail y muchas más aplicaciones, dependiendo de las necesidades.

#### **Dotación física de los datos móviles**

La mayoría de las aplicaciones de los datos móviles integran la dotación física especializada en el vehículo.

### La terminal móvil de los datos (MDT)

Esto es una visualización de una cierta clase, montada generalmente al tablero de instrumentos. Puede tener algunos botones pre programado o un teclado común. Algunos MDT's son periféricos para una aplicación específica; otros ejecutados en una plataforma abierta, tal como Windows de Microsoft. (Ver Fig. 2.22)



Figura 2. 1: Terminal Móvil de los datos (MDT)

FUENTE: <http://www.wamtech.com/equipos/wammdt.htm>

### Computadora portátil

Es también posible utilizar una PC regular o una computadora portátil para las aplicaciones de los datos móviles.

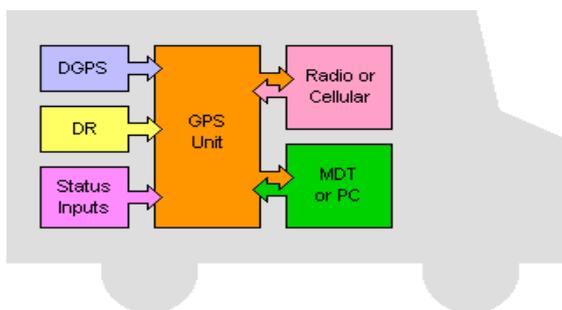
### Transmisor portable de la emergencia

Los programas pilotos pueden llevar un transmisor con clave-encadenamiento para las emergencias, un receptor en el vehículo pasa la señal al sistema móvil de los datos.

### Impresora

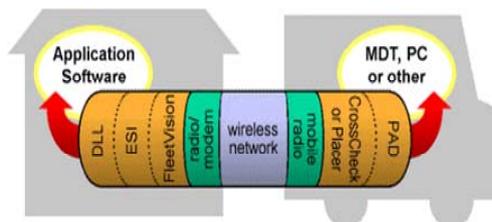
Imprimir recibos, confirmaciones de envío, entre otros, dependiendo de las necesidades.

Para integrar aplicaciones móviles de los datos en un sistema de AVL, se necesita instalar



un software de aplicación en la estación base y la dotación física en los vehículos.

El sistema de AVL se utiliza como una tubería de las comunicaciones para pasar datos entre la estación base y los vehículos. (Ver Fig. 2.23)

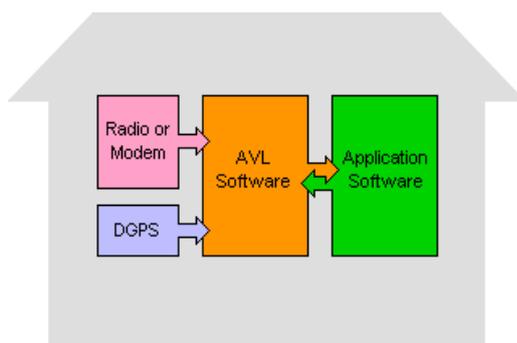


**Figura 2. 2:** Datos móviles que integran

### **Tubería móvil de los datos (Ver Fig. 2.23)**

El software de aplicación móvil de datos en la base interconecta con el software de Trimble FleetVision a través del Interfaz de Sistema Externo (ESI). Esto permite que el software de aplicación se comuniquen con el equipo móvil y tenga acceso a todos los datos de AVL, tales como la posición del vehículo y su estado en que se encuentra. El sistema requiere del equipo en la estación base y en cada vehículo.

### **Componentes de la Estación Base**



**Figura 2. 3:** Componentes de la estación base

### **Radio o módem**

Dotación física de las comunicaciones que conecta su red de computadoras de la estación base con una red de comunicaciones.(Ver Fig. 2 del Anexo 2)

### **Aplicaciones de encargo**

El manejo del software de aplicación es opcional, tales como envío automatizado, gerencia del orden de trabajo, mensajería digital de los datos móviles, etc.

### **Componentes Móviles**

Hay dos maneras básicas de configurar su equipo móvil de AVL: Se puede o hacer que la unidad del GPS maneje las comunicaciones directamente o puede apenas pasar la información del GPS a un MDT, como también a una computadora que alternadamente manejen las comunicaciones. Hay ciertas ventajas para cada disposición:

#### **– Unidad del GPS**

En esta configuración la unidad del GPS maneja comunicaciones directamente por la radio. Porque la unidad del GPS no depende del MDT o computador para las comunicaciones, esta disposición es ventajosa cuando el AVL es prioridad en la seguridad o cuando el MDT/PC es móvil y no fiable.

#### **– MDT o PC**

Cualquier equipo de datos móviles, tal como una terminal móvil de los datos (MDT), computador, u otras salidas de acceso en la unidad del GPS se transmite a través de la unidad del GPS al equipo de comunicaciones.

– **Radio o celular**

El equipo de comunicaciones depende de la red que se está utilizando. La mayoría de las unidades del GPS se interconectan con una radio externa, pero algunos productos de Trimble utilizan comunicaciones incorporadas tales como celular o Inmarsat-C.

El equipo Diferencial DGPS debe evitarse las obstrucciones en un acceso a la unidad de base GPS.

El equipo del cómputo muerto DR. Las entradas de información del estado del vehículo Los interruptores y los sensores se pueden utilizar para señalar estatus del vehículo a la estación base. Éstos se pueden asociar a la unidad del GPS o al MDT/PC, o a ambos.

**2.2.8.3. Comunicaciones**

En esta configuración la unidad del GPS envía comunicaciones al MDT o al computador, que alternadamente pasan las comunicaciones a la radio. Esta disposición es ventajosa cuando los datos móviles son la prioridad, cuando la radio se constituye en el MDT o está instalada permanentemente en el vehículo, o el equipo del GPS debe ser agregado más adelante.

**MDT o PC**

Las comunicaciones móviles de los controles de la terminal (MDT) o de computadora de los datos con la radio. Cualquier comunicación a/o desde la unidad del GPS se pasa con el MDT/PC.

**Radio**

El equipo de comunicaciones depende de la red que se está utilizando. En esta disposición una radio externa está conectada con el MDT o la PC.

- El equipo.-diferenciado *de DGPS* -GPS interrumpe el acceso a la unidad GPS.
- El equipo del cómputo *muerto DR* y también el acceso a la unidad GPS.
- Las entradas de información del estado de los interruptores y los sensores se pueden utilizar para señalar estatus del vehículo a la estación base. Éstos se pueden asociar al MDT/PC o a la unidad del GPS, o a ambas.

**El Software**

Se instala en la Central de Control y Monitoreo, es el programa que maneja y administra las comunicaciones inalámbricas entre la central y la flota, supervisando la ubicación y el estado de cada uno de los móviles, desplegando sobre la cartografía dicha información.(Ver Fig. 2.25)

las unidades. El programa identifica mensajes entrantes y salientes y almacena los datos. Estos mensajes son principalmente posición que envían las unidades móviles.

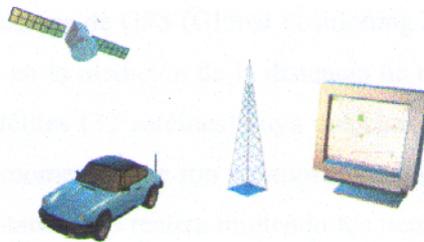


**Figura 2. 25:** Posición de unidades

Las unidades son representadas con íconos sobre la cartografía con una etiqueta con el número de móvil y un color que representa el estado en que se encuentran (detenido, emergencia, etc.). Guarda en memoria un archivo diario por el móvil con todas las posiciones, kilómetros recorridos, velocidad, alarmas, eventos, etc. permite marcar zonas en el mapa, como así también ingresar los datos de clientes, la ubicación geográfica, búsqueda de calles, cálculo de distancias entre móviles o entre puntos fijos y móviles.

Este programa también puede tener otros componentes que proporcionan capacidades adicionales relacionadas a la aplicación de cada cliente en particular, por ejemplo: el software de administración de horarios, alarma y el software de comunicaciones, gestor de rutas etc.

### 2.2.9. Rastreador Satelital de Vehículos



**Figura 2. 26:** Rastreador de vehículos

FUENTE: <http://www.trimble.com/gps/gpswork-track.sh>

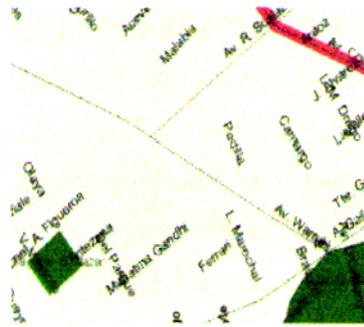
Mediante el sistema de Rastreo Satelital de Vehículos (RSV) diseñado por la División Satelital se podrá visualizar en su PC todo el recorrido de sus vehículos y obtener información precisa sobre hora, lugar y duración de las paradas, carga y/o descarga de mercadería, emergencias médicas, robo, fallas mecánicas o cualquier otro evento que se necesita moni-

torear durante las 24 horas los 365 días del año. La información también podrá ser grabada para luego verificar el correcto cumplimiento de los trabajos programados. (Ver Fig. 2.27) Este sistema constituye una poderosa herramienta tanto para la seguridad de los vehículos, de carga y de personal, como así también para la logística de la empresa, que se pueda monitorear los movimientos de cada vehículo en la calle. (Ver Fig. 2.27)

Con el sistema de RSV (Rastreo Satelital de Vehículos) se logra importantes beneficios tales como:

- Ahorrar tiempo para lograr un mejor desplazamiento de la flota de vehículos.
- Economizar dinero para lograr un mejor rendimiento del recorrido de su flota.
- Enterarse al instante de cualquier inconveniente que pueda ocurrir en el vehículo.
- Estar informado permanentemente sobre la velocidad y dirección en la cual se desplaza la unidad.

