



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de  
Ingeniería de Sistemas e Informática

Tesis

**Sistema de radiocomunicación como alternativa al  
sistema de localización satelital en el monitoreo  
y localización de unidades móviles  
de las empresas de taxi**

**Jhon Andrés Vilcapoma Villalba**

Huancayo, 2019

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Sistemas e Informática



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

**Asesor**

Dr. Daniel Gamarra Moreno

### **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada a mí querida familia por darme fuerzas para seguir adelante, en especial a mi padre Andrés y mi madre Justina, que desde el cielo siempre están a mi lado.

Jhon

## **Agradecimiento**

A mi familia por el constante apoyo brindado y la confianza depositada para lograr mi desarrollo personal.

A mis compañeros con los cuales he podido compartir en todo este tiempo. A mi asesor, Dr. Daniel Gamarra Moreno, por el apoyo brindado.

A las distintas empresas de taxi de la ciudad de Huancayo por haber colaborado con su información en la recolección de datos, en especial a la empresa Taxi Jet, por permitirme la revisión de su sistema de radiocomunicación; esto ha valido por su información para el planteamiento del problema y el desarrollo de mi tesis. A la Policía Nacional del Perú, en la división de investigación, Divincri de nuestra ciudad por la información otorgada en la estadística de los diversos delitos, como asaltos, asesinatos, robos y secuestros, a los conductores de las diversas empresas de taxis y clientes. A los destacamentos de Serenazgo de la selva central, como son: los distritos de Mazamari y San Martin de Pangoa; por mostrarnos la estrategia de localización en su centro de control. Finalmente agradezco a mis profesores que han aportado sus conocimientos para ser un buen Ingeniero de Sistemas e Informático.

El autor

## Resumen

El propósito de esta investigación se concentró en los sistemas de localización con los que actualmente cuentan las bases centrales en las empresas de taxis; además de cómo desarrollar la alternativa de localización y monitoreo al sistema GPS. Hoy en día nuestra ciudad de Huancayo vive una total inseguridad, en cuanto al transporte, es así que los taxistas son víctimas de la delincuencia, las modalidades que utilizan los criminales para infiltrarse en las empresas de taxis; por ejemplo, disfrazarse de conductor para así cometer delitos. La Ingeniería de Sistemas e Informática, la Ingeniería de Telecomunicaciones y la Ingeniería Electrónica, constituyen un factor fundamental y estratégico en el desarrollo de la seguridad, por esta razón, se desarrolló el sistema de radiolocalización en las unidades móviles de las empresas de taxis, lo cual es una necesidad fundamental y necesaria.

La red de sistema de radiocomunicación en cada empresa está provista, con un equipo de radio transceptor en banda VHF, de alta frecuencia el receptor de radio determina su situación actual utilizando la técnica de triangulación y estos datos pueden ser almacenados por medio de una interfaz pueden ser directamente transmitidos a un centro de control para visualizar la posición real. Estos datos pueden visualizarse en una computadora y un software con mapas de la ciudad. Para determinar la localización del emisor (vehículo) se ha utilizado, la técnica denominada ángulo de llegada y observando la intensidad de la señal en el radiogoniómetro indicando la dirección de transmisión. El receptor recibe la señal (onda electromagnética), usando una antena omnidireccional instalada sobre la base central de los tres puntos de triangulación. La posición se visualizará, e indicará hacia el lugar de donde procede la señal buscando en una guía con los tres distritos que ayudaran a las coordenadas correspondientes a la base central cuya frecuencia tenemos sintonizada y verificamos en la esfera graduada del radiogoniómetro el ángulo existente entre la señal y el vehículo a

continuación, trasladarla a un mapa de la ciudad. Este sistema implica que va mejorar la gestión de los recursos tanto desde el punto de vista de la eficacia operativa, como económica y la seguridad a los conductores y clientes existentes en nuestra ciudad, se analizó todos los procesos del sistema de monitoreo y localización de un grupo de empresas de taxi, de los conductores y clientes, se utilizó una encuesta con un cuestionario que fue diseñado utilizando el método de los incidentes críticos.

El diseño de proyecto, es un prototipo con los componentes adecuados de hardware y software, se realizaron las pruebas y los resultados en tiempo (aproximadamente dos segundos) por lo tanto fueron respuestas positivas, de esta forma hemos demostrado los resultados de la hipótesis que el sistema de radiofrecuencia es una alternativa de localización y monitoreo para las empresas de taxis.

Palabras clave: Sistema de monitoreo, localización, eficacia operativa, económica y seguridad para la implementación en las empresas de radio taxi.

## **Abstract**

The purpose of this research focused on tracking systems with which now have bases in the central taxi companies, in addition, to develop alternative location and the GPS monitoring system. Today our city of Huancayo live total insecurity, in terms of transport, so that taxi drivers are victims of crime, methods used by criminals to infiltrate taxi companies is, for example, dress driver and so commit crimes. Systems engineering and Computer Science, Engineering of Telecommunications and Electronic Engineering, constitute a fundamental and strategic factor in the development of security, therefore the paging system was developed in the mobile units of the taxi companies which is a fundamental and necessary need. The network radio system in each company is provided with a team of radio transceiver VHF band, high-frequency (Very High Frequency) radio receiver determines its current status using the technique of triangulation and this data can be stored via an interface or can be directly transmitted to an operations center to display the current position.

This data can be displayed on a PC that contains a software with maps of the city. To determine the location of the transmitter (vehicle) has been used, the technique called angle of arrival (AOA Angle of Arrival) and observing the signal strength in the radiogonéometro indicating the address. The transmission receiver receives the signal (electromagnetic wave) using an omnidirectional antenna installed on the central base of the three triangulation points. The position will be held, and indicate to the place from which the signal searching a guide to the three districts that help the coordinates corresponding to the central base which often have tuned and checked in the graduate field of radiogonéometro the angle between the signal and the vehicle then move it to a map of the city. This system means that will improve resource management from the point of view of operational efficiency, and economic and safety to drivers and existing customers in our city, all the processes of monitoring and location is

analyzed a group of taxi companies, drivers and customers, a survey was used with a questionnaire that was designed using the method of critical incidents.

The design of our project is a prototype with appropriate hardware and software, testing and results in time (about two seconds) were performed, they were therefore positive responses, thus we have shown the results of our hypothesis that the radio system is an alternative location and monitoring system for taxi companies.

Keywords: Monitoring, location, operational, economic efficiency and security for deployment in radio taxi companies

## **Introducción**

Este sistema utilizado como interfaz de localización, se eligió porque es el más completo para la implementación en los centros de control y cumple con los requerimientos que necesitan las empresas de taxis, para la localización y monitoreo. En el mercado hay muchos sistemas de localización y monitoreo, esta alternativa es debido a que los sistemas existentes de rastreo y seguimiento de vehículos basados en transmisión satelital, tienen un costo muy alto mientras los sistemas basados en radiofrecuencia tienen costos muy bajos, por esta razón, se planteó la alternativa de integrar esta tecnología de recepción y transmisión (rx, tx). Las empresas de taxi tienen instalado sus equipos de radios en banda VHF, básicamente el sistema permitirá localizar y monitorear las solicitudes de servicios con el rastreo de las unidades móviles siendo atendidos eficientemente.

Con la encuesta realizada y su posterior análisis, se puede concluir que la propuesta tuvo una aceptación en el mercado de 60%, así mismo se puede definir por los resultados de los encuestados, que fue de 66,99% de aceptación; por tanto la propuesta solucionó los continuos asaltos de taxis y robos de autos; además respecto a los clientes evitará secuestros al paso, violaciones y asesinatos de conductores de taxis de diferentes empresas de nuestra ciudad.

La iniciativa busca registrar los movimientos de los vehículos para hacer frente a la delincuencia; la posición actual se mostrará con capturas de pantalla, en una computadora que contenga un software con mapas de la ciudad de Huancayo. La localización va a determinar, la posibilidad de mantener una comunicación de datos con la unidad móvil. El objetivo de esta investigación fue determinar cómo mejorar la implementación, seguridad y localización para la empresa de taxis. El aporte sobre esta investigación fue evaluar los procesos de

control, monitoreo, localización y seguridad de las diferentes empresas de taxis, la elaboración y la adaptación de la interfaz de las radios Motorola que cuentan los vehículos de las empresas, para medir la satisfacción de los conductores y clientes, se utilizó un cuestionario que fue diseñado utilizando el método de los incidentes críticos.

La tesis está compuesta de cuatro capítulos; el primer capítulo trata sobre el planteamiento de la investigación; el segundo capítulo trata sobre el marco teórico y el sistema de Radiocomunicación como alternativa al sistema de localización de unidades móviles de las empresas de taxi; el capítulo tres explica el método utilizado en la investigación, en el capítulo cuatro se presentan los resultados y discusión de los resultados.

## Tabla de Contenido

Carátula .....	ii
Asesor .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Resumen .....	v
Abstract.....	vii
Introducción.....	ix
Tabla de Contenido.....	xi
Lista de tablas .....	xvi
Lista de Figuras .....	xvii
Capítulo I.....	20
Planteamiento de la Investigación .....	20
1.1. Planteamiento del Problema .....	20
1.2. Formulación del Problema.....	23
1.2.1. Problema General .....	23
1.2.2. Problemas Específicos. ....	24
1.3. Objetivos.....	24
1.3.1. Objetivo General .....	24
1.3.2. Objetivos Específicos.....	24
1.4. Justificación e Importancia .....	24
1.4.1. Justificación Práctica. ....	24
1.4.2. Justificación Tecnológica.....	25
1.4.3. Justificación Metodológica. ....	25
1.5. Hipótesis y Descripción de Variables .....	25
1.5.1. Hipótesis General.....	25

1.5.2. Hipótesis Específicas. ....	25
1.6. Variable Independiente. ....	25
1.6.1. Variable dependiente. ....	26
1.7. Delimitación del Problema .....	26
1.7.1. Delimitación Espacial. ....	26
1.7.2. Delimitación Temporal. ....	26
1.7.3. Delimitación Teórica. ....	26
Capítulo II.....	27
Marco Teórico .....	27
2.1. Antecedentes del Problema .....	27
2.2. Bases Teóricas.....	29
2.2.1. Sistemas de Localización Automática Vehicular (LAV).....	29
2.2.2. Antecedentes.....	30
2.2.3. Bases Teóricas. ....	30
2.2.4. Sistemas de Radiocomunicación.....	31
2.2.5. Sistemas de Comunicación. ....	32
2.2.6. Usos de las Radiocomunicaciones. ....	33
2.2.6.1. Radio ayuda. ....	33
2.2.6.2. Radios Comunitarios.....	33
2.2.7. Redes Inalámbricas. ....	33
2.2.8. Propagación de Ondas de Radio. ....	33
2.3. Mecanismos de Propagación .....	34
2.3.1. Propagación. ....	36
2.3.2. Estructura Básica de un Sistema de Comunicación.....	36
2.3.3. Estación Trasmisora.....	36
2.3.4. Estación Receptora.....	37
2.3.5. Teoría de la Comunicación de Datos .....	39
2.3.6. Comunicación Analógica.....	39

2.3.6.1. Canal de Radio.....	40
2.3.7. Ganancia .....	40
2.3.7.1. Línea de Vista .....	40
2.4. Interferencia Electromagnética.....	40
2.4.1. Ruido .....	40
2.5. Latitud y Longitud.....	41
2.6. Propagación de Ondas terrestres sobre Tierra Plana .....	42
2.6.1. Ondas .....	42
2.6.2. Cobertura .....	42
2.6.3. Enlaces de voz y datos en Vhf .....	42
2.6.4. Posicionamiento.....	42
2.7. Sistemas de Radio Comunicaciones Móvil Terrestre .....	43
2.7.1. Sistema .....	43
2.7.2. Global .....	43
2.7.3. Comunicación de Voz.....	43
2.7.4. Sistemas de Radiocomunicación.....	43
2.7.5. Sistema AVL (Localización Automática de Vehículo) .....	44
2.8. Localización (RAE).....	45
2.8.1. Localización y Geografía.....	45
2.8.2. Localización Pasiva .....	45
2.8.3. Localización y Geográfica .....	45
2.8.4. Concepto Básicos de Localización .....	45
2.8.5. Componentes de un problema de Localización .....	46
2.8.6. Triangulación.....	46
2.9. Radiogoniometría .....	48
2.9.1. Radiogoniómetro de Bellini y Tossi. ....	50
2.9.2. Radiogoniómetro Automático de Aviación (ADF).....	50
2.9.3. Radiogoniómetro de Exploración Azimutal (All Azimut). ....	50

2.9.4. Operación.....	51
2.9.5. Monitoreo y Localización de Vehículo (nuestro proyecto).....	55
2.9.6. Comunicación de una Empresa de Radiocomunicaciones.....	55
2.10. Radiocomunicación .....	57
2.10.1. Programación Básica Radio Motorola .....	57
2.10.2. Tiempo de llegada (TOA Time of Arrival).....	60
2.10.3. Ángulo de llegada (AOA Angle of Arrival) .....	61
2.10.4. Intensidad de la señal recibida (RSS Received Signal Strength) .....	61
2.10.5. Marco Conceptual.....	61
Capítulo III .....	65
Metodología.....	65
3.1. Método, Tipo y Nivel de la Investigación .....	65
3.1.1. Metodología.....	65
3.1.2. Técnica Utilizada.....	83
3.1.3. Pruebas Realizadas.....	83
3.1.4. Análisis.....	83
3.2. Diseño.....	84
3.2.1. Requerimientos Funcionales.....	84
3.2.2. Requerimientos no Funcionales.....	85
3.2.3. Requerimientos Generales.....	85
3.2.4. Solución .....	85
3.2.5. Evaluar la viabilidad del Sistema .....	85
3.2.6. Elección de la Técnica de Localización .....	88
3.2.7. Arquitectura de la Solución.....	90
3.2.8. Descripción Lógica del Método.....	90
3.3. Diseño de la Interfaz.....	92
3.3.1. Interfaces 232.....	92
3.4. Diseño de Software .....	94

3.4.1. Tipo de Investigación.....	95
3.4.2. Diseño de Investigación.....	95
3.4.3. Muestra y Población .....	96
3.4.4. Tamaño de Muestra.....	96
3.4.5. Análisis de Resultado de la Encuesta.....	97
3.4.6. Recolección de Datos- Técnicas e Instrumentos.....	97
3.4.7. Cuestionarios de los Sistemas de Localización.....	97
3.5. Revisión de los Sistemas de localización de las Empresas de Taxis .....	102
3.6. Proceso Manual de Localización de las Empresas de Taxis.....	102
Capítulo IV .....	104
Resultados y Discusión.....	104
4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de Información.....	104
4.1.1. Etapa I: Las Estadísticas de Comparación de las Mediciones. ....	104
4.1.2. Etapa II	108
4.1.3. Etapa III Triangulación con Radiogoniométricos .....	108
4.1.4. Prueba de Hipótesis.....	124
4.2. Discusión de resultados .....	125
4.2.1. Colocación de nodos Balizas (Fijos).....	126
Conclusiones .....	127
Recomendaciones Finales .....	129
Referencias .....	130
Apéndices .....	132

## Lista de tablas

Tabla 1. Bandas Estandarizadas.....	38
Tabla 2. Hoja de Trabajo .....	115
Tabla 3. Hoja de Resultados de los Puntos de Localización.....	116
Tabla 4. Resultados de Medición.....	117
Tabla 5. Resultados de medición en Radiocomunicación.....	118
Tabla 6. Resultado de medición y comparación. ....	119
Tabla 7. Prueba de Muestra .....	125
Tabla 8. Muestras Independientes .....	124

## Lista de Figuras

Figura 1. Crecimiento de la Empresas de Taxis en Ciudad de Huancayo. ....	21
Figura 2. Estadística de Unidades en las Empresas de Taxi .....	22
Figura 3. Estadística de Delitos Cometidos en las Empresas de Taxis. ....	22
Figura 4. Sistemas de Localización que Utilizan las Empresas de Taxis de la Ciudad de Huancayo .....	23
Figura 5. Propagación de Ondas. ....	35
Figura 6. Simulación de Método de Triangulación .....	46
Figura 7. Simulación de Método de Triangulación.....	46
Figura 8. Simulación de Método de Triangulación. Nota: USBECK CARLOS, “Librosat”, Capítulo 5. ....	47
Figura 9. Antena adcock móvil para RDF (4 bandas de cobertura entre20). ....	53
Figura 10. Diseño de nuestra antena adcock móvil para 2 bandas en vhf-uhf frecuencias 158.650mhz y 158.600 para nuestro proyecto de localización.....	53
Figura 11. Antena terminada .....	54
Figura 12. Antena de prueba conectado en nuestra móvil .....	54
Figura 13. Triangulación con Radiogoniómetro.....	55
Figura 14. Diagrama de Interfaz.....	58
Figura 15. Pc, Interfaz, Radio, Antena, Radiogoniómetro.....	58
Figura 16. Rib Software de Programación. ....	58
Figura 17. Captura de pantalla de programación de frecuencia.....	60
Figura 18. Diagrama de la Metodología Aplicada en Cada Bloque.....	70
Figura 19. Captura de Pantalla Móvil y Central de Monitoreo de Nuestro Sistema. ....	71
Figura 20. Captura de Pantalla de Configuración de Puerto. ....	72
Figura 21. Captura de Pantalla de Configuración de Frecuencia de Transmisión de Comunicación.....	73
Figura 22. Captura de Pantalla de Tiempo de Intervalo.....	74
Figura 23. Captura de Pantalla de Configuración de Mapa de Nuestro Sistema. ....	75

Figura 24. Captura de Pantalla de Mapa de Huancayo. ....	76
Figura 25. Captura de pantalla de localización de unos de nuestros puntos de prueba. ....	77
Figura 26. Captura de pantalla de punto de prueba estadio Huancayo. ....	78
Figura 27. Configuración de los puertos com, para el software. ....	79
Figura 28. Captura de Pantalla de Nuestro Sistema con Anterior Mapa y Frecuencias Programadas. ....	80
Figura 29. Captura de Pantalla de Punto de Triangulación con Coordenadas. ....	81
Figura 30. Captura de Pantalla de Otro Punto de Triangulación con Nuestro Proyecto. ....	82
Figura 31. Radio Base instalada. ....	83
Figura 32. Operadora de una base central. ....	83
Figura 33. Unidades Móviles. ....	84
Figura 34. Proceso de Solución. ....	84
Figura 35. Principio del sistema de localización de una sola estación base. ....	89
Figura 36. Estructura en bloques como nuestro sistema recibe los datos de la señal recibida por la unidad móvil en prueba. ....	91
Figura 37. Cable de rs 232. ....	93
Figura 38. Visualización física de Interfaz, cable y Radio. ....	93
Figura 39. Equipo de Radio Transceptor en banda VHF. ....	94
Figura 40. Interfaz de Nuestro Proyecto. ....	95
Figura 41. Estudio Encuesta. ....	97
Figura 42. Sistema de Localización que Cuenta las Empresas. ....	98
Figura 43. Estado total de las unidades en las Empresas. ....	99
Figura 44. Respuesta inmediata a un asalto. ....	100
Figura 45. Cumplimiento de Servicio al Cliente. ....	100
Figura 46. Tiempo de reporte de operadores de centros de control. ....	102
Figura 47. Operadora de una Central de MONITOREO y Localización que Cuenta un Sistema Manual. ....	103
Figura 48. Tres distritos determinados para nuestro Proyecto. ....	108

Figura 49. Ubicación y Triangulación. ....	110
Figura 50. Punto de Triangulación Prueba 1- CERRITO DELA LIBERTAD HUANCAYO- (curva donde estaba la avioneta) Con todos los equipos electrónicos de hardware, Software y Equipos de Prueba.....	111
Figura 51. Frecuencia en que está trabajando nuestro Sistema.....	112
Figura 52. Visualización de la Triangulación de las Unidades Móviles. ....	113
Figura 53. Líneas de Transmisión de Triangulación.....	114
Figura 54. Punto de Triangulación Prueba 2- SAPALLANGA- (En la entrada del distrito) con todos los equipos electrónicos de hardware, Software y Equipos de Prueba. ....	120
Figura 55. Punto de Triangulación Prueba 3-PARQUE LOS SHAPIS - (En la curva del distrito).....	121

## **Capítulo I**

### **Planteamiento de la Investigación**

#### **1.1. Planteamiento del Problema**

En el año 1992, aparecieron las empresas “taxi tour” y “taxi bebe”, los cuales iniciaron con una red de radios, (utilizaron, radios modelo; cobra de 40 canales en banda CB, banda ciudadana), teniendo como base una radio transceptor y radios móviles para cada uno de los vehículos con sus respectivas antenas, el año 1994 se cambiaron a la banda de VHF alta frecuencia), mejorando su alcance en cobertura de transmisión y nitidez en comunicación, dicho sistema se mantiene hasta hoy. El control es manual por que registra los acontecimientos, en un cuaderno el cual consiste en anotar el número de unidades móviles que trabajan por turno; el reporte de ubicación de cada unidad móvil y las llamadas telefónicas de los clientes que requieren el servicio. Las empresas de taxi desde el año 1992 al año 2014 se han incrementado.



Figura 1. Crecimiento de las Empresas de Taxis en Ciudad de Huancayo.  
Fuente: Elaboracion propia.

El asesinato de taxistas, asaltos, secuestros al paso, desapariciones, clientes “pepeados”, clientes asaltados por los mismos conductores y violaciones dados en los medios de transporte de la ciudad de Huancayo viene siendo un problema para sus habitantes. Por factores como el tiempo, la población toma un taxi para trasladarse al trabajo, a su domicilio, etc. En la ciudad de Huancayo existen empresas de radio taxis conformadas entre formales, informales, independientes y “piratas”; de 100 unidades móviles a 250 unidades móviles por empresa; dando un total de aproximadamente 8000 unidades móviles.



Figura 2. Estadística de Unidades en las Empresas de Taxi  
Fuente: Elaboración propia.

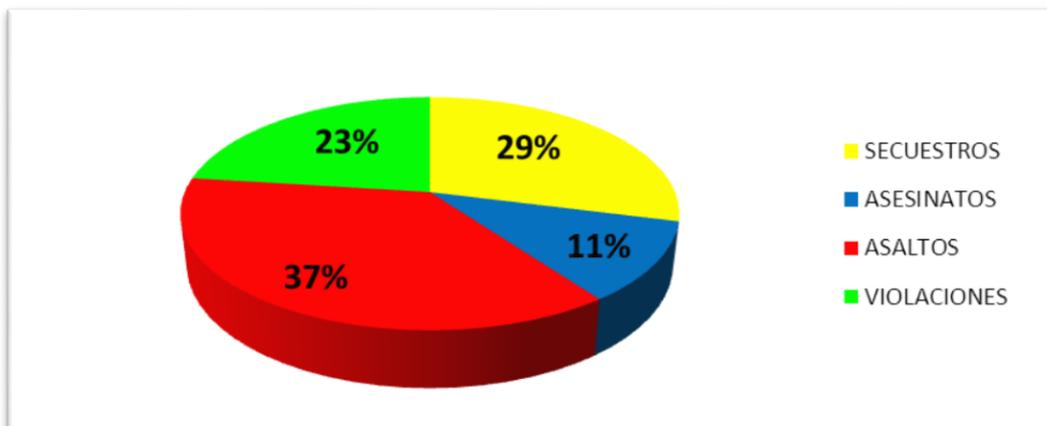


Figura 3. Estadística de Delitos Cometidos en las Empresas de Taxis.  
Fuente: Elaboración propia, tomado de los Archivos de la Policía Nacional, División Apoyo a la Justicia de Huancayo.

El crecimiento de las empresas de taxi es debido a la demanda de transporte urbano e inter urbano sin embargo. El servicio que prestan está considerado deficiente e inseguro. Las empresas de taxis cuentan con sistemas manuales de localización y monitoreo. Por lo que es importante implementar un servicio de control por radiofrecuencia para

localizar la ubicación de las unidades. Esto es una alternativa al sistema GPS. El sistema de Radiofrecuencia, es un sistema de localización para la implementación de las empresas de taxis, con la que se puede vigilar a sus unidades móviles y dar respuesta inmediata ante una eventual emergencia, ya sea por un asalto o accidente. Según la investigación hecha, comprenden en porcentaje, radiofrecuencia 87%, el sistema GPS 5% y 3% otros sistemas.

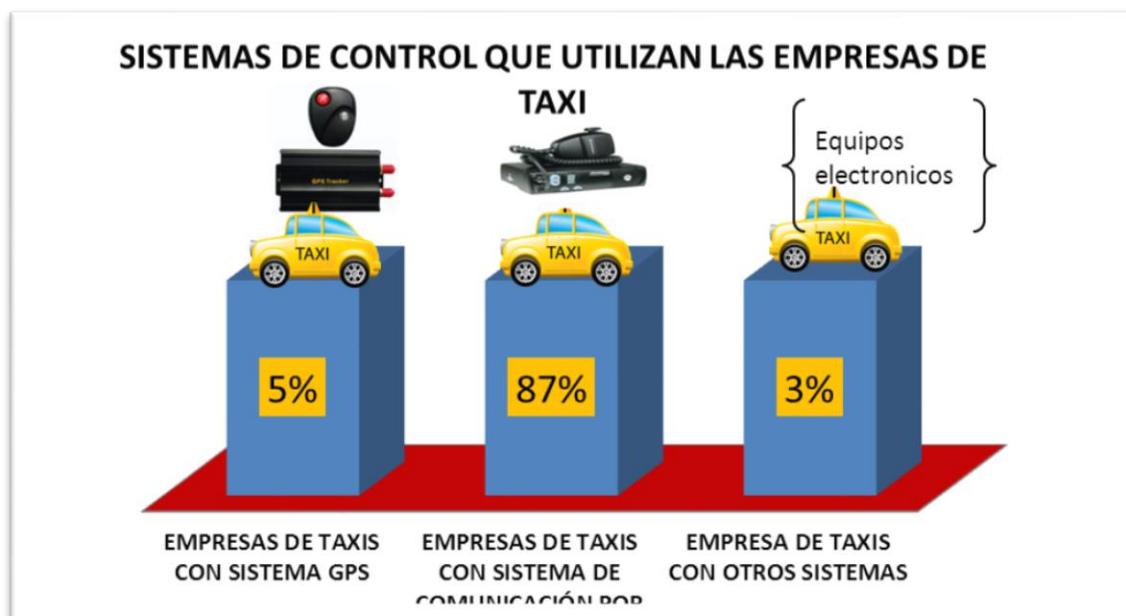


Figura 4. Sistemas de Localización que Utilizan las Empresas de Taxis de la Ciudad de Huancayo.

Fuente: Elaboración propia.

