



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSTGRADO**

**MAESTRÍA EN CONECTIVIDAD Y REDES DE ORDENADORES**

Proyecto de Investigación y Desarrollo previa la  
obtención del Grado Académico de Magister  
Conectividad y Redes de Ordenadores

**TEMA:**

**“SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE CARGA PARA EL  
TRANSPORTE PESADO DE LA COMPAÑÍA “TRANSPEQUE” DE LA CIUDAD  
DE QUEVEDO”**

**AUTOR:**

ING. ÍTALO MECÍAS SERRANO QUEVEDO

**TUTOR:**

ING. ÁNGEL TORRES Msc.

**QUEVEDO- LOS RÍOS – ECUADOR**

**2016**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSTGRADO**

**MAESTRÍA EN CONECTIVIDAD Y REDES DE ORDENADORES**

Proyecto de Investigación y Desarrollo previa la  
obtención del Grado Académico de Magister  
Conectividad y Redes de Ordenadores

**TEMA:**

**“SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE CARGA PARA EL  
TRANSPORTE PESADO DE LA COMPAÑÍA “TRANSPEQUE” DE LA CIUDAD  
DE QUEVEDO”**

**AUTOR:**

ING. ÍTALO MECÍAS SERRANO QUEVEDO

**TUTOR:**

ING. ÁNGEL TORRES Msc.

**QUEVEDO- LOS RÍOS – ECUADOR**

**2016**

**CERTIFICACIÓN**

Ing. ÁNGEL TORRES Msc. Docente Tutor de Tesis, previo a la obtención del Título Académico de Magíster en Conectividad y Redes de Ordenadores.

### **CERTIFICA**

Que el Ing. Ítalo Mecías Serrano Quevedo, ha cumplido con la elaboración del Proyecto de Titulación especial de Investigación titulado: "SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE CARGA PARA EL TRANSPORTE PESADO DE LA COMPAÑÍA TRANSPEQUE DE LA CIUDAD DE QUEVEDO"

El mismo que está apto para la presentación y sustentación respectiva.

.....  
Ing. Ángel Torres Quijije Msc.  
DIRECTOR

## **AUTORÍA**

Los criterios ideas, comentarios, conclusiones y recomendaciones son de mí autoría, excepto aquellos referentes que se encuentran debidamente citados.

Asumo la responsabilidad por el contenido de esta investigación

.....  
Ing. Ítalo Mecías Serrano Quevedo  
**Autor**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Tesis:

A mis queridos y abnegados Padres, Baselides y Luisa, quienes me educaron con su ejemplo de trabajo, honestidad y amor a los demás, reconociendo su esfuerzo y sacrificio por hacer de mi un hombre de bien, educado en la fe a Dios y en el respeto a los demás

A mi amada esposa, Narcisa Jácome Chango, quien ha sido y es mi pilar fundamental, que con su amor y comprensión me acompaña en los momentos buenos y malos junto a mi adorada hija Noelia Lisseth y la presencia perdurable de mi hijo Isaac Serrano Cunuhay.

A mis amigos, Jimmy Cedeño Barzola y al servidor de Dios Rvdo. Jaime Tasinchano Bastidas, que han sido apoyo y guía en la vida para hacer las cosas correctamente.

A mis colegas universitarios, Ing. Adalberto Coello, Ing. Jefferson Bravo, Ing. Cesar Muñoz, Ing. Neuval Villegas e Ing. Harold Escobar; por su motivación y apoyo incondicional para que logre la meta propuesta.

Y al creador de todo lo que existe, a mi amado padre Dios, por su gracia y misericordia sobre mi derramada, durante todos estos años vividos a plenitud; ¡Gracias padre de la vida!.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, seres especiales a quienes los llevo en el corazón y que son pilar fundamental para seguir adelante en la etapas de la vida.

Al alma mater, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por acogerme en su aulas y permitirme realizar mis estudios de Postgrado, junto a os maestros que me inculcaron sus enseñanzas y experiencias de su vida profesional.

A los directivos de la Compañía de Transporte Pesado TRANSPEQUE de la ciudad de Quevedo, por facilitarme la información necesaria para llevar a cabo el Proyecto y poner en práctica la funcionalidad de esta propuesta de Proyecto tesis de grado

## PRÓLOGO

En estos tiempos las empresas dedicadas a la distribución de cualquier tipo de productos han optado por monitorear los desplazamientos de sus vehículos, instalándoles dispositivos de rastreo satelital con lo cual se puede conocer la ruta elegida para llegar hacia su destino, la información correspondiente a los desplazamientos puede proveer de una herramienta vital para buscar la estrategia y potenciar la empresa siempre y cuando los usuarios dispongan de la información generada por los desplazamientos.

Por esta razón que se plantea proponer un sistema que permita visualizar los desplazamientos vehiculares en los mapas de Google Maps, basándonos en la base de datos del sistema que se encuentra en la oficina central de una empresa privada. Este trabajo de investigación se realizó en base a los conocimientos adquiridos y en la recopilación de información de varias fuentes bibliográficas.

Con ésta propuesta se beneficiará a las compañías que utilicen sistemas de rastreo vehicular ya que nos permitirá gestionar la seguridad y logística de las de las rutas tomadas para las diferentes distribuciones de productos, generando el desarrollo constante gracias al conocimiento e informes en los desplazamientos de las rutas, las mismas que estarán disponibles para los usuarios previamente autorizados.

El presente proyecto de tesis contribuye al que hacer científico, especialmente al área de las telecomunicaciones, presentando una propuesta innovadora que da seguridad y control a los productos que se movilizan con carga pesada por las principales carreteras del Ecuador.

.....  
Ing. Jefferson Bravo Salvatierra Msc.

## RESUMEN EJECUTIVO

La compañía de Transporte TRANSPEQUE del cantón Quevedo, no cuenta con un sistema de geolocalización y seguridad de acceso a la carga, esto conlleva a poner en riesgo el producto y no aprovechar de manera eficiente los recursos que demandan la trasportación.

Al no existir un sistema de rastreo satelital y monitoreo que realice la gestión y control del traslado de productos, se vuelve complejo conocer si las operaciones de distribución son óptimas, es decir; procesos de embarque, traslado, desembarque, retorno o si se encuentra el camión trasportador dañado. El no contar con un software centralizado impide aprovechar los recursos eficientemente, por ejemplo los vehículos que se encuentran vacíos en diferentes destinos del país, no pueden ser gestionados oportunamente a embarcar nuevas mercaderías desde distintas ciudades en las que se encuentren, el no poder hacerlo limita a la compañía obtener mayores ganancias; o si están dañados no se les puede dar la asistencia oportuna para trasladar a un mecánico de vehículos y llevar la provisión necesaria de repuestos que permitan poner en operación nuevamente al vehículo.

Los objetivos del proyecto pretenden determinar la viabilidad de la implementación de una propuesta de sistema para el control de la trasportación de la mercadería, principalmente a los puertos bananeros del Ecuador, así como a las distintas ciudades del país; utilizando software Open Source.

Ante la carencia de un sistema de control, gestión y monitoreo en la Compañía de transporte TRANSPEQUE, se propone realizar una propuesta de implementación de cuáles son las alternativas de control más adecuadas para gestionar la movilidad de cabezales - containers y de carga, estas alternativas a un futuro serán elegidas con los responsables de la Compañía.

Se utilizará técnicas de investigación que permitan recolectar información del gerente de la compañía, y de los propietarios de los cabezales - containers.

## **ABSTRACT**

The transport company TRANSPEQUE of Quevedo city, does not have a geolocation system and security of access to the cargo, this entails to put at risk the product and not to efficiently take advantage of the resources that demand the transportation.

In the absence of a system of satellite tracking and monitoring that performs the management and control of the transfer of products, it becomes complex to know if the distribution operations are optimal; Processes of shipment, transfer, landing, return or if the transporter truck is damaged. The lack of centralized software prevents efficient use of resources, such as vehicles that are empty in different destinations in the country, cannot be managed in a timely manner to ship new goods from different cities in which they are, not being able to do so limits To the company to obtain greater profits; or if they are damaged they cannot be given the timely assistance to move a truck mechanic and carry the necessary supply of spare parts that allow to put into operation again the vehicle.

The objectives of the project are to determine the roadworthiness of the implementation of a system proposal to control the transportation of merchandise, mainly to banana ports in Ecuador, as well as to the different cities of the country; Using Open Source software.

Given the lack of a control, management and monitoring system in TRANSPEQUE Transport Company, it is proposed to implement a proposal to implement the most appropriate control alternatives to manage truck and freight mobility, these alternatives to a future will be chosen with the people in charge of the Company.

Research techniques will be used to collect information from the company's manager and the owners of the trucks.

## ÍNDICE

AUTORÍA .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
PRÓLOGO .....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	viii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Ubicación y contextualización de la Problemática .....	3
1.2. Situación actual de la Problemática.....	4
1.3. Problema de investigación .....	5
1.3.1. Problema General .....	5
1.3.2 Problemas derivados.....	6
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 Objetivo General .....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
1.5 Justificación.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Descripción de las tecnologías empleadas en el sistema de monitoreo.....	9
2.1.1 Sistemas de Control.....	9
2.1.2 Tipos de sistema de Control.....	9
2.1.2.1 Sistema Manual.....	9

2.1.2.2	Sistema Semiautomático.....	10
2.1.2.3	Sistema Automático.....	10
2.2	Tecnologías para rastreo satelital.....	11
2.2.1	Características y beneficios de un sistema de monitoreo de vehículos .....	11
2.2.2	Sistema de Posicionamiento Global (GPS).....	11
2.2.2.1	Segmento espacial.....	12
2.2.2.2	Segmento de control .....	13
2.2.2.3	Segmento del usuario.....	13
2.2.3	Funcionamiento del GPS: .....	13
2.2.3.1	Determinación de la posición (Triangulación):.....	14
2.2.3.2	Medición de las distancias a los satélites:.....	14
2.2.3.3	Sincronización perfecta de los relojes: .....	15
2.2.3.4	Determinación de la posición de cada satélite en el espacio: .....	15
2.2.3.5	Corrección de errores y demoras: .....	15
2.4	Raspberry Pi.....	17
2.5	Tracker GPS con Raspberry Pi y el módulo Ublox M6 .....	18
2.6	Antenas de Transmisión.....	18
2.6.1	Antena GPS .....	19
2.6.2	Antena Celular.....	19
2.7	Constelaciones que conforman el Sistema de Posicionamiento Global .....	20
2.8	Componentes de un sistema de rastreo de vehículos.....	21
2.8.1	Sistema de Posicionamiento .....	22
2.8.1.1	Posicionamiento mediante GPS.....	22
2.8.1.2	Latitud: Hemisferios Norte y Sur.....	23
2.8.1.3	Longitud: Este, Oeste .....	23
2.8.1.4	Hoja de Trabajo: "Viendo" Satélites.....	23
2.8.1.5	Posicionamiento mediante radiofrecuencias RFID .....	24

2.8.2 Medios de Transmisión .....	25
2.8.2.1 Comunicación Vía Ondas de radio .....	25
2.8.2.2 Comunicación Vía Telefonía Celular .....	25
2.8.2.3 Comunicación Satelital .....	25
2.8.3 Gestionamiento de la información .....	26
2.9 Análisis de tecnologías de acceso a internet móvil .....	28
2.10 Proveedores del Sistema en Ecuador .....	29
2.11. Elección del sistema de posicionamiento y sistema de comunicación móvil de datos más adecuado .....	30
2.12 Fundamentación teórica .....	31
2.12.1 Ingeniería Aplicada al Transporte .....	31
2.12.2 La Comunicación Móvil .....	31
2.12.3 Clasificación de los Sistemas Móviles .....	31
2.13. Comunicación Celular .....	32
2.13.1 Introducción a los sistemas de comunicaciones móviles .....	32
2.13.1.1 Comunicación inalámbrica: .....	32
2.13.1.2 Comunicación celular: .....	32
2.14 Funcionamiento de los celulares .....	33
2.15 Los servicios en GSM .....	34
2.16 Una estructura de la Red .....	35
2.16.1 Estaciones móviles (MS).....	37
2.16.2 Estaciones base (BTS) .....	38
2.16.3 Estaciones de control (BSC).....	38
2.16.4 Centro de conmutación (MSC).....	39
2.17 Tecnologías de acceso celular.....	39
2.17.1 FDMA (acceso múltiple por división de Frecuencia) .....	39
2.17.2 TDMA (acceso múltiple por división de tiempo) .....	40

2.17.3	CDMA (acceso múltiple por división de códigos) .....	40
2.18	Evolución de GSM.....	40
2.19	Femtoceldas.....	41
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....		42
3.1	Localización.....	43
3.2	Tipo de investigación.....	43
3.3	Métodos, Técnicas e Instrumentos de investigación. ....	43
3.4	Costos de Materiales propuestos por la investigación.....	44
3.4.1	Circuito electrónico.....	44
3.4.2	Presupuesto Software .....	45
CAPÍTULO IV: ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....		46
4.1	Análisis de las tecnologías .....	47
4.1.1	Análisis de las tecnologías inalámbricas .....	47
4.1.2	Análisis de las redes de transmisión de datos .....	48
4.1.3	Análisis de las Aplicaciones informáticas de programación .....	49
4.1.4	Análisis de los Dispositivos electrónicos .....	49
4.2	Diseño del prototipo de geo localización y control de acceso a los vehículos utilizados por la empresa TRANSPEQUE.....	50
4.2.1	Descripción general del Sistema .....	50
4.2.2	Funcionalidades del sistema de seguridad y seguimiento de carga .....	51
4.2.2.1	Dispositivo electrónico instalado en el vehículo pesado o contenedor.....	51
4.2.2.2	Aplicación informática Web .....	51
4.2.3	Esquema y diseño del sistema electrónico .....	51
4.2.3.1	Tarjeta de Control o CPU .....	52
4.2.3.2	Fuente de Alimentación y Backup .....	53
4.2.3.3	Modulo GPS neo m6 .....	54

4.2.3.4	Modem 3g usb huawei E173 .....	54
4.2.3.5	Control de Acceso .....	55
4.2.4	Modelo relacional sistema informático .....	56
4.2.5	Acoplamiento de los componentes electrónicos .....	59
4.2.6	Funcionamiento del Prototipo.....	60
4.2.6.1	Rastreo Satelital del Vehículo .....	60
4.2.6.2	Control de Acceso a los contenedores .....	60
4.2.7	Factibilidad Técnica.....	61
4.2.8	Factibilidad Económica .....	62
CAPÍTULO CINCO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		64
5.1	Conclusiones.....	65
5.2	Recomendaciones.....	66
6	Bibliografía .....	67
7.	ANEXOS .....	74
7.1	ANEXO 1 .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la sede de la compañía Transpeque .....	3
Figura 2: Constitución de la compañía TRANSPEQUE .....	3
Figura 3: Sistema Manual.....	9
Figura 4: Diagrama de bloques de un sistema manual .....	9
Figura 5: Diagrama de bloques de un sistema semiautomático .....	10
Figura 6: Diagrama de bloques de un sistema automático .....	10
Figura 7: Sistema GPS.....	11
Figura 8: Segmentos del sistema GPS .....	13
Figura 9: Diagrama general de un sistema de localización geográfica .....	16
Figura 10: Sistema de comunicación GPS y radio base .....	16
Figura 11: Antena GPS .....	19
Figura 12: Antena Celular GSM .....	19
Figura 13: Satélites en orbita.....	20
Figura 14: Satélite de Constelación NAVSTAR, satélite de comunicaciones.....	20
Figura 15: Red de Satélites de una Constelación .....	22
Figura 16: Esquema del Sistema Radiofrecuencia.....	24
Figura 17: Esquema general de Funcionamiento.....	27
Figura 18: Mapa Georeferencial de Ubicación de ruta Quevedo Guayaquil .....	28
Figura 19: Comunicación Inalámbrica .....	32
Figura 20: Diagrama de conmutación inalámbrica entre vehículos de carga .....	33
Figura 21: Diagrama del funcionamiento de equipos con rastreo .....	34
Figura 22: División de un territorio celular .....	36
Figura 23: Principales elementos de una red de telefonía móvil .....	37
Figura 24: Topología representativa de un sistema celular.....	38
Figura 25: Distintas técnica de acceso radio .....	40
Figura 26: Evolución de las tecnologías móviles.....	41
Figura 27: Estructura de las fotoceldas .....	42
Figura 28: Esquema del prototipo, rastreo satelital y control de acceso .....	52
Figura 29: Tarjeta Raspberry Pi 3 .....	53
Figura 30: Batería seca de 12 voltios .....	53

Figura 31: Modulo GPS Ublox m6.....	54
Figura 32: Consola captura de coordenadas.....	54
Figura 33: Modem 3g USB.....	55
Figura 34: Cerradura electromagnética.....	56
Figura 35: Cerradura instalada en un contenedor.....	56
Figura 36: Modelo Relacional Conductor - Vehículo.....	57
Figura 37: Modelo Relacional.....	58
Figura 38: Modelo Relacional usuarios del sistema.....	58
Figura 39: Esquema de conexión de los Dispositivos.....	59
Figura 40: Funcionamiento del sistema electrónico.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de características entre equipos Raspberry Pi.....	18
Tabla 2: Constelaciones Navstar y Glonass.....	21
Tabla 3: Combinación de comunicación.....	31
Tabla 4: Costos referenciales de la implementación electrónica.....	45
Tabla 5: Costos referenciales de la implementación del Software.....	45
Tabla 6: Comparación entre diferentes tecnologías inalámbricas.....	47
Tabla 7: Análisis de las redes de transmisión de datos.....	48
Tabla 8: Análisis de las Aplicaciones informáticas de programación.....	49
Tabla 9: Análisis de los Dispositivos electrónicos.....	49
Tabla 10: Características batería Acido de Plomo.....	53
Tabla 11: Puertos GPIO utilizados de Raspberry Pi 3.....	59
Tabla 12: Costos del funcionamiento del sistema en los containers.....	62
Tabla 13: Costos de la implementación de la aplicación de software centralizada.....	62
Tabla 14: Costos de la contratación del plan de datos mensual.....	63



## INTRODUCCIÓN

Una de las grandes tendencias del mundo de hoy es el principio y desarrollo vertiginoso de la tecnología, especialmente en el área de las telecomunicaciones, la misma que surgió en la década de los 60 y tuvo su auge en los 80. El mundo no hubiese imaginado que una nueva era de la información y comunicación se iba a iniciar desde aquel entonces.

El uso de nuevas tecnologías informáticas, el avance de las telecomunicaciones y la disponibilidad de que la información mundial casi esté a nuestro alcance en cuestión de segundos, han simplificado el esfuerzo del hombre por comunicarse, acortando barreras para vivir bien informado.

El presente proyecto de investigación basa su estructura en desarrollar una propuesta tecnológica para la Compañía de carga "TRANSPEQUE", del cantón Quevedo, Provincia Los Ríos, para el Control y seguimiento de cabezales - containers de transporte pesado.

TRANSPEQUE es una empresa local, cuya sede se encuentra en la ciudad de Quevedo, y su principal actividad es transportar cajas de banano así como movilizar mercaderías hacia los puertos Marítimos del Ecuador.

El estudio para presentar la propuesta tecnológica ayudará a mejorar el control y seguimiento de carga, movilizadas por cabezales con containers, esto permitirá ofrecer a los clientes que contraten servicios de la Compañía, la garantía de que su fruta llegue a tiempo, y en excelentes condiciones.

La propuesta pretenderá que los procesos se automaticen, se simplifiquen las tareas y se lleve una mejor gestión del embarque y desembarque de la carga y que sus propietarios puedan conocer en tiempo real la ubicación donde se encuentren los cabezales - containers, esto facilitará conocer la disponibilidad de vehículos, para embarcar nuevas mercaderías.

## **CAPÍTULO I: MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Ubicación y contextualización de la Problemática

La empresa de Transporte Pesado TRANSPEQUE, se encuentra ubicada en la Provincia de Los Ríos, cantón Quevedo, Parroquia San Camilo, calle Principal km. 2 ½ vía a Babahoyo, frente a la Cooperativa de vivienda 15 de noviembre en las instalaciones de la Gasolinera SOSICHOQUE, como se referencia en la figura 1.