Tener una mayor seguridad de la carga, el personal y la unidad móvil.



**Figura 2. 27:** Uso del sistema RSV

FUENTE:

[http://www.google.es/search?hl=es&source=hp&q=Rastreo+Satelital+de+Veh%C3%ADculos&rlz=1R2ACPW\\_it&oq=Rastreo+Satelital+de+Veh%C3%ADculos&aq=f&aqi=g-v3&aql=1&gs\\_sm=si&gs\\_upl=19923126803101365221111010101500150015-11110](http://www.google.es/search?hl=es&source=hp&q=Rastreo+Satelital+de+Veh%C3%ADculos&rlz=1R2ACPW_it&oq=Rastreo+Satelital+de+Veh%C3%ADculos&aq=f&aqi=g-v3&aql=1&gs_sm=si&gs_upl=19923126803101365221111010101500150015-11110)

## Fundamentos

El sistema RSV utiliza la técnica de GPS (Global Positioning System). El sistema de navegación por satélite se basa en la medición de la distancia de un objeto sobre la Tierra con relación a una serie de satélites (32 satélites) cuya posición se conoce de forma precisa, inequívoca y en cualquier momento, que son monitoreados por medio de estaciones terrestres. El cálculo de estas distancias se realiza midiendo los tiempos que tardan en llegar a la Tierra las señales de radio que emiten los satélites. De esta forma se puede establecer la posición de objetos que se muevan rápidamente en tres dimensiones con un margen de precisión entre 100 m y 1 cm. En este contexto, el satélite actúa como un punto de referencia de gran precisión. Un receptor asociado al objeto sobre la Tierra utiliza esas medidas para calcular su propia posición. La gran precisión del funcionamiento que conllevan estos sistemas se consigue mediante osciladores ultra estables, normalmente relojes atómicos, situados a bordo del satélite que se mantienen sincronizados con un sistema de reloj máster

y que emite las señales de radio del satélite a unas frecuencias (portadoras) previamente definidas dentro de la banda de radio L, concretamente en el caso del GPS; estas frecuencias (portadoras) son  $L1 = 1,575.42$ , MHz y  $L2 = 1,227.60$  MHz las frecuencias de transmisión de las señales de los satélites se escogen para evitar la degradación producida por la lluvia y otros agentes atmosféricos y para minimizar los errores de temporización que originada por la ionosfera. La medición de la distancia del objeto sobre la Tierra al satélite permite establecer las tres coordenadas x, y, z equivalente a las coordenadas geográficas latitud, longitud y altura elipsoidal del objeto en cuestión, así como el tiempo. Esta medida de la distancia entre el objeto y el satélite conlleva una ecuación con tres incógnitas referentes a las coordenadas del objeto, lo que supone tener infinitas soluciones; es por lo cual, en lugar de medir la distancia hasta un solo satélite, se mide hasta varios satélites simultáneamente para tener más medidas (ecuaciones) que incógnitas y así poder resolver el problema del posicionamiento. En concreto, para establecer las tres coordenadas que determinan la posición del objeto, las coordenadas y el tiempo, para proporcionar información continua sobre la posición, se utilizan como mínimo 4 satélites que proporcionan 4 medidas independientes.

En definitiva y en líneas muy generales, el método de trabajo se basa en la siguiente idea: cuando se conoce la distancia de un objeto sobre la Tierra a un satélite se puede imaginar que el objeto está situado sobre la superficie de una esfera virtual cuyo radio es igual a la medida de la distancia del satélite objeto; si se conoce la distancia exacta a dos satélites y volviendo otra vez a la idea de la esfera, se infiere que el objeto está situado en algún punto de la circunferencia de intersección de las dos esferas. Si tomamos otra medida y por lo tanto imaginamos otra esfera, tenemos solamente dos puntos posibles de ubicación del objeto lo que se determina mediante métodos matemáticos específicos, desechando el punto absurdo que está en el espacio.

Una vez obtenida la longitud, latitud, altura, velocidad y dirección que lleva el vehículo el GPS entrega por una salida RS-232 estos datos van al módem que se encuentra en la unidad. Los módem que se utilizan para enviar la posición a la base poseen las siguientes características:

- Son módem del tipo inteligente con protocolo de corrección de errores utilizados para transmitir datos en sistemas de radio analógicos de dos vías.
- Estos equipos pueden instalarse en cualquier equipo transmisor de radio convencional o sistemas de Trunking Motorola, LTR o EDACS cubriendo todo el espectro radio eléctrico que se utiliza habitualmente para sistemas de radio de despacho. (Bandas de VHF, UHF, 150 MHz, 220 MHz, 800Mhz. y 900 MHz).

- Estos equipos vienen provistos con conectores RJ-45 que proveen interfaces RS-232 estándar y de conectores para la interconexión con cualquier transmisor de los mencionados anteriormente y con conectores auxiliares programables. Poseen 2 (dos) puertos seriales uno para conectar el GPS y otro para conectar cualquier dispositivo externo, como pantallas de visualización para despacho de la flota, impresoras o lectoras de tarjetas, ecosondas, entre otros.

#### **Características técnicas de los módem utilizados**

- Transmisión de datos a 2400 y 1200 baudios en sistemas de radio convencionales y Trunking Motorola, LTR y EDACS.
- Operan en las bandas de VHF y UHF, comprendidas entre 150 y 900 MHz.
- Ocho entradas o salidas analógicas programables para generación de alarmas, eventos y mensajes de estado. Posibilidad de enviar comandos remotos a estos sensores desde la base.

En el caso que el sistema de radiocomunicación elegido sea una red de telefonía celular los módem son de similares características que los anteriores en lo que respecta a las funciones que realizan y solo cambia el protocolo que utilizan para manejar los parámetros específicos de comunicación de dicho sistema.

Una vez recibida la información es procesada y mostrada al operador de forma gráfica, representada cada unidad móvil como un icono sobre la cartografía.

## CAPÍTULO III: OPERATIVIDAD Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

### 3.1. OPERATIVIDAD DEL SISTEMA

Un operador puede controlar los móviles de una flota de los siguientes modos:

#### **Por rutina**

El móvil enviará periódicamente durante su recorrido los datos de posición y el estado de los parámetros del móvil. Estos serán comparados con una hoja de ruta prevista y visualizados por el operador verificando el normal recorrido de cada móvil.

#### **Por pedido**

El operador de la base, podrá solicitar información de posicionamiento de un móvil en cualquier momento y verificar el recorrido y el estado de los sensores.

#### **Por excepción**

Si el móvil fuese desviado de su ruta preestablecida se activado un sensor de alarma en la base de seguimiento se encenderá un alerta de 'móvil en emergencia', visualizándolo en la pantalla del operador.

### 3.2. COMUNICACION DEL SISTEMA

El sistema de comunicaciones entre móvil y base permite transferir información de estados de funcionamiento, datos de posición y comandos. Esta información es almacenada en una base de datos que permite una reconstrucción del camino recorrido en tiempo diferido y su posterior análisis, teniendo como objetivo la reducción de costos, mejor aprovechamiento de las unidades, detección de desvíos en los recorridos, evitar el deterioro de las unidades por mal uso de parte del personal, redistribución de recorridos, control de cargas, eliminación de trabajos no autorizados, control de servicios y distribuciones sectorizados, etc.

#### **3.2.1. En tiempo real**

Visualización de la posición de móviles en pantallas sobre cartografía digital. Comunicación automática o a demanda desde el móvil o de la Base durante emergencias. Vínculo entre el móvil y la base, por telefonía celular, Satelital o Radio (VHF/UHF). Alarmas/Alertas/Registro de desviaciones en la ruta según márgenes definidos. Aviso de emergencia o botón de pánico, disponible para el conductor. Puesta en pantalla del móvil en emergencia, visualizando posición y estado. Sistema de alimentación de batería autónomo.

#### **3.2.2. En tiempo diferido**

En la base de datos, se guardan datos de posición, velocidad, hora y parámetros del vehículo, dentro de períodos determinados.

Según la necesidad se reconstruye los recorridos con la información de cada evento, para ser más óptimos y reales, determinar desviaciones, etc.

### 3.2.3. Solución de los problemas

Problemas: ¿De qué manera los elementos periféricos del sistema GPS y del Sistema de Transportes Terrestre (STT) permiten mejorar la eficiencia y eficacia en la toma de decisiones de la gestión del Sistema de Transporte Terrestre en el Perú en particular Lima y Callao?

Problema 1: ¿De qué manera los elementos periféricos del sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre nos permiten mejorar la eficiencia en los tiempos de reacción del individuo que conduce los vehículos, en el Perú específicamente Lima y Callao?

Problema 2: ¿Cómo los elementos periféricos (AVL) del sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre (STT) nos permiten mejorar la eficiencia y eficacia en la selección de rutas, velocidades, ubicación e itinerarios de los vehículos en el Perú específicamente Lima y Callao?

## 3.3. METODOLOGÍA

### 3.3.1. Registro de principales indicadores del móvil

Relevamiento, transmisión y registro de la información seleccionada del móvil. La cantidad y tipo de información a censar definirá el grado de complejidad del equipamiento. (Ver Tabla 2)

**Tabla 1: Principales indicadores periféricos**

<b>Principales indicadores del móvil</b>	
Temperatura máxima del motor.	
Velocidades máximas desarrolladas.	
Aperturas de puertas: puerta de carga y/o acoplado	
Desenganche de acoplado.	
Temperatura de cargas refrigeradas	
Arranque y parada del motor	Horas de marcha del motor.
	Horas de chofer en el asiento
Estado del mantenimiento	Km de uso de aceite /engrase.
	Km de uso de filtros.
	Km últimas reparaciones / repuestos

FUENTE: Elaboración propia

### 3.3.2. Aplicación de la metodología

#### 3.3.2.1. Solución experimental del problema 1

Problema 1: ¿De qué manera los elementos periféricos del sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre (STT) nos permiten mejorar la eficiencia en los tiempos de reacción del individuo que conduce los vehículos, en el Perú específicamente Lima y Callao?