## 1.2. Formulación del Problema

### 1.2.1. Problema General

¿El Sistema de radiocomunicación es una alternativa al sistema de localización satelital en el monitoreo y localización de unidades móviles de las empresas de taxi?

### **1.2.2. Problemas Específicos.**

- ¿El desempeño del sistema de radiocomunicación en el seguimiento y rastreo de las unidades móviles de las empresas de taxi es igual o superior al sistema de localización satelital?
- ¿Cuál es el error de ubicación de una unidad móvil de una empresa de taxi utilizando el sistema de radiocomunicación?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Implementar un sistema de comunicaciones por radiocomunicación como alternativa al sistema de localización satelital en el monitoreo y localización de unidades móviles de las empresas de taxi.

### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- Medir el desempeño del sistema de radiocomunicación en el seguimiento y rastreo de las unidades móviles de las empresas de taxi sea igual o superior al sistema de localización satelital.
- Determinar el error de ubicación de una unidad móvil de una utilizando el sistema empresa de taxi de radiocomunicación.

## **1.4. Justificación e Importancia**

### **1.4.1. Justificación Práctica.**

Esta investigación es necesaria para las empresas de taxis de la ciudad de Huancayo, así mismo para los clientes, porque mejorará la seguridad debido al monitoreo y localización de las unidades móviles.

#### **1.4.2. Justificación Tecnológica.**

El sistema de radiofrecuencia es un sistema alternativo al GPS, en la localización y monitoreo de unidades móviles. No requiere una alta inversión en centrales de localización y monitoreo, una computadora y conexión al sistema de localización.

#### **1.4.3. Justificación Metodológica.**

Los métodos, procesos, técnicas, instrumentos, hardware y software empleados en la investigación, una vez demostrada su utilidad y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación relacionados.

### **1.5. Hipótesis y Descripción de Variables**

#### **1.5.1. Hipótesis General.**

El Sistema de radiocomunicación es una alternativa al sistema de localización satelital en el monitoreo y localización de unidades móviles de las empresas de taxi.

#### **1.5.2. Hipótesis Específicas.**

- El desempeño en el seguimiento y rastreo de las unidades móviles del sistema de radiocomunicación de las empresas de taxi es igual o superior al sistema de localización satelital.
- El error de ubicación de una unidad móvil de una empresa de taxi utilizando el sistema de radiocomunicación es de 13 metros.

### **1.6. Variable Independiente.**

Sistema de Radiocomunicación

### **1.6.1. Variable dependiente.**

Sistema de Localización y Monitoreo. Localización: Latitud y Longitud.

## **1.7. Delimitación del Problema**

### **1.7.1. Delimitación Espacial.**

La investigación se realizó en los distritos de El tambo, Chilca y la ciudad de Huancayo.

### **1.7.2. Delimitación Temporal.**

La investigación se realizó el año 2013-2014.

### **1.7.3. Delimitación Teórica.**

La investigación se enfoca en un sistema de localización y monitoreo empleando la radiocomunicación como alternativa al sistema GPS. Un sistema más económico, sencillo de usar.

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1. Antecedentes del Problema**

En las investigaciones realizadas en nuestro país y en otros países, se mencionarán los proyectos más importantes:

Canales (2008), en su tesis “Diseño VHF de la red pastaza alto para el proyecto ehas-pamafro” para obtener el título en de Ingeniero de las Telecomunicaciones y Computación en universidad de la Pontificia Universidad Católica del Perú, realiza un estudio de investigación y de análisis, específicamente se hizo el diseño de una red de comunicación de centros y puestos de salud; esta red de comunicación ha contribuido al problema de la atención sanitaria en la región, y en particular, el objetivo fue para reducir la Malaria. Esta red se implementó bajo los criterios del Programa EHAS en el marco de las actividades del proyecto PAMAFRO, dirigido por el Organismo Andino de Salud (ORAS).

Herramientas de radiocomunicación. La red de telecomunicaciones (radios Motorola implementados en cada unidad móvil), permitió el uso de medios como correo electrónico y transmisión de mensajes de voz y datos. Para esto se utilizó radios de comunicación VHF que trabajan en la banda 140 MHz a 170 MHz, antenas omnidireccionales, antenas yagui, computadoras embebidas, con un sistema operativo Linux con servicios de red que actúa como servidor de correo y varios servidores como: servidor cliente, servidor repetidor y servidor pasarela, todo esto para la transmisión de voz y datos.

Guerrón (2010), realizó una investigación titulada “Estudio y análisis de un sistema de comunicaciones con equipos VHF y Análisis de un Sistema de comunicaciones con equipos VHF y localización Vehicular con servicio de mensajería”; el diseño de investigación fue transaccional descriptiva. Es iniciativa de las F.F.A.A (fuerzas armadas) teniendo como conclusión, usar el contingente militar y sus bases técnico-científicas para la elaboración de nuevas tecnologías que faciliten el cumplimiento de la misión, la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga (ESPE-L) con sus respectivos destacamentos: Sinchahuasin (Pujilí), El capulí (Pujilí) y nuevo campus (Belisario Quevedo). Con el propósito de mejorar el control de personal administrativo, docente y estudiantil; además, de mantener el objetivo, ha conseguido un enlace de comunicación permanente con sus respectivas unidades móviles. Nos ayudó su aporte con una guía de cómo implementar un sistema de comunicaciones con equipos VHF y Localización automática con servicio de mensajería para los vehículos, integrando diferentes tecnologías como GPS, Radiocomunicaciones y Software de digitalización de mapas etc, con proyección de uso en el nuevo campus, además el sistema será capaz de monitorear en tiempo real el movimiento de vehículos y estos ser visualizados en un computador en mapas digitales, lo cual daría lugar a varias aplicaciones de importancia en la actualidad. Este proyecto fue realizado en el Ecuador.

Moreno (2012), realizó la investigación en el país de Chile con su proyecto “Diseño y construcción de prototipo funcional para la generación de vales virtuales a empresas de Radio taxis”. El objetivo general del proyecto fue diseñar y construir un sistema a (a nivel de prototipo) para el en marca en el rubro del transporte público, específicamente en el de la empresa Radio taxis en la región metropolitana. La solución al modo de registros de los servicios prestados por las empresas de radio taxis a clientes (empresas). Actualmente los procesos fueron los cuadernos de anotación cumpliendo con el objetivo de registrar los movimientos, pero se planteó que es una forma ineficiente de llevar esta información. Este antecedente apporto, con arquitectura, con la propuesta permitió capturar las posiciones del vehículo de prueba, y enviarlas, en conjunto con los datos al sistema de localización luego, desde una estación de trabajo se pueden ver los movimientos. Las limitaciones, que el estado de desarrolló el prototipo no permite comercializarlo si bien cumple con lo ofrecido, pero para ir un paso más allá se debe adecuar a las necesidades de cada empresa que desee contar con las bondades del proyecto. En consecuencia, el diseño y construcción de la aplicación tiene como resultado un prototipo funcional el cual permite hacer lo propuesto en un comienzo: Digitalizar los vales de servicio. La eliminación de los vales de servicios físicos permitirá a las empresas de radio taxis optimizar su trabajo y poder así dar un mejor servicio a sus clientes.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Sistemas de Localización Automática Vehicular (LAV).**

Orr (1959) una variedad de aplicaciones hoy en día en las cuales el conocimiento de la posición de los vehículos y la posibilidad de mantener una comunicación de datos con el móvil es útil e imprescindible. Un sistema LAV se utiliza para conocer la ubicación de unidades móviles equipadas con radios, este sistema es muy conocido en los Estados Unidos

Como AVL (Automatic Vehicle Location) o sistema de rastreo de vehículos (Vehicle Tracking Systems), el sistema LAV emplea el sistema actual de satélites, GPS para determinar sus ubicaciones equipadas con un modem y transmisor. La posibilidad de monitorear los vehículos equipados con este sistema implica que puede mejorarse la gestión de los recursos de la parte, operativa y económica.

### **2.2.2. Antecedentes.**

Según lo observado y verificado, la primera Empresa en nuestra ciudad de Huancayo fue radio taxi en utilizar las tecnologías que brinda la radiocomunicación fue “TAXI BEBE” en 1992, en la que utilizaron radios en banda ciudadana utilizando radios cobra de 40 canales brinda la radiocomunicación fue en 1992, taxi tour en 1993 evaluaron la efectividad del servicio, entonces empresas como “RADIO TAXI”, “TAXIFOX”, “TAXI VOLDI”, “TAXI LINE”, “TAXI AGUILA”, “TAXI IMPERIO”, inician a utilizar la FM, utilizando hasta en la actualidad el sistema de radiocomunicación, en frecuencia de banda VHF y UHF implementando estos servicios en sus unidades. Actualmente el uso de la radiocomunicación se ha vuelto ya una exigencia dentro de los requisitos para un mejor servicio de localización de unidades móviles un método avanzado de rastreo y monitoreo. Los vehículos están equipados con un dispositivo GPS que recibe de los satélites, el receptor de GPS determina su localización actual y velocidad. Estos datos pueden ser almacenados o pueden ser transmitidos a la base central, la posición actual puede verse en la PC que tiene los mapas de la ciudad.

### **2.2.3. Bases Teóricas.**

Rudolf y Clerk (1886 y 1888), atribuyen las bases teóricas de la propagación de ondas electromagnéticas fueron descritas por primera vez por James Clerk Maxwell y Clerk Heinrich Hertz entre quien fue el primero en validar experimentalmente la teoría de Maxwell.

Hizo sus primeras demostraciones en San Petersburgo, Rusia; Nikola Tesla en San Luis (Misuri) y Guillermo Marconi y en el Reino Unido, Inglaterra.

Clerk (1841) el primer sistema práctico de comunicación mediante ondas de radio fue del Ingeniero Guillermo Marconi, quién en el año 1901 realizó la primera emisión trasatlántica radioeléctrica, utilizando diseños del poco reconocido científico Nikola Tesla así, la primera patente de la radio fue hecha por Nicola Tesla, probablemente primer inventor del sistema de comunicación por radio, y así lo reconoció la oficina de patentes de Estados Unidos. Esto no ha trascendido a la opinión popular.

#### **2.2.4. Sistemas de Radiocomunicación.**

**Orr (1959)** la radiocomunicación es una forma de telecomunicación que se realiza a través de ondas de radio u ondas hertzianas, la que a su vez está caracterizada por el movimiento de los campos eléctricos y campos magnéticos. La comunicación vía radio se realiza a través del espectro radioeléctrico cuyas propiedades son diversas dependiendo de su banda de frecuencia. Así tenemos bandas conocidas como baja frecuencia, media frecuencia, alta frecuencia, muy alta frecuencia, ultra alta frecuencia, etc. En cada una de ellas, el comportamiento de las ondas es diferente.

Un sistema de radiocomunicación permite transmitir un mensaje desde un punto llamado fuente o emisor y otro conocido como receptor, normalmente se requiere que la comunicación sea bidireccional. Telecomunicaciones es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos. La telecomunicación puede ser punto a punto, punto a multipunto o teledifusión, siendo su versión más popular la radio comunicación. Tal es el caso que para el presente proyecto se estudiara la Radiocomunicación en VHF (Very High

Frecuencia). Un sistema de radiocomunicaciones dependen de la tecnología, normas, reglamentos, asignación de espectro radioeléctrico, las necesidades del usuario, servicio de posicionamiento. El equipo de radio que participan en los sistemas de comunicación incluye un transmisor y un receptor, cada una con una antena y los equipos terminales adecuados, como un micrófono en el transmisor y un altavoz en el receptor en el caso de un sistema de comunicación de voz. Los sistemas de radio comunicaciones clásica usan la multiplexión por división de frecuencia (FDM) como una estrategia para dividir y compartir el ancho de banda disponible, mientras que los sistemas actuales utilizan la multiplexión por división de tiempo (TDM), los equipos considerados en este proyecto utilizan la multiplexación TDMA de la técnica TDM.

#### **2.2.5. Sistemas de Comunicación.**

**Orr (1959)** sistema de comunicación constituye los diferentes componentes o subsistemas que permiten la transferencia o intercambio de información, desde una fuente transmisora hacia un destino receptor. Existen una variedad de formas, que podemos utilizar para hacer llegar un mensaje, de una fuente transmisora (fuente) hacia un destino receptor (destino), así por ejemplo se pueden utilizar las ondas de radio. A este mecanismo de transmisión de la señal se la denomina Radiocomunicación. Por tanto, podemos definir a la radiocomunicación como: toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales sonidos o informaciones de cualquier naturaleza, utilizando ondas radioeléctricas. Un Sistema de Telecomunicaciones hace referencia a un sistema en donde la fuente (transmisor) y destino (receptor) están separados una gran distancia, en donde para establecer la comunicación entre varias estaciones, se las realiza utilizando las ondas de radio.

## **2.2.6. Usos de las Radiocomunicaciones.**

### **2.2.6.1. Radio ayuda.**

Según la Asamblea Mundial de los Radiodifusores Comunitarios (1995), uno de sus primeros usos fue en el ámbito naval, para el envío de mensajes en código morse entre los buques y tierra o entre buques. Actualmente también en aeronavegación.

### **2.2.6.2. Radios Comunitarios.**

Radioaficionados (1952) público en la historia reciente de la radio, han aparecido las radios de baja potencia, constituidas bajo la idea de radio libre o radio comunitaria, con la idea de oponerse a la imposición de un monólogo comercial de mensajes y que permitan una mayor cercanía de la radio con la comunidad.

**Orr, (1959)** la radio afición es tanto una afición como un servicio en el que los participantes utilizan varios tipos de equipos de radiocomunicaciones para comunicarse con otros radioaficionados para el servicio público, la recreación y la autoformación.

### **2.2.7. Redes Inalámbricas.**

**Orr, (1959)** el término red inalámbrica se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física (cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de puertos. Una de sus principales ventajas es, se elimina todo el cable Ethernet y conexiones físicas entre nodos, pero también tiene una desventaja considerable ya que para este tipo de red se debe de tener una seguridad mucho más exigente y robusta para evitar a los intrusos.

### **2.2.8. Propagación de Ondas de Radio.**

**Baúl, (2012)** Las ondas radioeléctricas se propagan a la velocidad de la luz, para ello utilizan tres formas diferentes de propagación de la onda, estas son: onda terrestre, cuando se propagan sobre la superficie del terreno; onda ionosfera, cuando la

ionosfera refleja las ondas radioelétricas, haciendo que éstas retornen a la tierra y onda de espacio, cuando la ionosfera se hace transparente y los mecanismos de propagación se ven afectados por las influencias del suelo. (Mediante reflexiones o difracciones) y por la troposfera (mediante los procesos de refracción, atenuación y dispersión). Estas ondas se comportan de diferente forma en un medio natural así, la orografía del suelo y sus características morfológicas afectan sus características y propiedades eléctricas. Por ejemplo, a bajas frecuencias, por debajo de MF (Medium Frecuencia, frecuencias medias), la tierra se comporta como un buen conductor, de tal forma que puede transportar los campos electromagnéticos más allá de la visibilidad directa. En más alta frecuencia la atenuación es un factor muy importante que influye en la comunicación, requiriendo elevar las antenas.

### **2.3. Mecanismos de Propagación**

Radioaficionados (1952) publico la banda de frecuencia en la cual este trabajando un sistema, va a definir el mecanismo de propagación de onda, que hay que considerar a la hora de analizar un canal de radio. En la banda de muy bajas Frecuencias VLF (3Khz-30Khz), tanto el suelo como la ionosfera se comportan como buenos conductores. La distancia que separa al suelo de la ionosfera (entre 60 y 100 Km) es comparable con la longitud de onda en dicha banda (entre 100Km y 10 Km a 30 KHz). La propagación de este tipo de ondas, se puede modelar como una guía esférica con pérdidas. Las aplicaciones para las que se emplea este mecanismo de propagación son comunicaciones a larga distancia (naval y submarina) o aquellas que deseen.

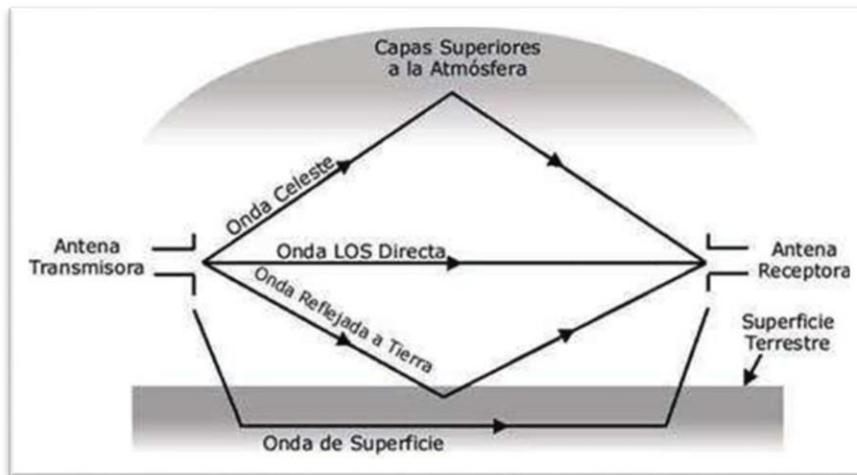


Figura 5. Propagación de Ondas.

Fuente: Página, web, [www.Eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Antenas%20%y%20Propagación/Propagación.pdf](http://www.Eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Antenas%20%y%20Propagación/Propagación.pdf), pg68-69.

**Baúl (2012)** propagación global para este tipo de comunicación se utilizan antenas verticales, eléctricamente pequeñas, aunque de dimensiones físicas muy grandes. El alcance que se obtiene con estas señales varía con la frecuencia, potencia transmitida y el tipo de suelo (tierra seca, húmeda, mar...). En LF se puede alcanzar hasta unos 2000 Km, en MF hasta unos 300 Km, mientras que, en frecuencias más altas, HF apenas llega a unos 50 Km. Su principal aplicación se encuentra en sistemas de comunicación naval y radiodifusión de onda media AM. En las bandas de MF, 300Khz- 3Mhz y HF 3Mhz-30Mhz [5], la ionosfera refleja las ondas radioeléctricas, haciendo que estas retornen a la tierra. Este mecanismo se denomina refracción ionosfera. El alcance que se puede tener con estas ondas depende de la frecuencia, de la hora del día y de la dirección de apuntamiento de la antena. Este mecanismo de propagación lo utilizan los radioaficionados, comunicaciones navales y antes de que existiera los satélites, se utilizaban para comunicaciones de voz punto a punto a largas distancias. Para las frecuencias de VHF, 30 Mhz-300Mhz y el mecanismo de propagación es el de onda de espacio.

### **2.3.1. Propagación.**

**Orr, (1959)** propagación en espacio libre indica al rayo reflejado en la superficie terrestre y el rayo difractado (onda celeste) por las irregularidades del terreno, o por la propia curvatura de la tierra. El alcance de este mecanismo de propagación es muy variable [5]: En VHF (30 MHz- 300 MHz) y UHF (300 MHz- 3000 MHz) la difracción permite transmisiones más allá del horizonte, mientras que, para frecuencias más altas, los radioenlaces necesitan visión directa, reduciendo su alcance a algunas decenas de Km. La propagación por onda de espacio es el mecanismo que utilizan la mayoría de sistemas de comunicación: radiodifusión FM y TV, telefonía móvil, radioenlaces fijos, radiocomunicación vía satélite, sistemas, radar, radiocomunicación, convencional, radiocomunicación troncalizada, etc.

### **2.3.2. Estructura Básica de un Sistema de Comunicación.**

**Baúl, (2012)** un sistema de comunicación está formado por tres componentes el transmisor, el canal de transmisión y el receptor, como lo muestra el diagrama de capaz de: tomar la señal a transmitir, adaptarla al canal y luego transmitir por un canal de transmisión de acuerdo a la frecuencia asignada, utilizando los diferentes métodos de propagación, para luego ser reconstruida en el receptor, tomando en cuenta las alteraciones o errores introducidos por el canal de transmisión y las estaciones conjuntas, de manera que pueda ser utilizada por el destinatario.

### **2.3.3. Estación Trasmisora.**

**Baúl, (2012)** el transmisor es el encargado del proceso de modulación de la información al cambiar la amplitud o frecuencia de una portadora de frecuencia relativamente alta, de acuerdo a la amplitud o frecuencia de una señal modulante (información). El diagrama de la muestra cómo está conformado un transmisor, en donde un modulador es un mezclador de señales, una portadora y otra modulante (señal de información), de tal forma que la Información se transforma de su forma original a una forma más adecuada para la

transmisión. Este modulador, es el encargado del proceso de cambiar la amplitud (AM), fase (PM) o frecuencia (FM), de una portadora de frecuencia relativamente alta, de acuerdo con la señal modulante de entrada. La señal modulada, es luego multiplicada en frecuencia, para desplazar espectralmente la señal a la frecuencia de transmisión y amplificarla al nivel de potencia deseada. Luego la señal de RF (Radio Frecuencia) es enviada por la antena.

#### **2.3.4. Estación Receptora.**

**Orr, (1959)** la función de la estación receptora es extraer del canal la señal deseada y reconstruirla a partir de la señal recibida. Para ello necesita de un demodulador, que es un circuito electrónico, que permite devolver la señal de las ondas electromagnéticas se propagan por el espacio libre, a una velocidad de 300 0000 km/s que es la velocidad de la luz, al aumentar la frecuencia, disminuye la longitud de onda. Cálculo de la longitud de onda para una frecuencia radiofrecuencia (RF) presente en la entrada, en una señal lo más parecida a la forma original que envió el transmisor. Diferentes señales son transmitidas al mismo tiempo, por lo que, en la entrada del receptor, también existen múltiples señales, debiendo este ser capaz de seleccionar una determinada señal. Esta selección es efectuada sobre la base de la frecuencia de la señal incidente, a esta característica de discriminar una frecuencia de tantas otras, se la denomina selectividad. La otra función del receptor consiste en de modular (detectar) la información contenida en la señal, reconstruirla y amplificarla para obtener una onda lo más parecida a la original, que sufrió cambios debido al ruido introducido en el sistema. Los receptores varían según el tipo de aplicación, sean para telefonía, radio, televisión, radar, navegación comunicaciones satelitales. Todos los receptores tienen problemas de: selectividad, rechazo de ruido a la entrada y detección de la señal deseada, que son mejoradas de acuerdo al receptor utilizado.

Tabla 1. Bandas Estandarizadas

t	Abreviatura inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
Muy alta frecuencia.	VHF	8	30–300 MHz	10–1 m
Ultra alta frecuencia	UHF	9	300–3000 MHz	1 m – 100 mm
Ultra baja frecuencia	ULF	3	300–3000 Hz	1000–100 km
Muy baja frecuencia	VLF	4	3–30 kHz	100–10 km
Baja frecuencia	LF	5	30–300 kHz	10–1 km
Media frecuencia	MF	6	300–3000 kHz	1 km – 100 m
Muy alta frecuencia	VHF	8	30–300 MHz	10–1 m
Ultra alta frecuencia	UHF	9		m –

Fuente: Orr, (1959), "The Radio Handbook 15th Edition".

Frecuencias bajas: LF (Low Frequencies)

Son aquellas en el intervalo de 30 a 300 kHz. Los principales servicios de comunicaciones que trabajan en este rango están la navegación aeronáutica y marina.

Frecuencias medias: MF (Medium Frequencies)

Están en el intervalo de 300 a 3000 kHz. Las ondas más importantes en este rango son las de radiodifusión de AM (530 a 1605 kHz).

Frecuencias altas: HF (High Frequencies)

Son aquellas contenidas en el rango de 3 a 30 MHz. A estas se les conoce también como "onda corta". Es en este intervalo que se tiene una amplia gama de tipos de radiocomunicaciones como radiodifusión, comunicaciones gubernamentales y militares. Las comunicaciones en

Banda de radioaficionados y banda civil también ocurren en esta parte del espectro.

Frecuencias muy altas: VHF (Very High Frequencies)

Van de 30 a 300 MHz. Es un rango popular usado para muchos servicios, como la radio móvil, comunicaciones marinas y aeronáuticas, transmisión de radio en FM (88 a 108 MHz) y los canales de televisión del 2 al 12 [según norma CCIR (Estándar B+G Europa)]. También hay varias bandas de radioaficionados en este rango.

**Frecuencia utilizada en el proyecto está en el rango 30 a 300 MHz.**

### **2.3.5. Teoría de la Comunicación de Datos**

**Escalona, (2004,2008)**, en los años 70 y 80 se produjo una sinergia entre los campos de los computadores y las comunicaciones que han originado un cambio drástico en las tecnologías, en las diferentes empresas que, desde entonces, se dedican simultáneamente a los sectores de los computadores y de las comunicaciones. No hay diferencias entre los procedimientos de datos (los computadores) y comunicaciones de datos (la transmisión y los sistemas de computación).

### **2.3.6. Comunicación Analógica**

**Escalona, (2004,2008)**, una fuente de información analógica produce mensajes definidas de manera continua, un ejemplo de fuente analógica es un micrófono. El voltaje de salida describe la información del sonido, y se distribuye a lo largo de un intervalo continuo de valores.

### **2.3.6.1. Canal de Radio**

**Publico en el sitio web del Sistema Argos (2016)**, refiere al par de frecuencias de trabajo a emplear en una comunicación, pudiendo ser éstas para su uso en recepción, transmisión o par a ambas.

### **2.3.7. Ganancia**

**Escalona (2004,2008)**, magnitud que expresa la relación entre la amplitud de una señal de salida respecto a la señal de entrada. La ganancia es una magnitud adimensional que se mide en unidades como belio (símbolo: B) o submúltiplos de éste como el decibelio (símbolo: dB).

#### **2.3.7.1. Línea de Vista**

**Escalona, (2004,2008)**, término utilizado en radiofrecuencia para un enlace de radio con visibilidad directa entre la antena transmisora y la receptora.

## **2.4. Interferencia Electromagnética**

**Según, Escalona, (2004, 2008)**, “Fundamentos de los Sistemas de Comunicaciones Móviles”. IRF (Interferencia de Radiofrecuencia), es el conjunto de señales de radiofrecuencia no deseadas captadas por los receptores de un sistema, y que degradan su sensibilidad.

### **2.4.1. Ruido**

**Según, Escalona, (2004,2008)**, perturbación eléctrica que sufre la señal deseada en su forma de onda en el tiempo, así como cualquier otra señal no deseada que acompañe a la de interés y que por estar en su misma banda de frecuencia y con niveles perceptibles perturba su correcta recepción, su acción no es controlable.

## 2.5. Latitud y Longitud

**Publico en el sitio web del Sistema Argos (2016)**, para localizar un punto sobre la superficie de la Tierra y trasladarlo en un mapa o carta náutica, es necesario conocer primero las coordenadas donde se encuentra ubicado es punto, es decir, la latitud y la longitud. Conocer el valor de las coordenadas es imprescindible para poder ubicar la posición de automóviles o coches, barcos, aviones, personas, carreteras, ciudades, puntos de interés, objetos, manchas de peces, fauna animal y hasta una piedra que se encuentre sobre la superficie de la Tierra.