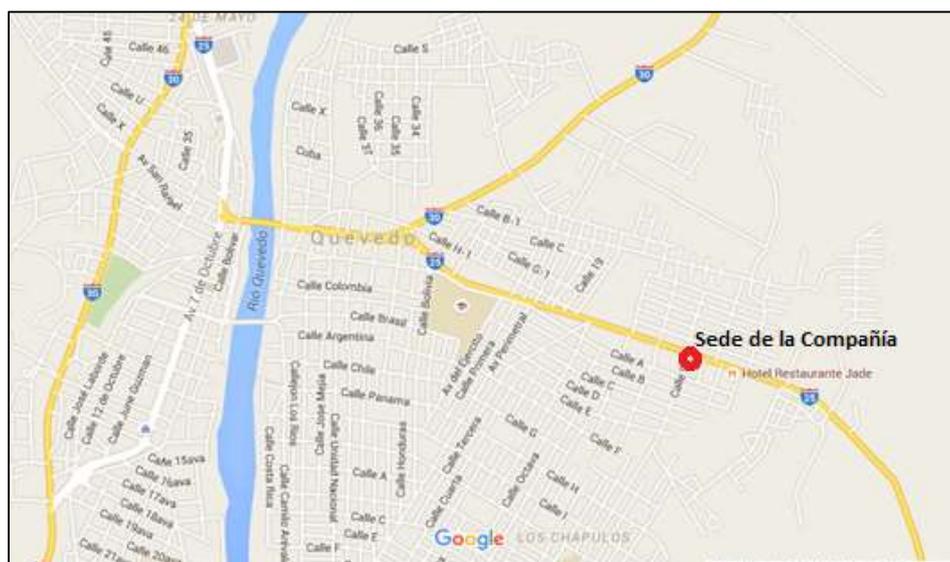


Figura 1: Ubicación de la sede de la compañía Transpeque  
Fuente: [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

La Compañía fue creada el 14 de junio del 2005, y se encuentra registrada en la Superintendencia de Compañías del Ecuador con expediente # 11985, siendo una compañía de constitución anónima. La figura 2, presenta dicha información.

Información General de la Compañía					
<b>INFORMACIÓN GENERAL DE LA COMPAÑÍA</b>					
<b>Información General</b>					
Expediente	119851	Nombre Comercial		RUC	120171886001
Fecha de Constitución	2005-06-14	Nacionalidad	ECUADOR	Plazo Social	2005-06-14
Tipo Compañía	ANONIMA	Oficina de Control	GUAYAGUIL	Situación Legal	ACTIVA
<b>Ubicación</b>					
Provincia	LOS RÍOS	Cantón	QUEVEDO	Ciudad	QUEVEDO
Parroquia		Calle	PRINCIPAL KM. 2.5 VIA A BAB	Numero	3/N
Intersección	FRENTE A LA COOP. 15 DE N	Ciudadela		Conjunto	
Edificio/Centro Comercial	GASOLINERA SOSICHOQUE	Barrío	SAN CAMILO NORTE	Km	
Cantón		País		Blasque	
Referencia Ubicación	A 7 CUADRAS DE LA GASOLINERA MAS GAS				

Figura 2: Constitución de la compañía TRANSPEQUE  
Fuente: [www.supercias.gob.ec](http://www.supercias.gob.ec)

La compañía tiene como actividad económica la trasportación de carga pesada, siendo su principal servicio la movilización de cajas de banano, producidas en haciendas y fincas del cantón Quevedo, así como de sus cantones aledaños: Valencia, La Maná, Buena fe, Mocache y El Empalme; desde ahí se trasporta la fruta hacia distintos Puertos Marítimos de la República del Ecuador: Marítimo y Transmabo de Guayaquil, Puerto Bolívar de la ciudad de Machala y Esmeraldas, para que sea exportada a otros países.

La compañía está conformada por 27 socios activos, distribuidas sus acciones entre sus integrantes, con la dirección de un Gerente General, y una colaboradora administrativa que es una secretaria, los mismos que están presentes permanentemente en la sede de la Compañía.

## **1.2. Situación actual de la Problemática**

La movilidad del banano para su trasportación exige cada vez más que se ahorre tiempos entre carga y descarga del producto, por ello se debe contar con sistemas de monitoreo que permitan conocer en tiempo real los sucesos que ocurren con el vehículo que está trasportando las cajas de banano hacia los puertos

El contar con equipos de rastreo y de comunicación es fundamental en los tiempos actuales, donde la tecnología permite controlar en tiempo real la situación del conductor y del camión que moviliza la carga, con la finalidad de que los propietarios de la fruta estén tranquilos y sientan que se les ofrece un servicio garantizado, oportuno y ágil con calidad y eficacia

A nivel del país algunas Compañías de transporte de diferente servicio, cuentan con sistemas de monitoreo en tiempo real de su flota de cabezales - containers; productos que ofertan muchas empresas de rastreo satelital y que entre sus servicios destacan: recuperación del vehículo, última posición, apertura de seguros, alarma sobre exceso de velocidad, botón de emergencia, seguimiento de flota e individual. Todos estos servicios encarecen la contratación de la cobertura, por lo esta propuesta para la Compañía TRANSPÉQUE, pretende que los costos de implementación sean muy bajos.

### **1.3. Problema de investigación**

Desde que existe producción bananera en Ecuador aproximadamente década de los 70 la cual se interrumpió por la enfermedad de la sigatoka negra y se retoma la producción con la siembra de miles de hectáreas, en la década de los 90, en las provincias de El Oro, Guayas, Los Ríos, y en los cantones de La Maná en la provincia de Cotopaxi y La Troncal en la provincia del Cañar. La alta producción produjo la necesidad de movilizar la fruta en camiones de un eje, lo que décadas después correspondió contar con flotas de cabezales – containers, actualmente por el incremento de problemas sociales de inseguridad como la delincuencia, los propietarios requieren incrementar la seguridad, situación que conlleva a usar la tecnología existente ya que se han abaratado costos y además se cuenta con aplicaciones de software libre, para implementar cualesquier plataforma de rastreo de vehículos.

Por la carencia de un sistema automatizado de control y gestión de carga, no se puede ejecutar un plan de comunicaciones entre haciendas productores, jefes de transporte propietarios de vehículos y choferes que conducen cabezales - containers para movilizar la fruta, existiendo pérdidas de turnos de viaje, descoordinación de horarios y retraso en la movilización.

El registro de la movilidad de las unidades de transportación que trasladan la fruta son realizadas en forma manual, lo que influye para que la documentación se traspapele, no llegue a tiempo o nunca se conozca, ocasionando retrasos para la elaboración de informes, guías de transporte de mercadería, registro de mercaderías, guías de pago, entre otras.

#### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo diseñar una solución tecnológica para el control y seguimiento de los cabezales y containers de carga de la compañía TRANSPEQUE, utilizando diferentes dispositivos y tecnologías de comunicación actuales para supervisar esta actividad?

### **1.3.2 Problemas derivados**

1. ¿De qué forma la identificación de los mecanismos de manejo y de control de los vehículos de la compañía, inciden en la movilidad de la carga pesada?
2. ¿Cómo diseñar una propuesta de selección que permita elegir la mejor opción de rastreo satelital para los containers de la Compañía?
3. ¿Cuáles son las mejores tecnologías para elegir de un sistema de rastreo que ofertan las distintas empresas dedicadas a la prestación de estos servicios?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar una solución tecnológica para aumentar niveles de seguridad y eficiencia de los recursos utilizados en la transportación de productos, empleando dispositivos electrónicos compatibles con las redes de telecomunicaciones existentes.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las tecnologías vigentes para el control de acceso a contenedores y sistemas de rastreo satelital en tiempo real.
- Diseñar un esquema electrónico que permita la geolocalización de vehículos y control de acceso a contenedores, empleando módulos GPS, cerraduras electromagnéticas y microprocesadores.
- Desarrollar un modelo relacional de base de datos para el control y la comunicación con el sistema electrónico mediante la utilización de herramientas de software libre.

## 1.5 Justificación

En la actualidad implementar sistemas de seguimiento y control, resultan indispensable para las compañías que movilizan mercadería por carreteras de un país, esto supone implementar políticas y estrategias que permitan ahorrar tiempo y recursos, ofreciendo de esta manera servicios de calidad a sus clientes

Muchas compañías que movilizan mercaderías no disponen de un mecanismo para el control y seguimiento de la carga así como para incrementar la protección interna de carga, lo que ha conllevado a la pérdida de cabezales, de containers y de mercadería ocasionando gastos incalculables tanto a los socios de las compañías como a los clientes.

Además, los sistemas actuales de rastreo vehicular no contienen un mecanismo para aumentar la protección interna de camiones, cabezales y containers, el cual impida el ingreso en especial al container sin forzar las compuertas y seguros, por lo que la propuesta de solución implementa cerraduras electromagnéticas en la parte interna del container las cuales podrán ser controladas utilizando la tecnología GSM, mediante una Placa de Raspberry Pi 3.

Dadas estas razones nació la propuesta de implementar una solución que permita monitorear los vehículos en tiempo real y mejorar la seguridad de los candados de los containers para que el hurto de productos se reduzca al mínimo.

Este sistema fue importante implementarlo dado que es una alternativa de seguridad para los dueños de los vehículos y de las mercaderías, los mismos que al incorporar un sistema de este tipo sentirán tranquilidad y mayor confianza al momento de movilizar la carga, alejarse y guardar en garajes o parqueaderos los cabezales - containers

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Descripción de las tecnologías empleadas en el sistema de monitoreo

### 2.1.1 Sistemas de Control

Un sistema dinámico de control (ver figura 3), podría definirse conceptualmente como un ente que recibe unas acciones externas o variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida. (Colina, 2014)

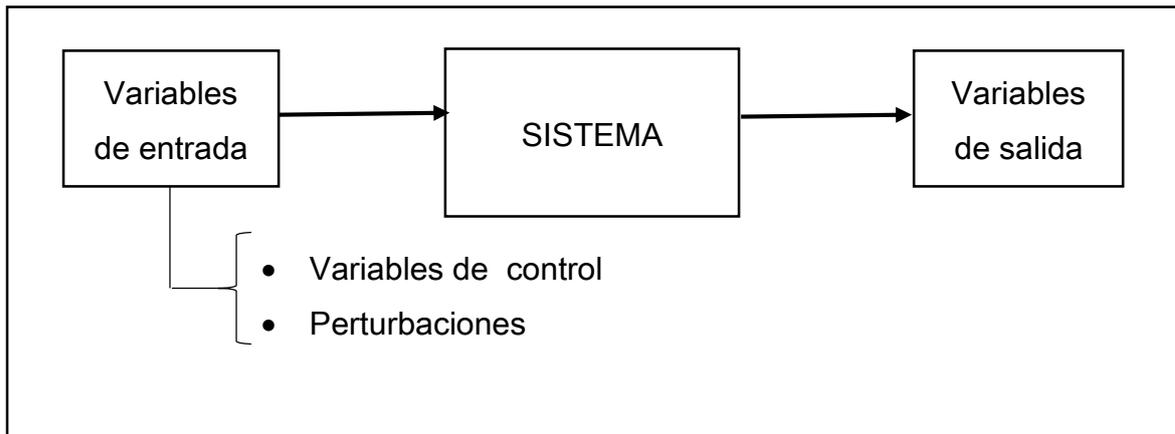


Figura 3: Sistema Manual

Fuente: Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño" Venezuela

### 2.1.2 Tipos de sistema de Control

#### 2.1.2.1 Sistema Manual

En el sistema manual (ver figura 4), el hombre actúa como fuente de energía o motor, observando y controlando su tarea. Esto se observa por ejemplo en el artesano, carpintero o herrero.

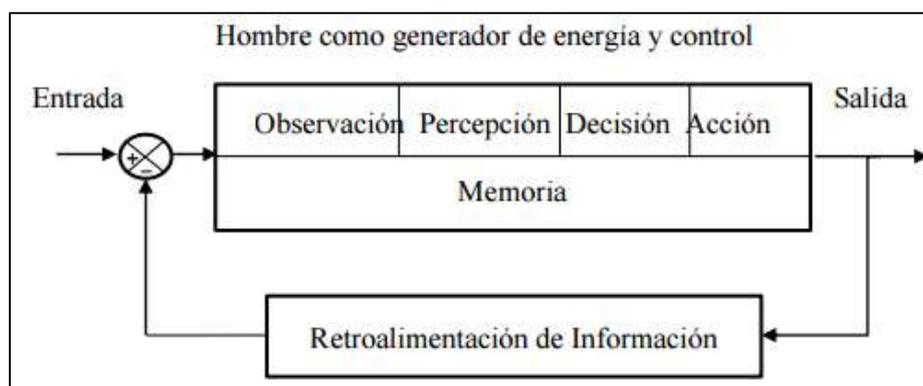


Figura 4: Diagrama de bloques de un sistema manual

Fuente: [http://www.profesorblanco.com.ar/apuntesteco/tipos\\_de\\_sistemas\\_manual,semi\\_y\\_automatico.doc](http://www.profesorblanco.com.ar/apuntesteco/tipos_de_sistemas_manual,semi_y_automatico.doc)

### 2.1.2.2 Sistema Semiautomático

También llamado mecánico, (Ver figura 5), la acción motora es llevada a cabo por componentes mecánicos mientras que el hombre observa y controla su tarea, como por ejemplo al conducir un automóvil. En relación al trabajo se aplica allí donde se exige mucha energía o donde las condiciones de entorno son severas.

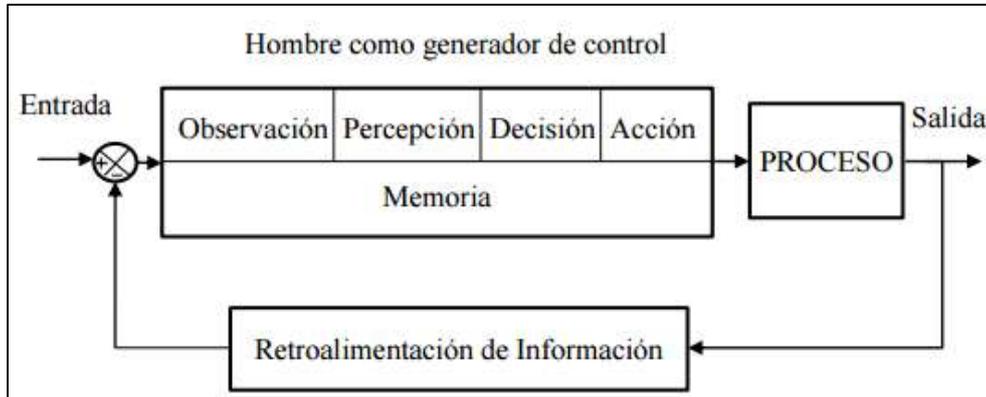


Figura 5: Diagrama de bloques de un sistema semiautomático

Fuente:[http://www.profesorblanco.com.ar/apuntesteco/tipos\\_de\\_sistemas\\_manual,semi\\_y\\_automatico.doc](http://www.profesorblanco.com.ar/apuntesteco/tipos_de_sistemas_manual,semi_y_automatico.doc)

### 2.1.2.3 Sistema Automático

En el sistema automático (ver figura 6), solamente la observación de instrumentos y monitoreo es efectuada por el hombre, en tanto que la forma de controlar es llevada a cabo por el sistema como se indica en la Figura 2.09. Esto se puede ver por ejemplo en las actividades de las salas de control de energía.

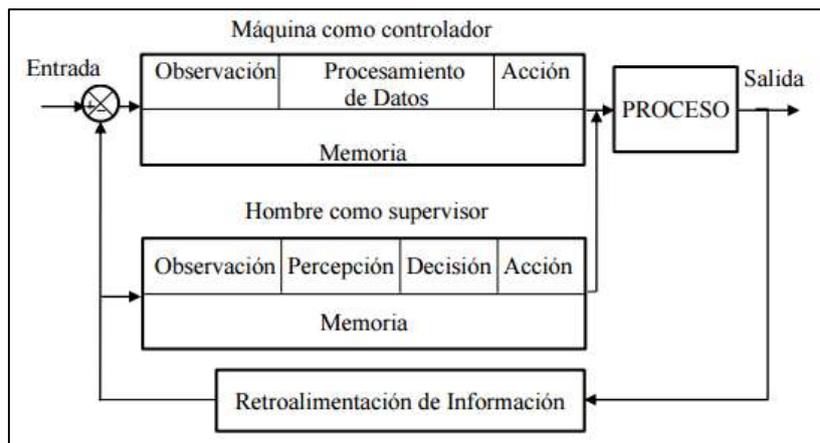


Figura 6: Diagrama de bloques de un sistema automático

Fuente:[http://www.profesorblanco.com.ar/apuntesteco/tipos\\_de\\_sistemas\\_manual,semi\\_y\\_automatico.doc](http://www.profesorblanco.com.ar/apuntesteco/tipos_de_sistemas_manual,semi_y_automatico.doc)

## 2.2 Tecnologías para rastreo satelital

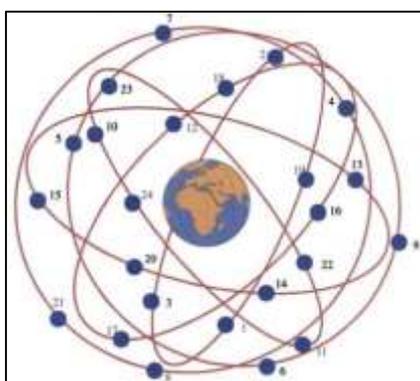
### 2.2.1 Características y beneficios de un sistema de monitoreo de vehículos

Un Sistema de Monitoreo de vehículos es un método que permite ubicar en un mapa digitalizado un vehículo terrestre, aéreo o marítimo que se encuentra en la superficie del globo terrestre, bien sea sobre el agua, la tierra o el aire. Este rastreo en forma automática y con precisión al segundo más cercano registra la ubicación, origen y destino de un vehículo. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

### 2.2.2 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

GPS es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Los puntos pueden estar ubicados en cualquier lugar del planeta, pueden permanecer estáticos o en movimiento y las observaciones pueden realizarse en cualquier momento del día. (Masaquiza, 2016)

Para la obtención de coordenadas el sistema se basa en la determinación simultánea de las distancias a cuatro satélites (como mínimo) de coordenadas conocidas. Estas distancias se obtienen a partir de las señales emitidas por los satélites, las que son recibidas por receptores especialmente diseñados. Las coordenadas de los satélites son provistas al receptor por el sistema. (Masaquiza, 2016)



*Figura 7: Sistema GPS*

Fuente: Modificado del libro BANNISTER-RAYMOND-BAKER; Técnicas Modernas en Topografía, Séptima edición, pág. 176

En cada orbita se encuentran cuatro satélites de los cuales tres funcionan permanentemente y el otro sirve de repuesto de esta manera se puede observar desde cualquier lugar de la Tierra entre cuatro y ocho satélites. Con este sistema se pueden determinar posiciones exactas en cualquier lugar de la Tierra a cualquier hora del día, en el día o en la noche sin ser afectado por la lluvia o por la niebla, ya que funcionan en todo tipo de condición climatológica. (<http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-4-sistema-de-posicionamiento-global.pdf>, 2014)

El sistema GPS NAVSTAR (Navigation System by Time and Range) empezó a operar en 1973, en Rusia también desarrollaron un sistema similar llamado GLONASS (Global NavigationSatellitesSystem), también está formado por 24 satélites los cuales se encuentran en tres orbitas. Inicialmente el sistema fue diseñado para fines militares y para la navegación pero en la actualidad tiene muchas otras aplicaciones, además de los pilotos y marineros también lo utilizan los despachadores, conductores de vehículos, bomberos, ambulancias, brigadas de rescate, los agricultores, etc. (Chacón, 2014)

En las comunicaciones es muy importante porque disminuye el tiempo y costo la ubicación de los vehículos en las carreteras de un país, debido a su gran rapidez y precisión.