##### a. El Cuerpo de bomberos mejora el tiempo de reacción

Un ejemplo de esto se da en el cuerpo de bomberos de San Diego que utiliza 126 vehículos para proporcionar servicios de emergencia a la ciudad de San Diego. Un sistema de Trimble GPS-based AVL del móvil de Trimble que coloca y agrupa las comunicaciones, instalado en 1992, permite que los operadores envíen el vehículos más cercanos a una emergencia. San Diego ha puesto un tiempo/distancia en ejecución que señalaba el sistema para optimizar la anchura de banda de radio. Este sistema señala la posición del vehículo solamente si un vehículo se ha movido una distancia especificada o si una cantidad de tiempo predeterminada ha transcurrido desde el informe pasado de la posición.

##### b. La firma rusa utiliza el GPS para la seguridad

Una de las primeras oportunidades de poner un sistema de GPS en ejecución AVL en Rusia está al servicio para el mercado del vehículo blindado de Inkombank, institución financiera prominente establecida jefatura en Moscú. El sistema experimental - construido con software lógica de la visualización de la correspondencia de StarView™ y de la gerencia de AVL del grupo de colocación y de las comunicaciones del móvil de Trimble fue instalado en junio de de 1995. El sistema, da las posiciones y el estatus de visualizaciones para 20 vehículos, que siguen los vehículos de alta-seguridad. (Ver Fig. 3.1)



**Figura 3. 1:** Seguridad de vehículos en Rusia con AVL

Fuente: <http://www.russianlaw.org/Inkombankdir.htm>

##### c. En taxis se mejora la seguridad del programa piloto y la satisfacción del pasajero

Para mejorar el servicio al cliente, la compañía de taxis utiliza los subsistemas de Trimble GPS/AVL a un nivel del móvil para seguir la flota de taxis. Los conductores del servicio de taxis están conectados con el equipo del vehículo GPS/AVL, que comunica disponibili-

dad si están vacíos para el envío del taxi al cliente. La posición y el estado operacional del vehículo se pueden ver en cualquiera de los tres monitores en pantalla grande que ejecutan Trimble Starview, que visualiza las correspondencias digitalizadas del área metropolitana.

#### **d. Una emergencia entra en acción**

Un momento puede significar la diferencia entre la vida y la muerte salvar por el tiempo perdido. Los operadores de las emergencias toman decisiones vitales entre el tiempo que llega de una llamada a la estación base y el tiempo de salida de un vehículo de emergencia. En el llamado al lugar del accidente, este lapso de tiempo se conoce como el " tiempo de reacción. " La meta de cada agencia pública de seguridad es de reaccionar en un tiempo y conseguir que los equipos necesarios estén en la escena de la emergencia lo más rápidamente posible

#### **e. Aplicación del GPS y AVL al sistema 911 de Chicago**

Es inimaginable la complejidad de esa tarea en una ciudad como Chicago, en donde los operadores que manejan quince millones de llamadas de emergencia al año - casi 14.000 en un día, enviado más de 50 ambulancias, 2.000 patrulleros y docenas de bomberos.

En años recientes, una población en crecimiento y una infraestructura cada vez más compleja de las comunicaciones han retardado los tiempos de reacción del servicio de Chicago 911. Para seguir dando la seguridad en las pista y para dar seguridad al ciudadano. La ciudad ha invertido en un sistema avanzado de respuesta de la emergencia construido con la dotación física y el software lógicos automáticos de la localización del vehículo de GPS (AVL) de Trimble. El sistema de Chicago se ha convertido en un modelo para las agencias públicas de seguridad para todo el mundo.

#### **f. Mejores decisiones en Chicago**

Bajo sistema anterior de Chicago, los operadores tomaron decisiones usando datos tabulados pulsados en las tarjetas los segundos preciosos que ahorran mientras que buscaron las tarjetas de datos relevantes sobre una calle, un edificio, o un recinto determinado. El nuevo sistema es más eficiente e intuitivo. Toda la información que un operador necesita manejar una llamada se visualiza en una correspondencia digital frente a ellos. Esta visualización proporciona un cuadro de la escena de la emergencia, termina con localizaciones de las direcciones de la calle, las localizaciones del carro bombero en tiempo real, poniéndolo en un control completo de una situación de la emergencia.

#### **Cómo trabaja el nuevo sistema**

Las ambulancias de Chicago y los carros de bomberos se equipan de los receptores de Trimble GPS y de las terminales móviles de los datos. Los receptores del GPS recopilan

datos de localización y las terminales móviles estos datos lo envían al centro del comando del control de la emergencia de Chicago concluido una red de radio. En el centro, una red compleja de computadoras y de la tecnología de las comunicaciones encamina los datos de la localización a las visualizaciones digitales de las correspondientes lugares de trabajo del operador proporciona con fotos en tiempo real de las localizaciones del vehículo.

### **3.3.2.2. Solución experimental del problema 2**

Problema 2: ¿Cómo los elementos periféricos del sistema GPS y del Sistema de Transporte Terrestre nos permiten mejorar la eficiencia y eficacia en la selección de rutas, velocidades, ubicación e itinerarios de los vehículos en el Perú específicamente Lima y Callao?

#### **– Introducción y Comentarios**

#### **Instalación efectuada en un Land Rover Discovery Series II Td5**

La instalación consta de un Garmin GPS III+ con antena externa montada sobre el techo del vehículo. El receptor de GPS va conectado a una computadora Toshiba Libretto 110 CT. En la computadora indicada se corre el software OziExplorer, que recibe la información NMEA del GPS y va indicando en la pantalla, sobre el mapa de la zona, la posición del vehículo con una actualización a razón de una vez por segundo. El software también va almacenando y mostrando en pantalla el recorrido efectuado.

#### **Preparación del vehículo**

La única preparación del vehículo consiste en traer una línea de alimentación directamente desde la batería hasta la zona del tablero para alimentar el GPS y la computadora sin interrupciones ni interferencias con otras instalaciones del vehículo.

#### **Instalación del GPS**

Se usa un Garmin GPSIII+ por su pequeño tamaño y la posibilidad de ubicarlo en forma horizontal, minimizando la superficie ocupada en el tablero del auto. En realidad para el uso con Moving Map no es ni siquiera necesario que el GPS esté a la vista ya que su principal utilización es la de captar las señales satelitales y transferir dicha información a la computadora. No obstante lo dicho, el GPS se utiliza más allá de su función del receptor, para observar información complementaria en la pantalla y utilizar varias de sus características propias. Para el montaje del GPS se usa un precinto de plástico para fijarlo a la columna de dirección, entre el volante y el tablero de instrumentos. (Ver fig. 3.2.)

El sistema MELTRACK ofrece una precisión de 5 a 25 metros en relación a la posición real, la precisión es lograda mediante receptores del sistema global de posicionamiento GPS, que requiere visualizar de tan solo tres satélites para procesar su localización.



**Figura 3. 1:** Instalación del GPS

FUENTE: [http://www.elgps.com/documentos/montaje\\_coche/gps\\_coche.html](http://www.elgps.com/documentos/montaje_coche/gps_coche.html)

Se intercala una almohadilla esponjosa entre la columna de dirección y el GPS, para hacer más efectiva la fijación y minimizar las vibraciones.

El GPS va montado sobre un soporte propio de Garmin, que permite variar el ángulo de la pantalla. Se observa en la parte posterior del GPS la salida de los cables conectores la antena a la alimentación y al puerto serial de la computadora. La ubicación no es la ideal ya que tiene algunas ventajas y otras desventajas. Las principales ventajas son su visibilidad, la facilidad de instalación y la no utilización de espacio del tablero. Tiene la desventaja de ocultar una parte de la información del tablero y se hace difícil acceder a sus botones con el vehículo en marcha. (Ver Fig. 3.3)



**Figura 3. 2:** Soporte para el GPS

FUENTE: [http://www.elgps.com/documentos/montaje\\_coche/gps\\_coche.html](http://www.elgps.com/documentos/montaje_coche/gps_coche.html)

Esto último no debe hacerse de ninguna manera, no importa donde esté ubicado el GPS, de modo que no debería ser un desventaja grande. Su acceso con el vehículo detenido, es muy sencillo y conveniente.

### Instalación de la antena exterior

Este es un procedimiento muy sencillo que consistió en pasar el cable cuyo extremo va conectado al GPS, por debajo del tablero hasta el poste de la puerta delantera izquierda, luego hacia el exterior por la abertura de la puerta trasera izquierda y finalmente colocar la antena sobre el techo. (Ver Fig. 3.4) La antena está montada sobre una base imantada del tipo de las que se usan para las antenas de radio. La idea de montarla sobre el techo es la de asegurar la mejor recepción posible en cualquier condición de terreno. Realmente funciona muy bien. (Ver Fig. 3.4)



**Figura 3. 3:** Antena de GPS

FUENTE: [http://www.elgps.com/documentos/montaje\\_coche/gps\\_coche.html](http://www.elgps.com/documentos/montaje_coche/gps_coche.html)

### Instalación de la Notebook

De acuerdo a la experiencia, la clave para la instalación de la notebook consiste en minimizar las vibraciones que sufra el conjunto. Para ello la computadora debe ir montada sobre una superficie absorbente y mullida que no transmita los golpes y las vibraciones del terreno, especialmente cuando estamos en una superficie de ripio con ondulaciones de tipo serrucho.