Las líneas de latitud o paralelos están formadas por círculos de diferentes tamaños que parten de la línea del Ecuador y se expanden en dirección a los polos. La línea del Ecuador constituye el círculo de latitud de mayor diámetro de la Tierra y la divide en dos mitades: hemisferio Norte y hemisferio Sur, como se aprecia en el Ecuador, se puede dividir en 360 grados ( $360^\circ$ ), por lo cual pueden atravesarlo 360 líneas de longitud o meridianos.

Estos meridianos se extienden desde el polo norte hasta el polo sur de forma paralela al eje de rotación de la Tierra. Como longitud “0” grado ( $0^\circ$ ) se designó el meridiano que pasa por el Real Observatorio Astronómico de Greenwich, cerca de la ciudad de Londres, en Inglaterra. Esa línea de longitud se conoce también por el nombre de meridiano de Greenwich a partir del cual se rigen los husos horarios que determinan la hora en todos los puntos de la Tierra.

La hora GMT (Greenwich Meridian Time) se define por la posición del Sol y las estrellas, pero con la aparición de los relojes atómicos, como los que emplean los satélites GPS, se ha establecido la hora UTC o Tiempo Universal Coordinado en sustitución de la hora GMT. Este cambio se debe a que la rotación de la Tierra sufre variaciones retrasándose la hora con respecto al tiempo atómico. En contraposición, la hora UTC es de una alta precisión

tal como la requieren los navegadores GPS para poder localizar con exactitud un punto cualquiera de la Tierra. Tanto las líneas longitud como las de latitud, además de dividirse en grados, se subdividen también en minutos y segundos.

## **2.6. Propagación de Ondas terrestres sobre Tierra Plana**

**Escalona, (2004,2008)**, cuando las antenas transmisoras y receptoras están ubicadas a corta distancia entre ambas, se puede, con garantía, ignorar el efecto de la curvatura de la Tierra y considerar que las ondas de radio se propagan a lo largo de una superficie plana conductora imperfecta.

### **2.6.1. Ondas**

**Escalona, (2004,2008)**, perturbación o variación que transfiere energía progresivamente de un punto a otro a través de un medio.

### **2.6.2. Cobertura**

**Escalona, (2004,2008)**, area geográfica que cubre una estación específica de telecomunicaciones. Para una estación base, es el entorno en el que la señal disponible para un sistema móvil es superior a un cierto umbral mínimo de funcionamiento.

### **2.6.3. Enlaces de voz y datos en Vhf**

**Escalona, (2004,2008)**, las redes de comunicación de voz en banda VHF (Very High Frequency) utilizan frecuencias en torno a los 150 MHz. Estos enlaces permiten comunicación de datos con velocidades de transmisión entre los 1.2 y 9.6 Kbps, y nos brindan un ancho de banda de canal de 12.5 KHz, esta alternativa tecnológica nos dará un alcance de distancia entre enlace de unos 50 a 60 Km, siendo limitados por la potencia de transmisión y la altura de las antenas, que deberán compensar la curvatura de la tierra y salvar los obstáculos. La línea de vista debe existir entre la propagación directa desde la antena transmisora a la antena receptora.

### **2.6.4. Posicionamiento**

**Público radiocomunicaciones ccir, (1995)** se entiende por obtener la localización geográfica exacta (latitud, longitud, elevación), velocidad, y tiempo (fecha y hora) de un predeterminado punto en la tierra.

## **2.7. Sistemas de Radio Comunicaciones Móvil Terrestre**

**Orr (1959)**, Es un sistema de radiocomunicaciones en el cual las estaciones (transmisoras y receptoras) están en movimiento permanente y eventual.

### **2.7.1. Sistema**

**Orr (1959)**, Un conjunto de componentes, que se enlazan entre sí con el objeto de brindar una solución total, que en este caso es el Sistema GPS, que tiene tres componentes principales: Espacial, Control y Unidad-Receptora.

### **2.7.2. Global**

**Escalona, (2004,2008)**, significa que abarca cualquier parte de la tierra, en la cual se pueda tener una vista directa de una porción substancial del cielo. Debido a que las ondas de radio que los satélites GPS transmiten son de corta longitud, alrededor de 20 cm. Estas no penetran dentro de edificios, bajo tierra o bajo una densa vegetación, es decir que en estos lugares no se pueden obtener lecturas de un receptor GPS.

### **2.7.3. Comunicación de Voz**

**Escalona, (2004,2008)** la comunicación VHF para la transmisión de voz que trabajan en la banda 140 MHz a 170 MHz en canales de 25 KHz para la transmisión de voz en half dúplex y con un alcance promedio de 60 Km usando antenas omnidireccionales. Se utiliza un canal para la comunicación de voz todos contra todos. Cuando se usa un repetidor de voz, se utiliza dos canales de voz, uno para Tx y otro para Rx. Mientras se tenga más repetidoras se usarán más canales de voz. En este Proyecto de Tesis se usa un repetidor de voz porque las estaciones se encuentran bien alejadas entre sí.

### **2.7.4. Sistemas de Radiocomunicación**

**Orr, (1959)**, sistema de radiolocalización, o radionavegación, se entiende un conjunto de tecnologías, equipamientos físicos y recursos humanos destinados ofrecer información a las personas (máquinas), en todo momento y con precisión, sobre su posición en cualquier lugar de la superficie del planeta Tierra.

#### **2.7.5. Sistema AVL (Localización Automática de Vehículo)**

**Orr, (1959)**, Es un sistema mediante el cual en un mapa digitalizado en una computadora se puede localizar 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, gracias a un sistema denominado GPS (Sistema de Posicionamiento Geográfico Satelital). El sistema GPS está conformado por más de una veintena de satélites que hace algunos años el Departamento de Defensa de Los Estados Unidos de América puso en órbita alrededor de la tierra. Dichos satélites inicialmente fueron enviados con fines militares, pero posteriormente fueron donados a la humanidad para aplicaciones civiles. Estos satélites están ubicados en el espacio de tal manera que cubren la totalidad del globo terrestre, garantizando que desde cualquier punto del planeta se puede recibir simultáneamente, mínimo la señal de tres satélites. Estos satélites están enviando permanentemente unas señales de radio que pueden ser percibidas por un receptor, donde se puede conocer con un error no mayor a 200 metros su ubicación geográfica en términos de longitud, latitud y altitud. Este receptor se denomina receptor GPS y es una unidad muy similar a una calculadora electrónica de bolsillo en cuyo interior posee una antena. A partir de esta tecnología se han desarrollado diversas aplicaciones: topografía, navegación, prácticas deportivas, seguimiento y localización vehicular, etc. El sistema AVL, que como se acaba de mencionar es una de las tantas aplicaciones surgidas de disponer del sistema GPS, aprovecha la información que se tiene en el receptor GPS de un vehículo y la transmite a un centro de control donde se encuentra instalada una computadora que posee un mapa digitalizado de la ciudad o región de operación. En este mapa se puede visualizar, en forma de icono, la ubicación del vehículo deseado, en este proceso de transmisión de información y posterior representación de la ubicación se basará el apartado de simulación

integrado en la aplicación desarrollada en nuestro proyecto.

## **2.8. Localización (RAE)**

**Orr, (1959)**, Determina del lugar donde se encuentra alguien o algo. En inglés, localize y position se emplean de forma indistinta (así, se habla del Global Positioning System) “Localización: Ubicación en tiempo real o instantáneo en términos de calles y carreteras en puntos específicos de vías o carreteras ínter departamental, y así obtener la posición real del vehículo.

### **2.8.1. Localización y Geografía**

**Orr, (1959)**, la cuestión de la organización del territorio muy interesadas en este problema: ¿dónde es más correcto situar algo? Las escuelas centradas en la interacción hombre medio-físico menos interesadas por el problema.

### **2.8.2. Localización Pasiva**

**Orr, (1959)**, la localización pasiva nos permite analizar y evaluar los lugares en donde estuvieron nuestras unidades vehiculares, más, sin embargo, no es en tiempo real, es necesario que la unidad regrese a las oficinas centrales para extraer la información. La información de los reportes proporcionada es básica y no abarca muchas áreas.

### **2.8.3. Localización y Geográfica**

**Quintana, (2014)**, menciona que un Sistema de Información Geográfica puede tener 3 conceptos, el primero, como una aplicación software que permite manejar y visualizar mapas, el segundo concepto indica que una aplicación SIG es aquella aplicación software que permite manejar mapas y además realizar operaciones de análisis como superposiciones vectoriales. Por último, indica que un SIG no solo es la aplicación software que permite manejar y visualizar mapas junto con operaciones vectoriales, sino que además engloba todo el hardware involucrado y software anexo para procesar toda esa información.

### **2.8.4. Concepto Básicos de Localización**

**Escalona, (2004,2008)**, indica los movimientos y flujos de personas y vehículos sobre el territorio La distancia entre dos puntos (accesibilidad) entre lugares.

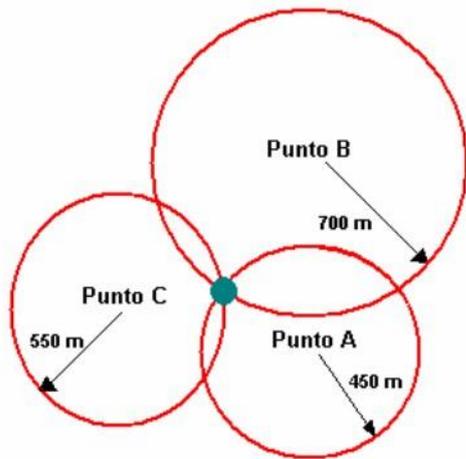


Figura 6. Simulación de Método de Triangulación  
 Fuente: Escalona, (2004,2008), Simulación de Método de Triangulación

### 2.8.5. Componentes de un problema de Localización

Escalona, (2004,2008), los sistemas e infraestructuras a través de los cuales se mueven sobre el territorio elementos anteriores. La red de comunicaciones o transportes.

### 2.8.6. Triangulación

Escalona, (2004,2008), una vez que se han proporcionado un cierto número de marcaciones coherentes entre sí, pero no todas se cruzan en el mismo punto geográfico, se procede a determinar la posición óptima del punto de localización a través de lo que se conoce como la técnica de “Triangulación”. Para dar una explicación sencilla en lo que consiste este método de localización, expondremos un ejemplo de triangulación en dos dimensiones. Supongamos que de pronto no sabemos en qué lugar nos encontramos, preguntamos y alguien nos dice que estamos a 450 metros de un punto referencial A.

Podríamos estar en cualquier sitio que se encuentre a 450 metros de dicho punto.

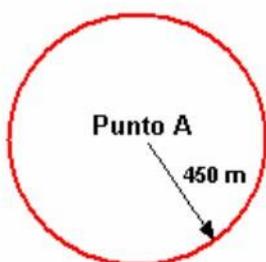
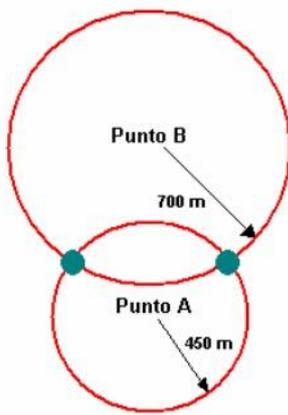


Figura 7. Simulación de Método de Triangulación.  
 Fuente: USBECK CARLOS, “Librosat”, Capítulo 5.



*Figura 8. Simulación de Método de Triangulación.*

*Fuente: USBECK CARLOS, "Librosat", Capítulo 5.*

**Gonzales, (2004)**, menciona en el caso de volver a preguntar nuestra ubicación, una segunda persona nos dice entonces que estamos a 700 metros de otro punto referencial (PUNTO B). En este caso, el segundo punto referencial reduce nuestras opciones a tan sólo dos: Por último, otra persona nos ayuda diciéndonos que nos encontramos a 550 metros de un tercer punto referencial (PUNTO C). Con esta última pista podremos saber exactamente el punto en el cual nos encontramos. Cuando se utilizan dos radiogoniómetros, la intersección de dos marcaciones da un punto, pero debido a los errores no es posible asegurar que ese punto sea el emplazamiento del transmisor. Es difícil realizar una estimación visual del punto óptimo, aun cuando haya pocas marcaciones, debe desconfiarse de las interpretaciones

visuales rápidas. Si ahora se emplearan tres radiogoniómetros, la Intersección de las marcaciones tienden a formar un triángulo, pero los errores de las marcaciones impiden también asegurar que el transmisor se encuentre situado dentro del triángulo. Incluso podría afirmarse que si el triángulo es pequeño, probablemente el transmisor se encuentre fuera del mismo. De aumentarse el número de radiogoniómetros, el número de intersecciones será mayor y por lo tanto lo será el número de triángulos obtenidos. El problema consistirá entonces en determinar la posición más probable de ésta.

## **2.9. Radiogoniometría**

**Watson, (1987)**, Etimológicamente menciona la palabra Radiogoniometría proviene del latín Radius, que significa rayo, y de las palabras griegas, gonia, que se traduce por ángulo y metrón que es medida, viniendo a significar, "medición del ángulo con el que se recibe una señal radioeléctrica". Dicho esto, podremos clasificarlo desde el punto de vista geométrico, como un sistema angular de Radiocomunicación, llamado, Radiogoniométricos a los sistemas de recepción requiere una serie transmisores de ondas de radio ubicados en lugares conocidos, así como, un receptor capaz de interpretar las señales captadas, y en función de la dirección con la que se reciben y sus características, poder determinar la situación del receptor. Las ondas de radio tienen dos características que configuran el fundamento de la radiogoniometría, que son: Propagación según la trayectoria del círculo máximo, o distancia más corta entre dos puntos. Generación de fuerza electromotriz en una antena de cuadro. Esto permite obtener la situación de un vehículo con sólo recibir la señal de dos o más estaciones diferentes, con la ayuda de unos aparatos denominados Radiogoniómetros. En esta oportunidad utilizamos Torres como las bases centrales de las empresas de taxi, tales como emisoras de radiodifusión, con las que se obtiene una o varias demoras. Propagación según la trayectoria del círculo máximo, o distancia más corta entre dos puntos. Generación de fuerza electromotriz en una antena de cuadro. Esto permite obtener la situación de un vehículo con sólo recibir la señal de dos o más estaciones diferentes, con la

ayuda de unos aparatos denominados Radiogoniómetros, o más familiarmente, gonios. La radiogoniometría está considerada como un sistema semiautónomo de navegación, ya que está basado en las señales recibidas de transmisores que pueden ser Radiofaros o equipos móviles terrestres no especializados, tales como emisoras de radiodifusión, bases centrales de las empresas de taxi, con las que se obtiene una o varias direcciones de la señal de propagación. Según la trayectoria del círculo máximo, o distancia más corta entre dos puntos. Generación de fuerza electromotriz en una antena de cuadro. Esto permite obtener la situación de un vehículo con sólo recibir la señal de dos o más estaciones diferentes, con la ayuda de unos aparatos denominados Radiogoniómetros, o más familiarmente, gonios. La importancia de la radiogoniometría reside en las aplicaciones de sus sistemas. Algunas de las más comunes se describen a continuación:

- **Radio navegación y servicios de posicionamiento global vía satélite:** La navegación terrestre de largo alcance (LORAN por sus siglas en inglés) utiliza comparación de fases de señales de referencia para líneas de rumbo (LOB por sus siglas en inglés) y geolocalización. El sistema estadounidense de Posicionamiento Global (GPS) y su contraparte de Rusia (GLONASS) proveen señalización de tiempos de arribo para una geolocalización y velocidad más precisas.
- **Sistemas de localización de radiotransmisores clandestinos:** Los servicios de administración del ancho de banda de radio emplean sistemas RDF para garantizar que los usuarios no sobrepasen el ancho de banda que se les ha asignado, y en caso contrario poder conocer con precisión la ubicación de la fuente de RF y aplicar sanciones.

- **Servicios de localización y rescate.** Los guardacostas estadounidenses y organizaciones mundiales como COSPAS-SARSAT monitorean canales de radio de emergencia para rescate. Redes satelitales y terrestres de sistemas RDF, se usan continuamente para localizar señales de emergencia.
- **Sistemas de localización.** Estos sistemas operan en microondas hasta 18 GHz para propósitos de localización de animales o autos robados.
- **Sistema auto dirigible.** Usualmente son pequeños sistemas RDF diseñados para guiar armas de artillería en el ámbito militar.
- **Radio astronomía.** Estos sistemas se caracterizan por grandes antenas de plato o arreglos de las mismas que son sincronizadas en sistemas interferométricos y utilizan las estrellas a modo de radiofaro.
- **Antenas inteligentes.** Avances recientes en arreglos adaptativos de antenas o antenas inteligentes, proveen aislamiento espacial de transmisores, cancelación de interferencia y resistencia a las multitrayectorias.

### **2.9.1. Radiogoniómetro de Bellini y Tossi.**

**Watson, (1987),** menciona que evita la dificultad de tener que girar la antena. Para ello utiliza dos cuadros verticales dispuestos perpendicularmente, conectados a sendas bobinas, también perpendiculares. Dentro de ellas existe una tercera bobina que se puede girar mediante un mecanismo mecánico. Su giro equivale al giro de la antena.

### **2.9.2. Radiogoniómetro Automático de Aviación (ADF).**

**Watson, (1987),** afirma cuando se mueve la bobina del radiogoniómetro de Bellini y Tossi con un servomotor. Combina la señal de esta bobina con el dipolo para obtener el diagrama en cardiode giratorio.

### **2.9.3. Radiogoniómetro de Exploración Azimutal (All Azimut).**

**Watson, (1987)**, menciona la bobina central del radiogoniómetro de Bellini y Tossi gira con velocidad constante. Esto modula en doble banda lateral la señal incidente, estando su dirección de incidencia codificada en la fase. Un comparador de fase entre la señal DBL detectada y la frecuencia de giro de la antena produce la indicación de dirección.

Dispone tres canales idénticos: uno para el dipolo y los otros para dos cuadros perpendiculares. Los canales producen una señal detectada que se aplica a un tubo de rayos catódicos, de la siguiente forma: los canales de las bobinas se conectan a las placas de deflexión, una bobina a las horizontales y la otra a las verticales. Esto produce, ante una señal incidente, una traza en la pantalla del TRC orientada en la dirección de incidencia de la señal. El canal del dipolo se conecta al eje Z, de modo que borra media traza, dejando solamente la parte que apunta al emisor de la señal.

#### **2.9.4. Operación.**

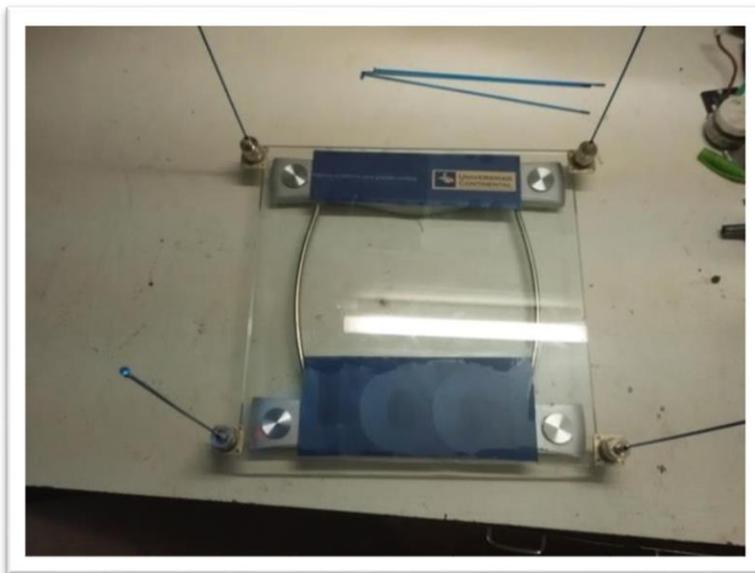
**Watson, (1987)**, Radio Direction Finding (la dirección en que las ondas se propagan) funciona mediante la comparación de la intensidad de la señal de una antena direccional apuntando en diferentes direcciones. Al principio, este sistema fue utilizado por la tierra y los operadores de radio marítimos, utilizando una antena giratoria sencilla ligada a un indicador de nivel. Este sistema fue adoptado más adelante para ambos buques y aeronaves, y fue ampliamente utilizado en los años 1930 y 1940. En los aviones antes de la Segunda Guerra Mundial, las antenas RDF son fáciles de identificar ya que los bucles circulares montados por encima o por debajo del fuselaje. Posteriormente diseños de antena de bucle se encerraron en un carenado aerodinámico, con forma de lágrima. En los buques y pequeños barcos, los receptores de RDF utilizan primero las grandes antenas de lazo de metal, similares a las aeronaves, pero generalmente montados encima de un receptor portátil con batería. En uso el operador RDF sería primero sintonizar el receptor a la frecuencia correcta, a continuación, girar manualmente el bucle, ya sea escuchando o viendo un metro S para determinar la dirección de la hipótesis nula de una onda larga o emisión faro onda media o la estación. Este nula fue simétrica, y por lo tanto identifica tanto el grado correcto partida marcado en la

brújula de la radio se levantó, así como su opuesto 180 grados. Dado que esta información proporciona una línea de base de la estación a la nave o aeronave, el navegador sigue siendo necesario saber de antemano si estaba al este o al oeste de la estación con el fin de evitar trazar un curso de 180 grados en la dirección equivocada. Al tomar rodamientos a dos o más estaciones de radiodifusión y el trazado de los cojinetes se cruzan, el navegante pudo localizar la posición relativa de la nave o aeronave. Más tarde, los conjuntos de RDF estaban equipados con antenas de ferrita loopstick giratorios, lo que hizo los conjuntos más portátil y menos voluminoso. Algunos fueron más tarde parcialmente automatizados por medio de una antena motorizada. Un avance clave fue la introducción de un látigo vertical secundario o antena "sentido" que fundamenta la orientación correcta y permitió que el navegador para evitar trazar un rodamiento 180 grados frente a la partida actual. Después de la Segunda Guerra Mundial, muchas pequeñas y grandes empresas de fabricación de equipos de radiogoniometría para los marinos, incluyendo Apelco, Guía del Aqua, Bendix, Gladding, Ray Jefferson, Raytheon y Sperry. Por la década de 1960, muchos de estos radios se hicieron realidad por los fabricantes de productos electrónicos japoneses, tales como Panasonic, Fuji Onkyo y Kodan Electronics Co., Ltd. En equipo de la aeronave, Bendix y Sperry-Rand fueron dos de los fabricantes más grandes de radios y RDF instrumentos de navegación.



*Figura 9. Antena adcock móvil para RDF (4 bandas de cobertura entre 20).*

*Fuente: Tomado de Watson, (1987), "Radio direction finding systems, Doppler Systems Inc., 56.pp".*



*Figura 10. Diseño de nuestra antena adcock móvil para 2 bandas en vhf-uhf frecuencias 158.650mhz y 158.600 para nuestro proyecto de localización.*

*Fuente: Elaboracion Propia*

Un sistema de antenas adcock se vuelve más práctico al emplearse en radiolocalización de frecuencias altas; esto es frecuencias desde los 50 MHz en adelante, donde su reducido tamaño le da la característica de portabilidad, haciéndolo más fácil de manipular. Actualmente existe una amplia variedad de antenas adcock de tipo portátil, éstas pueden acoplarse para trabajar en diferentes bandas de cobertura de acuerdo a las necesidades

de la estación receptora, barriendo frecuencias que van desde los 20 MHz hasta los 1600 MHz.

El sistema adcock es un arreglo de este tipo de antenas (generalmente mono polos o dipolos verticales), constitutivos de un sistema fijo de cuatro elementos que alimenta un goniómetro conectado a la entrada del receptor, o agrupados en pares de elementos giratorios.



*Figura 11. Antena terminada*

*Fuente: Elaboracion Propia*



*Figura 12. Antena de prueba conectada en nuestra móvil*

*Fuente: Elaboracion Propia*

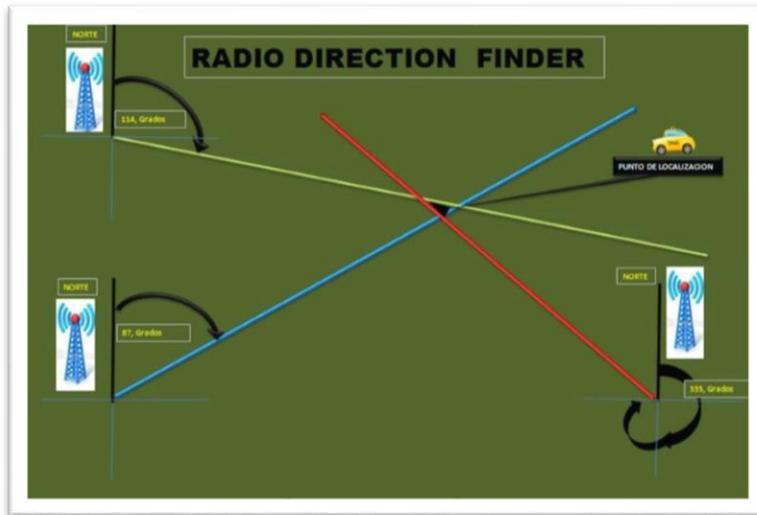


Figura 13. Triangulación con Radiogoniómetro.

Fuente: Elaboracion Propia.

#### 2.9.5. Monitoreo y Localización de Vehículo (nuestro proyecto).

**Elaboración de tesis,(2018)**,mencionaremos el sistema que se va a utilizar para conocer la ubicación por triangulación de tres puntos, dentro del perímetro asignado con las unidades móviles propiamente equipadas por radios Motorola que ya están instaladas en las unidades de las distintas empresas de radio-taxi de Huancayo, se va implementar la técnica por ángulo de llegada, con el radiogoniómetro mediante el cual se llevara por una interfaz al software con un mapa digital en una computadora, donde se puede localizar un vehículo que se encuentra en nuestra ciudad.

#### 2.9.6. Comunicación de una Empresa de Radiocomunicaciones.

Una empresa dedicada a proveer los servicios de radiocomunicación, en el sector privada y público. Para ello tiene varias frecuencias asignadas para su explotación privada y comunal, en el rango de VHF y UHF, que son utilizadas para la comunicación en la provincia de Huancayo, con los distritos: Tambo y Chilca debido a su experiencia y años en el mercado. Los servicios de la empresa, para implementar un sistema de radiocomunicación de tipo privado, para la comunicación de voz en la ciudad de Huancayo y sus alrededores.

La unidad móvil con radio instalada va a recorrer dentro de la ciudad de

Huancayo, en el distrito de Chilca.