Los actuales GPS son muy pequeños y su costo es bajo lo que los hará accesibles para la mayoría de las personas, con lo que conocerán al instante su posición. En la actualidad esta tecnología ya se incorpora en los teléfonos inteligentes (Smartphones).

Según el sistema GPS está compuesto por tres segmentos: Segmento espacial, segmento de control y segmento del usuario

### **2.2.2.1 Segmento espacial**

Este segmento está compuesto por los 24 satélites que se encuentran en el

espacio. “Los satélites GPS se impulsan solarmente con baterías de níquel-cadmio para proporcionarles energía durante eclipses.” Cada satélite tiene cuatro relojes atómicos. (http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-4-sistema-de-posicionamiento-global.pdf, 2014)

### 2.2.2.2 Segmento de control

Se encarga del control total de los satélites, de que estén en correcto funcionamiento y de mantenerlos en órbita. Está compuesto por cinco estaciones de monitoreo, una estación de control principal y cuatro estaciones de observación que se encuentran alrededor de la Tierra. (http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-4-sistema-de-posicionamiento-global.pdf, 2014)

### 2.2.2.3 Segmento del usuario

Tiene la función de recibir las señales de los satélites, los receptores pueden ser móviles o fijos. Consta de una antena y un receptor, las señales de los satélites son recibidas por la antena y luego esta transmite al receptor por medio de un cable. (http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-4-sistema-de-posicionamiento-global.pdf, 2014)

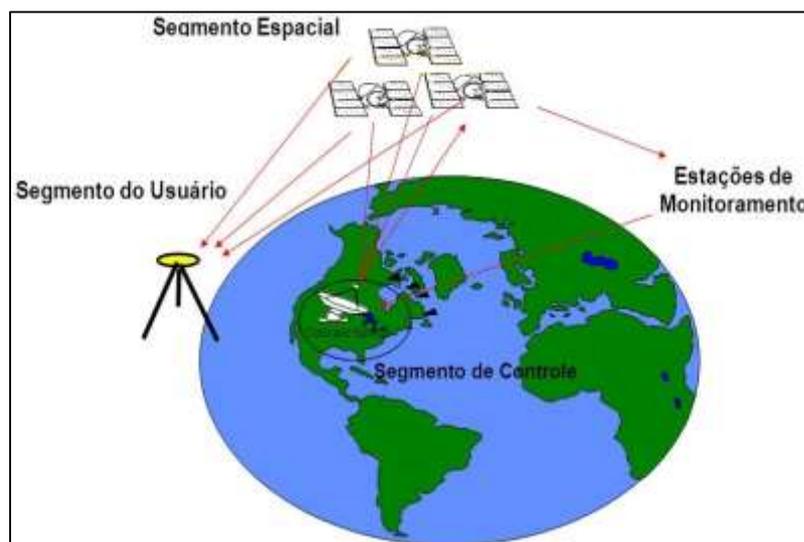


Figura 8: Segmentos del sistema GPS  
<https://www.emaze.com/@ALCOLRTQ/GNSS>

### 2.2.3 Funcionamiento del GPS:

Un receptor de GPS es capaz de medir la distancia que existe entre éste y cualquier satélite visible de la constelación. Para determinar esta distancia, el receptor usa el tiempo que tarda la señal de radio en viajar desde el satélite, multiplicado por la velocidad de la luz. Puesto que la señal que envía el satélite incluye información arbitral, entonces también se conoce la posición del satélite, con lo que se tienen todos los elementos para calcular posiciones. Para calcular la posición, el procedimiento se basa en la triangulación de las posiciones de los satélites del receptor, mediante cálculos trigonométricos que ejecuta éste automáticamente; esta posición puede ser calcular a partir de tres satélites para obtener una posición en 2D -dos dimensiones "X", "Y" o latitud, longitud-. Si se desea obtener una posición en 3D –incluida la altitud-, entonces una cuarta medición es absolutamente necesaria. (Backhoff, 2005)

#### Pasos para el funcionamiento del GPS

1. Determinación de la posición
2. Medición de las distancias a los satélites
3. Sincronización perfecta de los relojes
4. Determinación de la posición de cada satélite en el espacio
5. Corrección de errores y demoras

#### **2.2.3.1 Determinación de la posición (Triangulación):**

Se necesita conocer la distancia a los satélites y contar con un número de tres satélites para 2D y cuatro para 3D.

#### **2.2.3.2 Medición de las distancias a los satélites:**

Existen dos métodos para determinar la distancia entre el receptor y el satélite: medición de pseudodistancias, y la medición de la fase portadora. Se necesita conocer la velocidad de la luz (186000 millas/seg.), tener sincronizado los relojes y tener un código común de pseudorange. (<http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-4-sistema-de-posicionamiento-global.pdf>, 2014)

### **2.2.3.3 Sincronización perfecta de los relojes:**

Para calcular el tiempo de viaje de la señal hay que sincronizar perfectamente los relojes tanto del receptor como en el satélite, esto se logra mediante relojes atómicos, la clave para esta sincronización es el cuarto satélite.

### **2.2.3.4 Determinación de la posición de cada satélite en el espacio:**

Esta se calcula mediante las estaciones de control, dos veces al día cada satélite pasa por todas las estaciones y con esto se puede determinar su altitud y su posición en el espacio.

### **2.2.3.5 Corrección de errores y demoras:**

A continuación se listan algunos posibles errores y demoras con el Sistema de Posicionamiento Global GPS:

- Las capas de la ionosfera y troposfera afectan las mediciones disminuyendo la velocidad de las señales del GPS, pero los receptores de doble frecuencia pueden solucionar este problema.
- El vapor de agua de la atmósfera también ocasiona lo que pasa en la ionosfera pero su efecto es menor.
- Los relojes de los satélites pueden tener variaciones pero las estaciones de control se encargan de ajustarlos.
- A veces las señales no llegan en línea recta, sino que impactan en algún objeto lo que ocasiona que se produzcan reflexión por obstáculos.
- Un receptor puede analizar la posición y geometría de todos los satélites en órbita y escoger los mejores cuatro satélites.

Las señales que emiten los satélites NAVSTAR son ondas electromagnéticas que

entran en la bancada L del espectro electromagnético, entre las microondas, las ondas de radio y de radar.

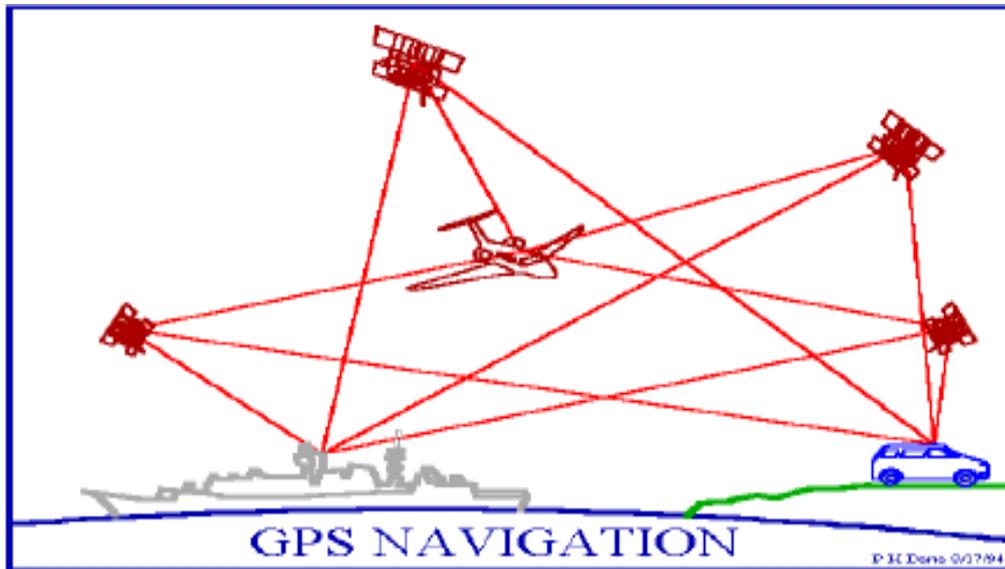


Figura 9: Diagrama general de un sistema de localización geográfica  
Fuente: (Serrano, 2016)

En la imagen que está a continuación (Ver figura 10), se encuentra un esquema de un sistema GPS, combinado con un sistema de radio comunicaciones.



Figura 10: Sistema de comunicación GPS y radio base  
Fuente: (Serrano, 2016)

## 2.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi, conocido también como (RPI), es una pequeña placa de computadora de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito desarrollado en 2006 por la Fundación Raspberry Pi (Reino Unido), con el objetivo de estimular la enseñanza de informática en las escuelas de todo el mundo. Un proyecto enfocado a la educación y que se ha ido extendiendo a todos los ámbitos hasta llegar al cotidiano con tan solo la creación de una aplicación. Éste ordenador es muy completo con un precio muy reducido que ronda los \$ 80.00. No incluye cable de alimentación, ni caja, ni disco duro, por ello, se utiliza una tarjeta de memoria SD. No obstante, podemos conectarle otros periféricos como es el caso de un ratón, un teclado, un monitor y si queremos disponer de una gran memoria de almacenaje, podríamos llegar a conectar un disco duro externo, disponiendo así de un ordenador casi como el que tenemos en casa con algunas limitaciones. (Montón, 2014)

En la tabla 1, se pueden comparar dos modelos de la placa Raspberry Pi, como son la 2 y 3, que también se fabricaban en modelo A y B, las mismas que compartían algunas características, como el chip, el procesador gráfico, las entradas/salidas y la capacidad para reproducir vídeo.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>RASPBERRY PI 2</b>	<b>RASPBERRY PI 3</b>
Chip	Broadcom BCM2836	Broadcom SCO BCM2837
Procesador	ARM Cortex A7 900 MHz quad-core	ARM Cortex-A43 quad-core a 1.2 Ghz
Procesador gráfico	Video Core IV 250 MHZ OPENGLES 2.0	Video Core IV 400 MHZ OPENGLES 2.0
Memoria RAM	1 GB LPDDR2, SDRAM 450 MHZ	1 GB LPDDR2, SDRAM 450 MHZ
Video	Hdmi 1.4 1900 x 1200	Hdmi 1.4 1900 x 1200
Entradas y salidas de video	Conector MIPI CSI, RCA y HDMI	Conector MIPI CSI, RCA y HDMI
Entradas y salidas de audio	HDMI, Minijack	HDMI, Minijack
Puertos USB	Cuatro	Cuatro

Almacenamiento Integrado	Micro SD	Micro SD
Conexión a red	10/100 Ethernet vía Hub USB	Wifi 802.11n
Bluetooth	No	Bluetooth 4.1
Dimensiones	8.5 x 3.5 cm	8.5 x 3.5 cm
Peso en gramos	45	45
Precio	40 USD	50 USD

*Tabla 1: Análisis de características entre equipos Raspberry Pi*

Fuente: (Serrano, 2016)

## 2.5 Tracker GPS con Raspberry Pi y el módulo Ublox M6

Un tracker GPS o localizador GPS es un dispositivo capaz de rastrear a personas, vehículos u objetos a través de coordenadas geográficas (longitud y latitud) en tiempo real, por medio de una red constituida por 24 satélites orbitando a 21.000 km sobre el planeta con recorridos combinados para cubrir toda la superficie del globo. (<https://navegaciongpsvsgalileo.wordpress.com/>)

Estos satélites utilizan la triangulación para determinar la posición del localizador con una precisión de pocos metros (centímetros en el caso del GPS diferencial). La red de satélites GPS fue desarrollada con fines militares por el departamento de defensa de Estados Unidos. (<https://navegaciongpsvsgalileo.wordpress.com/>)

La facilidad de este localizador GPS portátil con Raspberry Pi (Tracker GPS) es que almacene en un archivo local su posición exacta cada cierto tiempo, creando así una lista de localizaciones o 'checkpoints' para representarlos en una mapa interactivo de Google Maps aprovechando su api. Este mapa se podrá consultar de forma local o remota. (<https://navegaciongpsvsgalileo.wordpress.com/>)

## 2.6 Antenas de Transmisión

Son dos las antenas principales que utilizan los equipos para la transmisión de datos son: la antena GPS y la celular. Muchos equipos utilizan una tecnología dual, siendo receptor y alimentador a la vez

### 2.6.1 Antena GPS

Esta antena recibe los datos enviados por el GPS ubicado en el vehículo (latitud, longitud y altura) para determinar la ubicación de la unidad. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)



*Figura 11: Antena GPS*

Fuente:

([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

### 2.6.2 Antena Celular

Esta antena envía los datos al centro de monitoreo por medio de la infraestructura celular instalada en el país. (Martinez C. E., 2006)



*Figura 12: Antena Celular GSM*

Fuente:

([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

## 2.7 Constelaciones que conforman el Sistema de Posicionamiento Global

El sistema GPS se basa en la constelación NAVSTAR (Navigation System with Time and Ranking) compuesta por 24 satélites, que constantemente envían señales de radio a la tierra, divididos en 6 órbitas planas de 4 satélites cada una, lo que permite dar las ubicaciones exactas de cualquier punto en la tierra, mediante un sistema parecido al de la triangulación<sup>1</sup>, llamado trilateración, el mismo que se basa en la distancia a los satélites, no en los ángulos. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)



*Figura 13: Satélites en órbita*  
Fuente: [www.google.com](http://www.google.com)

La constelación GLONASS (Global Navigation Satellite System), sistema ruso planteado teóricamente en 1968, inicialmente se diseñó para tres fases hasta 1995 en la actualidad es un programa de cuatro fases que se completará en 2025. Utiliza 24 satélites (21 operativos y 3 en reserva) distribuidos en tres órbitas circulares a unos 19100 Km de la superficie terrestre. (Joglar, 2014)



*Figura 14: Satélite de Constelación NAVSTAR, satélite de comunicaciones*  
Fuente: [www.google.com](http://www.google.com)

<sup>1</sup>Triangulación.- Se determina mediante la información del ángulo de cada una de tres satélites respecto a un punto de medición.

Las señales de los satélites proporcionan una posición tridimensional de alta precisión, de forma permanente y en cualquier lugar del mundo, que el receptor GPS decodifica y transforma en latitud, longitud, altitud, rumbos y rutas terrestres o marítimas y velocidad de vehículos en movimiento como camiones, barcos, aviones, etc.  
 (https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx, s.f.)

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS CONSTELACIONES NAVSTAR Y GLONASS</b>		
<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>NAVSTAR GPS</b>	<b>GLONASS</b>
Compañía impulsadora	Departamento de defensa de EEUU	Gobierno de Rusia
Cantidad de satélites	24 en 6 planos orbitales	24 en 6 planos orbitales
Tipo de órbita	Media (20,200 km.); inclinación 63 grados; período de 12 Hrs.	Media (19,200 km.) en 6 planos orbitales; inclinación 64.8 grados; período de 11 hrs. 15 min.
Vida útil aproximada	7.5 años	7.5 años

*Tabla 2: Constelaciones Navstar y Glonass*

Fuente:

(https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx, s.f.)

## **2.8 Componentes de un sistema de rastreo de vehículos**

Existen varias alternativas de recientes tecnológicas para el seguimiento y rastreo de camiones – contenedores, las mismas que dependen de los fines de las compañías, del tamaño de las empresas y de la gestión en tiempo real de la toda la compañía de cabezales, sin tomar en consideración la utilidad que se da al sistema, se identifican los siguientes componentes:

1. Sistema de ubicación
2. Almacenamiento para la Transferencia
3. Medio de Transferencia
4. Gestión de la Información

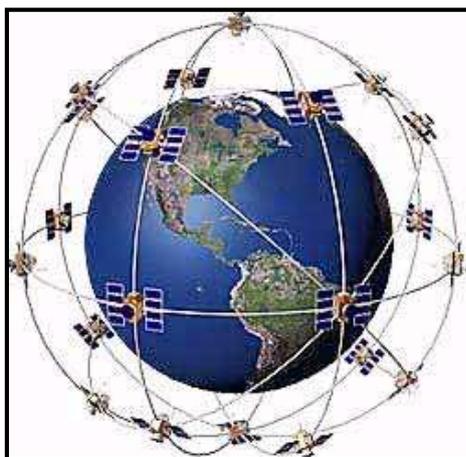
## 2.8.1 Sistema de Posicionamiento

El Sistema de ubicación es el que permite determinar con precisión la ubicación del cabezal con su container. Esta ubicación ocurre mediante triangulación, con la triangulación de receptores GPS o de triangulación de antenas de radio frecuencia ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

### 2.8.1.1 Posicionamiento mediante GPS

Las órbitas de los satélites forman una red que envuelve la esfera terrestre, Ilustración 11 de forma que desde cualquier punto teórico de su superficie se puedan ver 5 satélites. De este modo y dependiendo de la orografía (relieve), el receptor GPS puede recibir y procesar las señales emitidas por al menos 3 satélites. Esto significa proporcionar la latitud y longitud del punto donde se encuentra el GPS. Por tanto, la mayoría de receptores proporcionan los valores de estas coordenadas en unidades de grados ( $^{\circ}$ ) y minutos ( $'$ ). ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

Los ángulos de la latitud y longitud deben medirse con respecto a la posición de cero grados.



*Figura 15: Red de Satélites de una Constelación*  
Fuente: [www.google.com](http://www.google.com)

### **2.8.1.2 Latitud: Hemisferios Norte y Sur**

La latitud se mide con respecto al Ecuador (latitud 0°). Si un punto determinado se encuentra en el hemisferio Norte (Sur), su coordenada de latitud irá acompañada de la letra N (S). Otro tipo de nomenclatura refiere latitudes Norte con números positivos y latitudes Sur con números negativos. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

### **2.8.1.3 Longitud: Este, Oeste**

Por razones históricas, la longitud se mide relativa al meridiano de Greenwich. Si medimos un ángulo al este (oeste) del meridiano de Greenwich escribimos la letra E (W) acompañando al número que da la longitud. Algunas veces se utilizan números negativos. Por ejemplo, los siguientes valores de longitud son equivalentes: W 90°; E 270°; and -90°.

([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

### **2.8.1.4 Hoja de Trabajo: "Viendo" Satélites**

Este punto trata sobre la visibilidad de un satélite. Con esta terminología no se quiere decir que se pueda ver el satélite si se levanta la mirada al cielo. Se utiliza los términos "visibilidad" y "ver" en el sentido de que la visión no está obstruida. Por ejemplo, cuando un satélite se "pone" en el horizonte, éste no es visible y para poder "verlo" se debe esperar a que salga de nuevo por el horizonte. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

A más del horizonte otros factores puede dificultar la visión de un satélite, como podrían ser la obstrucción por edificios altos, árboles frondosos y altos, innumerables antenas de tv por cable mal orientadas y colocadas y otros obstáculos que afectan la funcionalidad de un satélite y de un receptor determinado. Esto

conlleva que para que un receptor GPS funcione al 100% es estrictamente necesario tener una buena visión del firmamento.