La base consiste en una caja de madera forrada interiormente por espuma plástica, el grosor de la capa de espuma no debe ser inferior a 3 cm en ninguno de sus lados y en su base. La caja lleva por fuera un revestimiento vinílico similar al tapizado del vehículo para lograr una estética aceptable. En la cara de la caja que enfrenta al parabrisas van calados los agujeros que corresponden a la entrada de los cables que vinculan la notebook con el resto del equipamiento. (Ver Fig.3.5). Los cables son: una entrada serial proveniente del GPS,

una entrada de alimentación, proveniente de la fuente de alimentación y una entrada al puerto del mouse, para la conexión de un track ball.



**Figura 3. 4:** Control

Fuente: [http://www.elgps.com/documentos/montaje\\_coche/gps\\_coche.html](http://www.elgps.com/documentos/montaje_coche/gps_coche.html)

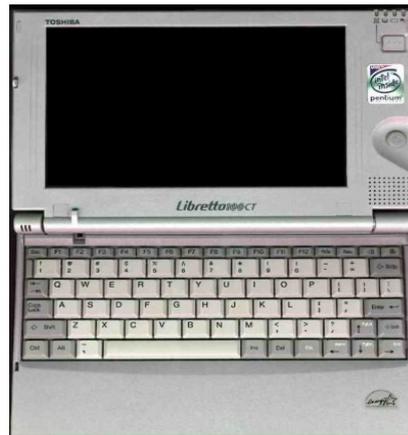
### **Alimentación de la Notebook**

La notebook recibe alimentación a partir de un inversor de corriente que transforma la entrada de 12V a 220V. Su capacidad es de 300 vatios, siendo más que suficiente para la notebook y otras cosas. El inversor va alojado en la guantera, fuera de la vista, y recibe alimentación directamente de la batería, con su correspondiente fusible. A la salida del inversor va conectada la fuente de alimentación a la notebook, como si fuera cualquier conexión domiciliaria. También se tiene alojado en la guantera el track ball, que reemplaza al mouse, y que utiliza en ocasiones especiales para comandar la notebook. Esto también puede hacerse desde su propio mouse incorporado a un lado de la pantalla.

### **Características de la Notebook**

La notebook es una Toshiba Libretto, la más pequeña computadora completa que existe en el mercado. Funciona bajo Windows 98 o NT y tiene las siguientes capacidades.

Procesador Pentium 233 MHz, 64 MB RAM ,4 GB de Disco Duro; Pantalla TFT Matriz Activa de 7" en diagonal. 800 x 400 píxeles. Ancho: 21 cm, Profundidad: 15 cm, Alto: 3,5 cm. (Ver Fig. 3.6)



**Figura 3. 5:** Laptop de control

FUENTE:[http://www.elgps.com/documentos/montaje\\_coche/gps\\_coche.html](http://www.elgps.com/documentos/montaje_coche/gps_coche.html)

### **El Sistema de Localización Global SLG (complementario al AVL)**

El Sistema de Localización Global S.L.G. es un sistema por el cual se puede saber en cada momento, la localización, velocidad, cambios de ruta, etc. de los vehículos.

Los receptores pueden ser muy costosos dependiendo de la precisión de los mismos, también se utilizan incluso en mediciones topográficas.

Pero con un costo mínimo para las aplicaciones normales se consiguen precisiones con error máximo de 40 metros y por muy poco más se consiguen precisiones en torno de 1 - 5 metros con el llamado GPS Diferencial.

Todos estos datos se pueden conocer en tiempo real por estar unidos a un Sistema de Comunicaciones Móviles (Radio Trunking, GSM o INMARSAT).

Esta información / comunicación puede realizarse, según equipamiento de la estación central al móvil o del móvil a la estación central, resultan ser muy costosos, También se pueden utilizar varias centrales de control si es requerido pero son muy costosas.

Es de utilidad en todo tipo de actividad empresariales en las que cualquiera de los elementos que intervienen sean ya en los móviles u otras actividades que se necesita conocer sus movimientos, programarlos con antelación, archivarlos, auditarlos y/o conectarlos a las otras aplicaciones.

A título de ejemplo, se puede mencionar: Todo tipo de Transporte, logística de personas o mercancías, seguridad, Servicios Públicos (Policía, Bomberos, Médicos, Ejército, etc.).

Además, dependiendo del uso que quiera hacer al sistema, deberá instalar en el computador el programa adecuado para sus necesidades.

### **FLOTASAT**

Gestión y Control de Flotas de Vehículos. Podrá gestionar todos los elementos que intervienen en una flota (personas, máquinas, elementos de comunicaciones etc.).

## **CARTOSAT**

Sistema de Información Geográfica, que permite incluir en el mismo cualquier tipo de cartografía digital a diferentes escalas -incluso planos menores de polígonos, parcelas, etc. utilizables de forma automática y simultánea.

La cartografía disponible cubre: en el Norte de África, Sudamérica, Norte América y Europa, aunque continuamente se están incluyendo nuevos territorios y escalas, así como escalas mayores de regiones o aldeas específicas.

Las funciones de este SIG, son las normales en este tipo de herramientas, más las particulares del sistema, que se va alimentando de las demandas de cada cliente, enfocadas a la finalidad que se busca: diferentes niveles de zoom, capaz de información general y específica del usuario o clientes, proveedores, centrales de carga, punto de interés, centrales sobre móviles, toda la flota, poblaciones, aldeas, etc. Creación de rutas, marcas, etc.

### **Destacados**

- La capacidad del Sistema para actualizar la cartografía existente, mediante la transformación de las rutas grabadas en carreteras, autopistas, etc.
- Formato cartográfico propio, pero existiendo la posibilidad de utilizar archivos cartográficos digitales de otros sistemas.
- La posibilidad de personalización con bases de datos específicas del cliente, georreferenciándolas.
- TELESAT, Sistema de Comunicaciones. Comprende todas las especificaciones para hacer posible las comunicaciones de la Central con los Móviles y de éstos entre sí.
- Todas las comunicaciones pueden llegar a ser bidireccionales, si los equipos instalados lo permiten y la operativa diseñada para el cliente así se aconseja.

Permite tantas centrales operacionales como se diseñen, tanto en móviles como estáticas.

Los Sistemas de Comunicaciones como: Radio, Radio-Trunking, GSM e INMARSAT, pudiendo la aplicación si el equipamiento lo permite, compatibilizar todas ellas, seleccionando el software, de forma autónoma y automática, la más propicia en cada momento, desde el punto de vista económico, de cobertura y calidad de la misma.

## **CAPÍTULO IV: APLICACIÓN EPISTEMOLÓGICO EXPERIMENTAL**

### **4.1. PROBLEMA A SOLUCIONAR**

Con este capítulo se propone hacer uso del conocimiento epistemológico experimental vivencial en la ciudad de Lima, fundamentándose en solucionar los dos problemas principales presentado en la investigación en el sistema integral de una vivienda a un centro de trabajo, objetivizando una distancia aproximada entre los dos sistemas de 11 km que es el recorrido entre los distritos San Martín de Porres, Carmen de la Legua y San Miguel, en donde encontramos fenómenos como una diversidad de semáforos, instalación de vías nuevas y la existencia de vía deterioradas destacando entre otros agrietamiento de la carpeta asfáltica, rompe muelles elementos que permiten baches y en consecuencia el deterioro de los vehículos, así mismo poniendo en actitud cautelosa a los conductores que induce en consecuencia a solucionar el problema de los tiempos de reacción de estos y; nuestro segundo problema que nos permite seleccionar las rutas, optimizar velocidad, tiempos de viaje pronto entre otros.

### **4.2. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

Para solucionar el problema anterior vivencial experimental se tuvo que recolectar una data que corresponde del 27 de octubre al 03 de noviembre, en diferentes horas y días laborales y no laborales.

Debemos resaltar que la selección de la muestra ha sido aleatoria teniendo en consideración la distribución de la carga socioeconómica y cultural de nuestra ciudad, no se consideró el primer trimestre porque no es representativa, por no existir de su manera normal el sistema educativo, el segundo trimestre no es tan representativo porque el sistema económico no se ve en su funcionamiento máximo, en este sentido nuestra muestra seleccionada en el último semestre encontramos los tres grandes sistemas porque estamos cerca a las fiestas de fin de año en donde los tres sistemas se reflejan en su máximo funcionamiento.

Ver Anexo 1 - Recolección de datos experimentales.

Debemos de resaltar que al solucionar los problemas anteriores se está solucionando una diversidad de problemas externos al sistema de transporte y como consecuencia de ello inducimos al desarrollo y crecimiento sustentable y sostenible de las ciudades del Perú en especial de Lima.