**Orr, (1959)**, Cumpliendo la función de transmitir toda la información que llega a los puntos de triangulación. Está conformada por: receptor y transmisor, con equipos de comunicación, cuya función es obtener una señal en una frecuencia de recepción (Rx) y enviarla por otra frecuencia de transmisión (Tx), para ello utiliza una antena como elemento transductor, encargada de emitir y recibir señales de RF, la conexión entre estos dos elementos lo realiza mediante un duplexor, que consiste de cavidades resonantes, que por medio de un puente LC, se puede ajustar a la frecuencia de trabajo, básicamente es un filtro encargado de separar las frecuencias de transmisión y recepción, de tal forma que se utilice una sola antena en la estación de repetidora. La estación es instalada para la empresas de taxis consta de: una antena de 8 dipolos, que posee una ganancia de 3db, cuya función es: receptar y enviar la señal de radio, la misma que se conecta hacia el duplexor utilizando un cable coaxial, que permita disminuir las pérdidas del sistema. El repetidor se conecta a las respectivas cavidades del duplexor, esto es transmisión (pasa bajos, frecuencia baja) y recepción (pasa altos, frecuencia alta), utilizando dos cables coaxiales cortadas a la frecuencia respectiva para su correcto acoplamiento. Después de instalar la estación de repetición, se instaló la central de radio, para ello se utilizó un radio Motorola PRO5100, 1 antena de 8 dipolos, 1 fuente de polarización de 20 Amp a 13.8v y un Kit de cable coaxial RG-8 sistema, se programó de la siguiente manera: frecuencia de Recepción, frecuencia baja y la frecuencia de transmisión, frecuencia alta; respetando el ancho de banda (12.5 MHz). Luego de instalar la estación de repetidora y la radio base se instaló los radios de comunicación móvil en cada unidad. Además de programar las frecuencias de transmisión y recepción, a cada unidad se designó y programó un número de unidad, que se visualizará en la pantalla del radio de la central, para su identificación.

Sin embargo, aunque los radios son instalados en lugares estratégicos, estos son sustraídos fácilmente y utilizados en forma inadecuada, creando desconfianza en los

usuarios, razón por la cual se pide mejorar o proveer una mejor seguridad para evitar la sustracción del equipo. Por esta razón, el sistema de Radiocomunicaciones decidió dar una solución a este problema, utilizando las características del radio móvil Motorola, resolvió construir un módulo de control del radio, que mejore su seguridad.

## **2.10. Radiocomunicación**

**Baúl, (2012)**, la comunicación VHF es un medio de transmisión de la información trascendental para la empresa, debido a que constituye un sistema de respaldo de los otros medios de comunicación como son microonda y telefonía; ya que es independiente de los mismos. La implementación empieza con una base central, que lo integra una radio base: Según la investigación las más usadas son: radio base Motorola m120, m50, vertex Radius, m130, em 200, em400. p 5100 Yaesu, 2550, etc, fuente de alimentación de 12voltios dc (corriente continua), de 30A (amperios), una antena base puede ser Ringo, dipolo, o de fibra de vidrio, antena yagui. Una torre de 5 cuerpos (15 metros), 10 cuerpos, (30 metros). Según sea su ubicación en el plano de la tierra. Es una radio móvil con avanzada arquitectura que ofrece una señal clara, aun en condiciones climáticas desfavorables.

### **2.10.1. Programación Básica Radio Motorola**

**MOTOROLA revista publicada, (1980)** Para programar un equipo convencional Motorola necesitamos RIB; unidad de comunicación (Interfaz) permite comunicarse con software de programación entre PC y radio, para ello utiliza la comunicación serial RS-232, en donde se tiene un conector DB-9 hacia el computador y DB-15 hacia el RIB. De acuerdo al modelo de radio Motorola a programar, utilizamos varios cables de programación, para nuestro caso utilizamos el cable de programación

Motorola para móviles, que es un conector RJ45 hacia el radio y DB-25 hacia el RIB que, en conjunto con el RIB, conforman el interfaz de comunicación.

Además, necesitamos el software de programación de cliente (CPS), instalado en un computador, con sistema operativo: Windows 95/98/2000 o XP, software proporcionado.

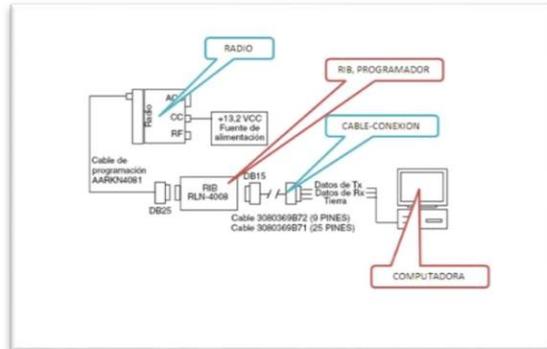


Figura 14. Diagrama de Interfaz.

Fuente: Elaboracion Propia



Figura 15. Pc, Interfaz, Radio, Antena, Radiogoniómetro.

Fuente: Elaboracion Propia.



Figura 16. Rib Software de Programación.

Fuente: Motorola Manual Básico ,2009.

Además, necesitamos el software de programación de cliente (CPS), instalado en una computadora, con sistema operativo: Windows 95/98/2000 o XP, software

proporcionado por MOTOROLA. Una vez instalado el CPS y conectado la interfaz de comunicación, encendemos el radio y procedemos a abrir el programa. Para ingresar al software, lo realizaremos desde la barra de inicio de Windows, en todos los programas ubicamos la carpeta denominada Motorola. En esta carpeta se halla una subcarpeta denominada Profesional Radio y dentro de esta se halla la aplicación: Profesional radio CPS R06.02.05, que nos indica la versión del software, en donde ingresamos al software del radio.

**Motorola, (2009)**, la programación que se indica en el presente texto, corresponde al radio Profesional, por esta razón, sea en banda VHF o UHF, los equipos poseen las mismas características de programación, su diferencia se encuentra en el modelo de radio, debido a que entre uno y otro poseen características opcionales. Para el radio EM, la programación es similar, su cambio se ve afectado en el software, que utiliza el programa: comerciales series. Una vez ingresado en el software del equipo, se muestra la pantalla de la figura [19], en ella se encuentra una barra de herramientas, en donde podemos realizar: lectura/escritura de datos, guardar el CPS, abrir, cortar, copiar, imprimir y ayuda. Leemos los datos iniciales del radio, para ello iniciamos con un clic izquierdo en READ e inmediatamente se cargarán los datos del radio al computador, apareciendo una pantalla como la mostrada en la figura [17]. En la que podemos destacar: Información del radio: Modelo, serie, Firmware Versión del Codeplug Datos de programación: Fecha y hora de la primera y última programación realizada en el equipo. Rango de Frecuencias, Potencia del equipo. Configuración del radio: En donde podemos programar: potencia, pines de accesorios, tipo de señal de audio, clave de ingreso al software, otros. Controles y Menús: Dependiendo del modelo del equipo podemos: Programar botones para realizar llamadas selectivas, botón de emergencia, otras. Canal de frecuencia (Convencional Personality) Señalización que envía o recibe el equipo, Programación de Llamadas Selectivas, Listas de Monitoreo (Scan), Zona de asignación.

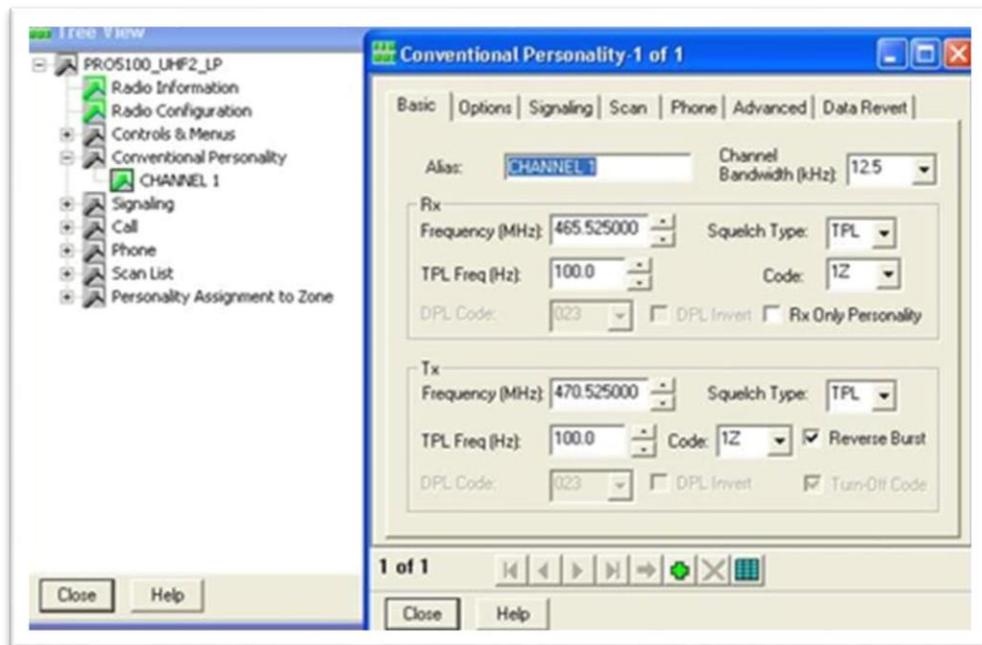


Figura 17. Captura de pantalla de programación de frecuencia.  
Fuente: Software Motorola, Básico.

Los micros controladores PIC poseen una arquitectura tipo Harvard. Su principal característica se basa en que posee dos memorias independientes, una para instrucciones y otra para datos, las mismas que poseen su propio sistema de buses; por lo que la CPU puede acceder simultáneamente a las dos memorias. Esto agiliza el proceso de lectura y escritura, lo que permite adecuar el tamaño de las palabras y de los buses a los requisitos de las instrucciones y datos.

#### Técnicas de Localización

- a).-Tiempo de llegada (TOA Time of Arrival)
- b).-Intensidad de la señal recibida
- C.-Ángulo de llegada (AOA Angle of Arrival)
- d).-Diferencia de tiempo de llegada (TDOA Time Difference of Arrival)

#### 2.10.2. Tiempo de llegada (TOA Time of Arrival)

**Orr, (1959)** por definición el tiempo de llegada (TOA) es el tiempo que tarda una señal en llegar al transmisor al receptor. Existe una relación lineal entre el tiempo de propagación y la distancia recorrida.

$$R_i = c \cdot \Delta t_i$$

Donde  $R_i$  es la distancia entre transmisor y receptor  $c$ , es la velocidad de la luz en el vacío y  $t_i$ , es la diferencia entre el tiempo de emisión y el tiempo de llegada del pulso. Se necesitan como mínimo tres estaciones base para posicionar al usuario, ya que para una estación base se obtendrá una circunferencia de posicionamiento con radio  $R_i$ , para la estación  $i$ . Con dos, obtendremos dos posibles puntos de posicionamiento y con tres se obtendrá la posición del usuario con la intersección de las tres circunferencias.

### **2.10.3. Ángulo de llegada (AOA Angle of Arrival)**

**Orr, (1959)** este método estima la posición mediante la triangulación de los diferentes ángulos de llegada al receptor. Se necesitan un número elevado de antenas transmisoras para que el sistema sea preciso. Esta técnica sólo es efectiva cuando no existe multi camino, ya que esto puede provocar una angulación incorrecta del ángulo de llegada como consecuencia de las señales reflejadas.

### **2.10.4. Intensidad de la señal recibida (RSS Received Signal Strength)**

**Orr, (1959)** técnica que utiliza la potencia de una señal recibida, para estimar la distancia entre receptor y transmisor. La relación entre la distancia y la potencia recibida no es muy clara, ya que la señal tiene muchas variaciones debido a efectos como es la difracción, reflexión o dispersión. Más adelante se intentará estimar una relación matemática que se adecue a los objetivos de este proyecto.

### **2.10.5. Marco Conceptual**

a) Triangulación.- **Rábano, (1940,1970)**, consiste en averiguar el ángulo de cada una de las tres señales respecto al punto de medición. Conocidos los tres ángulos se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene las posiciones absolutas o coordenadas reales del punto de medición.

- b) Sistema AVL.- (localización automática de vehículos)
- c) Interfaz.-En electrónica, telecomunicaciones y hardware, una interfaz es Rábano, (1940,1970), según el puerto (circuito físico) a través del que se envían o reciben señales desde un sistema o subsistemas hacia otros.
- d) Tiempo.- Rábano,(1940,1970), para medir el tiempo de viaje de estas señales, el GPS necesita un control muy estricto del tiempo y lo logra empleando un tiempo muy preciso, que es clave para medir la distancia a los satélites.
- e) Posición.- **Rábano, (1940,1970)**, además de la distancia, el GPS necesita conocer exactamente donde se encuentran los satélites en el espacio. Orbitas de mucha altura y cuidadoso monitoreo, le permiten hacerlo.
- f) Corrección.- Rábano, (1940,1970), finalmente el GPS debe corregir cualquier demora en el tiempo de viaje de la señal que esta pueda sufrir mientras atraviesa la atmósfera.
- g) Latitud y longitud.- Rábano, (1940,1970), para localizar un punto sobre la superficie de la Tierra y trasladarlo en un mapa o carta para localizar un punto sobre la superficie de la Tierra y trasladarlo en un mapa o carta náutica, es necesario conocer primero las coordenadas donde se encuentra ubicado ese punto, es decir, la latitud y la longitud.
- h) Conocer el valor de las coordenadas es imprescindible para poder ubicar la posición de automóviles náutica, es necesario conocer primero las coordenadas donde se encuentra ubicado ese punto, es decir, la latitud y la longitud. Conocer el valor de las coordenadas es imprescindible para poder ubicar la posición de automóviles.
- i) AOA Angle of Arrival. - Rábano, (1940,1970), Ángulo de llegada.
- j) RSS Received Signal Strength. - Rábano, (1940,1970), Intensidad de la señal recibida.
- k) TOA Time of Arrival. - Rábano, (1940,1970), tiempo de llegada.
- l) TDOA Time Difference of Arrival. Rábano, (1940,1970), diferencia de tiempo de llegada.
- m) RIB Interface interfaz de programación de radios transceptores.
- n) El protocolo AX.25 de nivel 2, es empleado habitualmente en las comunicaciones de datos

en la banda VHF.

- o) Sistema de Radiocomunicación, permite transmitir un mensaje desde un punto llamado fuente o emisor y otro conocido como receptor, normalmente se requiere que la comunicación sea bidireccional.
- p) Estructura básica de un sistema de comunicación Radiocomunicaciones, CCIR, (1988) "Un sistema de comunicación está formado por tres componentes, el transmisor, el canal de transmisión y el receptor.
- q) PLRS sistemas de reporte de posición y localización.
- r) Eeprom memoria, de solo lectura programable y borrable eléctricamente.
- s) Driver Software, que hace de interfaz entre un dispositivo físico y un sistema operativo.
- t) Radio Motorola, Radiocomunicaciones, CCIR, (1988) "Equipo de comunicación de dos vías que permite una comunicación de voz en modo half dúplex.
- u) Radiolocalización y Radiovegacion Radiocomunicaciones, CCIR, (1988) "Es la aplicación de frecuencias de la radio para determinar una posición en la tierra.
- v) Interface RS232 Radiocomunicaciones, CCIR,(1988) "El nombre oficial del estándar es EIA/TIA-232-E y es un estándar completo, puesto que no sólo especifica los niveles de voltaje y señal, sino que además especifica la configuración de pines de los conectores y una cantidad mínima de información de control entre equipos.
- w) Baliz Radiocomunicaciones, CCIR, (1988) "Es un objeto señalizador, utilizado para indicar un lugar geográfico o una situación de peligro potencial. En topografía, el verbo balizar es usado para referirse a la acción de ubicar un sitio en relación a otros, fácilmente ubicables, que aseguran el poder encontrarlo posteriormente.
- x) Nodo Radiocomunicaciones, CCIR, (1988) "Es un punto de intersección, conexión o unión de varios elementos que confluyen en el mismo lugar. Ahora bien, dentro de la informática la palabra nodo puede referirse a conceptos diferentes según el ámbito en el que nos movamos.

y) Nodo Móvil Radiocomunicaciones, CCIR, (1988) "Es una estación de transmisión libre, una infraestructura de telecomunicación inalámbrica.

z) Nodo fijo Radiocomunicaciones, CCIR, (1988) "Es una estación de transmisión fija base para radiocomunicación.

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **3.1. Método, Tipo y Nivel de la Investigación**

##### **3.1.1. Metodología**

El objetivo es implementar un sistema de radiocomunicaciones como alternativa al sistema de localización satelital en el monitoreo de unidades móviles de empresas de taxi, que conforman el problema de radiolocalización en nuestra ciudad. Para llevarlo a cabo, se ha dividido la misma en los siguientes bloques, muy relacionados entre sí: en primer lugar, se ha propuesto un procedimiento de pruebas del uso de radios transceptores que lo conforman las empresas que, además de representar una contribución por sí misma, forma parte de la base metodológica utilizada en los siguientes bloques; en segundo lugar, se ha realizado un estudio en profundidad sobre las características, la señal transmitida y el proceso con elementos necesarios su adquisición, eligiendo (AOA Angle of Arrival).

Angulo de llegada, adecuados para la solución del problema de localización.

Dadas las altas prestaciones que se han demostrado el funcionamiento sobre el equipo Radiogoniómetro, en multitud de aplicaciones y sus buenas propiedades de generalización. Así mismo el diseño de nuestra interfaz para llevar los datos recibidos a la computadora a través de un software. Como se puede deducir de esta secuencia de bloques, la metodología de esta tesis tiene una aproximación incremental, ya que para la realización de cada bloque es necesaria la información.

También se utilizó, la técnica por triangulación y radiocomunicación, de los bloques considerados es de una naturaleza muy diferente a los otros dos, necesariamente las metodologías de trabajo también lo son. Sin embargo, en todos los casos se ha tratado de sistematizar los procedimientos seguidos de forma que los resultados obtenidos en todos ellos sean generalizables y sirvan para entender los mecanismos subyacentes a los problemas descritos. Este procedimiento común representa en la Figura 21 y se basa en cuatro fases:

- Revisión bibliográfica, cuyo fin es el aprendizaje es para la resolución de cada problema considerado y el estudio de las carencias existentes en los trabajos revisados.
- Elaboración de experimentos previos, extrayendo las conclusiones necesarias de dichos experimentos realizados sobre un conjunto de datos propios, registrados con un procedimiento común a todos los bloques.
- Propuesta teórica de la solución considerada, que representa el núcleo de la portación realizada en cada bloque.
- Validación de la solución propuesta, mediante señales recibidas por el receptor Radiogoniómetro, interfaz y computador, sobre el conjunto de datos tomados experimentalmente, comparando la solución propuesta por las presentadas con anterioridad en la literatura científica.

De esta metodología común cabe destacar tres elementos. Por un lado, el procedimiento de adquisición de datos experimentales, que en esencia es la recopilación de medidas de señal recibida en un conjunto de puntos de la zona experimental, llevada a cabo con los diferentes dispositivos utilizados a lo largo de esta tesis. En concreto, se han realizado conjuntos completos de medidas sobre 20 localizaciones, sobre una rejilla uniforme de 13 metros de separación entre sus puntos, situados, un número variable de medidas con un intervalo de muestreo también variable, seleccionando en cada caso el dispositivo de radiocomunicación con el que se realiza el experimento. Adicionalmente, también se han realizado conjuntos más pequeños de medida para experimentos concretos.

Por otro lado, es importante recalcar que los sistemas de radiolocalización son sistemas que utilizan información extraída del campo electromagnético. La gran complejidad de los efectos de dicha propagación hace imposible el planteamiento de soluciones analíticas a los problemas considerados, y así mismo hace necesario que la validación de las soluciones propuestas se realice de forma experimental sobre un conjunto de medidas limitado. Este es el motivo por el que a lo largo de esta Tesis se ha realizado un esfuerzo experimental adicional con la recolección de un gran número de medidas. Además, para superar esta limitación, se ha desarrollado una metodología estadística robusta, que es la primera aportación de esta disertación, y que permite inferir comportamientos generalizables a otros sistemas en el resto de resultados obtenidos posteriormente.

Por último, es necesario recalcar que a lo largo de los diferentes bloques se han realizado propuestas teóricas diversas, fundamentadas tanto en la teoría de estimación estadística como en la teoría de aprendizaje estadístico basado en muestras, y que representan los puntos centrales alrededor de los cuales se desarrolla el resto de elementos.

A continuación, se describe esquemáticamente la metodología particular seguida en cada

uno de los tres bloques mencionados con anterioridad.

### **Bloque 1: Propuesta del procedimiento de evaluación**

En primer lugar, se ha realizado una revisión de la bibliografía existente en esta área de investigación, extrayendo la información sobre que técnicas de evaluación y comparación de algoritmos han sido utilizadas habitualmente.

En segundo lugar, se ha propuesto una metodología de evaluación de triangulación por una serie de indicadores de calidad y un procedimiento estadístico basado en técnicas localización por ángulo de llegada. Dicho procedimiento se describe además mediante un ejemplo de aplicación sencilla.

### **Bloque 2: Análisis de la señal recibida.**

Se ha llevado a cabo un análisis del estándar de Radiocomunicaciones, con la técnica de ángulo de llegada para averiguar el procedimiento de medida realizado por el receptor Radiogoniómetro. A continuación, se ha obtenido un conjunto de medidas experimentales que se ha utilizado para calcular las características temporales y espaciales de la señal recibida, Partiendo de los resultados obtenidos en dichos experimentos, se han extraído conclusiones prácticas sobre cómo debe llevarse a cabo el procedimiento de medida. Además, en el caso del análisis de los dispositivos utilizados y de los problemas derivados, se ha propuesto un procedimiento para el procesado de las medidas tomadas que permita mejorar las prestaciones de un sistema de estas características.

Finalmente, las propuestas realizadas han sido validadas experimentalmente sobre un conjunto extenso de datos tomados con una variedad de radios transeptores.

### **Bloque 3: Propuesta de un algoritmo de localización**

Basado en la red radios de las empresas de taxis, se ha revisado la bibliografía existente en lo relacionado tanto con la interpolación no uniforme de señales como con los algoritmos utilizados para localización. Posteriormente, se ha realizado un estudio teórico en profundidad del algoritmo de localización, proponiendo mejoras relevantes a su diseño, y evaluando dichas mejoras con sencillos ejemplos sintéticos que han permitido comparar sus prestaciones con las de otros algoritmos de interpolación existentes.

Estas herramientas mejoradas han sido entonces aplicadas al problema de radiolocalización, en las empresas de taxis, para lo que ha sido necesario adaptar su implementación. Finalmente, las prestaciones obtenidas por estas técnicas de localización han sido validadas mediante resultados mostrados por capturas en el computador, utilizando para ello los datos experimentales anteriormente descritos, y comparando sus prestaciones con las de otras técnicas de localización existentes.

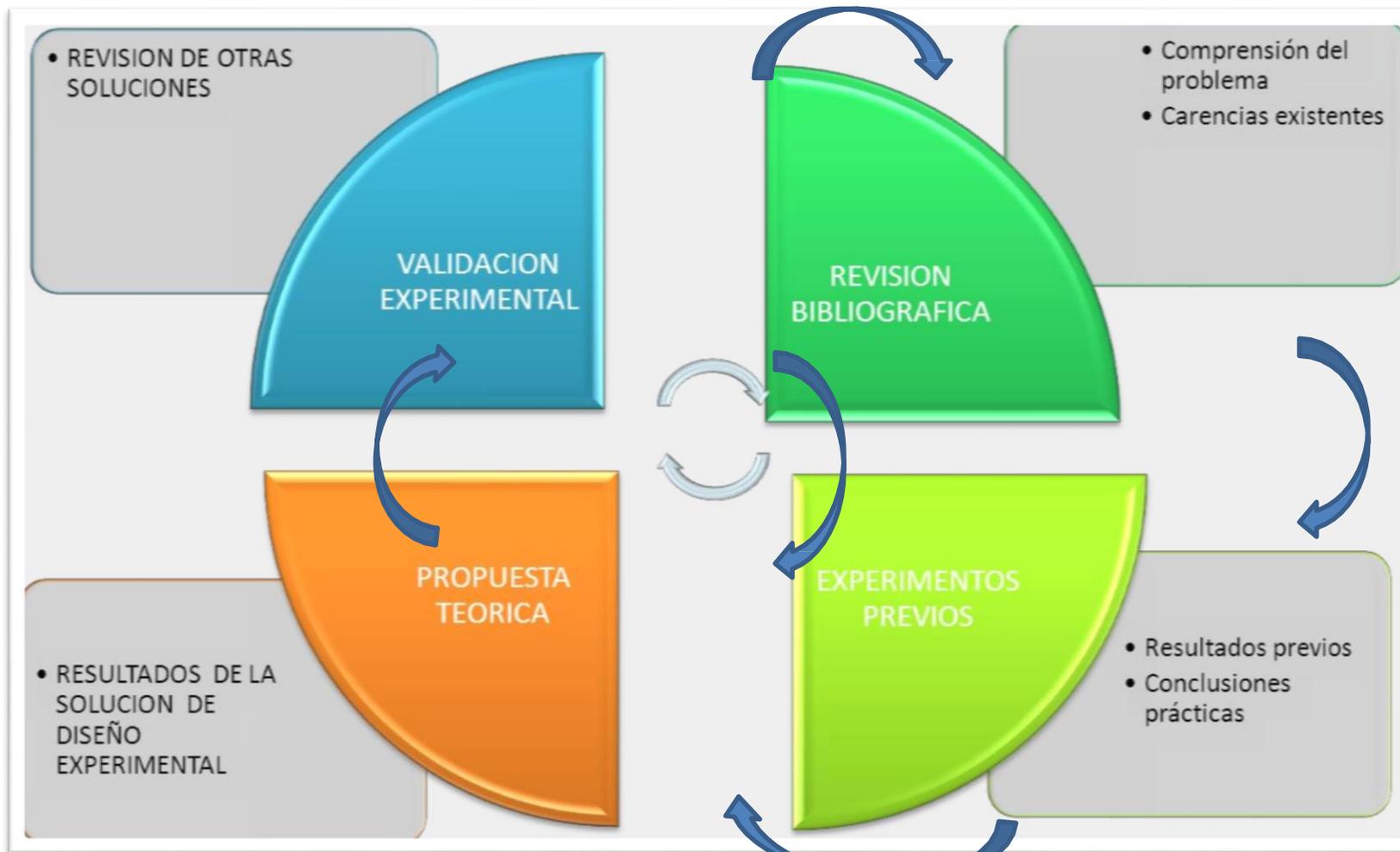


Figura 18. Diagrama de la Metodología Aplicada en Cada Bloque.

Fuente: Elaboracion Propia.