La posición tridimensional (latitud, longitud y altitud), conocida como 3D, requiere de cuatro satélites a la vista, mientras que la bidimensional (latitud y longitud), llamada 2D sólo necesita tres. La mayoría de los receptores GPS pueden recibir y procesar hasta ocho satélites simultáneamente, aunque la recepción de un mínimo de tres, permite la navegación terrestre o marítima, prácticamente las 24 horas del día en cualquier lugar de la Tierra. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

### 2.8.1.5 Posicionamiento mediante radiofrecuencias RFID

Una opción al uso de GPS, es el rastreo radial de vehículos (RFID), utilizando ondas de radio de espectro expandido spread spectrum, que es una solución posible y a más bajo costo que el GPS, pero requiere de una red de antenas dispuestas convenientemente, lo que lo hace espacialmente adaptable para el tracking, bien sea del transporte público o vehículos de ruta fija, dentro del área de cobertura que permiten las antenas. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

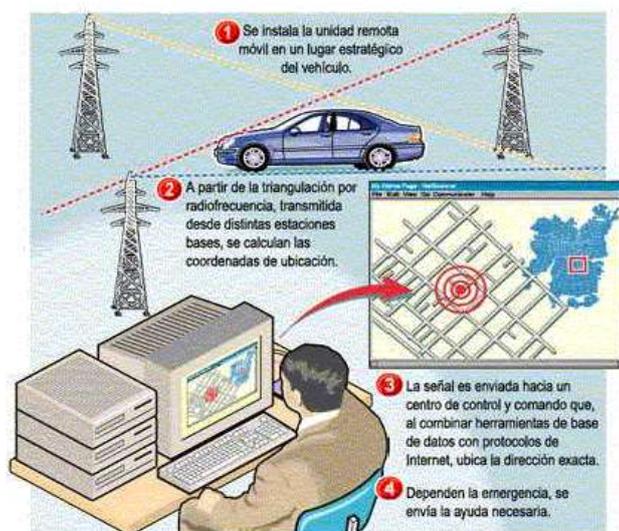


Figura 16: Esquema del Sistema Radiofrecuencia

Fuente: [www.google.com](http://www.google.com)

## **2.8.2 Medios de Transmisión**

### **2.8.2.1 Comunicación Vía Ondas de radio**

Esta implementación efectúa la transmisión de datos a la central, cada cierto intervalo de tiempo pre-programados, según sean las necesidades de gestión de la flota, por ejemplo, un intervalo típico podría ser actualizar la posición del móvil cada 5 minutos. Cabe destacar que esta comunicación la efectúa directamente el equipo sin intervención alguna del conductor y es recibida directamente por la aplicación que controla al móvil sin ninguna intervención humana. (Martinez C. E., 2006)

La implementación de una red radial, tiene un costo por mensaje bajo, pero requiere de la implementación de una red adecuada de antenas que permita el acceso a la comunicación, lo cual puede resultar bastante complicado en algunos sectores urbanos, ya que los edificios pueden impedir la recepción adecuada de la onda. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

### **2.8.2.2 Comunicación Vía Telefonía Celular**

Esta implementación al igual que la comunicación a través de ondas radiales, efectúa la transmisión de datos a la central en un intervalo planeado, sin intervención del hombre entre las partes. (Martinez C. E., 2006)

La desventaja de la comunicación de datos utilizando la red de celular, es el costo directo por transmisión, porque es equivalente a realizar una llamada por un teléfono móvil celular, sin embargo su ventaja es de que en zonas urbanas no necesita mayor infraestructura que la que provee el operador de telefonía. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

### **2.8.2.3 Comunicación Satelital**

El dispositivo ubicado en el vehículo transmite la información a una red de 36 satélites para enviarlos a una estación terrestre, que se encarga de hacer llegar la información hasta la central de control. Este costo de implementación es alto pero el servicio de transmisión, es bajo considerando que permite una cobertura total en cualquier lugar de la tierra. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

### 2.8.3 Gestionamiento de la información

Para administrar un sistema de geolocalización es necesario tener una computadora que tenga instalada mapas GIS o también llamado SIG (sistema de información geográfica) que corresponden a herramientas de software que integran y administran información proporcionada por los GPS, transformando los datos capturados por éstos en información útil para el usuario, facilitando el análisis y la toma de decisiones.

Los SIG permiten manejar información espacialmente referenciable, es decir, cada medición o dato que se capture, se asocia con un punto o coordenada geográfica, de esta forma se pueden crear tantas categorías de agregación según el nivel de refinamiento dado (por ejemplo si trabajamos con el máximo refinamiento podríamos tener información por propiedad, calle, manzana, barrio, comuna, ciudad, región o zona, país, etc.). Pero la característica principal de los GIS, es que permiten desplegar toda esta información georeferenciada, en forma gráfica, es decir en un mapa del sector en cuestión, se despliega la información seleccionada. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

El sistema AVL, aprovecha la información que se tiene en el receptor GPS de un vehículo y esta señal es transmitida por GPRS<sup>2</sup>, SMS<sup>3</sup>, Satélite<sup>4</sup> o Radio<sup>5</sup> a un

<sup>2</sup> *General Packet Radio Service (GPRS)*.- Transmisión datos por medio celdas celulares tipo GSM.

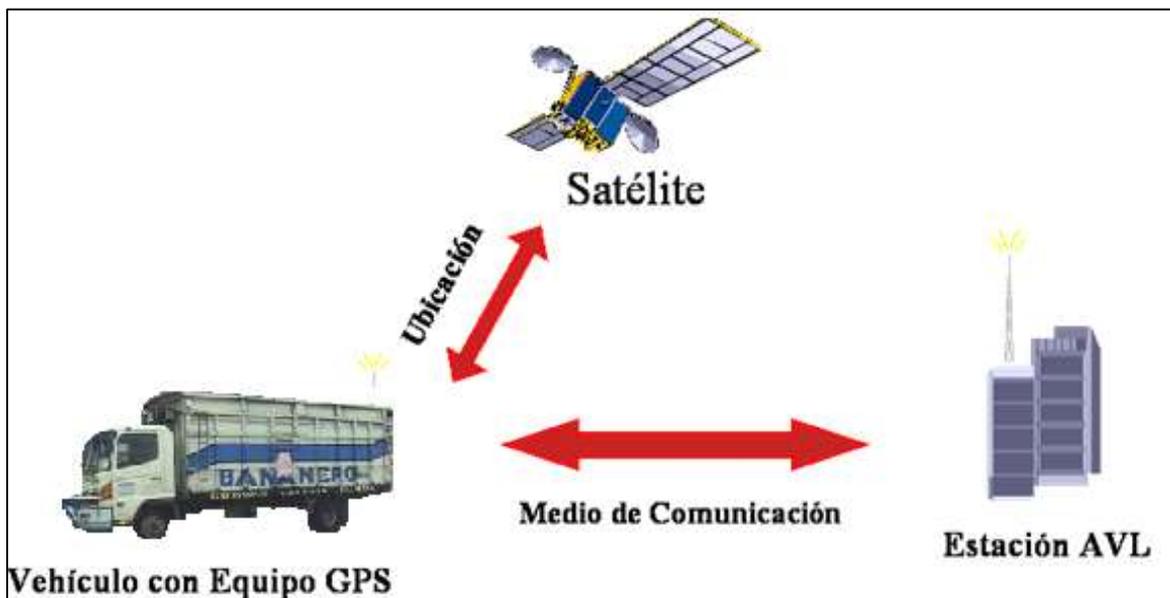
<sup>3</sup> *Short Message Service (SMS)*.- Transmisión de datos por paquetes de texto, por medio de celdas celulares.

<sup>4</sup> *Satélite*.- Transmisión de datos por medio de señal satelital geoestacionaria.

<sup>5</sup> *Radio*.- Transmisión de datos por medio de frecuencia radial.

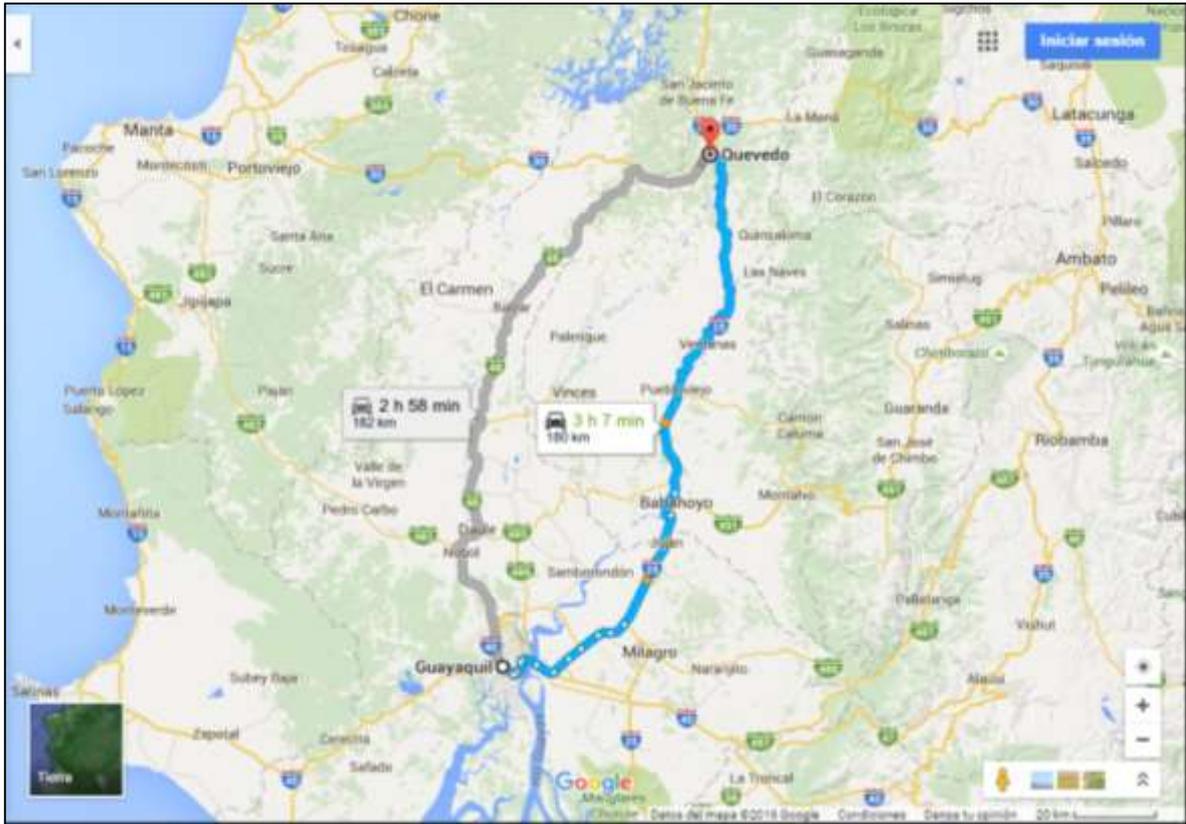
centro de control donde se encuentra instalado un ordenador que posee un mapa digitalizado de la ciudad, región, país o continente de operación. En este mapa se puede visualizar la ubicación del vehículo deseado en forma de icono.

Las señales de los satélites son recibidas por el receptor GPS de un vehículo determinado, el cual está solicitando ubicación por medio de coordenadas. Dicho receptor entrega esta información mediante una interface al medio de comunicación existente, este medio puede ser vía radio convencional, teléfono celular o radio satelital (en los sistemas más sofisticados y costosos). Mediante otra interface es entregada al ordenador que posee el mapa digitalizado (Software), y así poder visualizar esta información sobre dicho mapa.



*Figura 17: Esquema general de Funcionamiento*  
Fuente: (Serrano, 2016)

La ubicación de un cabezal con su contenedor puede ser obtenida sin inconvenientes por el administrador de la solución tecnológica de rastreo satelital cuando este consulta en la aplicación del sistema a la unidad respectiva en tiempo real (Figura 18). Esto a la vez actualiza la posición del vehículo cada vez que se consulte, obteniéndose la nueva ubicación.



*Figura 18: Mapa Georeferencial de Ubicación de ruta Quevedo Guayaquil*  
Fuente: www.googlemaps.com

Los equipos de Localización Automática de Vehículos se han convertido en la actualidad en una herramienta fundamental para la seguridad y el control efectivo de los vehículos. El seguimiento de unidades y cargas (Vehículos y mercadería) es decisivo a la hora de brindar un buen servicio al cliente y operar eficientemente la logística de los elementos de transporte. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

## **2.9 Análisis de tecnologías de acceso a internet móvil**

Las tecnologías de tercera y cuarta generación son redes de acceso inalámbricas ampliamente utilizadas para el servicio de voz (llamadas) y acceso a internet. La principal ventaja de 3g se debe los 200 kbit /s de velocidad que posee, haciéndola más rápida que su anterior tecnología 2g. Sin embargo la tecnología 4g ofrece 100 Mbit /s permitiendo un gran avance en tecnologías de acceso inalámbrico.

La incorporación de las redes 4G representa en si la revolución en las comunicaciones móviles para el Ecuador, En el país hasta noviembre de 2015, se registraron 14´122.460 de abonados, incluyendo las tecnologías 2G, 3G y 4G.

En Ecuador las redes de segunda generación (2G) han sido las que han dominado las conexiones, sin embargo con el incremento que ha tenido el internet móvil, las tecnologías 2G empezaron a ser reemplazadas por 3G y 4G las cuales tienen un desempeño mejor para el servicio de datos. De acuerdo a las estadísticas realizadas por GSMA Intelligence se espera que para el año 2020 las conexiones 2G en Ecuador bajen un 71% y sean reemplazadas por conexiones 3G y 4G. (Agencia de Control y gestion de las Telecomunicaciones, 2015)

A pesar de que actualmente Ecuador se encuentra con un menor porcentaje de conexiones 4G en relación a otros países la alta adopción que está teniendo este servicio en el país permite que de acuerdo a GSMA, se proyecte que Ecuador llegue a tener aproximadamente seis millones de conexiones representando un crecimiento de 20.897%, el más alto si lo comparamos con otros países de la región. (Agencia de Control y gestion de las Telecomunicaciones, 2015)

Lo que implica que las tecnologías de acceso móvil están altamente garantizadas a lo largo y ancho del Ecuador siendo de esta manera una ventaja para la implementación de proyectos que involucren la utilización de estas infraestructuras de interconexión móvil. (Agencia de Control y gestion de las Telecomunicaciones, 2015)

## **2.10 Proveedores del Sistema en Ecuador**

Los proveedores del Sistemas de Administración de Flota en Ecuador utilizan un servicio con cobertura nacional que permite la localización, control y seguimiento continuo de todo tipo de vehículos de vehículos, sean éstos: automóviles, vehículos de carga, vehículos de transporte público, embarcaciones costeras y motocicletas; mediante la combinación de las tecnologías satelital (GPS) y móvil. Esta cobertura está disponible las 24 horas, los 365 días del año. (Martinez C. E., 2006)

La misión de estas compañías es la de satisfacer las necesidades de las empresas que poseen y administran vehículos de vehículos, con el propósito de optimizar el uso, operaciones, mantenimiento, administración y seguridad de las mismas. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

Entre las empresas que ofrecen los servicios de rastreo satelital destacan: Hunter, GPS Manager, G4s, Carsync, Tracker, entre otros

### 2.11. Elección del sistema de posicionamiento y sistema de comunicación móvil de datos más adecuado

La decisión entre una implementación y otra depende esencialmente de las rutas que recorrerá la flota de cabezales y containers. A continuación se estructura un cuadro con los principales sistemas de posicionamiento y de comunicación. ([https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx), s.f.)

La mejor decisión tomará en consideración el precio de los equipos y de la transmisión deseada, en relación al uso más adecuado que se haga a los dispositivos. En tabla 3, se referencia lo más recomendado para la comunicación.

NECESIDAD	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO RECOMENDADO	SISTEMA DE COMUNICACIÓN MÓVIL RECOMENDADO
Gestión de la flota en tiempo real	GPS	Ondas de radio Telefonía celular Comunicación Wifi
Zonas Urbanas	RRFID	Dispositivos pasivos Telefonía celular
Zonas rurales	GPS	Ondas de radio Telefonía celular Comunicación Wifi
Control y gestión transporte público	RRFID	Dispositivos pasivos Ondas de radio Comunicación satelital
Curiers y transporte carga urbana	GPS	Ondas de radio Telefonía celular
Flotas de transporte internacional	GPS	Comunicación satelital

		Comunicación Wifi
Trasporte público y privado, camiones, recolectores de basura	GPS	Dispositivos pasivos

*Tabla 3: Combinación de comunicación*

Fuente: (Martinez C. E., 2006)

## **2.12 Fundamentación teórica**

### **2.12.1 Ingeniería Aplicada al Transporte**

El desarrollo genera nuevas formas de competitividad para ello va de la mano el uso de las tecnologías, permitiendo optimizar los obstáculos que afectan directamente a la sociedad, los transportes ocupan un rol muy importante ya que es un modo de comunicación e intercambio de productos de forma rápida y presencial (RIVERA, 2007)

### **2.12.2 La Comunicación Móvil**

Las aplicaciones móviles han evolucionado con las diferentes demandas en los mercados en lo que concierne en las telecomunicaciones, llamándolos así como el círculo virtuoso en las comunicaciones móviles en la década de los 80. Permitía la comunicación mediante ondas electromagnéticas por medio de dispositivos portátiles analógicos, el cual su infraestructura era relativamente grande, a lo largo del tiempo tuvo gran aceptación por los usuarios el uso de estos servicios, dando paso a la evolución. (AGUADO, 2014).

### **2.12.3 Clasificación de los Sistemas Móviles**

Extenso sistema que ofrece la tecnología que está orientado a la comunicación inalámbrica, mediante frecuencias



*Figura 19: Comunicación Inalámbrica*  
(Universidad Nacional Abierta y a Distancia , 2010)

## 2.13. Comunicación Celular

### 2.13.1 Introducción a los sistemas de comunicaciones móviles

El propósito de un sistema de comunicaciones móvil es, como su nombre indica, prestar servicios de telecomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrenas fijas, o entre dos estaciones móviles. Existen dos formas de comunicaciones móviles: inalámbrica y celular. (Clavijo, [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014\\_II\\_Reconocimiento\\_Unidad2.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014_II_Reconocimiento_Unidad2.pdf), 2014)

**2.13.1.1 Comunicación inalámbrica:** El radio de acción de esta tecnología es muy limitado. De hecho los equipos móviles y los de transmisión-recepción deben estar situados en zonas geográficas muy cercanas, como por ejemplo, dentro de un mismo edificio. (Clavijo, [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014\\_II\\_RECONOCIMIENTO\\_UNIDAD2.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014_II_RECONOCIMIENTO_UNIDAD2.pdf), 2014)

**2.13.1.2 Comunicación celular:** Tiene una red totalmente definida que incluye protocolos para establecer y despejar llamadas así como rastrear las unidades

móviles dentro de áreas geográficas definidas llamadas células, que dan nombre a la tecnología. Dado que los sistemas celulares operan con una potencia más alta que los inalámbricos, el radio de acción de los primeros es mucho más extenso, siendo el tamaño de las células del orden de kilómetros. (Clavijo, [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014\\_II\\_RECONOCIMIENTO\\_UNIDAD2.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014_II_RECONOCIMIENTO_UNIDAD2.pdf), 2014)

## 2.14 Funcionamiento de los celulares

Internamente un teléfono celular incluye todos los pasos que permiten establecer una comunicación y los elementos de un teléfono fijo -auricular, micrófono, sistema de marcación por tonos- además de los correspondientes a un inalámbrico: etapa de transmisión RF con su correspondiente modulador FM, etapa receptora con el demodulador de FM, círculos duplexores para direccionar las señales de entrada y salida de radiofrecuencia, antena de RF, amplificadores de audio, circuitos para digitalizar, comprimir y descomprimir las señales de los modelos digitales generados por tonos DTMF (Dual Tone Multi Frequency) de discado, display inteligente, microcontrolador a cargo del control de todos los procesos involucrados en la comunicación. (Cottino, 2008)

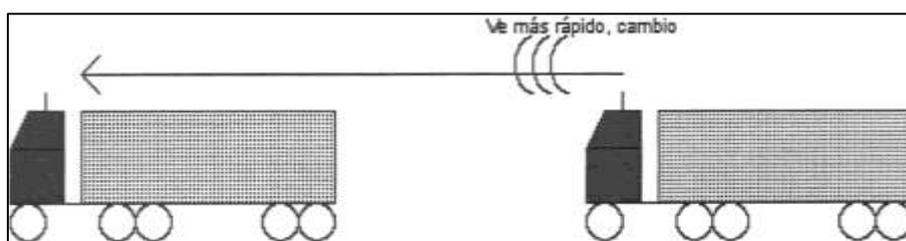


Figura 20: Diagrama de conmutación inalámbrica entre vehículos de carga

Fuente: (Serrano, 2016)

En una radio de comunicación simple ocurre que los dos hablantes transmiten al mismo tiempo utilizando la misma frecuencia por lo que uno a la vez puede hablar, mientras que en una comunicación dual, los dos utilizan distintas frecuencias, de este modo las dos personas pueden hablar al mismo tiempo.