## 4.2.1. Cuadro de resumen

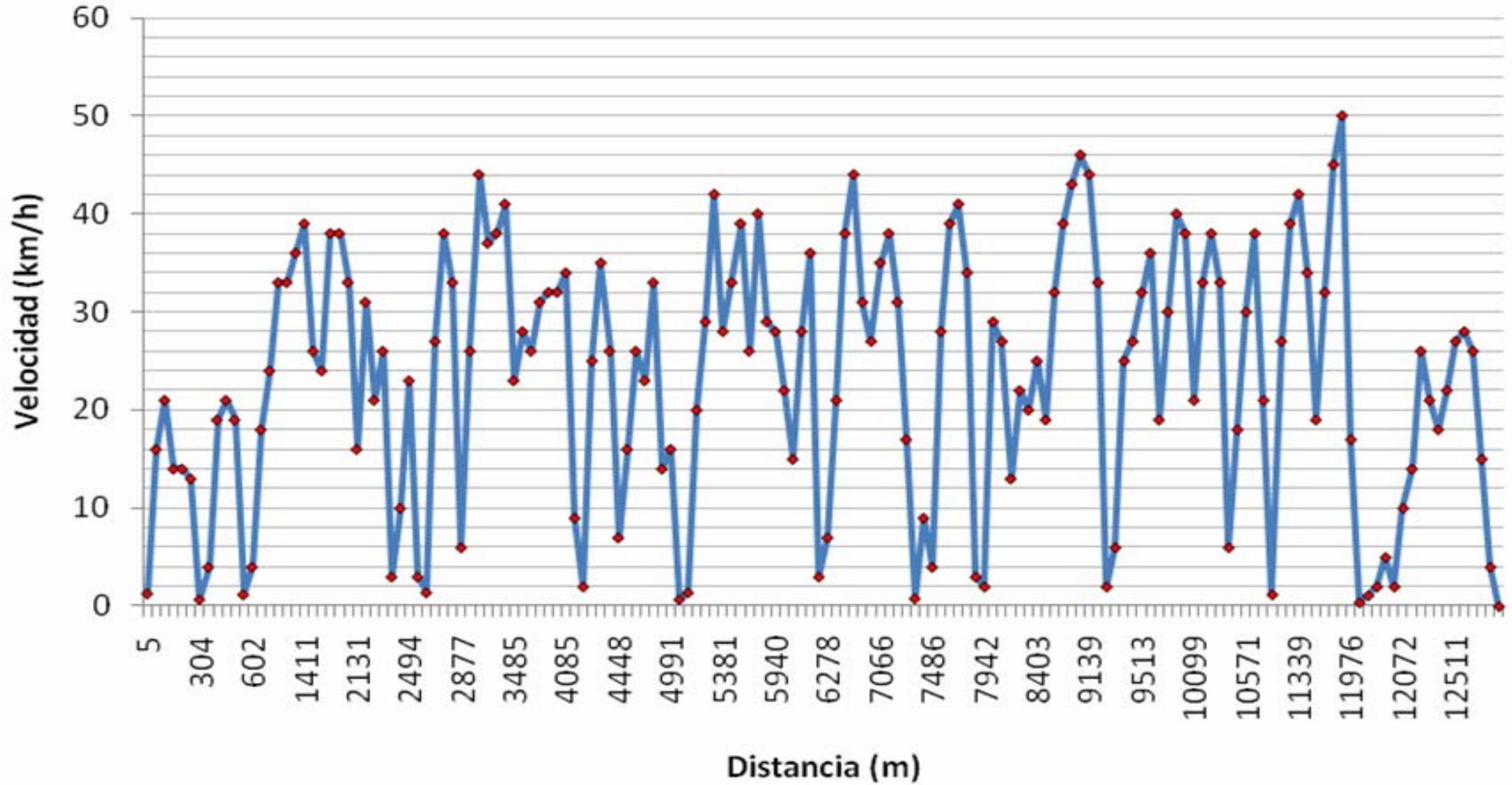
Tabla 1: Parámetros estadísticos de las rutas

	DÍAS LABORABLES					DÍAS NO LABORABLES			
	27/10/2011		28/10/2011	02/11/2011		03/10/2011	29/10/2011		30/10/2011
	CASA-UNI	UNI-CASA	UNI-CASA	CASA-UNI	UNI-CASA	CASA-UNI	CASA-UNI	UNI-CASA	UNI-CASA
Velocidad Máxima (km/h)	50	56	57	68	53	60	54	68	64
Velocidad Promedio (km/h)	23.3	22.1	21.9	22.4	20.0	17.7	20.5	24.6	28.3
Tiempo Total (h)	0:38:12	0:34:12	0:35:33	0:33:55	0:38:22	0:42:37	0:36:52	0:31:09	0:26:52
Varianza	169.9	269.2	278.0	351.1	213.4	331.6	315.2	330.1	341.5
Desviación Estándar	13.0	16.4	16.7	18.7	14.6	18.2	17.8	18.2	18.5