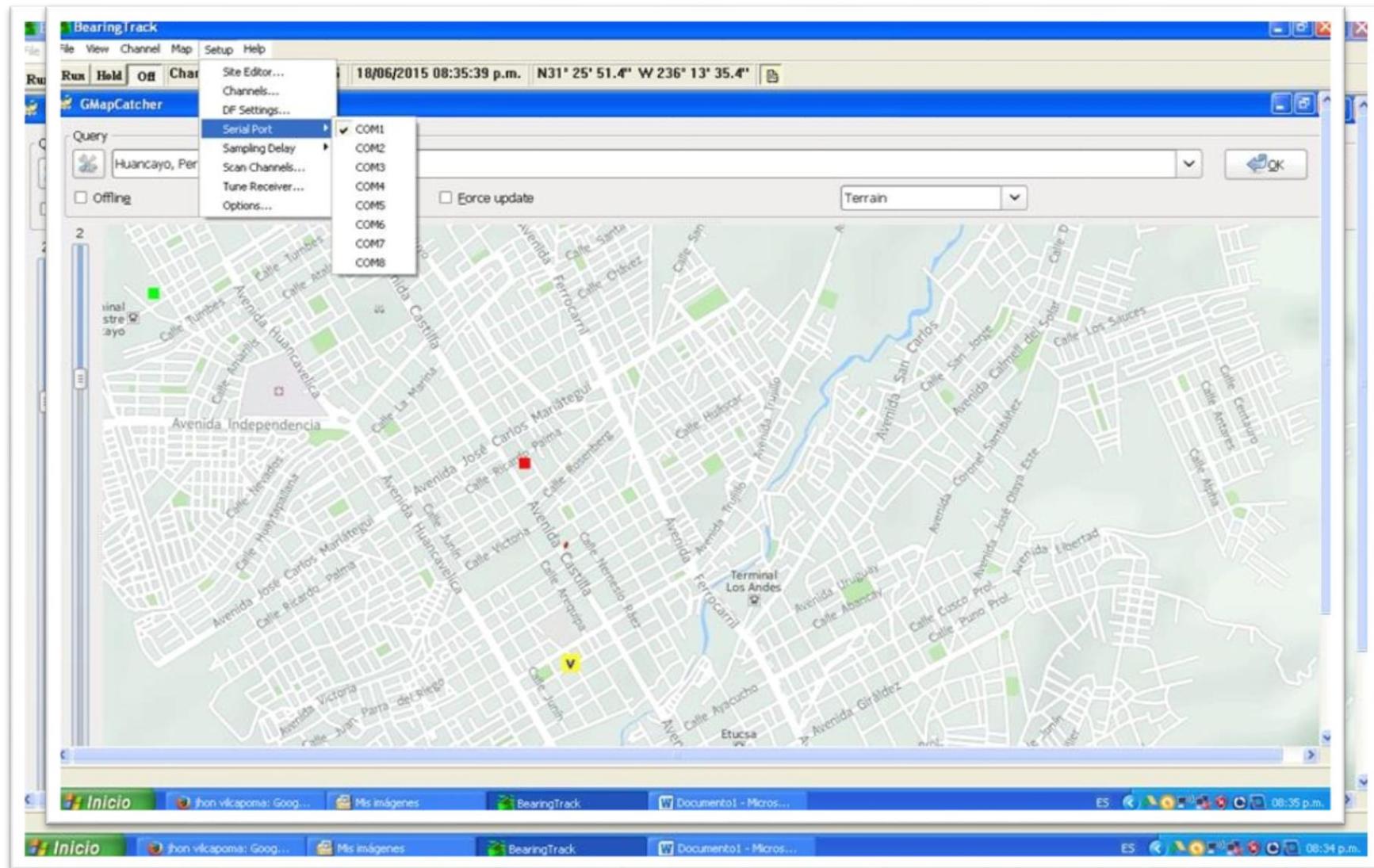


Figura 19. Captura de Pantalla Móvil y Central de Monitoreo de Nuestro Sistema.  
Fuente: Software Bearing Track.

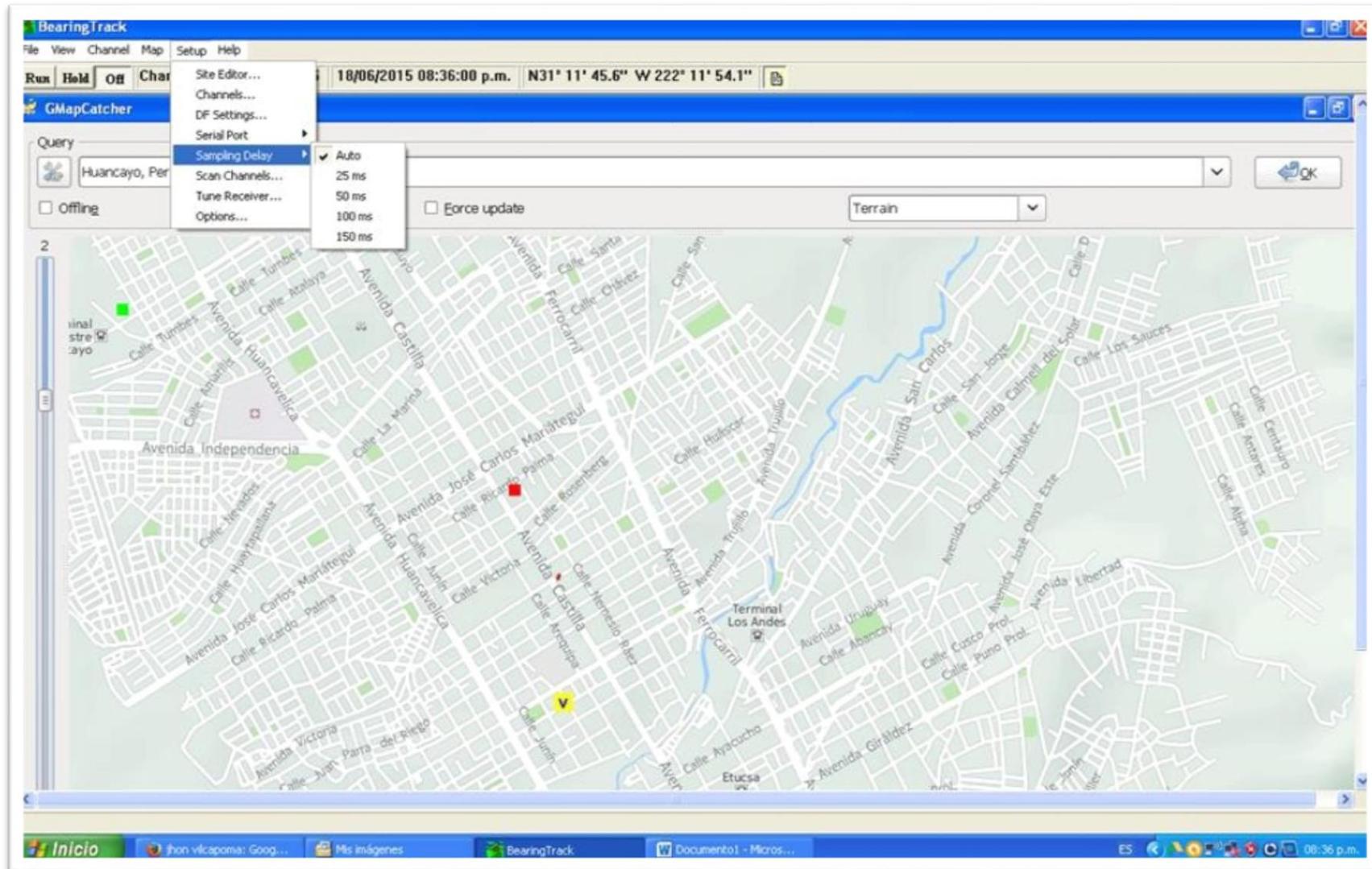


Figura 20. Captura de Pantalla de Configuración de Puerto.

Fuente: Software Bearing Track.

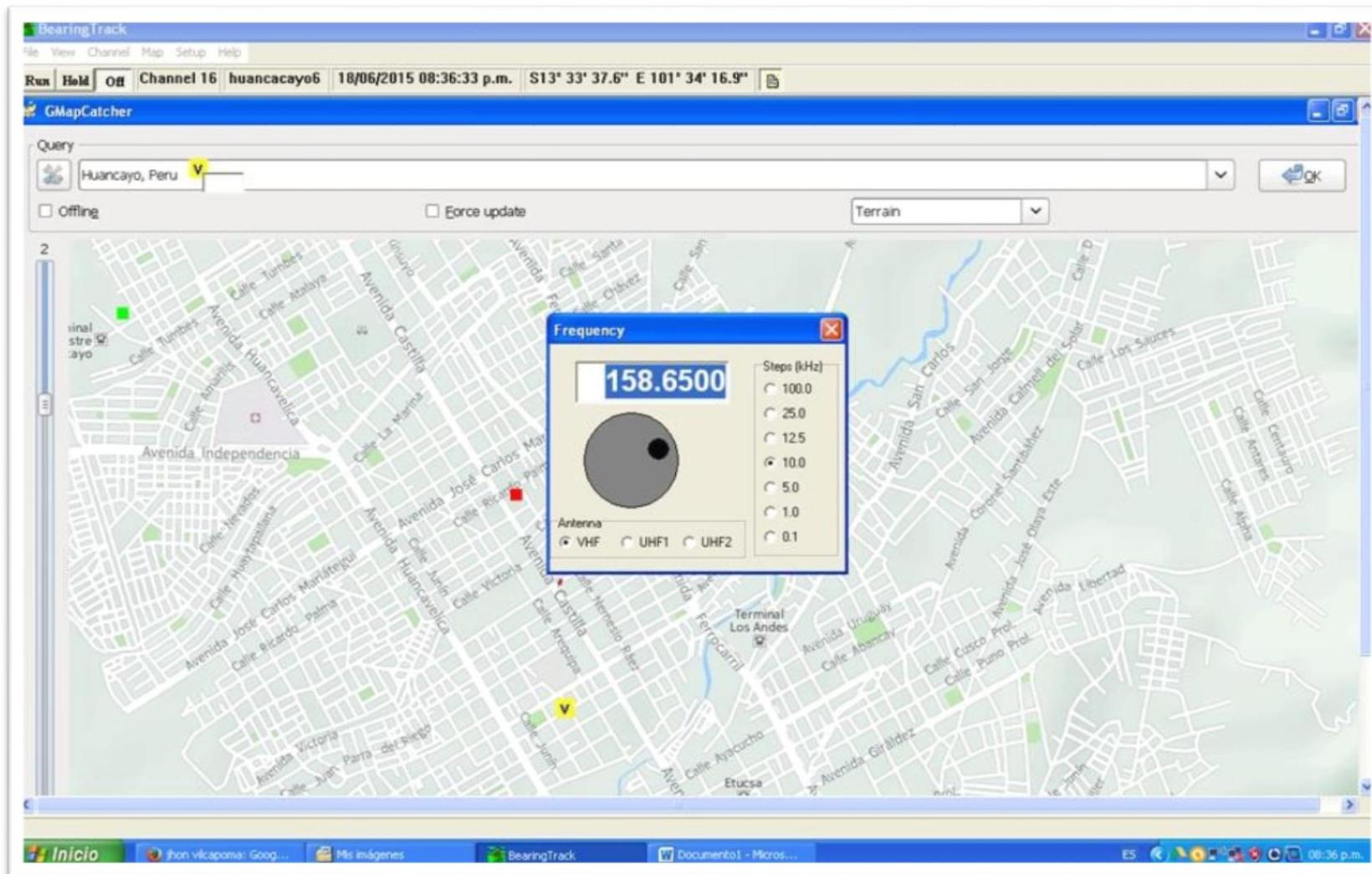


Figura 21. Captura de Pantalla de Configuración de Frecuencia de Transmisión de Comunicación.  
Fuente: Software Bearing Track.

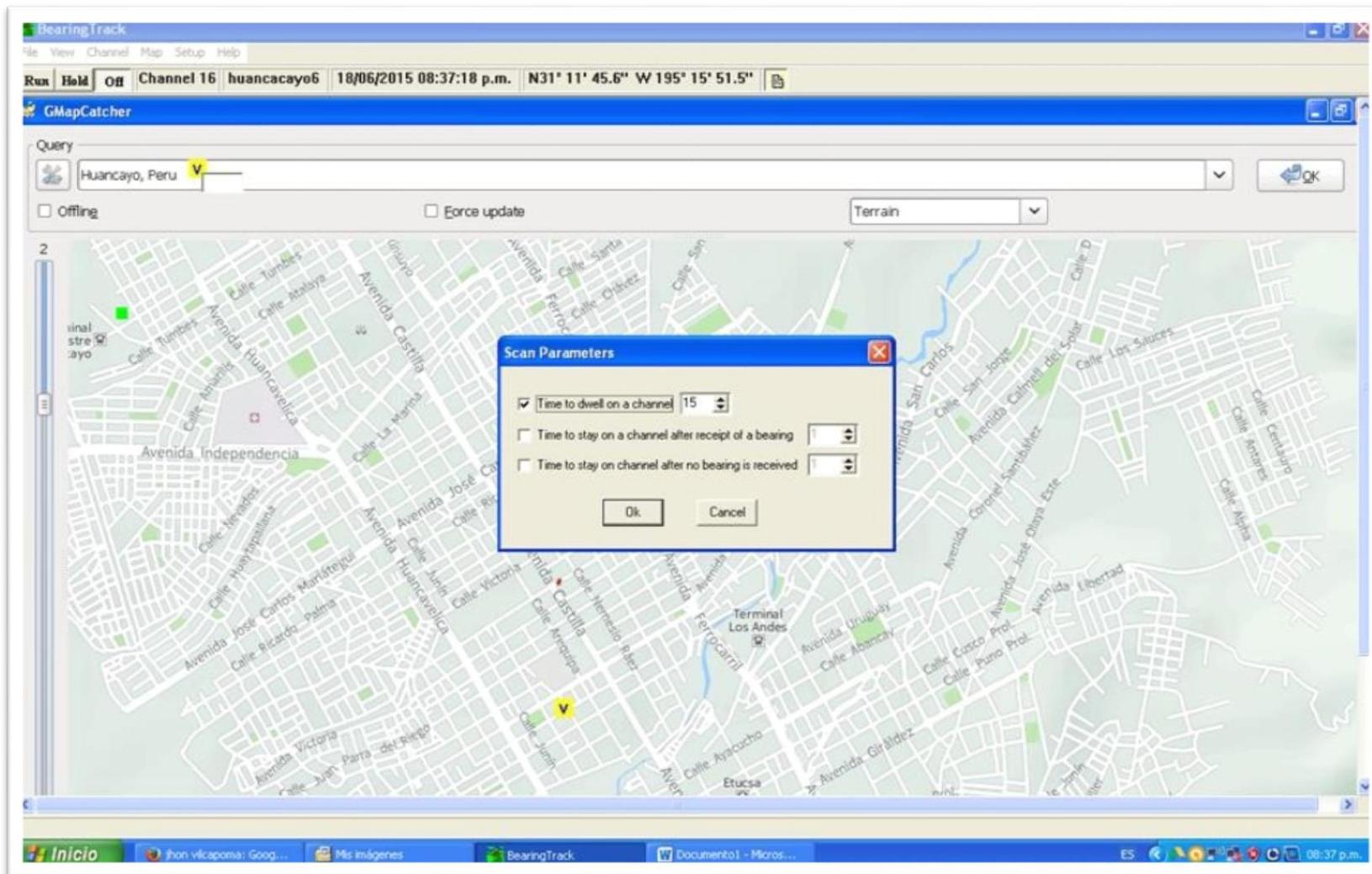


Figura 22. Captura de Pantalla de Tiempo de Intervalo.  
Fuente: Software Bearing Track.

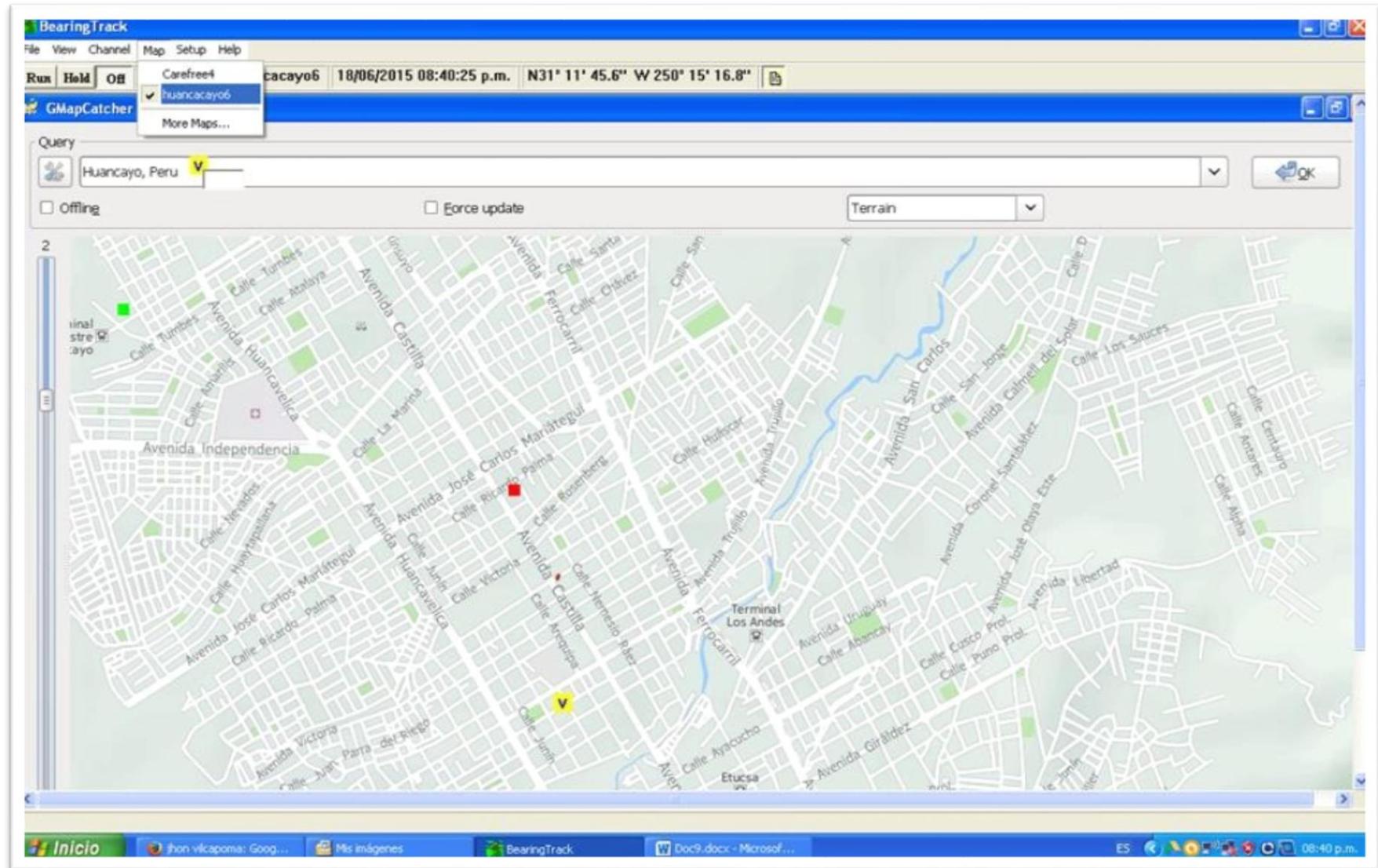


Figura 23. Captura de Pantalla de Configuración de Mapa de Nuestro Sistema.

Fuente: Software Bearing Track.

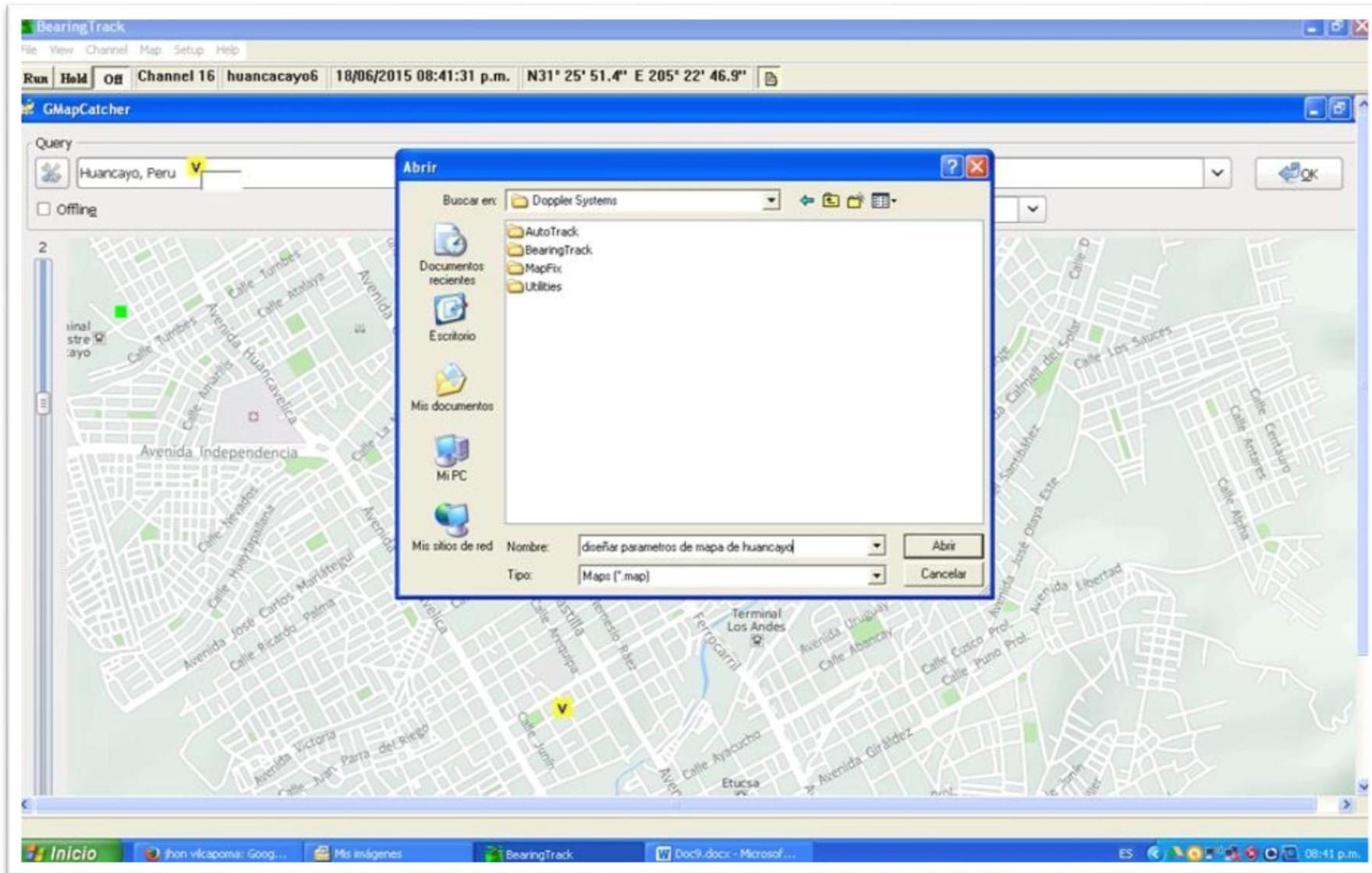


Figura 24. Captura de Pantalla de Mapa de Huancayo.  
Fuente: Software Bearing Track.

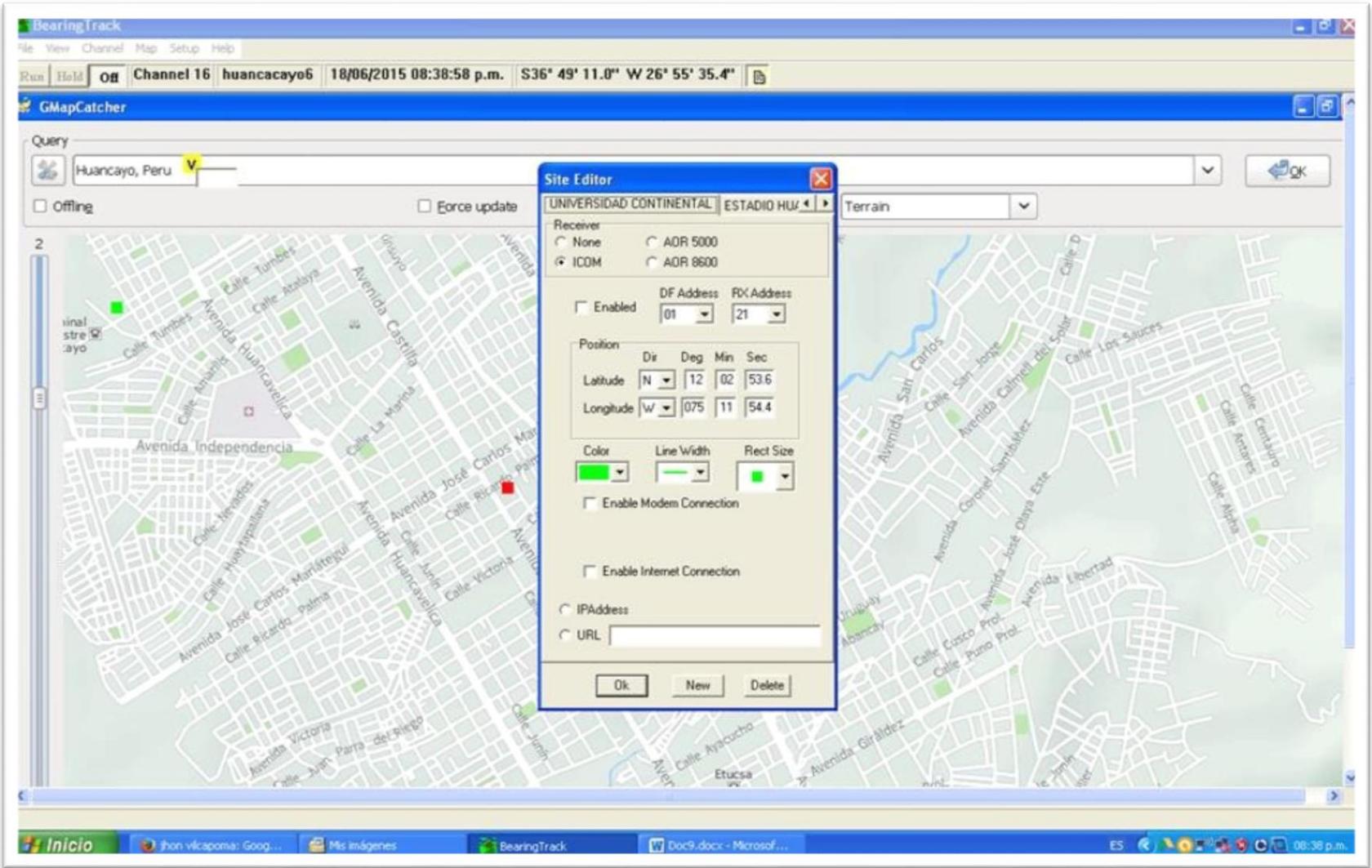


Figura 25. Captura de pantalla de localización de unos de nuestros puntos de prueba.  
Fuente: Software Bearing Track.