A medida que usted se mueva en la célula, la estación base notará que la fuerza de su señal disminuye. Entretanto, la estación base de la célula hacia la que se está moviendo (que está escuchando la señal) será capaz de notar queda señal se hace más fuerte. Las dos estaciones base se coordinan a sí mismas a través di MTSO, y en algún punto su teléfono obtiene una señal que le indica que cambie de frecuencia. Este cambio hace que su teléfono mude su señal a otra célula. (Grajales, 2012)

La última tendencia son los teléfonos celulares digitales que utilizan la misma tecnología radial (en diferentes bandas de frecuencia -por ejemplo, los teléfonos PC's utilizan frecuencias entre los 1.85 y 1.99 Giga Hertz-) pero comprimen su voz en unos y ceros. Esta compresión permite que entre 3 y 10 llamadas telefónicas ocupen el espacio de una simple voz análoga. Estos aparatos también ofrecen otras características como correo electrónico y agenda.

La próxima vez que utilice un celular -especialmente uno de los más pequeños que caben en bolsillo de la camisa- tenga en mente toda la tecnología empacada en ese pequeño y airoso aparato.



Figura 21: Diagrama del funcionamiento de equipos con rastreo  
Fuente: Presentación de productos DGitools

## 2.15 Los servicios en GSM

La tecnología GSM proporciona el suministro de varios servicios incorporados a la telefonía fija, entre estos está el envío de datos a baja velocidad, sin tener que

contar con un módem externo, y el envío de faxes por medio de la digitalización de las transmisiones de radio.

Posibilita la creación de redes privadas virtuales, es compatible con la RDSI, permite la identificación de un abonado bajo dos números distintos, ofrece un servicio de mensajes cortos (SMS) de hasta 160 caracteres alfanuméricos y toda una completa gama de servicios suplemento suplementarios (desvío hacia cualquier otro número de la red móvil o de la red fija, restricción y retención de llamadas, indicación de llamada en espera, multiconferencia, identificación de la línea llamante, ocultación de la propia identidad, número de la marcación fija, restricción de itinerancia, consulta a un buzón de voz, indicación del coste de llamada, fijación del consumo máximo, etc.) (Huidrobo, 2005)

GSM, al igual que otras tecnologías digitales como UMTS Y LTE, utiliza el espectro de una manera mucho más eficiente que los sistemas analógicos, para ello emplea células más pequeñas y presenta un menor consumo de energía.

Para la prestación de servicios es fundamental disponer de un terminal adecuado, ligero, con una buena definición de la pantalla, pantalla de color y táctil, gran capacidad de memoria y duración de la batería, así como un menú intuitivo y fácil de utilizar, del tipo del que ofrecen los actuales *Smartphones*, como el iPhone. También, resulta esencial el sistema operativo, verdadero motor de las aplicaciones, siendo los más habituales Android de Google e iOS de Apple, seguidos por Windows Phone, BlackBerry y Symbian.

## **2.16 Una estructura de la Red**

Un sistema celular se comprende dividiendo el territorio a que se pretende dar servicio en células celdas de mayor o menor tamaño donde cada una es atendida por una estación de radio, que brinda cobertura a la célula específica asignada, gracias al alcance limitado de la propagación de las ondas de radio a frecuencias elevadas. (López, 2002)

Así el espectro de frecuencias -las mismas frecuencias-, puede volver a ser reutilizado en una nueva célula, tomando precauciones con las interferencias con las otras células. El grupo de frecuencias asignado a una célula constituye los canales de comunicación que pueden ser ocupados por los usuarios que demanden el servicio, dentro de su área de cobertura geográfica. De este modo se puede aumentar significativamente la cantidad de usuarios al no ser necesario una frecuencia privilegiada para cada usuario. Mientras más pequeñas sean las células la cantidad de canales será mayor para que soporte el sistema, al poder reasignar más veces dos conjuntos de frecuencias diferentes para células distintas, factor muy importante para un servicio público. (López, 2002)

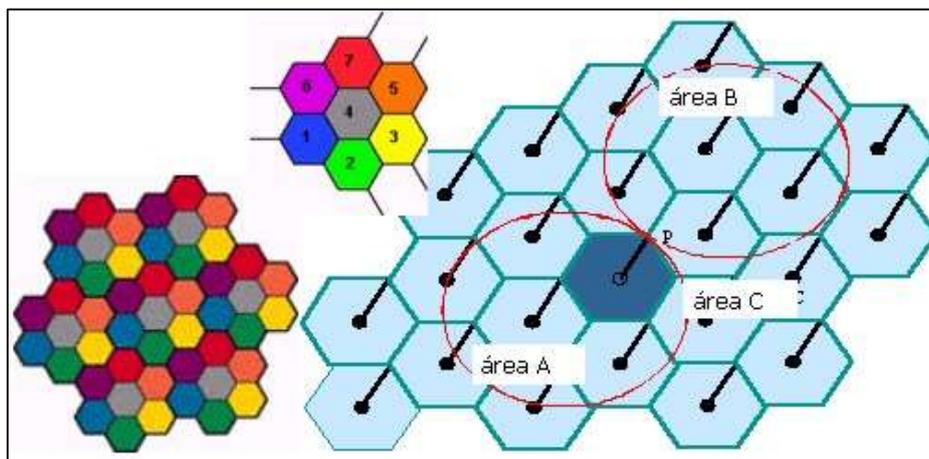


Figura 22: División de un territorio celular

Fuente: <http://www.monografias.com>

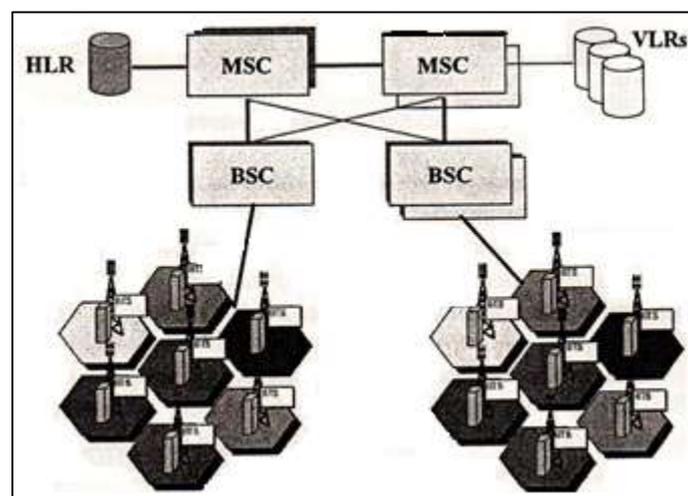
En los sistemas avanzados de telefonía móvil es factible operar con un gran número de abonados móviles que estén esparcido en una amplia zona. Para esto hay que tomar en consideración algunos problemas técnicos y administrativos como son el control, localización, transmisión y facturación, manteniendo al mismo tiempo una alta eficacia en la utilización del espectro radioeléctrico que es limitado.

Para que estas bandas la distancia de cobertura, en terrenos no muy accidentados, coincide sensiblemente con el alcance óptico desde la antena transmisora, por lo que es conveniente, si se desea una gran cobertura, instalar está en un punto elevado. Una vez que se sobrepasa el límite de visión óptica, aún es posible establecer la comunicación, si la potencia del emisor es elevada. (Huidobro, 2005)

La tecnología de los celulares necesita de una gran cantidad de estaciones base para las ciudades de cualquier tamaño. Una ciudad grande puede tener cientos de estaciones base (antenas), pero debido a la gran cantidad de abonados utilizando los teléfonos celulares, los precios por el servicio otorgado cada vez más son menores

En General, un área de comunicaciones móviles GSM presenta una estructura compuesta por los siguientes elementos.

- Estaciones móviles
- Estaciones base
- Estaciones de control
- Centro de conmutación



*Figura 23: Principales elementos de una red de telefonía móvil*

Fuente: Huidobro José Manuel

### **2.16.1 Estaciones móviles (MS)**

Son los equipos terminales (teléfonos móviles GSM) que suministran el servicio concreto a los usuarios en el lugar, instante y formato (voz, datos e imágenes) adecuados. Cada estación móvil puede actuar en modo emisor, receptor o en ambos, y se personaliza mediante una tarjeta SIM.

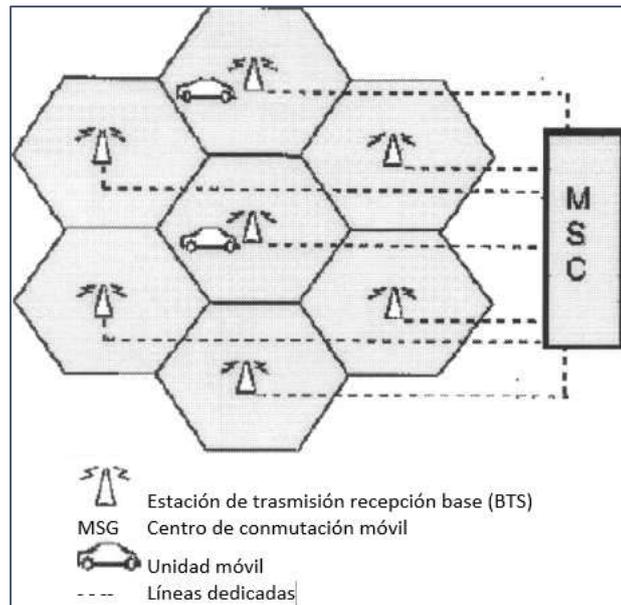


Figura 24: Topología representativa de un sistema celular. Fuente: Huidobro José Manuel

### 2.16.2 Estaciones base (BTS)

Se encargan de mantener el enlace radioeléctrico entre la estación móvil y de estación de control de servicio (BSC) durante la comunicación. Una BTS atiende a una o varias estaciones móviles. Según el número de éstas y el tipo de servicio, se calcula el número adecuado de estaciones base para proporcionar una cobertura total de servicio en el área geográfica a cubrir.

La reducción de la potencia de estaciones móviles permita disminuir las interferencias entre las MS asignadas a canales idénticos, así como el tamaño y peso de las baterías. Lo que redundará en una mejor calidad del servicio, comodidad de uso y autonomía de la estación móvil.

### 2.16.3 Estaciones de control (BSC)

Realiza las funciones de gestión y mantenimiento de servicio. Una tarea específica consiste en la asignación de estaciones base de un sector, dentro de un área de cobertura, a las estaciones móviles que se encuentran en el sector.

Cuando un usuario se desplaza entre celdas colindantes, la función de conmutación de una comunicación entre estaciones base (*handover*) permite cambiar el canal ocupado por la estación móvil en estación base anterior por otro libre de la estación base próxima, sin interrumpir la comunicación.

La función de localización de una estación móvil fuera de su sector habitual implica que en cada estación base deben conocerse las estaciones móviles residentes (habituales) y las visitantes (presentes temporalmente) para que las estaciones de control puedan determinar su posición en cualquier instante, y así proveerles servicio.

#### **2.16.4 Centro de conmutación (MSC)**

Son similares a las centrales de la red fija. Permiten la conexión entre otras redes públicas y privadas con la red de comunicaciones móviles, así como la conexión entre estaciones móviles localizadas en distintas áreas geográficas de la red móvil. Estos centros se comportan como los centros de conmutación de cualquier otro tipo de red, aun cuando están adaptados a la estructura de la información que maneja la red móvil. Asociados a éstas centrales se encuentran los registros de suscriptores, locales y visitantes, que sólo denominados HLR y VLR, respectivamente

### **2.17 Tecnologías de acceso celular**

Entre las tecnologías de acceso celular están: FDMA, TDMA, Y CDMA. (Huidrobro, 2016)

#### **2.17.1 FDMA (acceso múltiple por división de Frecuencia)**

Se accede a las células dependiendo de la frecuencia. Básicamente, separa el espectro en distintos canales de voz, al dividir el ancho de banda en varios canales uniformemente según las frecuencias de trasmisión. Los usuarios comparten el canal de comunicación, pero cada uno utiliza uno de los diferentes subcanales particionados por la frecuencia. Se suele utilizar para las trasmisiones analógicas, pero es capaz de transmitir información digital. (<http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular2.shtml>,

2014)

### 2.17.2 TDMA (acceso múltiple por división de tiempo)

Divide el canal de transmisión en particiones de tiempo (*time slots*). Comprime las conversaciones digitales y luego las envía utilizando la señal de radio por un periodo de tiempo. En este caso, distintos usuarios comparten el mismo canal de frecuencia, pero lo hacen en diferentes intervalos de tiempo. Debido a la compresión de la información digital, esta tecnología permite tres veces la capacidad de un sistema analógico utilizando la misma cantidad de canales. (<http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular2.shtml>, 2014)

### 2.17.3 CDMA (acceso múltiple por división de códigos)

Esta tecnología, luego de digitalizar la información, transmite a través de todo el ancho de banda que dispone, a diferencia de TDMA Y FDMA

Las llamadas se superponen en el canal de transmisión, diferenciadas por un código de secuencia único. Esto permite que los usuarios compartan el canal y la frecuencia. Como es un método adecuado para la transmisión de información encriptada, se comenzó a utilizar en el área militar. Esta tecnología permite comprimir de 8 a 10 llamadas digitales para ocupen lo mismo que ocupa una llamada analógica. (<http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular2.shtml>, 2014)

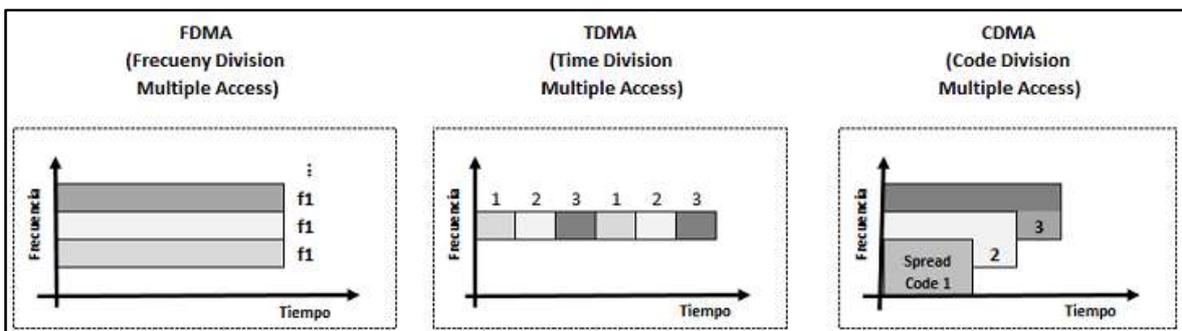


Figura 25: Distintas técnica de acceso radio

Elaborado por: (Serrano, 2016)

## 2.18 Evolución de GSM

El estándar GSM ha evolucionado desde su nacimiento para aportar más

prestaciones. Además, han surgido otros estándares que complementan a los propios GSM. Por ejemplo el WAP para acceso de Internet o el GPRS que multiplica por un factor superior a 10 la velocidad de acceso de GSM, llegando como límite máximo a 115 kbit/s. La tecnología CDMA, que utiliza códigos para separar conversaciones, es oro gran avance y precursora de UMTS.

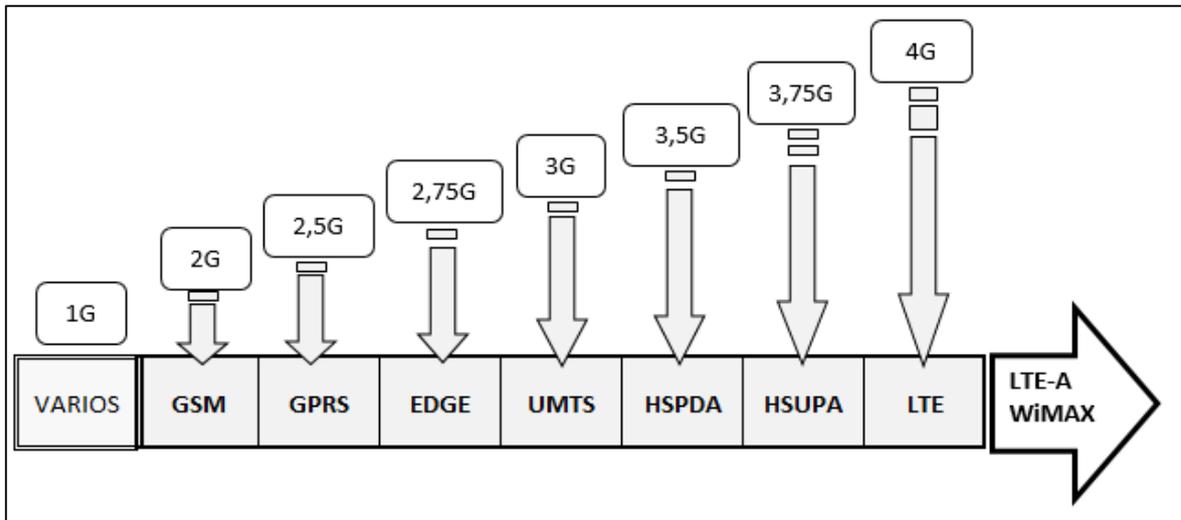
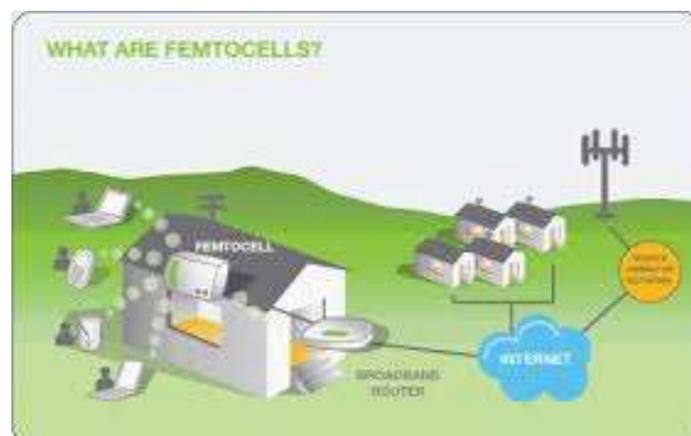


Figura 26: Evolución de las tecnologías móviles

Elaborado por: (Serrano, 2016)

## 2.19 Femtoceldas

Una femto celdas un “punto de acceso radio 3G”, que se coloca en el interior de una edificio para dar cobertura local al mismo, conectada a un canal de banda ancha – típicamente una línea ADSL o cable- y que facilita que los usuario puedan hacer y recibir llamadas telefónicas móviles en su hogar u oficina (*indoor*), en unas condiciones ventajosas, tanto técnicas como económicas, frente a utilizar la red móvil del operador que tiene contratado.



*Figura 27: Estructura de las fotoceldas*

Fuente: Andrew Tanembaun

### **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Localización.**

La presente investigación fue desarrollada en la empresa TRANSPEQUE, dedicada a la transportación de productos del Banano y Mercaderías a los principales puertos y ciudades del país, utilizando como medio de transporte vehículos pesados y contenedores, la empresa está ubicada en la parroquia San Camilo del cantón Quevedo perteneciente a la provincia de Los Ríos.

### **3.2 Tipo de investigación.**

La investigación realizada para el diseño de un sistema geo localizador y control de acceso a contenedores de la empresa TRANSPEQUE es de tipo diagnóstica.

El escaso control en el proceso de traslado de los vehículos y la insuficiente seguridad en el acceso a los contenedores al momento del desembarque de los productos, ha generado pérdidas económicas a la compañía, evidenciando que los conductores no respetan la ruta y el tiempo estimado que conlleva la entrega de encomiendas a sus respectivos destinos.

### **3.3 Métodos, Técnicas e Instrumentos de investigación.**

- **Método Inductivo**

El método que se utilizó en esta propuesta tecnológica es el Inductivo ya que parte de lo particular a lo general iniciándose en una necesidad o problema, el mismo que será demostrado en el proceso de investigación, cuando se elaboran los problemas derivados a solucionarse en la propuesta de investigación, presentando una propuesta de solución o de cambio y finalmente llegando a las conclusiones y recomendaciones.

La secuencia metodológica implícita en esta investigación consistió en:

- Describir y citar el proceso y los recursos empleados en la transportación de

productos.

- Analizar e identificar las etapas que representan inconveniente en el traslado.
- Formar realidades claras del análisis elaborado, donde se involucre el registro de los conflictos ocurridos durante el proceso de embarque y desembarque de los productos transportados y los factores que los desencadenan.
- Clasificar de la información obtenida, utilizándola como herramienta en el esquema del sistema de geolocalización y control de acceso a los contenedores.