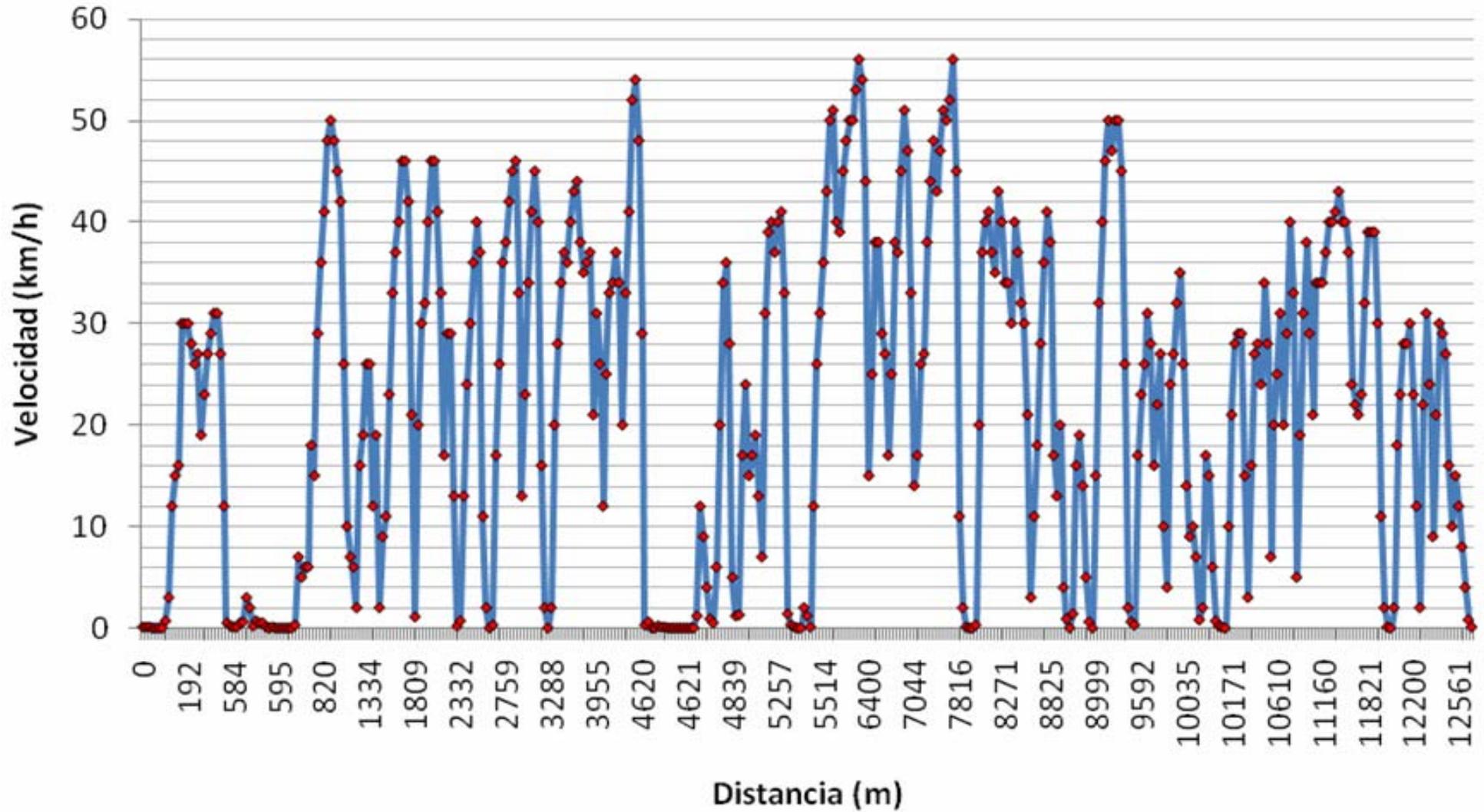
FUENTE: Elaboración propia

4.2.2. Gráficas de los caminos

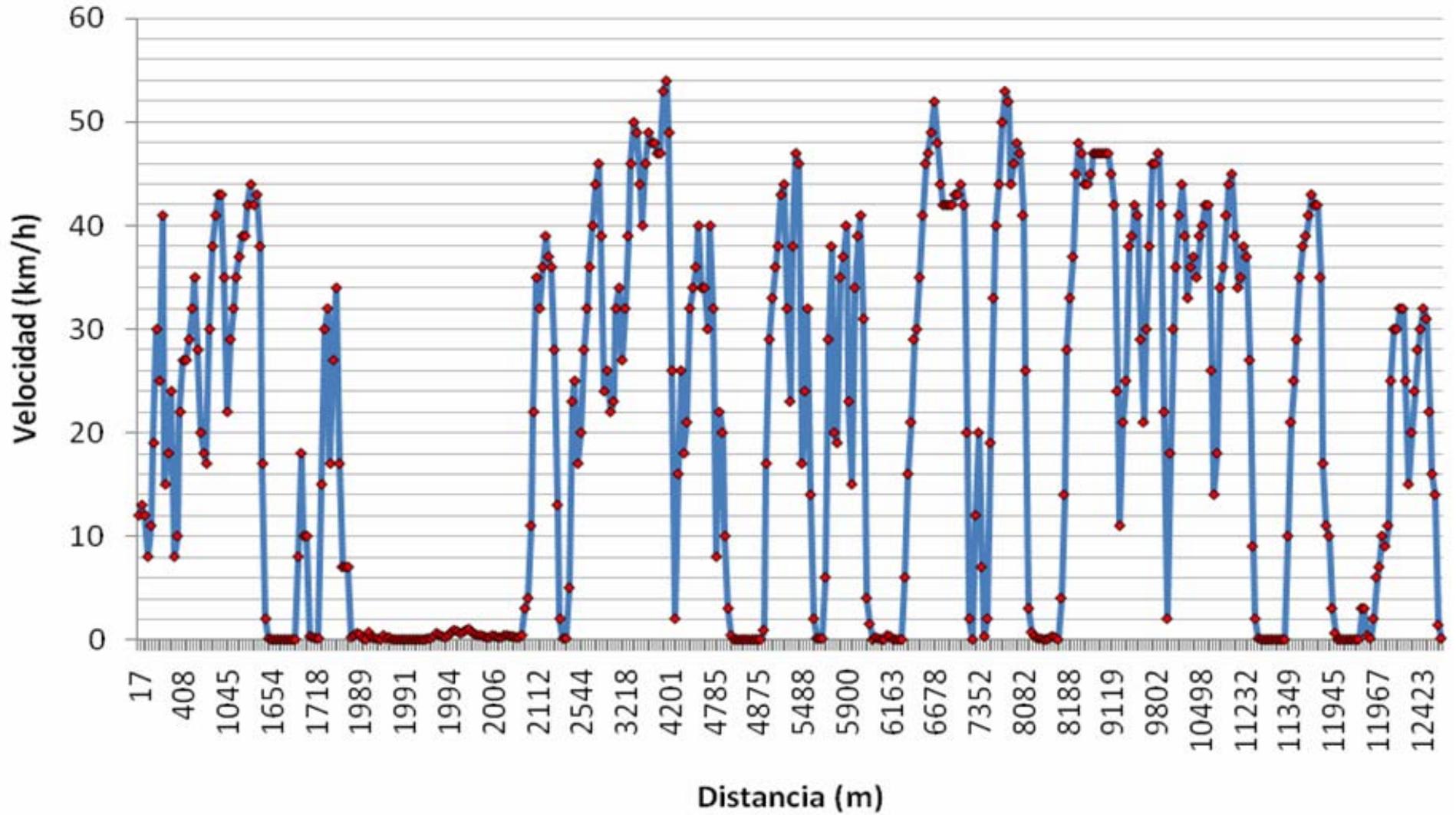
Camino de mi Casa a la UNI (27/10/11)



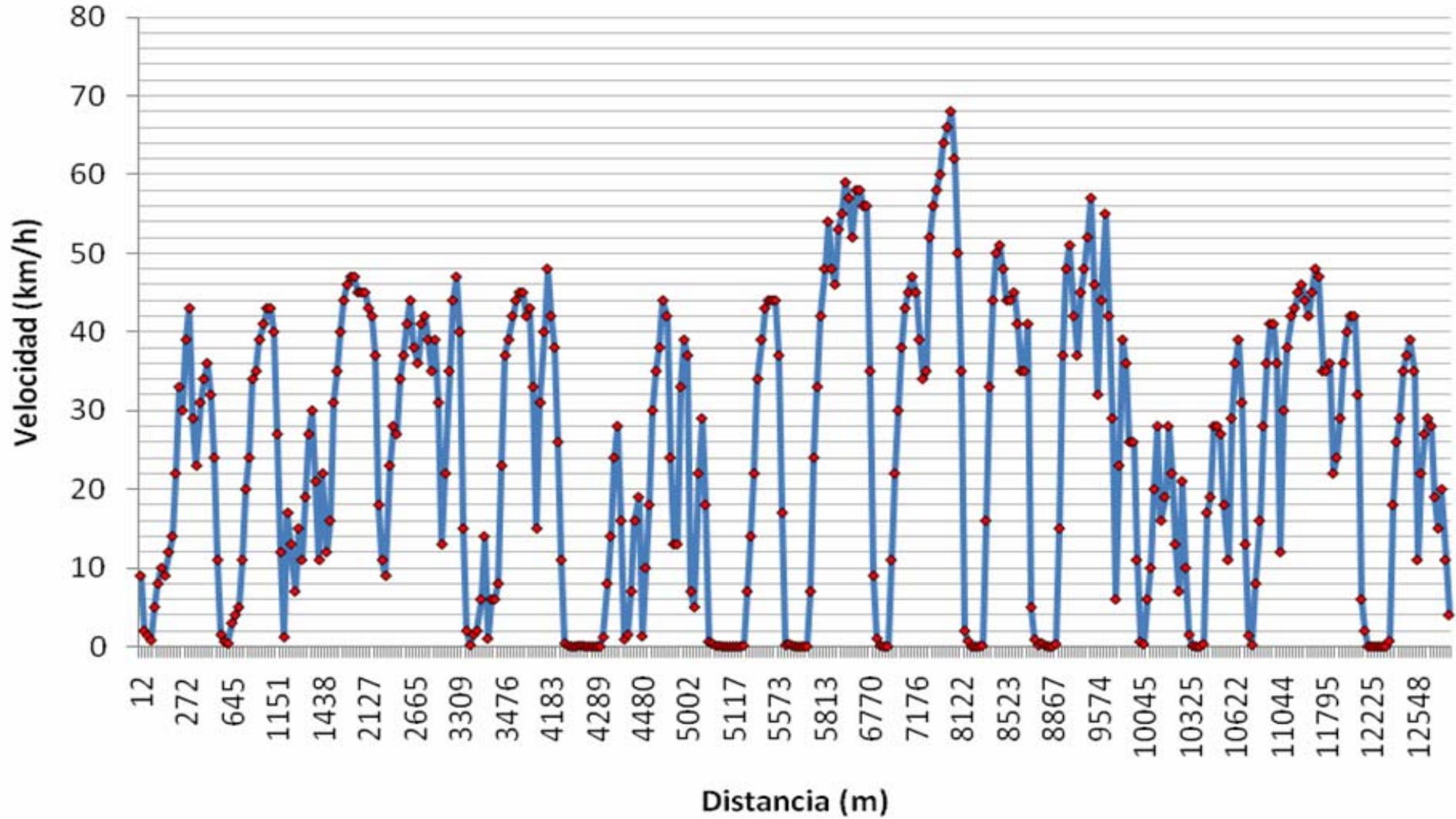
Camino de la UNI a mi Casa (27/10/11)



Camino de mi Casa a la UNI (29/10/11)

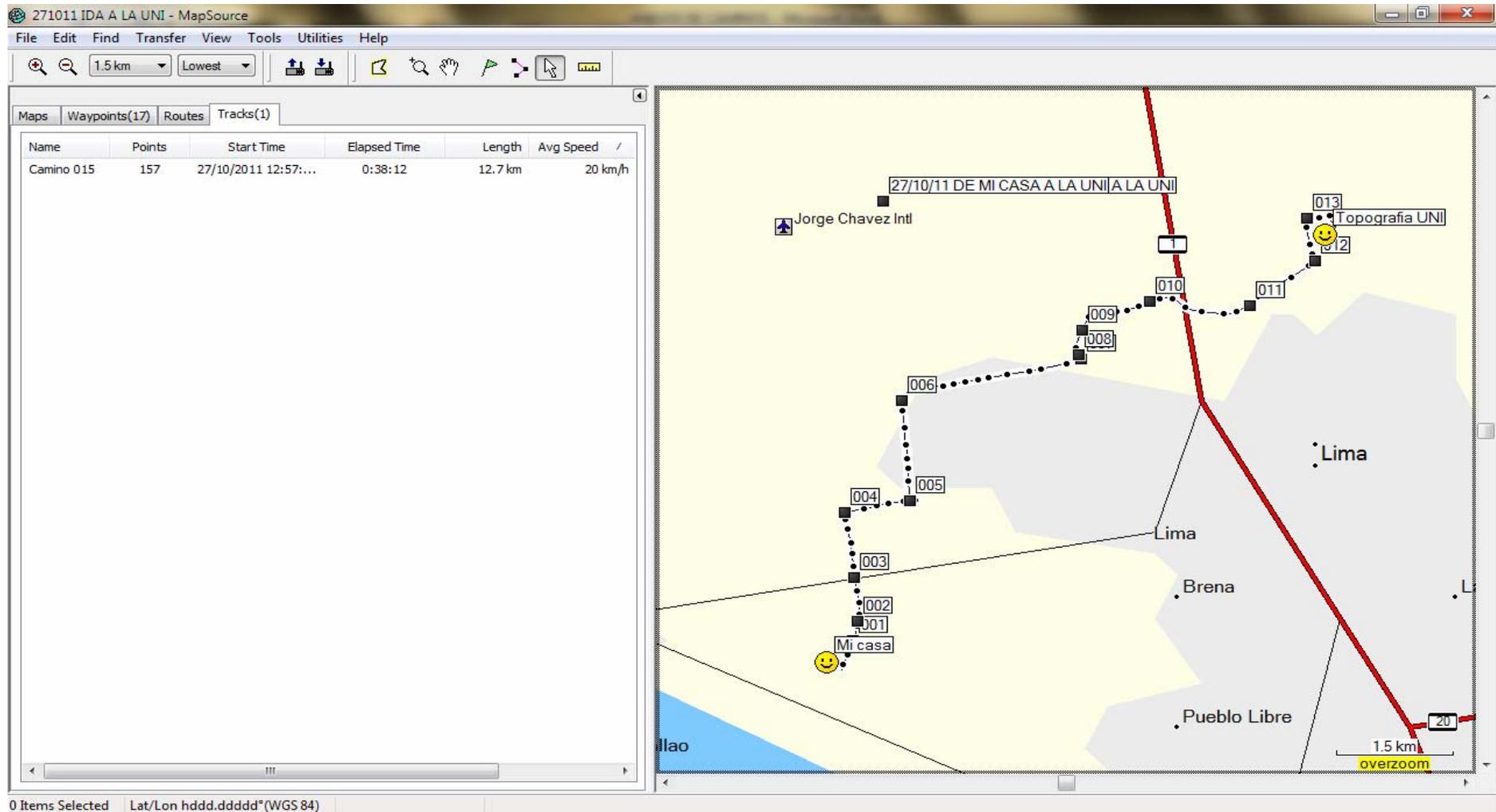


Camino de la UNI a mi Casa (29/10/11)