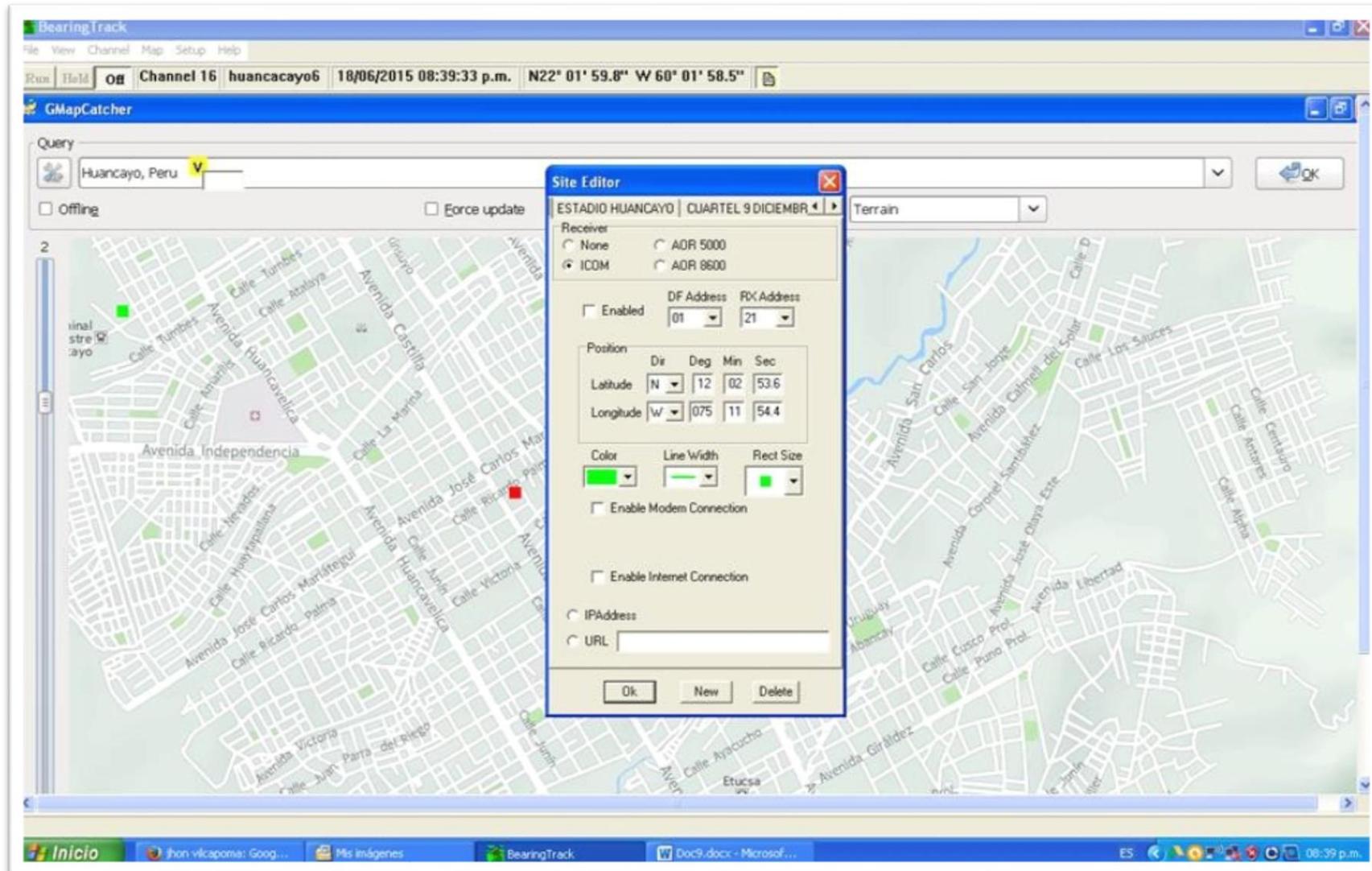


Figura 26. Captura de pantalla de punto de prueba estadio Huancayo.  
Fuente: Software Bearing Track.

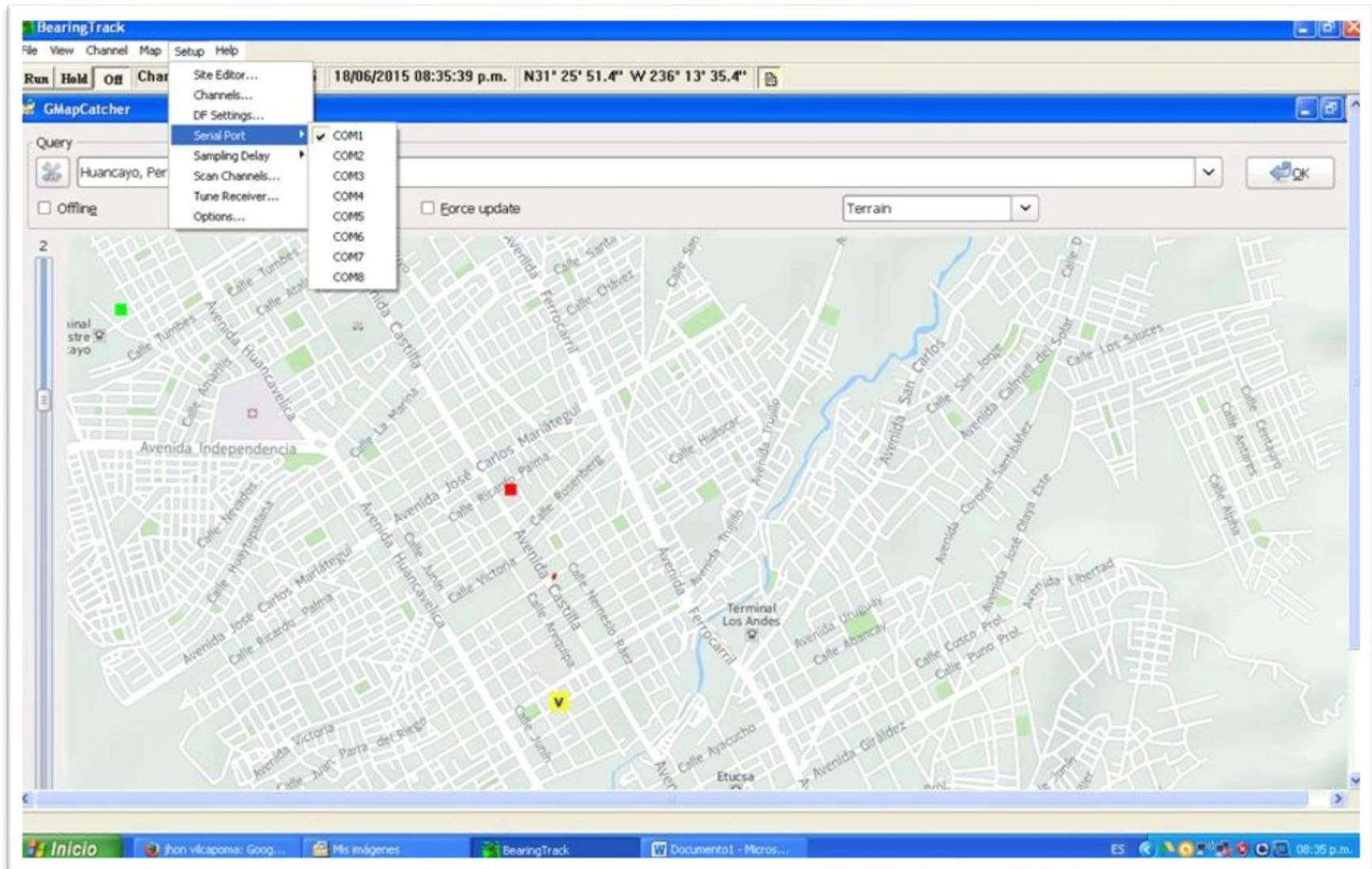


Figura 27. Configuración de los puertos com, para el software.  
Fuente: Software Bearing Track.







### 3.1.2. Técnica Utilizada.

Ángulo de llegada

### 3.1.3. Pruebas Realizadas.

Basado en el tratamiento automático de la información

### 3.1.4. Análisis.

La implementación de nuevas tecnologías, la creación de una serie de herramientas destinadas al seguimiento de unidades móviles de las empresas de taxi. La Ingeniería de telecomunicaciones y la Ingeniería Informática desarrollaron, tecnologías para optimizar el tiempo de respuesta que permiten la localización y monitoreo.

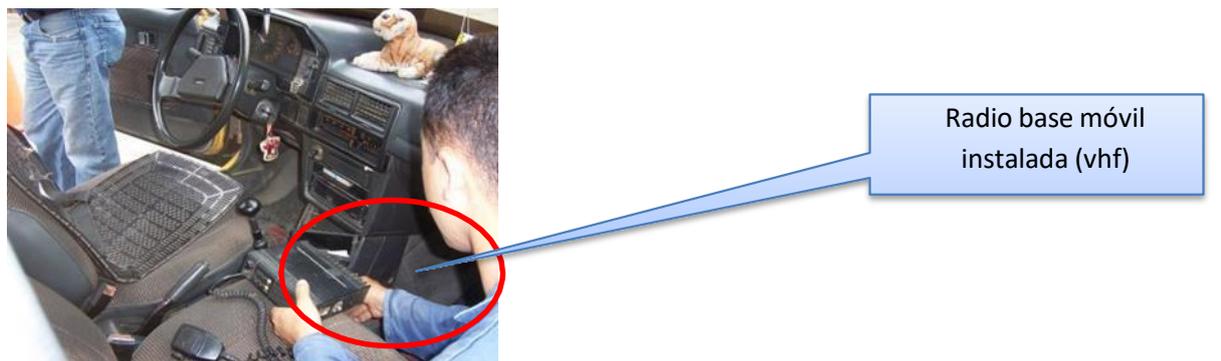


Figura 31. Radio Base instalada.

Fuente: Elaboracion Propia

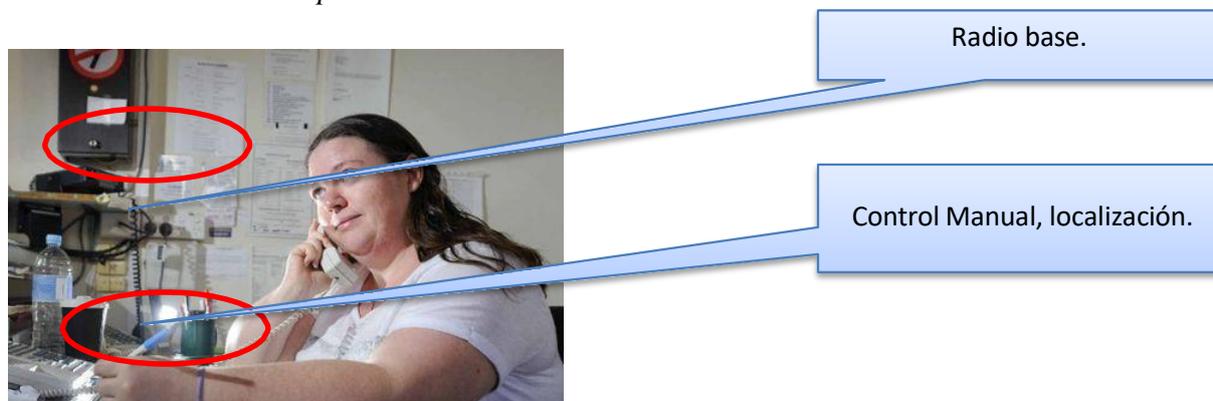


Figura 32. Operadora de una base central.

Fuente: Elaboracion Propia.



Figura 33. Unidades Móviles.

Fuente: Unidades móviles empresa Jac

La red de radios que conforman las empresas de taxis como componentes de hardware comprende: Radio base Motorola, en banda VHF o UHF de 45 watts, estos componentes están ubicados en las diferentes unidades móviles de las empresas de taxis. Una central o base central.

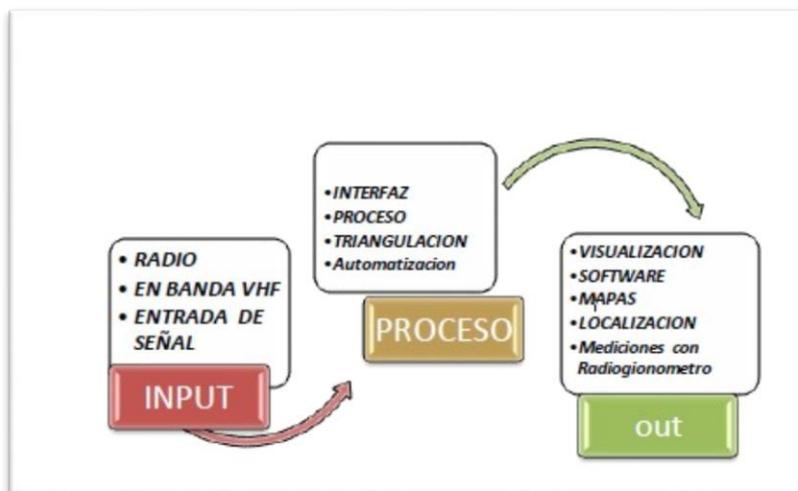


Figura 34. Proceso de Solución.

Fuente: Elaboracion Propia.

### 3.2.Diseño

#### 3.2.1. Requerimientos Funcionales.

Definen el comportamiento del sistema. Describen las tareas que el sistema debe realizar.

➤ Actores del sistema:

Empresa de taxi, unidad móvil, conductor, operador de central de monitoreo, cliente, alcance, zonas, distritos, colisión de datos e identificación por cada unidad móvil.

### **3.2.2. Requerimientos no Funcionales.**

Definen aspectos que, sin ser funcionales, desarrollan tareas que el sistema debe realizar.

Tiempo de respuesta, nuestro sistema es de aproximadamente dos segundos, el tiempo suficiente para ubicar al vehículo con precisión y actuar rápidamente ante un peligro, además se puede recurrir a la comunicación por voz.

La usabilidad del sistema es tan fácil, su mantenimiento no es nada complejo por ser un sistema no complicado.

### **3.2.3. Requerimientos Generales.**

Cobertura, alta disponibilidad, Confiabilidad, Localización, Tiempo real, Efectividad de uso.

### **3.2.4. Solución**

Se realizó con el objetivo de medir el desempeño del sistema de radiocomunicación, en el seguimiento y rastreo de las unidades móviles de las empresas de taxi.

### **3.2.5. Evaluar la viabilidad del Sistema**

#### **3.2.5.1. Económica.-** Se realizó un análisis económico, en comparación con el sistema GPS.

En el siguiente cuadro se muestra algunas comparaciones sobre el costo, de software localizador, equipos de hardware, servicios accesorios, centro de control.

**3.2.5.2. Tecnológica.-** El sistema es viable porque ya existe una red de radios lo cual permite su implementación en las unidades móviles de las empresas de taxis.

En la siguiente Tabla mostramos el costo del proyecto para implementar una central de una empresa de taxi.

Tabla: 2 Costo del Proyecto

Software Localizador	S/.5,000.00	S/.800.00
Equipos de Hardware	S/.35,000.00	S/ 5,000.00
Servicios x mes o anual	S/.600.00	MANTENIMIENTO S/ 500.00 anual
Accesorios	S/1,500.00	-----
Centros de control	S/80,000.00	S/ 38,000.00

*Fuente: Elaboracion Propia*

## Diseño

- Área de cobertura: Provincia de Huancayo distrito de del departamento de Junín.
- Tiempo de actualización: Aproximadamente 60 unidades móviles/minuto.
- Error de posición: de 13 metros.
- Monitoreo del sistema: Vía centro de control de radiocomunicación.
- Ubicación: Para la triangulación se determinó tres puntos dentro de la ciudad de Huancayo en tres distritos.

Los lugares escogidos fueron seleccionados tras una evaluación de altura y cobertura.

- a) Primer punto principal, cerrito de la libertad (curva donde se ubicaba la avioneta del cerrito Huancayo), localización: coordenadas S:12°05.680'  
W: 075° 12.210'
- b) Segundo punto principal; primer parque los Shapis Provincia de Chupaca: localización: S 12°03.572' W075° .180, se consideró por su altura geográfica.
- c) Tercer punto principal, distrito de Sapallanga Huancayo. En cada punto fijo se realizó las pruebas con el equipo Electrónico Radiogoniométricos, la unidad móvil, los equipos de radio, antenas previamente calibradas y el desarrollo del trabajo de localización: S12°06.459' W075°11.181'.
- d) Implementación de las radios de las diferentes móviles de prueba de una empresa de taxi.

- e) Reprogramación de las frecuencias de transmisión y recepción en banda VHF.
- f) Tx (frecuencia de transmisión) 158.650 MHZ –Rx (frecuencia de recepción) 158.600 MHZ.
- g) Cada punto transmitirá en la misma frecuencia.
- h) Se asignara un código de identificación alfanumérico de 2 caracteres para su identificación en la base de datos.

### **3.2.6. Elección de la Técnica de Localización**

Hay varios métodos en esta oportunidad se utilizó Ángulo de llegada. A continuación, mencionaremos algunas técnicas de recepción de señales.

- a) Tiempo de llegada
- b) Intensidad de la señal recibida
- c) Ángulo de llegada

Diferencia de tiempo de llegada

En nuestro proyecto se seleccionó Ángulo de llegada por ser más viable en funcionamiento y más económica que otros sistemas en el mercado.

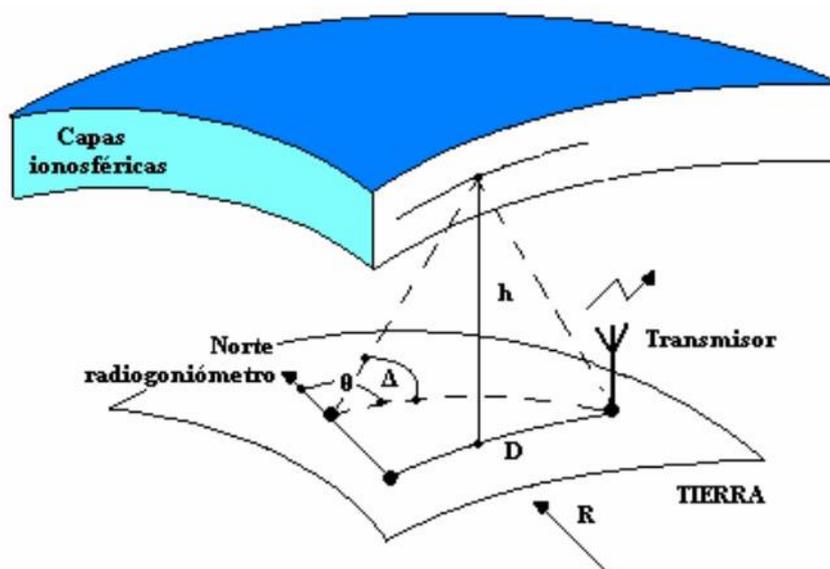
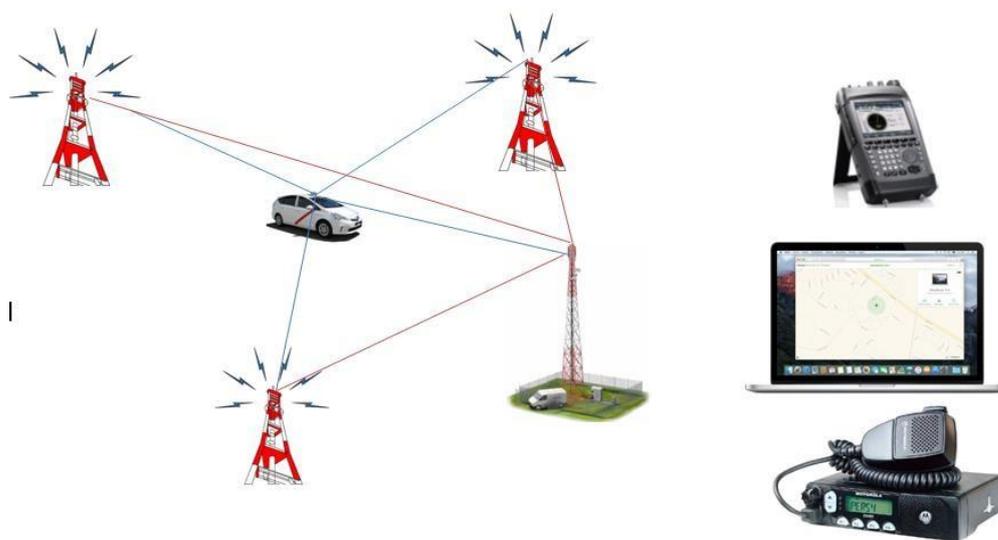


Figura 35. Principio del sistema de localización de una sola estación base.

Fuente: International, Telephone, Antelegraphcorporation, (1975) "Reference Data for Radio Engineers", sixth edition, USA,

Del principio de localización de una sola estación base.  $\Theta$ : Azimut geográfico

Figura 36. Arquitectura de Nuestro Sistema.

$\Theta$ : Ángulo de elevación

D: Distancia

H: Altura de reflexión virtual

R: radio de la Tierra

#### **Descripción de la arquitectura:**

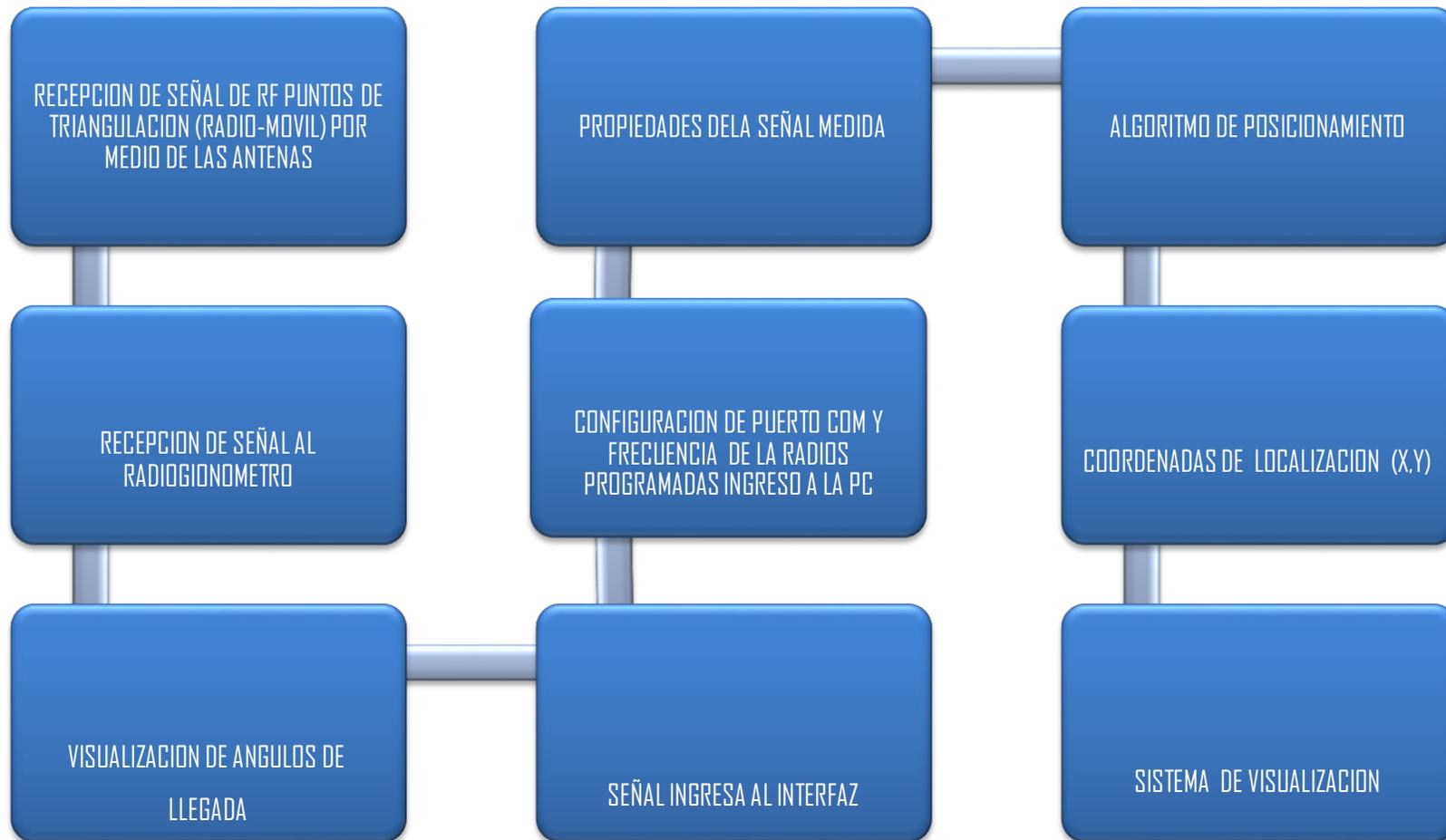
- Relacionado con la segmentación de tiempo por punto.
- Bastaría con una respuesta de 1seg.
- La localización se da por cada unidad.
- Se turna cada antena repetidora para ser empleada como retransmisor de señal del radiogoniómetro (Fig. N° 36 programación del software pone cantidad de antenas)

#### **3.2.7. Arquitectura de la Solución**

En la figura [36] se muestra la arquitectura del diseño, muestra los componentes e interfaces requeridos con herramientas requeridas.

#### **3.2.8. Descripción Lógica del Método**

La unidad móvil envía una señal de radio a los puntos de triangulación los cuales receptionan y lo reenvían, este a su vez trazan la dirección, de donde transmite la señal a nuestro móvil, al mismo tiempo recepción, la señal, a equipo electrónico radiogoniómetro, dentro del espectro de alcance atravez de la antena.



*Figura 36. Estructura en bloques como nuestro sistema recibe los datos de la señal recibida por la unidad móvil en prueba.  
Fuente: Elaboracion Propia*

### 3.3.Diseño de la Interfaz

Para nuestra tesis se ha utilizado una interfaz universal para radiocomunicación, para la programación de frecuencia y transmisión de datos entre la unidad móvil y la triangulación de los tres puntos con la móvil de prueba, así demostrar el funcionamiento de nuestro sistema de monitoreo y localización desarrollando nuestro prototipo. Interfaces: Para dos entidades (base y unidad móvil).