- **Técnica de la Observación.**

El método empleado para la elaboración del proyecto es la observación. Durante este proceso se pudo determinar el tiempo y recursos implícitos en esta actividad, permitiendo diseñar esquemáticamente las soluciones para el buen manejo de los recursos.

### **3.4 Costos de Materiales propuestos por la investigación**

En la tabla 4, se presenta el costo aproximado a la fecha actual, de la inversión por la compra de las partes para armar el circuito electrónico.

#### **3.4.1 Circuito electrónico**

<b>TIPO DE RECURSOS</b>	<b>CANT.</b>	<b>COSTO UNIT.</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Placa Raspberry Pi	1	80,00	80,00
Modem 3g	1	20.00	20.00
Modulo GPS	1	45.00	45.00
Batería de Plomo 12v	1	25.00	25.00
Batería de Plomo 5v	1	20.00	20.00
Regulador de voltaje	1	18.00	18.00
Teclado	1	8.00	8.00
Módulo de relés	1	28.00	28.0

Cerradura electromagnética	1	52.00	52.00
Caja metálica	1	10.00	10.00
Teléfono celular	1	300.00	300.00
Plan de datos	2	50.00	100.00
<b>Total</b>			<b>\$ 706.00</b>

*Tabla 4: Costos referenciales de la implementación electrónica*  
Fuente: (Serrano, 2016)

Estos costos del circuito electrónico referencian los precios que costaría la implementación en cada cabezal con su container, estos serán asumidos por cada propietario del cabezal y sería por una sola vez, ya que estos equipos tienen una durabilidad de 10 años dándole un mantenimiento preventivo, en especial a las baterías. Los gastos más significativos para este circuito son: la placa Raspberry Pi 3, el Modem GSM, la cerradura electromagnética y el equipo celular.

### 3.4.2 Presupuesto Software

DESCRIPCIÓN	VALOR
Sistema Operativo Linux	00.00
Java Netbeans	00.00
Mysql	00.00
Sistema operativo Raspbian	00.00
<b>Total</b>	<b>00.00</b>

*Tabla 5: Costos referenciales de la implementación del Software*  
Fuente: (Serrano, 2016)

El software que se requiere para desarrollar la aplicación que hará posible el funcionamiento de la propuesta es completamente gratis, ya que se utilizará software libre.

## **CAPÍTULO IV: ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## 4.1 Análisis de las tecnologías

### 4.1.1 Análisis de las tecnologías inalámbricas

	<b>RFID</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>NFC</b>	<b>ZIGBEE</b>	<b>WIFI</b>
Estándar	ISO/IEC 14443	IEEE 802.15.1	ISO/IEC 18092	IEEE 802.15.4	IEEE 802.11
Tasa de transferencia	106-424 Kbps	1-480 Mbps	106-424 Kbps	20-250 kbps	11-200 Mbps
Frecuencia de funcionamiento	125 KHz - 2.45 GHz	2.4 GHz 1	13,56 MHz	868/915MHz 2.4 GHz	2.4,5,25,5.6, 5.8 GHz
Dispositivos que pueden interactuar	Máximo 2	Máximo 8	Máximo 2	Indefinida	Indefinida
Tiempo de inicialización	< 0,1 ms	6 s	< 0,1 ms	< 0,1 ms	< 0,1 ms
Alcance	< 3 m	< 30 m	< 20 cm	< 500 m	< 100 m
Seguridad	Dada por la cercanía entre dispositivos	Determinada por los mecanismos de encriptación	Dada por la cercanía entre dispositivos	Determinada por los mecanismos de encriptación	Determinada por los mecanismos de encriptación
Consumo de energía	Mínimo o inexistente	Alto para dispositivos alimentados con baterías	Mínimo o inexistente	Muy bajo	Alto para dispositivos alimentados con baterías
Costo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio
Objetivo	Realizar seguimiento de objetos y control de acceso	Reemplazar cables para conectar dispositivos electrónicos cercanos	Simplificar la interacción entre dispositivos electrónicos	Control y monitoreo inalámbrico	Reemplazar cables en redes extensas

Tabla 6: Comparación entre diferentes tecnologías inalámbricas  
[http://www.sase.com.ar/2011/files/2011/02/case2011\\_submission\\_15.pdf](http://www.sase.com.ar/2011/files/2011/02/case2011_submission_15.pdf)

De este cuadro de comparaciones de tecnologías inalámbricas existentes desataca la RFID, porque es una tecnología de mayor evolución, por sus beneficios y utilidades. A continuación se enlistan algunas ventajas.

- Costos bajos de instalación
- Velocidad alta
- Los Chips RFID son difícilmente falsificables
- Funcionan en entornos extremos de alta temperatura, gases, elementos químicos
- Fácil de adaptarse a las aplicaciones de software.

#### 4.1.2 Análisis de las redes de transmisión de datos

Como se mostró en la tabla anterior la mejor tecnología es la RFID, sin embargo para el rastreo de vehículos, que requieren una cobertura Nacional y no de unos pocos metros, es necesario analizar otros sistemas de Redes. En la tabla 7 se muestran un cuadro comparativo de las principales redes de comunicaciones que existen:

TIPO DE RED	REDES MÓVIL GSM	REDES WIFI	REDES SATELITALES
Movilidad	Alta	Alta	Alta
Costo asociado	Medio	Medio-Alto	Muy alto
Área de Cobertura	extensa	Nacional (varios carriers)	Cobertura global
Estándares	GSM 850, GSM 900, GSM 1800, GSM 1900	GSM, TDMA, CDMA, GPRS, EDGE, WCDMA	TDMA, CDMA, FDMA
Interferencias electrónicas	Media	Alto	Media
Menor ancho de banda	Pérdida señal zonas montañosas		Alto Costo
Seguridad	Medio	Bajo	Alto

*Tabla 7: Análisis de las redes de transmisión de datos*

Fuente: (Serrano, 2016)

Todas las redes de comunicación tienen sus ventajas y desventajas, va a depender del alcance, costos y uso que se le quiere dar, para esta propuesta se ha elegido la red GSM, por tener una cobertura nacional, es más barata y es fácil de utilizar.

### 4.1.3 Análisis de las Aplicaciones informáticas de programación

CARACTERÍSTICAS	JAVA	PYTHON	C#
Coherencia	Baja	Alta	Alta
Consumo de memoria	Alto	Bajo	Bajo
Extensiones	Poco para C/C++	Más para C/C++	
Rendimiento	Medio	Alto	Alto
Sistema Operativo	Multiplataforma	Multiplataforma	Multiplataforma
Atracción visual	Media	Alta	Baja
Creación de pags. web	Si	Si	No

*Tabla 8: Análisis de las Aplicaciones informáticas de programación*

Fuente: (Serrano, 2016)

Se puede diferenciar que el mejor programa para escribir scripts para correrlos en la placa Raspberry Pi es Python, por su rapidez, bajo costo entre otras.

### 4.1.4 Análisis de los Dispositivos electrónicos

CARACTERÍSTICAS	RASPBERRY PI 3	ARDUINO	BEAGLEBONE BLACK
Placa	Microprocesador 1 GB RAM	Microcontrolador ATMEGA 328	Microprocesador Broadcom BCM2835 SoC
Sistema operativo	Si (Raspbian)	No	Si (Linux, Android)
Conexión Internet	Si	No	
Puertos	USB (4), HDMI, RCA, Audio 3.5 mm, 40 pines GPIO	19 pines GPIO	USB (1), Micro HDMI, 2 x 46 pines
Costo	Bajo	Medio	Medio
Velocidad de la Placa	Alto (700 MHz)	Baja (16MHz)	Alto (700 MHz)
Pensado para	Educación y proyectos de electrónica	Educación y proyectos de informática y comunicaciones	Proyectos de electrónica

*Tabla 9: Análisis de los Dispositivos electrónicos*

Fuente: <http://randomnerdtutorials.com/arduino-vs-raspberry-pi-vs-beaglebone-vs-pcduino>

Analizando estos dispositivos, los más adecuado es utilizar la placa de Raspberry Pi 3, que a diferencia de la placa Arduino tiene un microprocesador que la convierte

en multitarea porque se le puede Instalar distintos sistemas operativos, para nuestro caso será Raspbian; también presenta la posibilidad de conectar un monitor por su puerto HDMI; otra ventaja de la Raspberry Pi 3, con relación a otras placas es que es más sencillo su procedimiento de configuración por lo que su compatibilidad de conexión con el módulo GSM, es fiable.

Por otra parte otra de las características que la hacen favorable a Raspberry Pi es su bajo consumo de energía, con una batería puede estar en funcionamiento varios meses, por lo que no es necesario que la batería se mantengan conectadas al sistema eléctrico del vehículo, lo que supone que pasado cierto tiempo con una hora de para del transporte, se pondría a recargar las baterías y estas continuarían funcionando normalmente.

Y entre una de las ventajas más significativas está que en el mercado se encuentra más accesible la Raspberry Pi, y a costos mejores costos de compra.

## **4.2 Diseño del prototipo de geo localización y control de acceso a los vehículos utilizados por la empresa TRANSPEQUE.**

### **4.2.1 Descripción general del Sistema**

La propuesta esquemática del sistema electrónico geo localizador y control de acceso a contenedores permitirá a la empresa TRANSPEQUE utilizar y controlar de manera eficiente los recursos empleados en el proceso de la transportación de productos, como también el diseño de la aplicación informática que administrara el protocolo de seguridad y contraseñas. A continuación se especifican los elementos de Hardware y Software.

#### **Hardware:**

- Tarjeta electrónica Raspberry Pi 3
- Módulo GPS
- Módulo GSM
- Cerradura electrónica
- Dispositivo celular con Android

**Software:**

- NetBeans IDE
- Java Development versión 8
- Tomcat server container
- mysqlworkbench
- mysqladmin
- Sistema Operativo Raspbian(linux)
- Python
- Android Creator

**4.2.2 Funcionalidades del sistema de seguridad y seguimiento de carga****4.2.2.1 Dispositivo electrónico instalado en el vehículo pesado o contenedor**

Un esquema electrónico geolocalizador de vehículos y control de acceso a contenedores, que permitirá el control en tiempo real mediante la comunicación con el sistema remoto centralizado.

**4.2.2.2 Aplicación informática Web**

La aplicación informática realizara la función de generar contraseñas aleatorias requeridas por el usuario o conductor, a través de una aplicación web ejecutada en un dispositivo móvil.

**4.2.3 Esquema y diseño del sistema electrónico**

Mediante el estudio de los dispositivos que constituyen la propuesta, se estipula el siguiente diagrama en bloques empleado para una futura implementación del sistema geolocalizador y control de acceso a contenedores, Ver figura 28.



*Figura 28: Esquema del prototipo, rastreo satelital y control de acceso*  
**Elaborado por:** Serrano, I. (2016)

#### **4.2.3.1 Tarjeta de Control o CPU**

La tarjeta electrónica Raspberry Pi, dispone los elementos de un CPU (Unidad Central de Proceso), el cual favorece al diseño del sistema propuesto, debido a la disponibilidad de sus 16 puertos de Entrada y Salida que permiten la interacción con los módulos GPS, GSM, teclados y cerraduras electrónicas, estableciendo además la comunicación full full dúplex con cada uno de sus elementos conectados. Esta elección fue tomada debido a que se necesitaba disponer de una placa con un sistema operativo capaz de controlar varios módulos a la vez, como también ajustarse a la disponibilidad económica en una futura implementación.

Al permitirse instalar en la tarjeta un sistema operativo basado en código abierto Linux, queda a libre opción las herramientas de desarrollo en la programación de scripts sin la necesidad de adquirir alguna licencia.

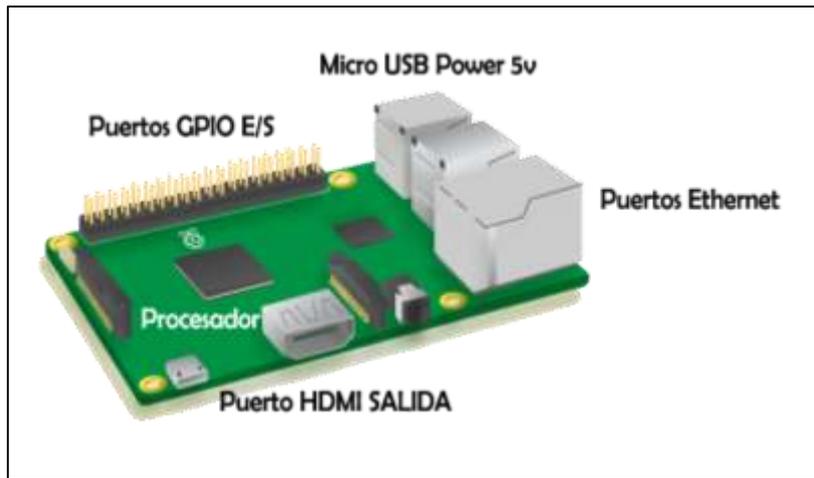


Figura 29: Tarjeta Raspberry Pi 3  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

#### 4.2.3.2 Fuente de Alimentación y Backup

La batería empleada para el esquema es de ácido de plomo, debido a que permiten ser recargadas constantemente por un generador, en la siguiente tabla se ilustra las características del acumulador de energía a emplearse.



Figura 30: Batería seca de 12 voltios  
Fuente: www.google.com

A continuación (ver tabla 10), se presenta las características básicas de la Fuente de alimentación para el funcionamiento de la parte electrónica

CARACTERÍSTICA	BATERÍA ÁCIDO PLOMO 12V	BATERÍA ACIDO PLOMO 6V
Peso	3kg	1.5 Kg
Intensidad máxima	4A	4A
Tiempo de descarga	48 horas	48 horas

Tabla 10: Características batería Acido de Plomo  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

#### 4.2.3.3 Modulo GPS neo m6

El modulo GPS neo m6, se considera ideal para obtener datos de la posición geográfica en la que se encuentran los vehículos transportadores de carga, este dispositivo de tamaño muy pequeño cuenta con un chipset de última generación capaz de transmitir segundo a segundo las coordenadas.

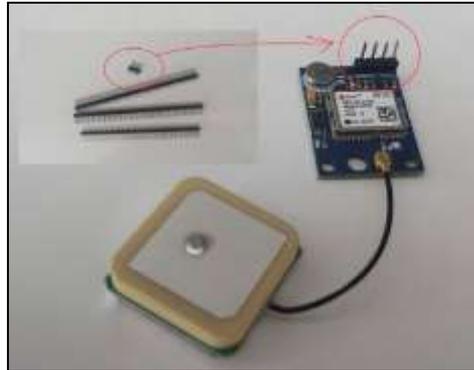


Figura 31: Modulo GPS Ublox m6  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

El funcionamiento del dispositivo consiste en enviar los datos de latitud y longitud a la tarjeta Raspberry pi a través de sus pines TX, RX, una vez capturados en un archivo .txt son evaluados por un script para luego ser enviados al sistema de google maps desplegándose en pantalla la ubicación exacta del vehículo.

Time: 2013-09-19T22:29:16.000Z	PRN: 10	Elev: 81	Azim: 277	SNR: 30	Used: Y
Latitude: N	13	64	066	00	Y
Longitude: W	2	51	271	00	Y
Altitude: 79.6 m	7	45	152	29	Y
Speed: 1.0 kph	4	45	204	32	Y
Heading: 328.6 deg (true)	23	33	067	35	Y
Climb: 0.0 m/min	5	25	292	24	N
Status: 3D FIX (18 secs)	8	20	174	00	N
Longitude Err: +/- 15 m	9	19	183	00	N
Latitude Err: +/- 17 m	16	13	053	30	N
Altitude Err: +/- 20 m	29	11	332	00	N
Course Err: n/a	20	04	116	00	N
Speed Err: +/- 128 kph	34	00	000	00	N
Time offset: 0.598					
Grid Square: IO82vm					

Figura 32: Consola captura de coordenadas  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

#### 4.2.3.4 Modem 3g usb huawei E173

El Huawei E173 es un módem USB 3G para conexión a Internet móvil mediante

acceso a redes HSUPA, HSDPA, UMTS 2100Mhz Soporta una velocidad de bajada de hasta 7,2 Mbps y subida de 5,76 Mbps, No requiere de software, el E173 es autoinstalable y es compatible con sistemas operativos Windows, Mac y Linux. Especificaciones del modem Huawei E1750

La utilización del modem Huawei de la empresa CLARO, permitirá proveer del servicio de internet a la tarjeta principal Raspberry pi, la misma que estará instalada en el vehículo de transporte y que se comunicara a través de las redes interconectadas a la ip publica del servidor principal ubicado en la ciudad de Quevedo de la empresa TRANSPEQUE.



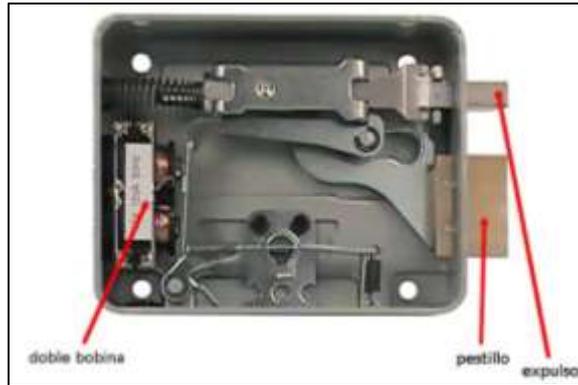
*Figura 33: Modem 3g USB*  
**Elaborado por:** (Serrano, 2016)

#### **4.2.3.5 Control de Acceso**

La Cerradura Electromagnética es utilizada como medio de apertura en lugares donde el ingreso debe ser limitado (control de acceso).

La cerradura electromagnética está compuesta de dos piezas principales, el electroimán, y una lámina metálica llamada pieza móvil. El electroimán se colocara en las barras del contenedor o marco de acero, el sistema electromagnético trabajara como imán en la medida que circule corriente por su bobina; al recibir corriente eléctrica permitirá la apertura de la puerta.

Este método se lo conoce como “Fail Secure” la cual funciona de modo cuando hay electricidad se abre la puerta.



*Figura 34: Cerradura electromagnética*  
**Elaborado por:** (Serrano, 2016)



*Figura 35: Cerradura instalada en un contenedor*  
**Elaborado por:** (Serrano, 2016)

#### **4.2.4 Modelo relacional sistema informático**

A continuación se procede a diseñar el modelo relacional de la base de datos que permitirá llevar un control de los clientes, personal de la empresa, conductores, vehículos, rutas y usuarios del Sistema.

Las Tablas siguientes demuestran la relación entre conductores y vehículos, este modelo relacional nos permitirá realizar consultas tanto del conductor asignado a un vehículo o viceversa, además realizar transacciones de editar, actualizar, ingresar y reportes de las asignaciones de vehículos a los choferes.