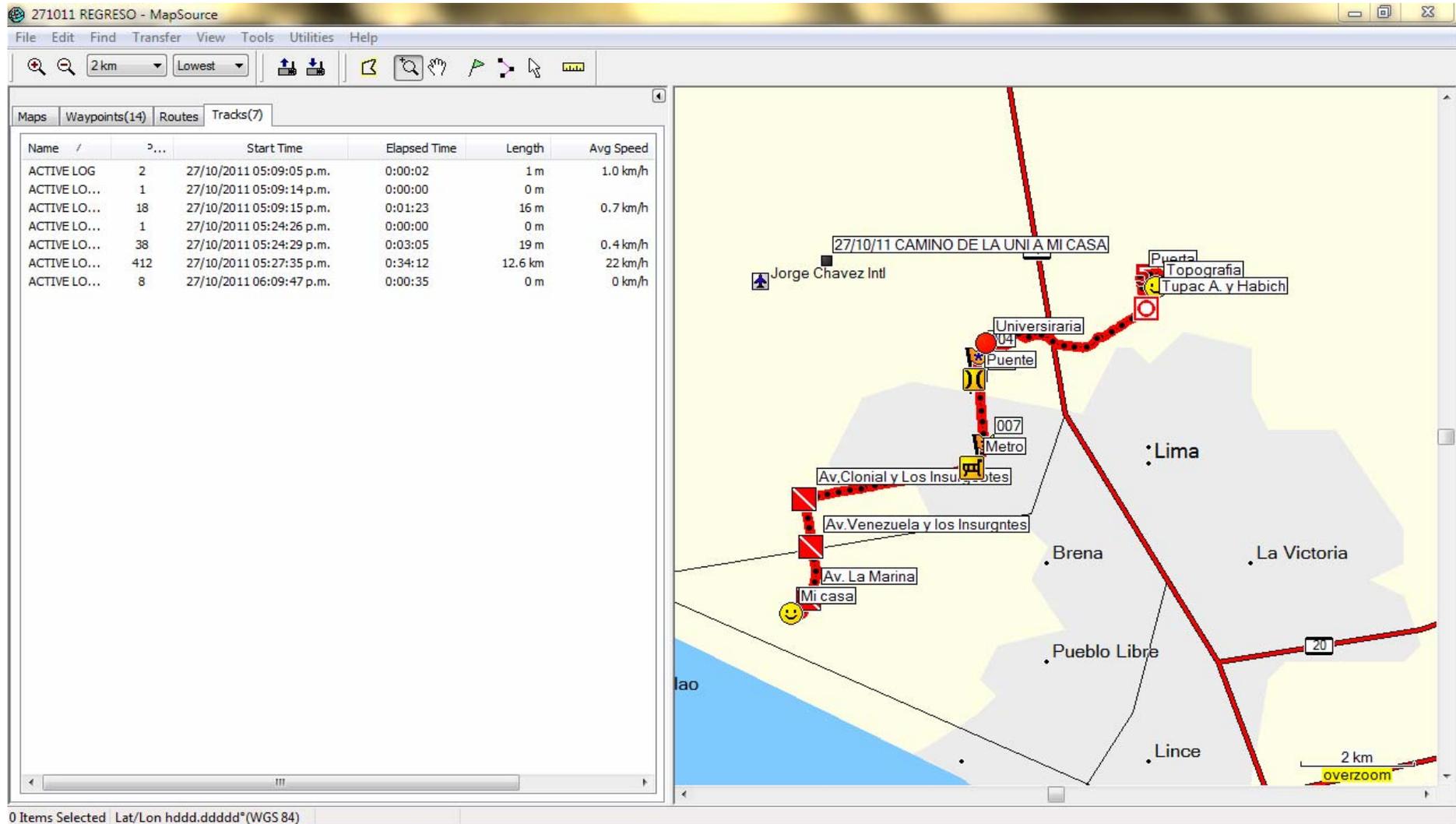


### 4.2.3. Rutas

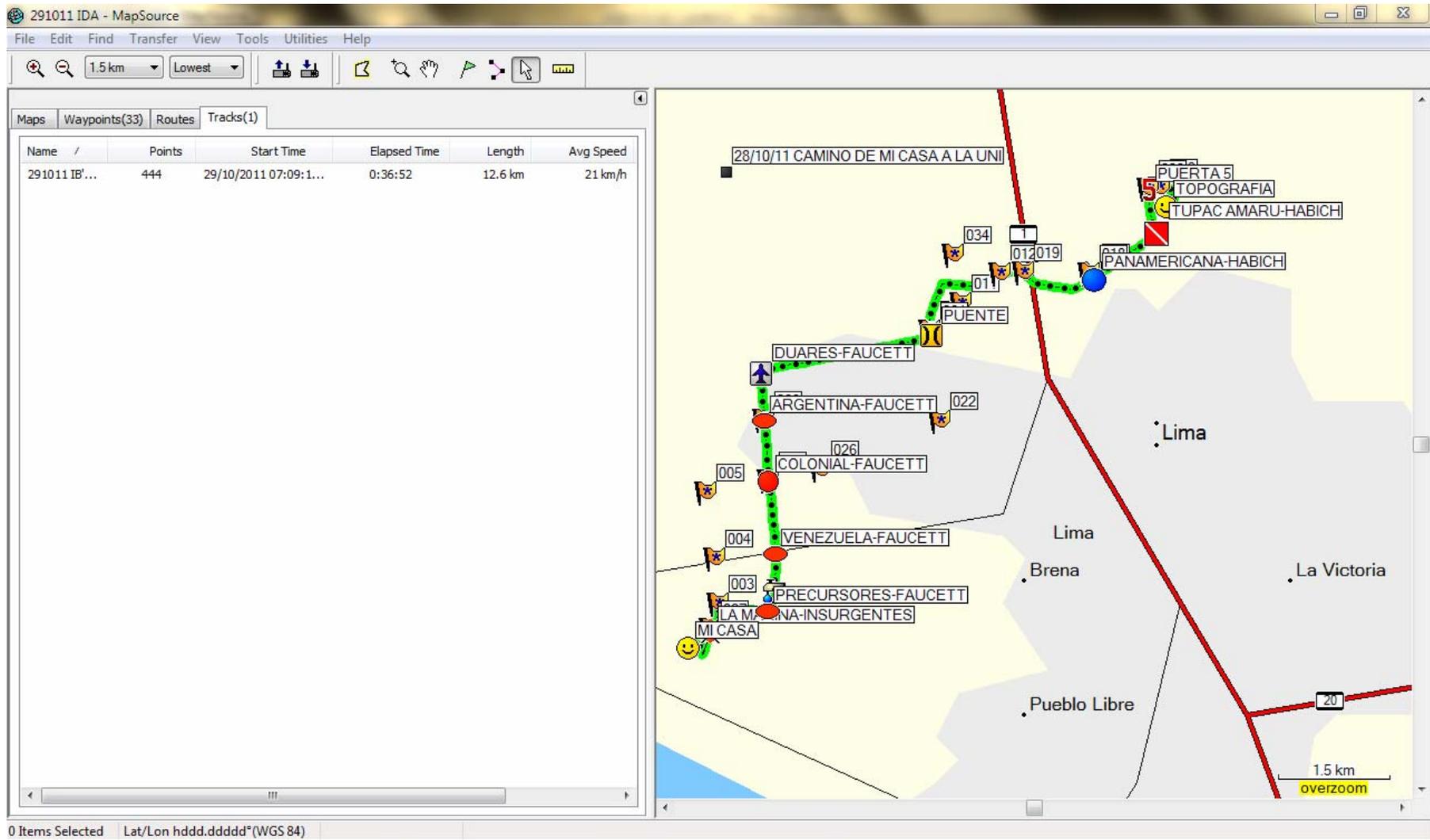
#### Camino de mi Casa a la UNI (27/10/11)