#### 3.3.1. Interface rs 232.

**Fuente: Orr, (1959)**, el nombre oficial del estándar es EIA/TIA-232-E y es un estándar completo, puesto que no sólo especifica los niveles de voltaje y señal, sino que además especifica la configuración de pines de los conectores y una cantidad mínima de información de control entre equipos. También especifica la forma y características físicas de los conectores. Este estándar fue definido en 1962, antes de la lógica TTL, razón por la cual no utiliza los niveles lógicos de 5 volts y tierra. Un nivel alto a la salida del transmisor está definido como un voltaje entre +5 y +15 volts, mientras que un nivel bajo está definido como un voltaje entre -5 y -15 volts. La lógica del receptor fue diseñada para permitir un nivel de ruido de 2 volts. Así, un nivel alto para el receptor está definido en el rango +3 a +15 volts, mientras que un nivel bajo va desde los -3 a los -15 volts. Es importante notar que un nivel alto está representado por un valor lógico '0', históricamente llamado spacing (espacio), mientras que un nivel bajo representa un valor lógico '1', históricamente referenciado como marking (marca), existe un circuito integrado muy popular para hacer la conversión de lógica TTL de 5V a lógica RS-232 llamado MAX232,300uA de alimentación. Posee una configuración de hardware para poder utilizar el módulo tanto en 3, voltios como en 5, voltios sin tener que cambiar los valores de los condensadores. Disponible en 4 tipos de empaque SMD y un empaque DIP.



*Figura 37. Cable de rs 232.  
Fuente: Elaboracion Propia.*

Rs232 define las características eléctricas, descripción funcional de los circuitos de intercambio y lista de aplicaciones estandarizadas, el tipo de conector físico no especificadas, por lo general utiliza el conector db-25 la velocidad de trasmisión está hecha para tasas de datos de hasta 20kbis/s y longitudes de cable de hasta 50 pies. A continuación, veremos los diagramas de instalación y la conexión de la interfaz.



*Figura 38. Visualización física de Interfaz, cable y Radio.  
Fuente: Elaboracion Propia.*



*Figura 39. Equipo de Radio Transceptor en banda VHF.*

*Fuente: Elaboracion Propia.*

### **3.4.Diseño de Software**

La interfaz Rs232, en el cual nos permite la programación de frecuencia y transmisión datos entre la unidad móvil y la triangulación de los tres puntos con la móvil de prueba, la localización, nos permite acciones según los acontecimientos generados, esta interfaz tiene las siguientes características: Facilidad de uso, control por parte del operador de la base central, la posibilidad de realizar acciones sobre los vehículos, con visualización de posición geográfica. Para tener un programa más eficiente, se ha configurado el puerto receptor y transmisor y finalmente visualización en la comunicación la de ubicación geográfica.



*Figura 40. Interfaz de Nuestro Proyecto.*

*Fuente: Elaboracion Propia.*

### **3.4.1. Tipo de Investigación**

Es aplicada, desde el enfoque cuantitativo, aplicando el método hipotético deductivo y el diseño pre experimental con un sólo grupo y pos prueba.

### **3.4.2. Diseño de Investigación**

Para probar la hipótesis específica se utiliza el diseño pre experimental con pos prueba y un solo grupo.

GE X O

GC - O

Dónde:

GE = Grupo experimental.

GC = Grupo de control

x = experimental (Localización y monitoreo con radiocomunicación).

O=Pos prueba o medición posterior al tratamiento experimental.

### 3.4.3. Muestra y Población

Está conformada por las unidades móviles de las empresas de taxi que cuentan con sistema convencional de radiocomunicación. Se utilizará el muestreo espontáneo debido a la disponibilidad.

### 3.4.4. Tamaño de Muestra

Se obtuvo de manera estadística, donde se considera el tamaño de muestra en la cantidad de empresas de taxis formales registrados en el ministerio de transporte y comunicaciones. Se utilizó el método de muestreo no probabilístico, porque es finita y las encuestas nos dan un alto índice de confianza del 95% con margen de error de 5% para esto corresponde tener:

$$\begin{aligned}n &=? & Z &= 95\% = 1.96 \\N &= 303 & P &= 73\% \frac{73}{100} & P &= 73\% \frac{73}{100} = 0.73 \\ & & q &= 27\% \frac{27}{100} = 0.27 \\ & & E &= 0.25\% \frac{25}{100} = 0.0025\end{aligned}$$

Donde: n = es la incongnita

N = es la población = 303

Z = Nivel de confiabilidad que queremos conseguir = 1.96

P = Probalidad de confianza

q = Probalidad encontra

E = Error de estimacion

Z= de 1.96, y mostramos en la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$
$$n = \frac{1.96 * 0.73 * 0.27 * 303}{0.0025(303 - 1) + 1.96 * 0.73 * 0.27}$$

**Resultado= 103**

103 encuestas fueron realizadas en nuestra de Huancayo entre: Empresas de radiotaxis, conductores y propietarios de los vehículos.

### 3.4.5. Análisis de Resultado de la Encuesta

Se puede mencionar que nuestro proyecto tendría una aceptación en el mercado ya que el resultado de 66.99% de los interesados (empresas de radio taxis), encuestados están dispuestos a comprar nuestro proyecto.

### 3.4.6. Recolección de Datos- Técnicas e Instrumentos

Para registrar las mediciones de campo en la localización, monitoreo y error de ubicación se utilizó la hoja de observación (referencia al anexo); el Procesamiento de datos se realizó con el programa computarizado IBM SPSS.

### 3.4.7. Cuestionarios de los Sistemas de Localización

El cuestionario se elaboró se basó por medio de encuestas en las diferentes empresas que se ha encuestado dentro de la ciudad de Huancayo sobre la localización de sus unidades móviles, se determinó la revisión de equipos de hardware e interfaces, el modelo de encuesta se muestra en los anexos correspondientes.

Las preguntas, resultados, respuestas fueron los siguientes:

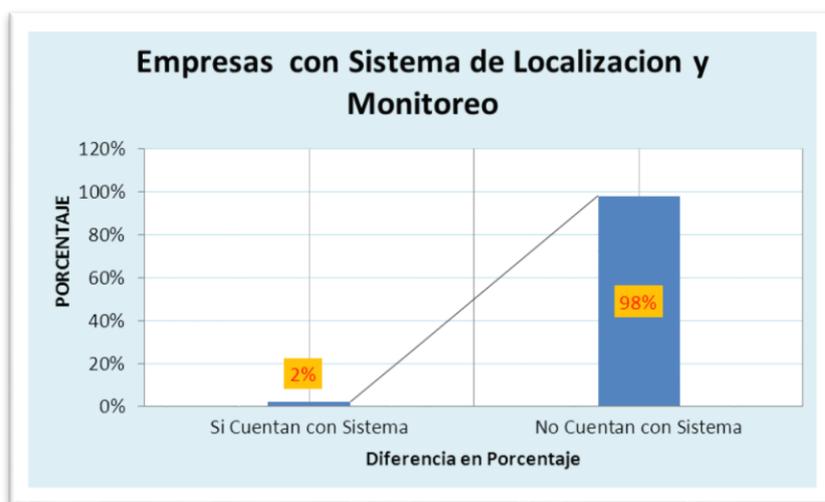


Figura 41. Estudio Encuesta.

Fuente: Elaboración Propia.

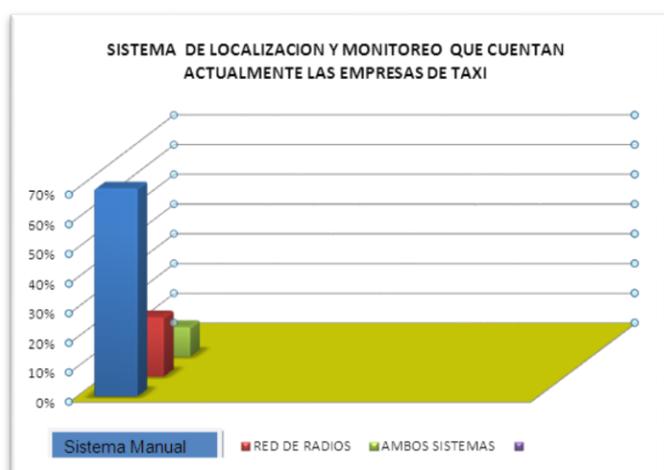
Esta encuesta fueron realizadas a 15 empresas formales más reconocidas en nuestra ciudad de Huancayo, conductores, propietarios se consideró a los que cuentan con más unidades móviles.

**3.4.7.1.** Nuestro mercado la meta son las empresas de taxis legalmente conformadas, con los datos de la investigación podemos mencionar que de preferencias para nuestros clientes que estemos ubicados en el en preferencia en nuestra ciudad ya que es un punto crítico y estratégico.

En la siguiente figura [42] muestra el porcentaje que actualmente cuentan el sistema de localización y monitoreo de empresas de taxi, solamente en nuestra ciudad de Huancayo.

La siguiente pregunta consiste en saber qué sistema de localización y monitoreo utilizan actualmente empresas, de taxis durante su permanencia en el mercado.

La transmisión de paquetes de datos por radio es realizada en forma de pequeños bloques de datos, llamados frames, está formado por pequeños grupos de datos llamados campos.



*Figura 42. Sistema de Localización que Cuenta las Empresas.*

*Fuente: Elaboracion Propia.*

En la figura muestra lo siguiente:

- 1.- En un sistema de localización Manual 70%
- 2.-Un sistema de una red de radios 20%
- 3.- Ambos sistemas 10%

“COMO RESULTADO VEMOS QUE UN 70% UTILIZAN UN SISTEMA MANUAL LO CUAL ES GRAVE, POR QUE DURANTE MUCHOS NO HAN EVOLUCIONADO, APROXIMADAMENTE (18AÑOS).”

c) En la siguiente figura [44] muestra cuantas unidades, actualmente tienen diferentes empresas de taxis, dentro de la ciudad de Huancayo principalmente, en las empresas formales, otras se encuentran en una asociación de Taxistas.

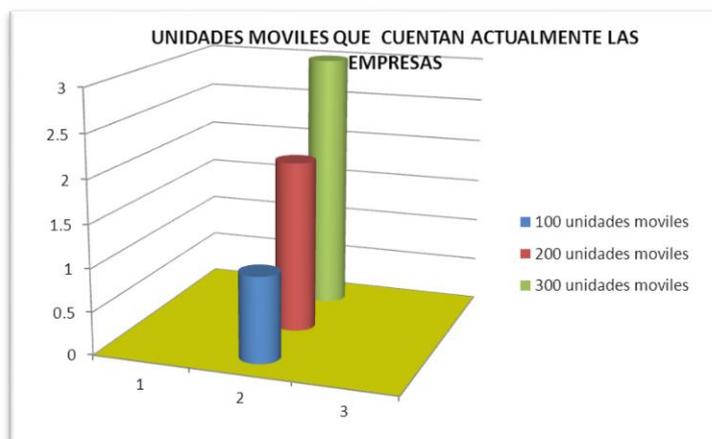


Figura 43. Estado total de las unidades en las Empresas.

Fuente: Elaboración Propia.

Las empresas de taxis según las encuestas que fueron realizadas son:

1= 300 unidades

2=200 unidades

3= 100 unidades

La siguiente información es recogida solamente de las 15 empresas de taxi como muestra la investigación realizada. Como resultado nos indica que tenemos grupos de unidades móviles desde 100 unidades como mínimo, 200 como intermedio y 300 unidades como máximo por Empresa entonces tenemos un gran campo de aplicación de nuestro proyecto para poder ejecutarlo.

d) Aquí en esta etapa se evalúa los problemas sobre localización de las unidades móviles, como llegan a tiempo al punto de servicio solicitado por los clientes.

La exactitud de localización de sus unidades al llamado de la operadora central, los resultados con este recojo de información se ve que no llegan a tiempo al punto requerido por los clientes, por falta de un sistema de localización bien implementado.

En esta evaluación también se vio con la ubicación de las unidades móviles en un 100% no se sabe con exactitud la ubicación, los conductores solo mencionan donde se ubican, y es obvio si dicen la verdad solo queda la credibilidad de ellos. Por lo tanto, no existe un control de localización y monitoreo.

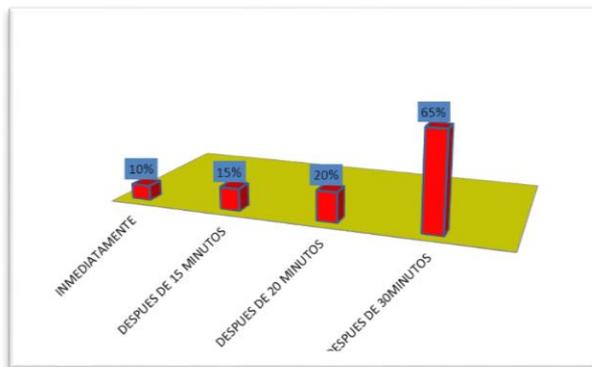


Figura 44. Respuesta inmediata a un asalto.

Fuente: Elaboracion Propia.



Figura 45. Cumplimiento de Servicio al Cliente.

Fuente: Elaboracion Propia.

Con este gráfico muestra el 95% que no llegan al servicio solicitado por el cliente, una vez más se nota la ineficiencia de su sistema de localización; durante nuestra investigación encontramos, que la localización de las unidades móviles no se reportan con exactitud su ubicación, tanto así se tiene que confiar su reporte de cada conductor, a sí mismo la gran espera de los clientes que solicitan el servicio que en muchas ocasiones no llegan a su destino solicitado. En los servicios de envío de paquetes suceden lo mismo. En los cuadros mostrados vemos las respuestas de sus sistemas de las empresas de taxi.

- e) Monitorean sus unidades móviles, con el control de reporte de cada unidad móvil, monitoreando con los radios que llevan en los vehículos. Cada que tiempo reportan en las diferentes empresas de taxi.

En la figura mostrada vemos la reacción en porcentaje la repuesta ante un asalto por delincuentes o cualquier incidente cometido.

Como resultado vemos que no hay reacciones inmediatas con los sistemas que actualmente cuentan.

En la siguiente figura [46] mostramos la respuesta de control con sistemas de las empresas de taxis.

- f) ¿Cómo monitorean sus unidades móviles?, con reporte de cada unidad móvil, monitorean con los radios que llevan instalados en cada vehículo.

Los operadores intercambian cada cierto tiempo, con los conductores su ubicación dentro de la ciudad, con los radios instalados, con este sistema solo se recibe la información con la confianza de los conductores.

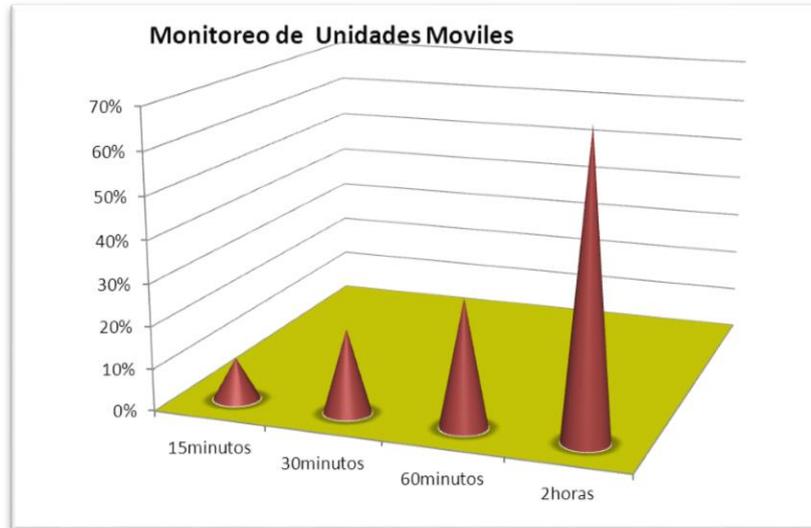


Figura 46. Tiempo de reporte de operadores de centros de control.

Fuente: Elaboracion Propia.

### 3.5.Revisión de los Sistemas de localización de las Empresas de Taxis

Los sistemas de localización de las diferentes bases (centrales), todos sus procesos de control y localización, se encuentran en un total abandono hace más de 25 años hasta la actualidad no se han desarrollado con nuevas tecnologías, de localización, solo cuentan con sistemas antiguos, manual, no lo hicieron por falta de conocimiento, por lo complejo de su usabilidad, por no ser eficientes.

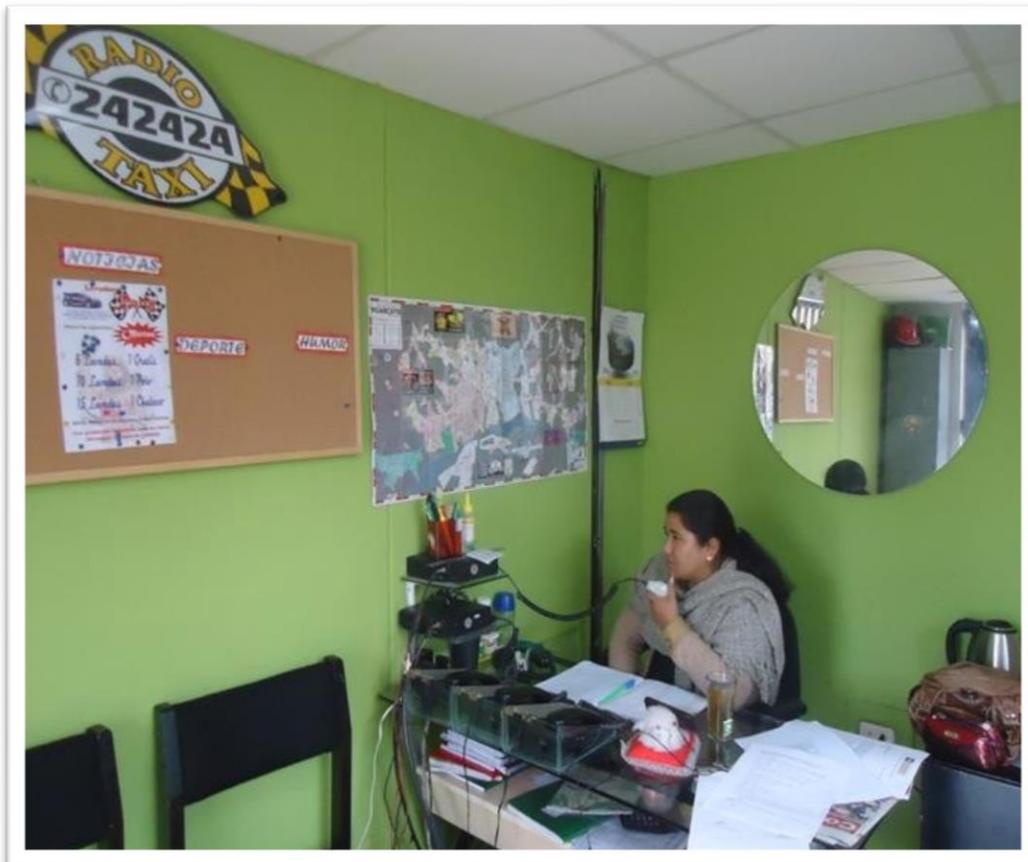
### 3.6.Proceso Manual de Localización de las Empresas de Taxis

La localización de las unidades se realiza en forma manual a través del micrófono de la radio, la operadora solicita la posición dentro de la ciudad, solo se esperaba la confianza del informe del conductor si en verdad era su posición de la unidad móvil.

El registro en los diferentes reportes en los turnos, es anotado en un cuaderno por la operadora, que hasta el día de hoy utilizan este método manual y como base de datos de los incidentes ocurridos es el cuaderno de anotaciones.

Se ha investigado en la central de la Divincri, durante el tiempo de nuestra permanencia, se ha revisado las bases de datos de agraviados y víctimas (clientes,

conductores), que en total 80% de denuncias llegan a una conclusión de no tener una respuesta rápida de auxilio, y no tener control de localización, las empresas de taxi no desarrollaron esta tecnología de localización hasta la actualidad. En el anexo 4 se muestra la constancia de la Policía Nacional del Perú de nuestra investigación, División de Investigación Criminal y Apoyo a la Justicia.



*Figura 47. Operadora de una Central de MONITOREO y Localización que Cuenta un Sistema Manual.*

*Fuente: Empresa de Radiotaxi.*

## **Capítulo IV**

### **Resultados y Discusión**

#### **4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de Información**

##### **4.1.1. Etapa I: Las Estadísticas de Comparación de las Mediciones.**

Se ha realizado con los tres Distritos Huancayo, Tambo, Chilca como vemos en la siguiente figura 49.

Se ha determinado por el alcance de transmisión de los equipos de radio en esta oportunidad de Marca Motorola y la potencia es de 40 watts, se determinó 1watts por Kilómetro.





Figura 48. Tres distritos determinados para nuestro Proyecto.

Fuente: Elaboracion Propia.

#### 4.1.2. Etapa II

- En esta parte se muestra los resultados de localización y monitoreo de todos los puntos designados [108, 109, 110,111].
- En esta hoja de observación se muestra lo siguientes aspectos:
- Triangulación de los tres puntos designados.
- *Aplicación de la técnica de Ángulo de llegada*
- Mediciones con el equipo Radiogoniómetro
- Ubicación de la medición planificada
- Medición con radio comunicación
- Observaciones
- Las mediciones se obtuvieron en: Latitud y Longitud

#### 4.1.3. Etapa III Triangulación con Radiogoniométricos

En esta etapa se ha triangulado con tres puntos(balizas) principales dentro de la ciudad de Huancayo siendo esto la etapa principal de la tesis porque aquí se hicieron las pruebas pertinentes, y los resultados de los 20 puntos designados.

Se trabajó con una unidad móvil equipado con un equipo de radio marca Motorola Em200 en banda VHF en frecuencia RX: 158.650MHZ TX 158.600 y Motorola Ep 450s en la misma banda, como transmisor de señal y 3 puntos fijos (balizas) equipado con radio

Motorola Em 200 y portátiles radio Icom como receptores de las señales en la misma banda y frecuencia. Primer punto principal, cerrito de la libertad (curva donde se ubicaba la avioneta del cerrito, Huancayo).

Segundo punto principal; primer parque los Shapis provincia de Chupaca. Tercer punto principal, distrito de Sapallanga, Huancayo. En cada punto fijo.

**RADIO LOCALIZACION CON TRIANGULACION CON EQUIPOS DE RADIO EN LAS EMPRESAS DE TAXI**

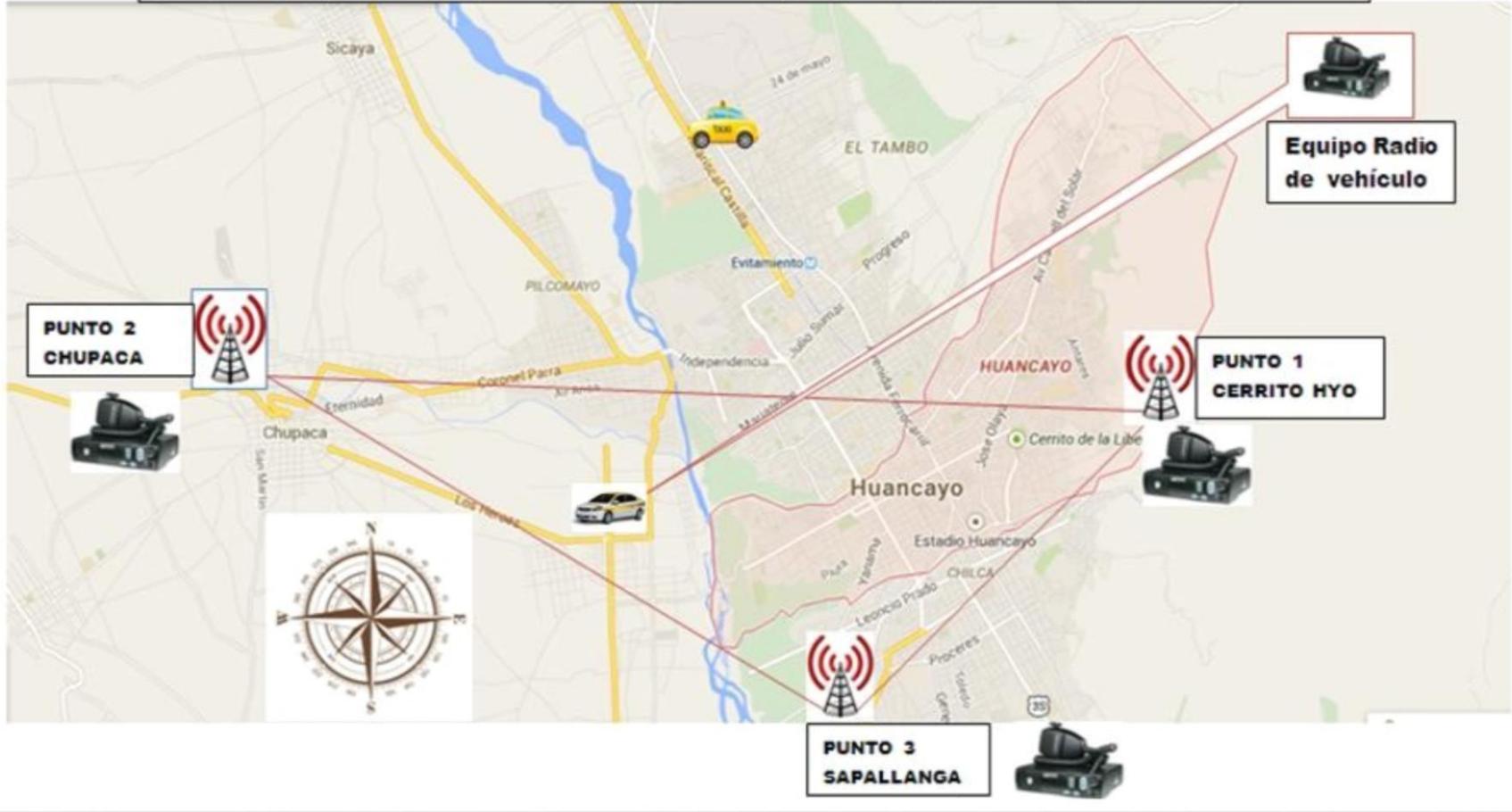


Figura 49. Ubicación y Triangulación.  
Fuente: Elaboracion Propia.



Figura 50. Punto de Triangulación Prueba 1- CERRITO DELA LIBERTAD HUANCAYO- (curva donde estaba la avioneta) Con todos los equipos electrónicos de hardware, Software y Equipos de Prueba.

Fuente: Elaboracion Propia.