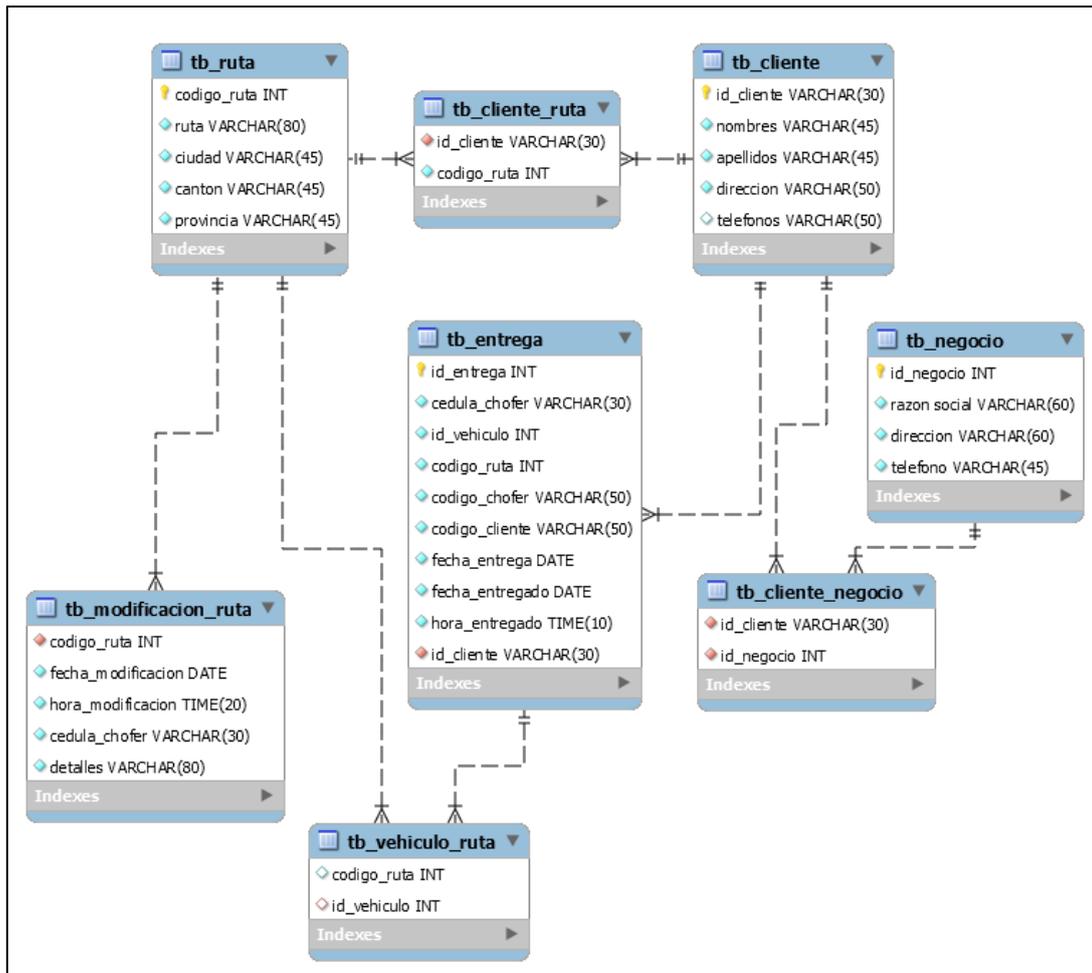


Figura 36: **Modelo Relacional Conductor - Vehículo**  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

Para consultar de forma eficiente las rutas asignadas a los vehículos se creó la tabla **tb\_vehiculo\_ruta** que mediante sus códigos únicos **código\_ruta** y **id\_vehiculo** se verificará el tipo de asignación.

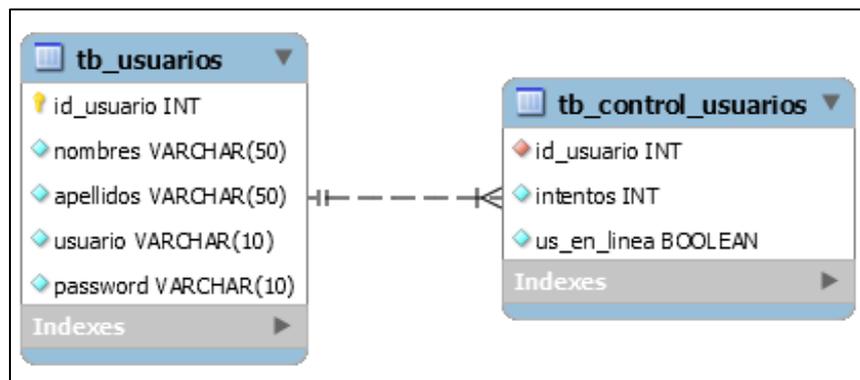
Los clientes de la empresa serán relacionados con el tipo de actividad o negocio al que se dediquen a través de la tabla **tb\_cliente\_negocio**.

Las tablas **tb\_ruta** con la tabla **tb\_entrega** dispondrán de la información relacionada con las rutas y datos específicos de la entrega del producto, adicional esta última será quien generará los códigos aleatorios a conductores para el acceso a los contenedores, registrando la hora, fecha que fue generado la entrega y el desembarque de los productos.



*Figura 37: Modelo Relacional*  
 Elaborado por: (Serrano, 2016)

El acceso a la plataforma deberá ser permitido por usuarios registrados en la tabla **tb\_usuarios** administrando cierto nivel de seguridad por número de intentos posibles en la tabla **tb\_control\_usuarios**.



*Figura 38: Modelo Relacional usuarios del sistema*  
 Elaborado por: (Serrano, 2016)

#### 4.2.5 Acoplamiento de los componentes electrónicos

El sistema operativo recomendado para este prototipo es Raspbian, el cual permitirá instalar programas para el desarrollo y ejecución de aplicaciones web, como también la disponibilidad de los Puertos GPIO quienes activaran las diferentes etapas del sistema localizador y control de acceso.

A continuación se muestra un esquema de conexiones con los diferentes dispositivos que compone el prototipo electrónico.

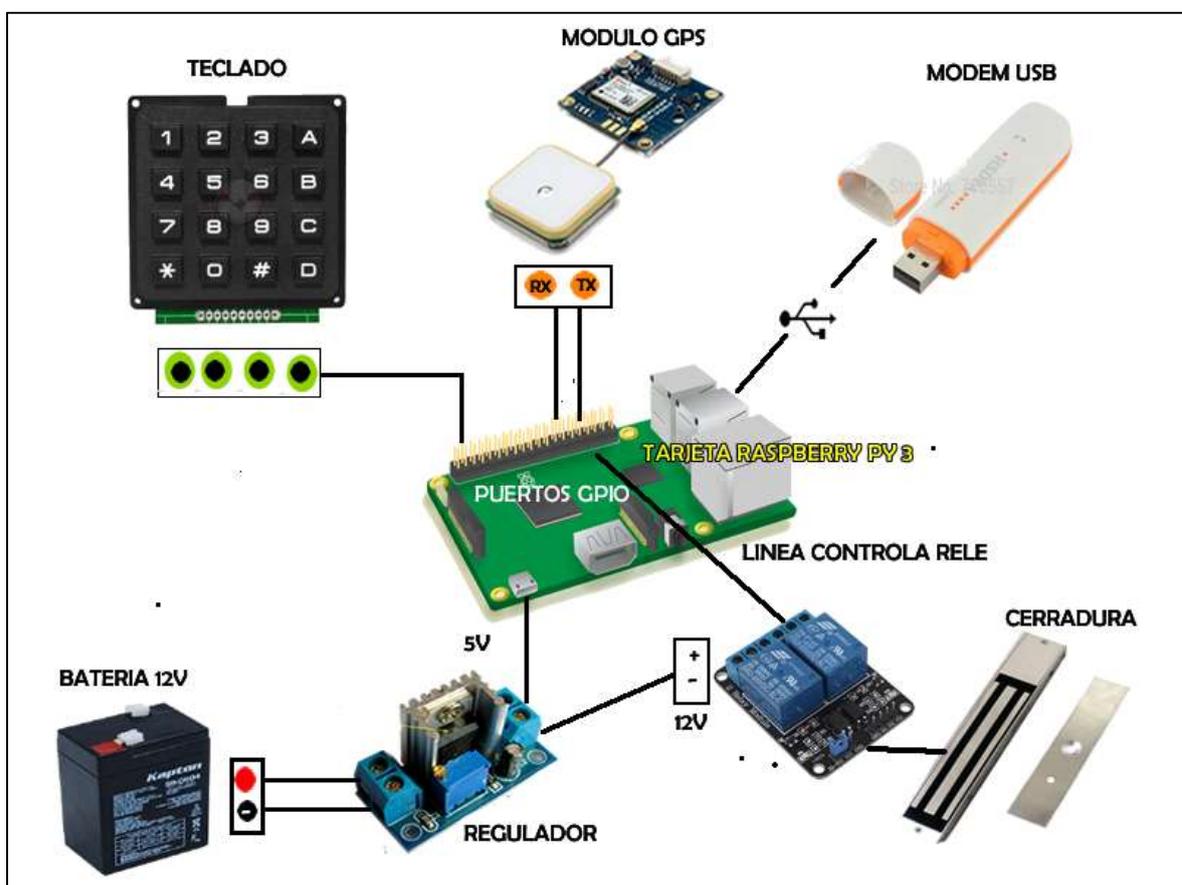


Figura 39: Esquema de conexión de los Dispositivos  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

PUERTOS GPIO	MÓDULOS
Pin RX TX	Modulo GPS UBLOX M6
Pin 23,24,25,26	Teclado Matricial
Pin 12, 13	Relés para cerradura
Puerto USB	Modem 3g

Tabla 11: Puertos GPIO utilizados de Raspberry Pi 3  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

## **4.2.6 Funcionamiento del Prototipo**

### **4.2.6.1 Rastreo Satelital del Vehículo**

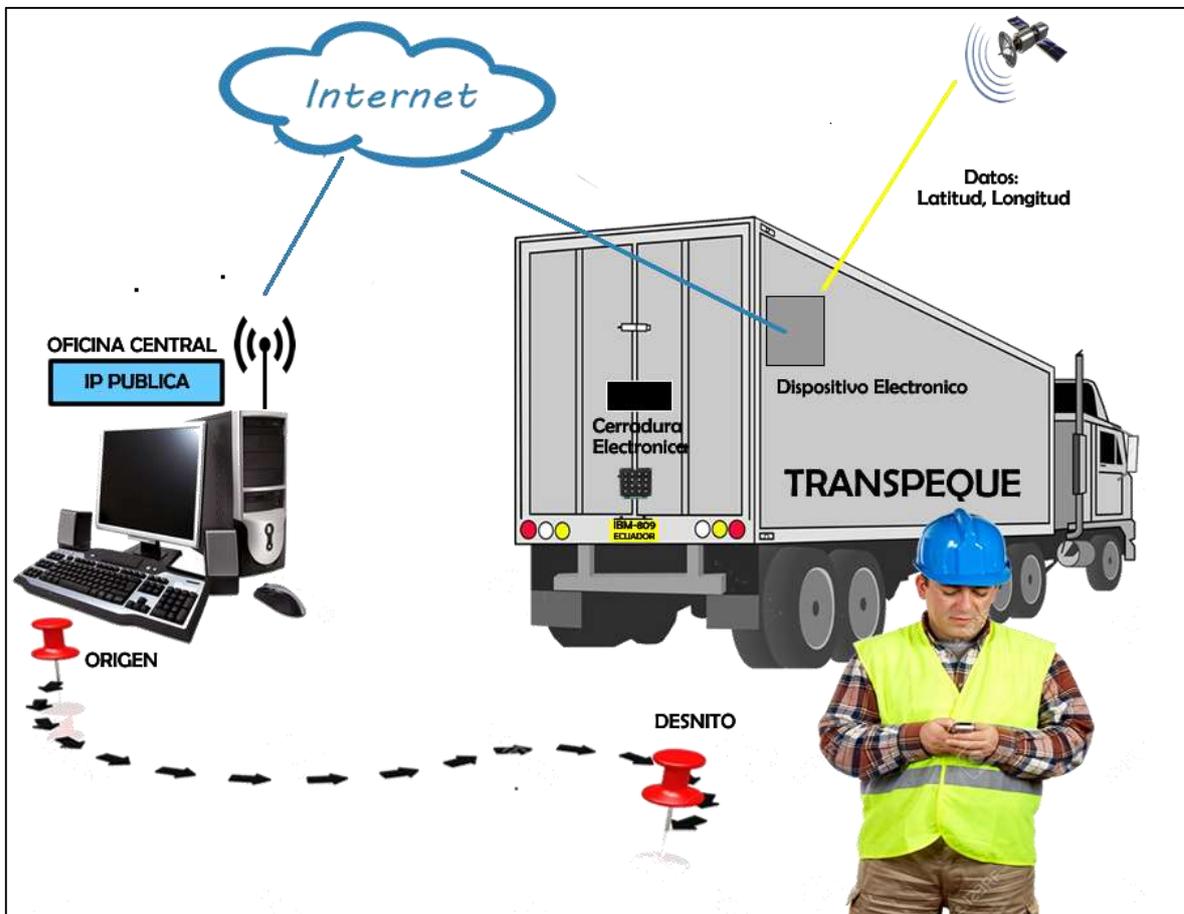
A través del dispositivo GPS se podrá capturar los datos de Latitud y Longitud enviados por los satélites que se encuentran orbitando en el espacio alrededor del globo terráqueo, esta información es almacenada en un archivo local de la tarjeta Raspberry pi creando puntos, que posteriormente serán enviados por scripts de programación a la plataforma de google maps. La información podrá ser consultada remotamente desde la aplicación centralizada a través de una conexión a internet adecuada proporcionada por las empresas de telefonía celular del país.

### **4.2.6.2 Control de Acceso a los contenedores**

En la aplicación web se registrara la información concerniente a: conductores, vehículos, ruta, clientes, usuarios, entre otros; esta propuesta applicativa se puede ejecutar desde cualquier dispositivo inalámbrico móvil. Los conductores serán quienes soliciten al sistema informático la clave o contraseña para acceder al contenedor, el proceso constara de la siguiente manera:

1. Ejecuto la aplicación web en el teléfono móvil utilizando la ip pública del servidor, posteriormente se procede a ingresar datos de usuario y clave.
2. Una vez dentro del aplicativo el usuario o conductor procede a generar la contraseña de acceso al contenedor.
3. Se procede a digitar la clave en el teclado que se encontrara instalado en la puerta metálica del contenedor
4. El teclado envía los datos ingresados a la Raspberry Pi 3, posteriormente el script realiza una consulta a la base de datos del sistema remoto (ubicado en las oficinas de la empresa), comparando las contraseñas, si la validación es correcta, retornará un true o verdadero, inmediatamente el relé se accionará

abriendo la puerta del contenedor. La siguiente figura muestra el esquema general del funcionamiento del prototipo.



*Figura 40: Funcionamiento del sistema electrónico*  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

#### 4.2.7 Factibilidad Técnica

El esquema propuesto del sistema electrónico resulta eficiente y cumple los requerimientos solicitados por la empresa TRANSPEQUE, ya que, se demuestra en el diseño correspondiente el perfecto acoplamiento de sus partes como un todo; tanto el circuito electrónico como el aplicativo web trabajan bajo los estándares y protocolos de comunicación ya definidos de esta manera se garantiza el funcionamiento eficaz, rápido y seguro mediante el empleo de sistemas basado en código abierto o software libre.

#### 4.2.8 Factibilidad Económica

En la siguiente tabla se establece el costo total que tendría implementar en cada containers las partes que componen el sistema de geolocalización. Esto involucra la Raspberry pi 3, módulo GPS, módulo GSM, cerradura electrónica y dispositivo celular con Android.

<b>DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>VALOR O COSTO</b>
Dispositivo electrónico general	Geo localizador de vehículos y control de acceso a contenedores	<b>\$ 706.00</b>

*Tabla 12: Costos del funcionamiento del sistema en los containers*  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

En la siguiente tabla se describe el costo que tendría la implementación del software aplicativo que contendría una pantalla de acceso web, código de instrucciones en Python y acceso a la base de datos diseñada en mysqladmin

<b>SOFTWARE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>VALOR O COSTO</b>
Desarrollo del sistema Web	Administrar procesos de la transportación de productos	<b>\$ 1100.00</b>

*Tabla 13: Costos de la implementación de la aplicación de software centralizada*  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

A continuación se presenta los requisitos de acceso a Internet mensuales que son necesarios para poner en funcionamiento el acceso a la aplicación centralizada y que demanda que el container tenga un chip de datos y que los conductores posean un celular con acceso a Internet.

<b>SERVICIOS</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>VALOR O COSTO MENSUAL</b>
Conexión a internet corporativo 10 Mbs con fibra óptica	Proveer conexión a internet en la oficina central	<b>\$ 110.00</b>
Chip con acceso a datos	Proveer conexión a internet al dispositivo electrónico	<b>\$ 35.00</b>
Chip con acceso a internet	Proveer conexión a internet al dispositivo móvil celular del conductor	<b>\$ 18.00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 163.00</b>

*Tabla 14: Costos de la contratación del plan de datos mensual*  
Elaborado por: (Serrano, 2016)

Los costos de la adquisición de la aplicación y de la contratación del Internet de alta velocidad para que esta funciones, correrían incluidas en los pagos que cada socio cancela mensualmente a la compañía y que son descontados vía rol de pagos.

De todo esto se concluye que los costos del sistema en los containers y de la elaboración de la aplicación móvil solo ocurrirán por una sola ocasión, mientras que los sotos de acceso a los planes de datos con Internet son mensuales.

Por consiguiente a cada propietario de un container le tocará gastar la primera vez \$ 759,00

$$706 + 53 = 759 \text{ dólares americanos}$$

Para el segundo mes sólo cancelará el plan de datos (acceso a Internet) y esto multiplicado por 12 meses y dividido para cada día del año, nos da un gasto diario de 1.74 dólares americanos.

$$\frac{53 * 12}{365} = 1.74 \text{ dólares americanos}$$

Estos serían costos muy asequibles para todos los socios de la Compañía, y con ese costo que les da la seguridad de rastrear su vehículo y que la mercadería viaje seguro dejaría a todos muy satisfechos.

## **CAPÍTULO CINCO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir:

1. La implementación de esta propuesta podría favorecer la disminución de los plazos de entrega de las mercaderías redefiniendo las mejores vías o rutas para la entrega- recepción de las mercaderías que se movilicen, considerando factores logísticos (tiempos, costos).
2. Evitar el robo de unidades, ya que por conocimiento de los resultados favorables de otras empresas, que disponen de rastreo satelital de vehículos, los robos de los mismos descienden casi a cero.
3. Después de presentar la propuesta de solución tecnológica, se podrá dotar de varios servicios finales, como es el rastreo y seguimiento de vehículos en tiempo real, esto supone que el operador del sistema centralizado, pueda conocer la ubicación en ruta por las carreteras de lugar donde está el cabezal y el containers cargado con la fruta o mercadería; mejoramiento de las posibilidades de regresar cargado, ya que se conocerá cuando el vehículo esté disponible para tomar una nueva carga de mercadería porque se detectará que tan cerca está del nuevo punto o lugar de carga y finalmente la seguridad que viajará la mercadería, los vehículos con su cabezal y la sensación de bienestar que sentirá el conductor de saber que está siendo rastreado en tiempo real.
4. La solución propuesta es económicamente factible dado que la tecnología permite mejorar permanente, ofreciendo mejores servicios a bajos costos y con plataformas completamente abiertas y de fácil integración y aplicación, lo que ayudará para que la Compañía TRANSPEQUE, esté a la vanguardia en esta parte del país en dotar del rastreo satelital de vehículos con costos de inversión muy bajos y de manteniendo que no superarían los 1.74 USD diarios para cada vehículo.

## **5.2 Recomendaciones**

Basado en la experiencia profesional en el uso de algunas tecnologías de comunicación, y por conocer in situ la realidad operativa de la Compañía Transpeque, se destacan las siguientes recomendaciones:

1. Implementar una oficina con equipos modernos y acceso a Internet corporativo, de esta manera se asegura la conectividad con los equipos de rastreo instalados en los vehículos.
2. Contar con un sistema de backup o baterías de respaldo para garantizar el funcionamiento del sistema electrónico, con el fin de evitar posibles sabotajes en el vehículo pesado o que en el peor de los casos delincuentes desconecten la batería para vulnerar el acceso a los contenedores.
3. Realizar mantenimiento preventivo por parte de un profesional en el área de sistemas.