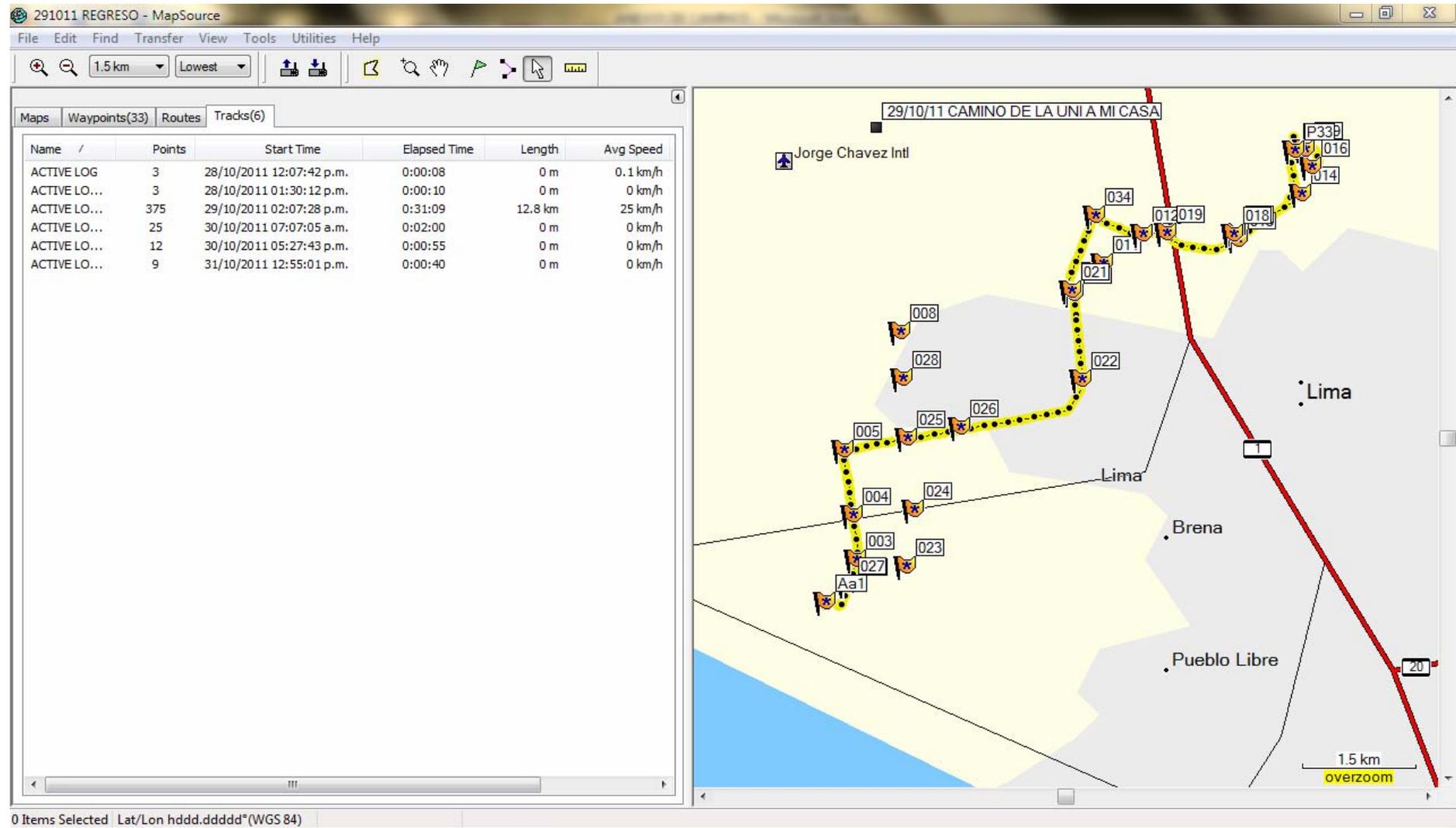
### Camino de la UNI a mi Casa (27/10/11)



### Camino de mi Casa a la UNI (29/10/11)



### Camino de la UNI a mi Casa (29/10/11)



## CAPITULO V: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

### 5.1. CONCLUSIONES

- La tecnología va creciendo muy rápidamente tanto así que se cree que en un futuro las personas podrán ubicar su posición por coordenadas y tener un GPS será como tener un reloj, ya no se preguntará ¿Dónde vives?, sino ¿Cuáles son tus coordenadas?
- Los vehículos ya no serán manejados por personas sino más bien serán manejados por programas satelitales que mediante señales por medio de GPS manejaran los vehículos en el mundo, con una precisión al milímetro, los vehículos podrán manejarse solos.
- Las empresas mineras a tajo abierto ya utilizan lo indicado en la anterior conclusión.
- Actualmente la utilización de GPS no está muy difundida en el país, son pocas las personas y empresas que gozan de este servicio, esto también debido a que los sistemas AVL son costosos y todavía no accesibles para la gente del país. Pero se cree que con el tiempo esto dará un giro y en el Perú se verá más a menudo vehículos con GPS AVL.
- El Ministerio de Transportes y Comunicaciones a partir del 1 de agosto del 2011, dispuso que todos los vehículos de transporte de pasajeros y de carga deben disponer de un GPS, para así poder controlar todas las infracciones que cometen, asimismo conocer la ubicación, la velocidad, las paradas no autorizadas, etc. Esto ya está dando resultado de acuerdo a las últimas estadísticas. Al 08 de agosto o sea en una semana ha bajado la tasa de accidentes en un 12% con respecto al año anterior por la medida que ha tomado OSITRAN.
- La Municipalidad de Lima, contrató los servicios de la Empresa de recojo de basura “Relima” para vigilar a las compactadoras que brindan este servicio. Ahora este mismo servicio también lo ofrece la Municipalidad de Ventanilla de la Provincia Constitucional del Callao, utilizando tecnología GPS.
- En Arequipa los vehículos de transporte urbano y taxis también contarán con GPS; con lo cual solucionarían también su problema de transportes.
- En el país existen los profesionales para resolver estos problemas, pero no son tomados en cuenta.  
Conclusiones del capítulo IX (Trabajo experimental)
- De los resultados de mi casa a la UNI y viceversa tenemos que:

- En los días laborables la velocidad promedio es de 21.2 km/h, mientras la velocidad promedio en los días no laborables es de 24.5 km/h. La variación en los valores de velocidad se debe a factores como la presencia de semáforos, los rompe muelles, fallas en el pavimento y aumento del parque automotor en los días laborables.
- La desviación estándar de las velocidades es de 16.3 en días laborables y de 18.1 en días no laborables, debido a lo indicado en el ítem anterior
- Los tiempos de recorrido en los días laborables son de 37 minutos aproximadamente, en cambio en los días no laborables son de 31 minutos.
- La data total de todos los caminos y gráficas de velocidad/tiempo están en CD.
- Si este trabajo, se tomara para seguir las rutas de todos los buses y combis, tomando sus tiempos de recorrido origen-destino, si el vehículo está lleno, medio lleno o casi vacío, que ayudaría a tomar las decisiones técnicamente, con la cual, se solucionaría en parte el problema del caótico sistema de transportes local de Lima y el Callao.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Este trabajo de investigación puede servir para que la Municipalidad de Lima, Callao, Arequipa, Chiclayo, Piura, entre otras, puedan tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:
- Levantar la data de todas las rutas de transporte; recolectando desde el paradero inicial hasta el paradero final de ida y vuelta, en horas punta y horas valle. Anotando si el bus o combi si va lleno, semi-lleno o casi vacío.
- Con la información de la recomendación anterior podrán tomar las decisiones del caso y no en forma empírica, (por ejemplo el transporte público por la AV. Tupac Amaru). Indicarán los paraderos autorizados y controlarán los tiempos de sus itinerarios. Castigando a los que no cumplen, con un día de suspensión de su unidad, para así hacer disciplinados a los conductores.
- Las municipalidades tomarán en cuenta el porqué del embotellamiento del tránsito y estos pueden ser por: falta de señalizaciones, fallas en el pavimento de las calzadas, mala sincronización de los semáforos (poner olas verdes), rompe muelles, paradas indebidas que dificultan reteniendo el tránsito, etc.
- En el caso de cruces de vías donde se producen embotellamientos, merece hacer pasos a desnivel, con el estudio previo que indica esta tesis de investigación.
- Luego exigir a todos los vehículos de transporte público buses, custer, combis y taxis instalen el sistema de monitoreo de estos, mediante las diferentes empresas que

bridan el servicio, coordinado con OSITRAN del Ministerio de Transportes y Comunicaciones que ya controlan el servicio interprovincial de pasajeros y carga.

- En los Colegios deberán dar charlas o curso sobre el tránsito, para así ir formando peatones y conductores responsables y no cruzar la calzada por cualquier lugar y los choferes respetar las reglas de tránsito y los peatones.
- Si se tomara en cuenta lo dicho anteriormente se solucionaría en parte el caótico transporte que existe en Lima.

### 5.3. BIBLIOGRAFÍA

- Günter Seeber  
Satellite Geodesy Foundations, Methods and Applications  
2da Edition de Grugter. Nueva York -1993
- JOHNWILRY &SANS,INC 1994  
GPS Satellite Surveying  
Department of Survey Engineering  
University of Mein
- A WILEYE .- Itesbienciere Publilation 1993  
Hew York/Chichester/Toronto/brtisbam/Sungapur.
- Global Positioning System.  
Theoring and Practice, second edition 1992  
Springer – Verlagan. New York.

#### INTERNET

<http://www.trimble.com/gps/index.htm>  
<http://www.trimble.com/products/catalog/mobile/fleet30.htm>  
<http://www.trimble.com/mpc/avl/systems.htm>  
<http://www.miras.com/espanol/gps.html>  
<http://www.sti-sa.com.ar/satelital.html>  
[http://www.al-top.com/al\\_top/Gps-art.htm#GPS](http://www.al-top.com/al_top/Gps-art.htm#GPS)  
<http://www.gps.cl/grtes.html>  
<http://www.gps.cl/funcionamiento.html>  
<http://www.intelligentdata.intelideas.com/sp/index.html>  
[http://www.knosos.es/PK\\_MICR\\_descr.htm](http://www.knosos.es/PK_MICR_descr.htm)  
[http://www.knosos.es/NK\\_GPS\\_y\\_mundo.htm](http://www.knosos.es/NK_GPS_y_mundo.htm)  
<http://www.garmin.com/>  
<http://www.system.com.ar/avl-gps.htm>  
[http://www.geomatica.com.ar/Geotrack.htm#AVL \( Automatic Vehicle Location \)](http://www.geomatica.com.ar/Geotrack.htm#AVL)  
<http://www.fis-net.com/melec/indexe.html>  
<http://www.etelefonos.net/GPS1.htm#avl>  
<http://catalogo.syscom.com.mx/cnav.htm>  
<http://www.eclac.org/publicaciones/xml/3/7833/Lcl1593-P-E.pdf>