## 6 Bibliografía

- Agencia de Control y gestión de las Telecomunicaciones, A. (2015). *Boletín estadístico del sector de las telecomunicaciones*. Quito.
- AGUADO, J. F. (2014). *La Comunicación Movil*. Murcia- España: GEDISA.
- Alvarez, M. A. (19 de Julio de 2002). Recuperado el 07 de Noviembre de 2015, de <http://www.desarrolloweb.com/articulos/844.php>
- ANGULO, J., & ROMERO, S. y. (2003). *Microncontroladores PIC. 2da. ed.* México DF.: McGraw-Hill.
- Areatecnologia. (04 de Septiembre de 2015). *Areatecnología (Diodo Zener)*.  
Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electronica/diodo-zenner.html>
- Asturias, M. Á. (2004). *Maíz, de alimento sagrado a negocio del hambre*. Quito: Hivos.
- AUTONELL, J. B. (2011). *"Eficiencia en el uso de la energía eléctrica"*. Barcelona.
- Backhoff, P. M. (2005). *Transporte y espacio geográfico: una aproximación geoinformática*. Mexico: UNAM.
- Bannister-Raymond-Baker. (2004). *Técnicas Modernas de Topografía*. Mexico.
- Barrera, J. C., & Domínguez, F. R. (2007). Todo sobre minirobótica. *Club Saber Electrónica*(33), 2-75.
- Beaulieu, M. n. (2011). *LA historia de los animales*. Reino Unido: Bello, A.
- C.S.G.Lee, K. F. (1988). *Robótica: Control, detección, visión e inteligencia*. Mexico: McGraw Hill.
- CAMPUS MVP. (09 de Junio de 2014). Recuperado el 07 de Noviembre de 2015, de <http://www.campusmvp.es/recursos/post/Disenando-una-base-de-datos-en-el-modelo-relacional.aspx>
- Cendrero Agenjo, B. &. (2008). *El transporte: Aspectos y tipología*. Madrid: Delta.
- cfa.harvard.edu. (2014).  
[https://www.cfa.harvard.edu/space\\_geodesy/ATLAS/gps\\_es.html](https://www.cfa.harvard.edu/space_geodesy/ATLAS/gps_es.html).
- Chacón, N. M. (2014). <http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-4-sistema-de-posicionamiento-global.pdf>.
- Clavijo, E. F. (2014).

- [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014\\_II\\_Reconocimiento\\_Unidad2.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014_II_Reconocimiento_Unidad2.pdf).*
- Clavijo, E. F. (2014).  
*[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014\\_II\\_RECONOCIMIENTO\\_UNIDAD2.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014_II_RECONOCIMIENTO_UNIDAD2.pdf).*
- Colina, N. (2014). Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” Venezuela.  
*Controladores, acciones de control, 3-4.*
- Comellas, J. (2007). *Historia sencilla de la ciencia*. Madrid: Rial.s.a.
- Corella, L. O. (2014). Historia de los Sistemas de Control. *ESPE*, 1.
- Corella, O. &. (2014). Historia de los Sistemas de Control. *E-Ciencia*, 12-13.
- Cosio, N. A. (2010). *Robótica Avanzada (Construcción y Programación de Robots)* (Primera ed.). Argentina: Gradi S.A.
- Cottino, D. (2008). *Reparación de Componentes*.
- Dailey, C. &. (2003). *Automatic Vehicle Location*.
- DISTRITEC S.A. Hidráulica, Neumática*. (2014). Obtenido de  
<http://www.distritec.com.ar/detalleNovedad.php?titulo=%BFQU%C9%20ES%20UNA%20ELECTROV%C1LVULA%20Y%20PARA%20QU%C9%20SIRVE?>
- Docplayer.es. (2014). *<http://docplayer.es/14421923-Sistema-automatico-de-localizacion-en-el-ecuador-combinando-el-gps-con-sistema-de-radio-comunicacion.html>*.
- Ecuaquimica*. (28 de Octubre de 2015). Obtenido de  
<http://www.ecuaquimica.com.ec/dekalb7088.html>
- Educativo, P. (04 de Septiembre de 2015). *TIPOS DE BATERIA*. Obtenido de  
<http://www.tiposde.org/cotidianos/420-tipos-de-baterias/>
- El método de observación como instrumento de análisis*. (s.f.). Obtenido de  
[http://www.ugr.es/~rescate/practicum/el\\_m\\_todo\\_de\\_observaci\\_n.htm](http://www.ugr.es/~rescate/practicum/el_m_todo_de_observaci_n.htm)
- El Servomotor*. (2013). Obtenido de <http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>
- Electronicos, C. (04 de Septiembre de 2015). *¿Qué es un Protoboard? (Tableta de experimentación)*. Obtenido de  
<http://www.circuitoselectronicos.org/2007/10/el-protoboard-tableta-de-experimentacin.html>

Electrónicos, C. (04 de Septiembre de 2015). *¿Qué es un Protoboard? (Tableta de experimentación)*. Obtenido de <http://www.circuitoselectronicos.org/2007/10/el-protoboard-tableta-de-experimentacin.html>

Encamion. (06 de 05 de 2016). Obtenido de <http://www.encamion.com/node/6422>: <http://www.encamion.com>

Espitia, C. A., Bernal, J. A., Ramírez, D. A., & Yepes, J. C. (2007). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ANIMATRÓNICO DE MOVIMIENTO FACIAL, MIME FACE. Bogotá, Colombia.

ESPOL. (2014). [https://www.dspace.espol.edu.ec/.../TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).do](https://www.dspace.espol.edu.ec/.../TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).do).

Fernandez Muñoz, D. L. (27 de 09 de 2009). *Evolución del transporte marítimo internacional: Aplicación al mediterráneo occidental*. Madrid .

FLORES, H. (2014). *Guía Técnica el cultivo de Maíz*. San Salvador.

GARCES PAZ, H. (2000). *Investigación Científica*. Quito: Abya-Yala.

GARCIA, J. R. (2000). *Aprenda Java como si estuviera en primero*. Navarra, España: San Sebastián.

Gómez Puente, M. (2010). *Breve historia administrativa del transporte por carretera*. España: @irlex.

Grajales, E. (2012). <https://sx-de-tx.wikispaces.com/Tecnologia+Celular>.

GRAJALES, E. (12 de 05 de 2012). *Vanguardia en tecnología celular*. Obtenido de <https://sx-de-tx.wikispaces.com/Tecnologia+Celular>

Groussard, T. (2014). *C#5 - Los fundamentos del lenguaje - Desarrollar con Visual Studio 2012*. Eni Ediciones.

Hernández, M. (09 de Mayo de 2012). *Períodico Enfoque*. Obtenido de <http://www.periodicoenfoque.com.mx/2012/05/crean-robot-sembrador-en-acatlan/#sthash.ILdJA2BM.dpuf>

<http://fpaez.com>. (2016). <http://fpaez.com/tracker-gps-con-raspberry-pi/>.

<http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-4-sistema-de-posicionamiento-global.pdf>. (2014). <http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-4-sistema-de-posicionamiento-global.pdf>.

<http://www.blauden.com>. (s.f.). <http://www.blauden.com/modem-usb-huawei-e173->

- 3g-hsdpa*.
- <http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular2.shtml>.  
(2014). <http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular2.shtml>. Obtenido de <http://www.monografias.com>.
- <https://navegaciongpsvsgalileo.wordpress.com/>. (s.f.). *NAVEGACION GPS VS GALILEO*.
- [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx). (s.f.).  
[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx). Obtenido de  
[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20\(CAP.%201%20-%205\).docx](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5550/24/TESIS%20TOTAL%20(CAP.%201%20-%205).docx).
- Huerta, E. (2005). *GPS Posicionamiento Satelital*. Buenos Aires: UNR Editora.
- Huidobro, J. M. (2005). *Sistemas de Telefonía*. Madrid.
- Huidobro, J. M. (2005). *Redes y servicios de telecomunicaciones*. Madrid.
- Huidobro, J. M. (2016). *Telecomunicaciones, Tecnologías Redes y Servicios*. Madrid: Rama.
- Isi, J. (2012). <http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml>.
- Joglar, J. (2014). *Sistemas de Comunicaciones y Navegación Aérea*.
- Letham, L. (s.f.). *GPS Facil*.
- López, A. F. (2002).  
[http://www.uhu.es/fernando.gomez/transydat\\_archivos/Movil.PDF](http://www.uhu.es/fernando.gomez/transydat_archivos/Movil.PDF).
- Luís, A. B., Carlos, F. P., & Aracil, B. R. (2007). *Fundamentos de Robótica* (Segunda ed.). Madrid: Mc Graw Hill.
- Luna, F. O. (2010). *Visual Basic Guía Definitiva del Programador*. Argentina: Fox Andina.
- Martinez, C. E. (2006). *Implementación de un sistema de administración de flotas de transporte en una empresa de consumo masivo*. Guyaquil.
- Martinez, R. R. (2008). *Manual de metodología de la investigación Científica*. Obtenido de  
[http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/cielam/manual\\_de\\_metodologia\\_deinvestigaciones.\\_1.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/cielam/manual_de_metodologia_deinvestigaciones._1.pdf)

- Masaquiza, M. E. (2016). *DISPOSITIVOS INTELIGENTES PARA LA PROMOCIÓN DE LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS DE LA ZONA CENTRAL DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA*.
- Ministerio de Agricultura, G. A. (2013). El Maíz duro seco. *Maiz duro seco, boletín situacional*, 1.
- Montón, A. (2014). CONTROL DE UN ROBOT MEDIANTE RASPBERRY PI. En T. Escobet, *CONTROL DE UN ROBOT MEDIANTE RASPBERRY PI* (pág. 18). Cataluña. Obtenido de Alberto Montón Cuartero.
- Mozilla Developer Network*. (26 de Septiembre de 2015). Recuperado el 07 de Noviembre de 2015, de <https://developer.mozilla.org/es/docs/HTML/HTML5>
- Mutza, C. O. (2014). *SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL DE VELOCIDAD DE AUTOBUSES, PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES SANTA*. Ambato.
- Norte, D. (4 de 05 de 2016). Autos y motos al día. *La motocicleta ya tiene 131 años*, pág. 1.
- Ogata, K. (1996). *Ingeniería de Control Moderna*. Barcelona: Pearson Hall.
- Ogata, K. (1996). *Ingeniería de Control Moderna* (5ta ed.). Barcelona: Person Hall.
- Oliveira, J. (11 de 11 de 2013). *Va de Barcos*. Obtenido de <https://vadebarcos.wordpress.com/2013/11/11/buques-portacontenedores-triple-e-maersk-mc-kinney-moller/>
- Pallas, R. (2003). *Sensores y acondicionadores de señal. 4ta edición*. Barcelona, España.: marcombo.
- PE, I. (26 de Mayo de 2015). *comohacer.eu*. Obtenido de <http://comohacer.eu/gpio-raspberry-pi/>
- Pellini, C. (05 de 05 de 2016). Historia del globo aerostático: viaje al apolo en globo y dirigible.
- Peng Z, B. E. (1999). *Evaluation of the benefits of Automated Vehicle Location System in Small and Medium Sized Transit Agencies*. Obtenido de <http://www4.uwm.edu/cuts/its/avl1-29.pdf>
- Pérez, J. I. (2006). *MANEJO DEL AMBIENTE Y RIESGOS AMBIENTALES EN LA REGIÓN FRESEÑA DEL ESTADO DE MÉXICO*. México.
- Priale. (2012). *ABC de la Mecatrónica*. Steren.
- Quevedo, I. S. (2016). *Investigación tesis*.

- Quilez, L. (24 de 04 de 2016). Patrimonio Ferroviario. *El periodico de Eragón*, pág. 1.
- RIVERA, V. Z. (2007). *Análisis de los Sistemas de Transportes*. México.
- Rivero, P. R., Rivero, M. R., Regalado, L. A., & Flores, J. L. (2010). Todo sobre Microcontroladores. *Club Saber Electrónica*, 84.
- Rivero, P. R., Rivero, M. R., Regalado, L. A., & Flores, J. L. (27 de Mayo de 2013). *Todo sobre Microcontroladores*. Recuperado el 25 de Octubre de 2015, de <http://serverpruebas.com.ar/news29/nota05.htm>
- Roberts, J. N. (2011). Historia del mundo. En J. N. Roberts, *De la prehistoria a nuestros días* (pág. 1222). España: Penguin Random House .
- Ruiz, J. (5 de Mayo de 2015). La evolución de la bicicleta. *El Universal De 10*, 1. Obtenido de <http://de10.com.mx/vivir-bien/2015/05/05/la-evolucion-de-la-bicicleta-de-1817-la-actualidad>
- Saha, S. K. (2010). *Introducción a la Robótica*. México: Mc Graw Hill.
- Scrib*. (23 de Agosto de 2015). Recuperado el 23 de Agosto de 2015, de <https://es.scribd.com/doc/27909989/Como-trucar-un-servo-HITEC-HS>
- Scrib*. (23 de Agosto de 2015). Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/27909989/Como-trucar-un-servo-HITEC-HS>
- Serrano, Í. (2016). *Investigación*.
- Tamayo, M. T. (1999). *La Investigación*. Santa Fé de Bogotá: ICFES.
- tiempo, L. m. (16 de 01 de 2011). Obtenido de <http://lahistoriadelostransportes.blogspot.com/2011/01/el-perfeccionamiento-de-los-medios-de.html>
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia* . (18 de 03 de 2010). Obtenido de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150505/Lecturas\\_lecciones\\_evaluativas/Act12\\_Leccion\\_Evaluativa\\_C6/redes\\_inalmbricas.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150505/Lecturas_lecciones_evaluativas/Act12_Leccion_Evaluativa_C6/redes_inalmbricas.html)
- Upton, E., & Halfacree, G. (2014). *Manual de Usuario de Raspberry PI*. Estados Unidos: Raspberry PI.
- Users. (2011). *Microcontroladores (Funcionamiento, Programación y Aplicaciones prácticas)*. Argentina: Fox Andina S.A.
- Van Der Henst, C. (23 de Mayo de 2001). Recuperado el 07 de Noviembre de 2015, de <http://www.maestrosdelweb.com/phpintro/>
- Villavicencio Paúl, Z. J. (2014). Siembra. *Guía para la producción del maíz*

*amarillo duro en la zona central del Litoral Ecuatoriano.*, 10.  
Villavicencio Paúl, Z. J. (2014). Siembra. *Guía para la producción del maíz  
amarillo duro en la zona central del Litoral Ecuatoriano.*, 5.

## **7. ANEXOS**

## 7.1 ANEXO 1



Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería



Memorando 0004-2016

Fecha: 16 de diciembre del 2016

De: Ing. Ángel Torres Q.

Para: Ing. Roque Vivas Moreira, Director de la Unidad de Posgrado

Asunto: Informe del Urkund

Mediante la presente cumpla en presentar a usted el informe de tesis del Sr. Ing. Ítalo Mecías Serrano Quevedo cuyo tema: **“SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE CARGA PARA EL TRANSPORTE PESADO DE LA COMPAÑÍA “TRANSPENQUE” DE LA CIUDAD DE QUEVEDO”**, revisado bajo mi dirección, toda vez que se ha desarrollado de acuerdo al reglamento general de graduación de posgrado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 90%, y de similitud 10%.

The screenshot shows the URKUND web interface. On the left, document details are listed: 'Documento: Tesis Italo Serrano Quevedo', 'Presentado: 2016-12-16 17:39 (-05:00)', 'Presentado por: mserrano@gmail.com', 'Recibido: itorres.vivas@unitec.edu.ve', and 'Mensaje: Revisión en Urkund. Resultado en el archivo adjunto'. A yellow box highlights '90%' of originality. On the right, a table lists sources with checkboxes for inclusion/exclusion. The browser address bar shows a secure URL.

The screenshot shows a plagiarism report. At the top, it says 'Figura 66: Diagrama de bloques de un sistema automático'. Below, there are two text blocks being compared. The first block is from 'http://www.profesorblanco.com.ar/apuntes/los-tipos-de-sistemas-manual/semi\_automatizado.docx' and discusses satellite tracking technology. The second block is from 'https://www.digipace.espol.edu.ec/bitstream/1234.../1234...' and discusses a vehicle administration system. A citation is provided at the bottom: 'CITACION Ho2 312265 (https://www.digipace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3350/24/TE515%20TOTAL%20CAP%201%20-4%2025).docx, L1)'. Below the citation, it mentions '2.2.2 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)' and states 'GPS es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las'.

Particular que informo para trámites pertinentes, de acuerdo a lo que establece el reglamento de grados y títulos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Por la atención a la presente reitero mis agradecimientos.

Atentamente,

  
Ing. Ángel Iván Torres Quijije, MSc.  
DIRECTOR DE TESIS

## 7.2 ANEXO 2



### Raspberry Pi 3 Model B

#### Specifications

<b>Processor</b>	Broadcom BCM2387 chipset. 1.2GHz Quad-Core ARM Cortex-A53 802.11 b/g/n Wireless LAN and Bluetooth 4.1 (Bluetooth Classic and LE)
<b>GPU</b>	Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor. Provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode.  Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure
<b>Memory</b>	1GB LPDDR2
<b>Operating System</b>	Boots from Micro SD card, running a version of the Linux operating system or Windows 10 IoT
<b>Dimensions</b>	85 x 56 x 17mm
<b>Power</b>	Micro USB socket 5V1, 2.5A

#### Connectors:

<b>Ethernet</b>	10/100 BaseT Ethernet socket
<b>Video Output</b>	HDMI (rev 1.3 & 1.4) Composite RCA (PAL and NTSC)
<b>Audio Output</b>	Audio Output 3.5mm jack, HDMI USB 4 x USB 2.0 Connector
<b>GPIO Connector</b>	40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header; 2x20 strip Providing 27 GPIO pins as well as +3.3 V, +5 V and GND supply lines
<b>Camera Connector</b>	15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
<b>Display Connector</b>	Display Serial Interface (DSI) 15 way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane
<b>Memory Card Slot</b>	Push/pull Micro SDIO

#### Key Benefits

- Low cost
- 10x faster processing
- Consistent board format
- Added connectivity

#### Key Applications

- Low cost PC/tablet/laptop
- Media centre
- Industrial/Home automation
- Print server
- Web camera
- Wireless access point
- Environmental sensing/monitoring (e.g. weather station)
- IoT applications
- Robotics
- Server/cloud server
- Security monitoring
- Gaming





# Raspberry Pi

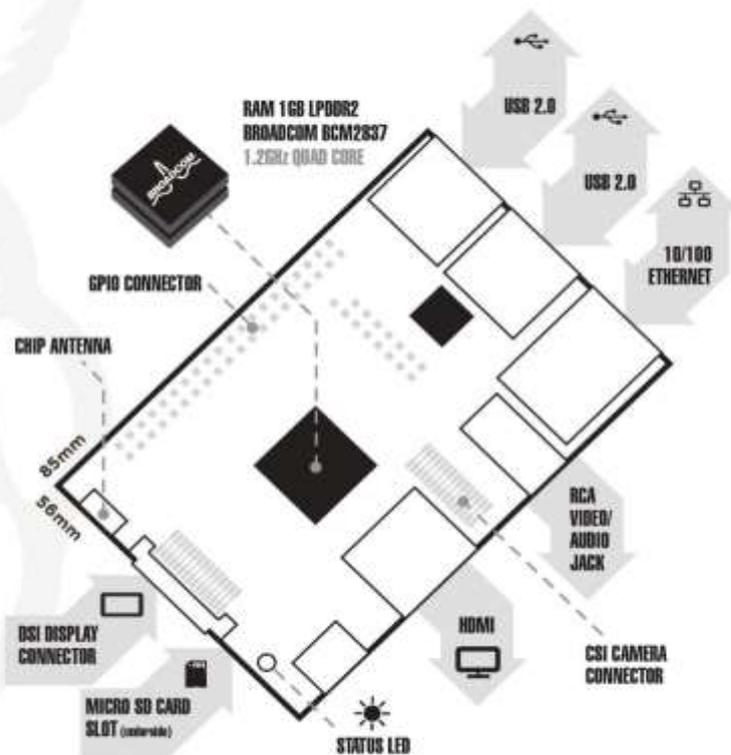


## Raspberry Pi 3 Model B

**Product Name** Raspberry Pi 3

**Product Description** The Raspberry Pi 3 Model B is the third generation Raspberry Pi. This powerful credit-card sized single board computer can be used for many applications and supersedes the original Raspberry Pi Model B+ and Raspberry Pi 2 Model B. Whilst maintaining the popular board format the Raspberry Pi 3 Model B brings you a more powerful processor, 10x faster than the first generation Raspberry Pi. Additionally it adds wireless LAN & Bluetooth connectivity making it the ideal solution for powerful connected designs.

**RS Part Number** 896-8660



[www.rs-components.com/raspberrypi](http://www.rs-components.com/raspberrypi)