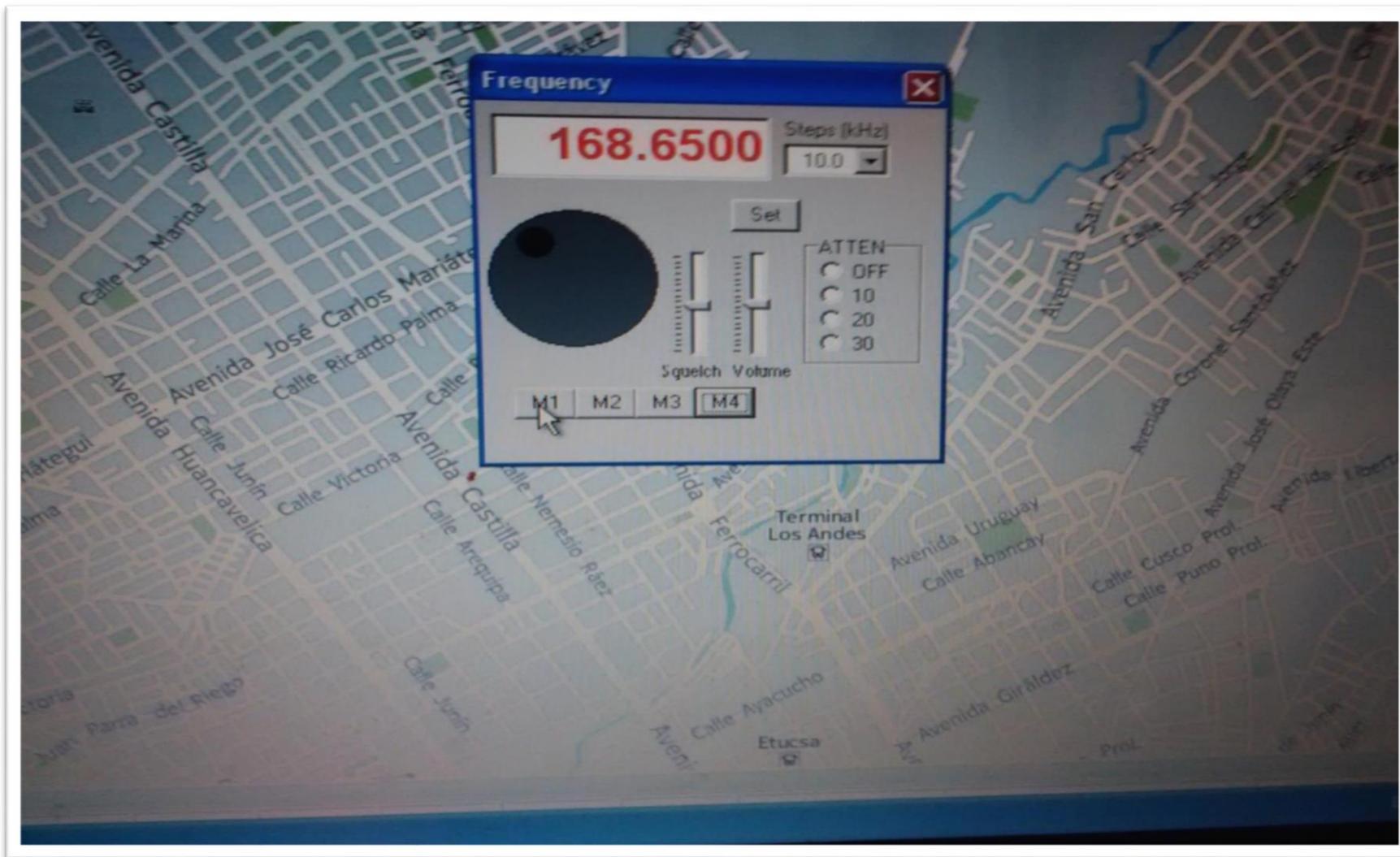


Figura 51. Frecuencia en que está trabajando nuestro Sistema.

Fuente: Software Bearing Track

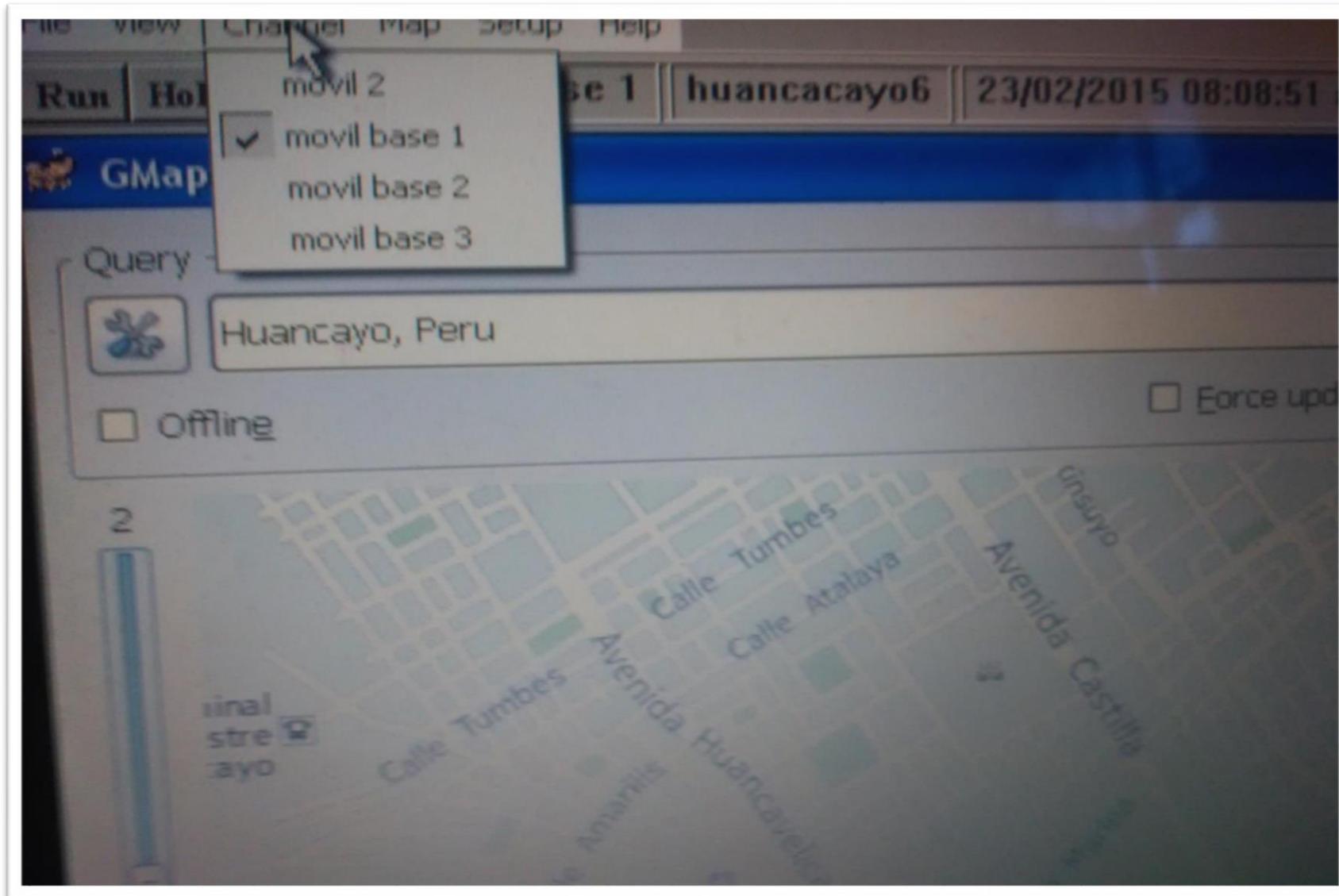


Figura 52. Visualización de la Triangulación de las Unidades Móviles.

Fuente: Software Bearing Track

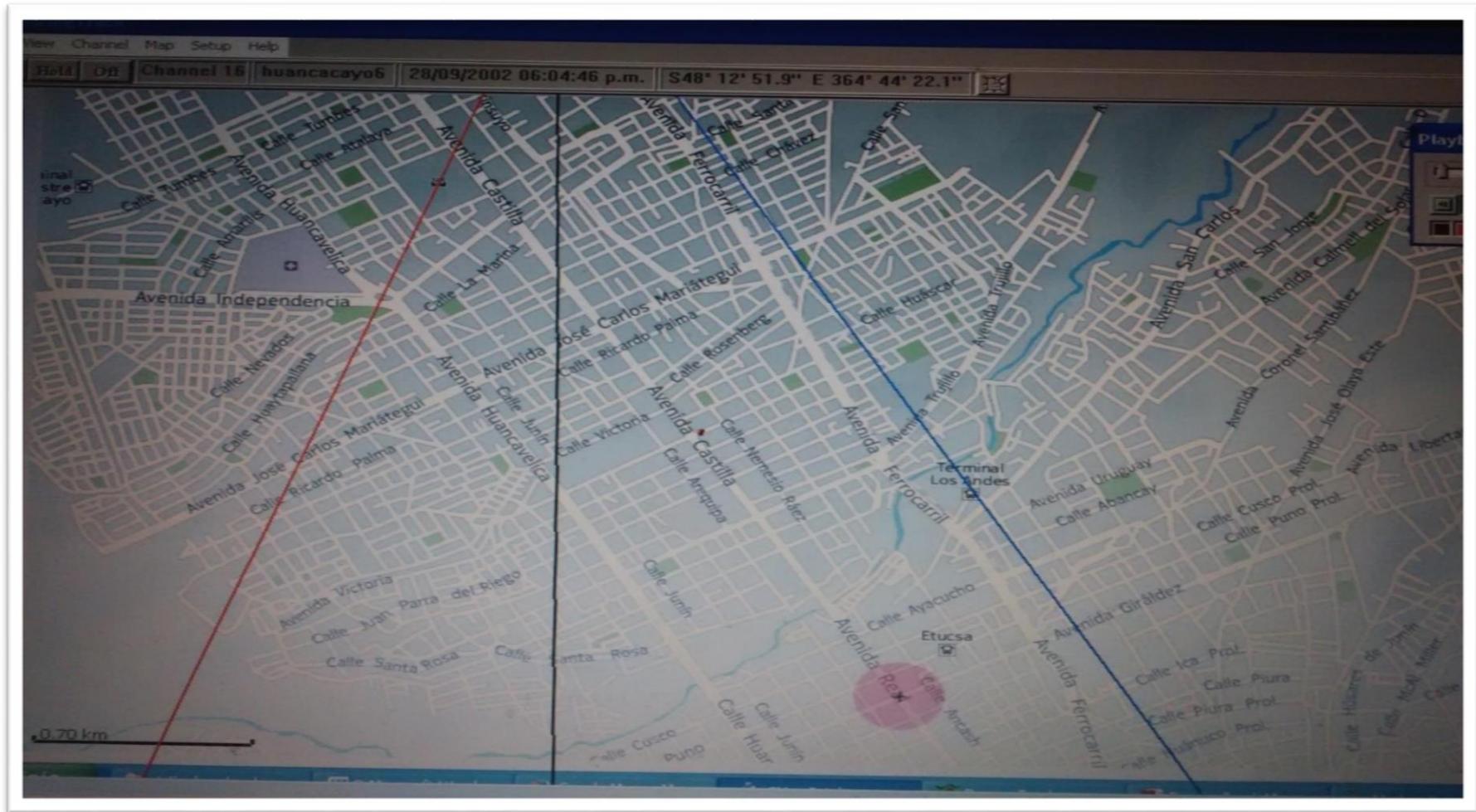


Figura 53. Líneas de Transmisión de Triangulación.  
Fuente: Software Bearing Track

Tabla 2. Hoja de Trabajo

**Hoja de observación**

Fecha:.....19-DE MAYO.....  
 Hora:..... 10:00 AM. A 4PM.....  
 Conductor:.....LEVER OBALDO MEZA PAREDES.....  
 Operador de base:.....CINTIA KARINA ORE MEZA.....  
 Empresa de taxi:.....JET.....  
 Nro. De Unidad:.....324.....  
 Placa:.....S5K526.....

Nro. Medición	Ubicación de la medición planificada	Medición con radio comunicación		Medición con GPS		Diferencia de error Localización
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
1	Universidad Continental, frente a la puerta Nro. 2, carril derecho.	12° 2'53.63"S	75°11'54.40"O	12° 2'53.62"S	75°11'54.39"O	Longitud de diferencia de un segundo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Hoja de Resultados de los Puntos de Localización

2	Parque Constitución entre jirón-Breña y calle real	12° 4'6.83"S	75°12'36.70"O	12° 4'6.83"S	75°12'36.70"O	
3	Universidad Nacional del Centro del Perú al frente puerta principal	12° 1'51.21"S	75°14'3.83"O	12° 1'51.19"S	75°14'3.81"O	Diferencia de 2 segundos en longitud
4	Municipalidad Distrital de Chilca.	12° 5'11.38"S	75°12'30.50"O	12° 5'11.38"S	75°12'30.50"O	
5	Municipalidad Provincial de Huancayo.	12° 4'15.81"S	75°12'31.39"O	12° 4'15.80"S	75°12'31.38"O	
6	Municipalidad Distrital de Huancan.	12° 7'12.25"S	75° 9'43.48"O	12° 7'12.25"S	75° 9'43.48"O	
7	Municipalidad Distrital de Picomayo	12° 2'58.68"S	75°15'2.01"O	12° 2'58.68"S	75°15'2.01"O	
8	Municipalidad Provincial de Chupaca	12° 3'43.62"S	75°17'14.38"O	12° 3'43.60"S	75°17'14.36"O	
9	Municipalidad Distrital de Viquez	12°10'25.68"S	75°13'7.12"O	12°10'25.67"S	75°13'7.11"O	
10	Municipalidad distrital de San Agustín de cajas	11°59'23.13"S	75°14'39.08"O	11°59'23.12"S	75°14'39.08"O	
11	Municipalidad Distrital de Hualhuas	11°58'17.76"S	75°15'2.80"O	11°58'17.76"S	75°15'2.80"O	
12	Municipalidad Distrital de Sicaya	12° 0'55.93"S	75°16'49.50"O	12° 0'55.92"S	75°16'49.51"O	
13	Cuartel 9 de Diciembre calle Real y 9 de diciembre.	12° 4'56.60"S	75°12'7.10"O	12° 4'56.60"S	12° 4'56.60"S	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Resultados de Medición

14	Coliseo Wanka jirón Angaraes y calle Huancavelica	12° 4'37.54"S	75°12'38.61"O	12° 4'37.54"S	75°12'38.62"O	
15	Universidad Peruana los Andes. Palian	12° 2'24.94"S	75°11'33.73"O	12° 2'24.93"S	75°11'33.73"O	
16	Plaza vea, Avenida Ferrocarril estación del tren.	12° 4'4.74"S	75°12'19.87"O	12° 4'4.74"S	75°12'19.87"O	
17	Mercados, Metro en el distrito de Chilca	12° 5'3.85"S	75°12'18.30"O	12° 5'3.81"S	75°12'18.29"O	
18	Comisaria de Huancayo, calle jirón Cuzco.	12° 3'53.36"S	75°12'25.85"O	12° 3'53.36"S	75°12'25.85"O	
19	Comisaria de el Tambo, calle real	12° 3'26.59"S	75°13'2.36"O	12° 3'26.60"S	75°13'2.36"O	
20	Estadio Huancayo	12° 4'22.01"S	75°12'12.28"O	12° 4'22.04"S	75°12'12.29"O	

Fuente: Elaboracion Propia

Tabla 5. Resultados de medición en Radiocomunicación.

Resultados de medición en Radio comunicación									
Latitud				Longitud					
Grados Sexa	Minutos	segundos	Grados. Sexa. Dec	Grados Sexa	Minutos	segundos	Gra. Sexa. Dec		
12	2	53,63	12,04823056	S	75	11	54,4	75,1984444	O
12	4	6,83	12,06856389	S	75	12	36,7	75,2101944	O
12	1	51,21	12,03089167	S	75	14	31,83	75,242175	O
12	5	11,38	12,08649444	S	75	12	30,5	75,2084722	O
12	4	15,81	12,07105833	S	75	12	31,39	75,2087194	O
12	7	12,25	12,12006944	S	75	9	43,48	75,1620778	O
12	2	58,68	12,04963333	S	75	15	2,01	75,2505583	O
12	3	43,62	12,06211667	S	75	3	14,38	75,0539944	O
12	10	25,68	12,1738	S	75	13	7,12	75,2186444	O
11	59	23,13	11,98975833	S	75	14	39,08	75,2441889	O
11	58	17,76	11,9716	S	75	15	2,8	75,2507778	O
12	0	55,93	12,01553611	S	75	16	49,5	75,2804167	O
12	4	56,6	12,08238889	S	75	12	7,1	75,2019722	O
12	4	37,54	12,07709444	S	75	12	38,61	75,210725	O
12	2	24,94	12,04026111	S	75	11	33,73	75,1927028	O
12	4	4,74	12,06798333	S	75	12	19,87	75,2055194	O
12	5	3,85	12,08440278	S	75	12	18,3	75,2050833	O
12	3	53,36	12,06482222	S	75	12	25,85	75,2071806	O
12	3	26,59	12,05738611	S	75	13	2,36	75,2173222	O
12	4	22,01	12,07278056	S	75	12	12,28	75,2034111	O

Fuente: Elaboracion Propia

Tabla 6. Resultado de medición y comparación.

Resultados de medición en GPS									
Latitud					Longitud				
Grados Sexa	Minutos	segundos	Gra. Sexa. Dec		Grados Sexa	Minutos	segundos	Gra. Sexa. Dec	
12	2	53,62	12,0482278	S	75	11	54,39	75,1984417	O
12	4	6,83	12,0685639	S	75	12	36,7	75,2101944	O
12	1	51,19	12,0308861	S	75	14	31,81	75,2421694	O
12	5	11,38	12,0864944	S	75	12	30,5	75,2084722	O
12	5	15,8	12,0877222	S	75	12	31,38	75,2087167	O
12	7	12,25	12,1200694	S	75	9	43,48	75,1620778	O
12	2	58,68	12,0496333	S	75	15	2,01	75,2505583	O
12	3	43,6	12,0621111	S	75	17	14,36	75,2873222	O
12	10	25,67	12,1737972	S	75	13	7,11	75,2186417	O
11	59	23,12	11,9897556	S	75	14	39,08	75,2441889	O
11	58	17,76	11,9716	S	75	15	2,8	75,2507778	O
12	0	55,92	12,0155333	S	75	16	49,51	75,2804194	O
12	4	56,6	12,0823889	S	75	12	7,11	75,201975	O
12	4	37,54	12,0770944	S	75	12	38,62	75,2107278	O
12	2	24,93	12,0402583	S	75	11	33,73	75,1927028	O
12	4	4,74	12,0679833	S	75	12	19,8712	75,2055198	O
12	5	3,81	12,0843917	S	75	12	18,29	75,2050806	O
12	3	53,36	12,0648222	S	75	12	25,85	75,2071806	O
12	3	26,6	12,0573889	S	75	13	2,36	75,2173222	O
12	4	22,04	12,0727889	S	75	12	12,29	75,2034139	O

Fuente: Elaboracion Propia



*Figura 54. Punto de Triangulación Prueba 2- SAPALLANGA- (En la entrada del distrito) con todos los equipos electrónicos de hardware, Software y Equipos de Prueba.*

*Fuente: Elaboracion propia*

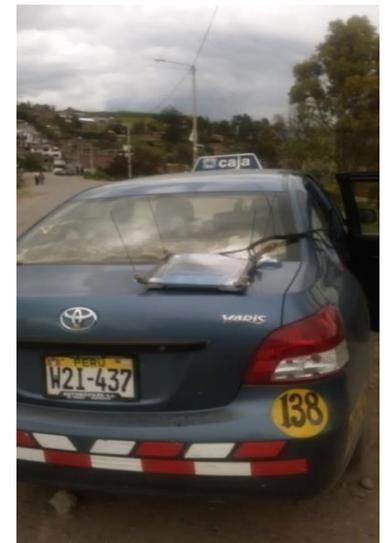


Figura 55. Punto de Triangulación Prueba 3-PARQUE LOS SHAPIS - (En la curva del distrito)  
Fuente: Elaboracion propia

#### 4.1.4. Prueba de Hipótesis.

Para probar la hipótesis se usó el diseño experimental con pos prueba y grupo de control:

A GE X O2

A GC - O2

Dónde:

A = Asignación aleatoria de las unidades de análisis a los grupos testigo y experimental: GE = 20, GC = 20

GE = Grupo experimental.

GC = Grupo testigo o control

X = Tratamiento experimental.

- = Ausencia de tratamiento experimental.

O2 = Pos prueba o medición posterior al tratamiento experimental

Prueba T Student para muestras independientes

Para probar la hipótesis cuando la prueba, es T Student para muestras independientes se tiene que conocer si las varianzas son iguales o no, para ello se usa la prueba de Levene. En SPSS para este escenario nos proporciona resultados de la prueba T Student con varianzas iguales y con varianzas diferentes.

Tabla 7. Prueba de Muestra

Estadísticas de grupo					
	Grupo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Latitud radio comunicación	Grupo experimental	20	12,061750	,0430773	,0096324
	Grupo de control	20	12,062580	,0434254	,0097102
Longitud radio comunicación	Grupo experimental	20	75,208630	,0445998	,0099728
	Grupo de control	20	75,220295	,0302192	,0067572

Fuente: Elaboración propia: Programa SPSS

Tabla 8. Muestras Independientes

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Latitud radio comunicación	Se asumen varianzas iguales	,005	,942	-,061	38	,952	-,0008300	,0136774	-,0285184	,0268584
	No se asumen varianzas iguales			-,061	37,998	,952	-,0008300	,0136774	-,0285185	,0268585
Longitud radio comunicación	Se asumen varianzas iguales	,022	,882	-,968	38	,339	-,0116650	,0120465	-,0360518	,0127218
	No se asumen varianzas iguales			-,968	33,409	,340	-,0116650	,0120465	-,0361623	,0128323

Fuente: Elaboración propia: Programa SPSS

## 4.2. Discusión de resultados

El objetivo de este capítulo es describir el proceso que se llevó a cabo para estimar la localización del móvil (vehículo desconocido) a partir de tres repetidoras de señal.

Para la realización de las pruebas se cuentan con 4 nodos, 3 de los cuales actuarán como balizas, y uno como baliza desconocida (unidad móvil) y finalmente el equipo electrónico radiogoniómetro, actuará como receptor del ángulo de llegada, con la recepción de la transmisión de la señal del vehículo de prueba y la interfaz RS-232, para la conexión a la computadora y los dispositivos como radios Motorola antenas omnidireccionales.

Se hizo las pruebas con el sistema, en los tres distritos de la provincia de Huancayo como se observa en la figura [58], la primera prueba consistió en instalar un equipo de radio, en una unidad móvil y usar el software del equipo radiogoniómetro para su triangulación y su respectiva localización.

El nodo baliza se ha instalado en los puntos designados por nuestro proyecto así en los tres distritos existirá señal proveniente de los tres nodos baliza equipados con los radios transceptores (repetidores de señal).

Se pudo observar que a determinados ángulos de llegada registrados por el equipo de radiogoniómetro nos precisa la localización de la unidad móvil.

Por los resultados de nuestra tesis en un primer lugar muestra que el sistema es viable, completamente en lo económico, tecnológico y en su implementación, en todo su contexto con herramientas mucho más prácticas, así se comprobó como alternativa al sistema GPS, para la localización y monitoreo de unidades móviles de las Empresas de taxis. Se utilizó radios de comunicación de cuatro canales en banda VHF (de alta frecuencia) se ha trabajado en un canal (1) en las frecuencias 158.650 MHz como transmisión y como recepción 158.600

MHZ, mediante un interfaz prototipo y el equipo electrónico radiogoniómetro lo cual permitió la triangulación con tres balizas fijas, así se dio a conocer la localización y monitoreo del vehículo.

Se desarrolló un software básico para nuestro Interfaz prototipo que sirvió para la programación de frecuencia y recepción de señales.

En las aplicaciones de los antecedentes en que nuestro proyecto cumple con el objetivo de localización y monitoreo. Se ha realizado satisfactoriamente el estudio, análisis y resultados de un sistema de radiocomunicaciones con equipos en banda VHF y localización vehicular. La aplicación del sistema de comunicaciones propuesto, le permitirá contar con una herramienta poderosa de localización en cuanto a la ubicación. En otros proyectos, Los equipos que pueden emplearse para establecer la localización vehicular, deben disponer de dos tipos de tecnologías, la primera y muy importante, es la tecnología GPS y la otra es la Radiocomunicación.

#### **4.2.1. Colocación de nodos Balizas (Fijos)**

Con el fin extender la cobertura y la triangulación de nuestro sistema se instaló una baliza en cada una de los tres puntos estratégicos por la altura para transmisión de nuestros radios ya que influirá en la precisión de los resultados.

Los lugares que se instalaron los repetidores, fueron en los distritos de Chupaca, Sapallanga y Huancayo, se determinaron por que se encuentran en los lugares más altos para su mejor transmisión en banda vhf, lo cual facilitaron su localización.

## Conclusiones

1.-**Los sistemas de localización y monitoreo** actualmente se encuentran en un estado de desarrollo.

**Recomendación:** buscar alternativas actuales con tecnologías que se pueda implementar los centros de monitoreo, con menos costos que no perjudiquen al desarrollo del sistema de localización

2.-**Se han realizado**, grandes avances utilizando últimas tecnologías, aunque aún no hay una tecnología que solucione por completo el problema.

3.-**En el desarrollo**, del proyecto se ha conseguido una tecnología como alternativa, de implementar a las empresas de taxis.

**Recomendación:** la alternativa siempre se debe tener en cuenta a los requerimientos de cada sistema de localización por no todos no trabajan en la misma frecuencia de transmisión.

4.-**La herramienta de localización desarrollada**, tal y como se ha detallado en el proyecto, utiliza la técnica de localización **Ángulo de llegada** el cual nos proporciona una precisión aceptable teniendo en cuenta los entornos para los cuales está destinada la aplicación.

**Recomendación:** La utilización de la técnica de ángulo de llegada utilizada en este proyecto fue escogida por los por los requerimientos necesarios, encontrados en la empresa de taxis visitados y examinados por su sistema de localización que utilizan. Recomendamos no utilizar dicha técnica en otras empresas.

**5.-El modelo de localización aplicado** a los requerimientos de precisión de este trabajo es el más apropiado si tenemos en cuenta la relación en costo de implementación/costo de cálculos/ cálculos complejos de geometría/precisión.

**6.-No obstante**, se encontraron algunos inconvenientes dignos de señalar:

- La existencia fluctuaciones ocasionaron por los vientos, señales débiles, pero fue momentáneo pero solucionado.
- La señal fue recibida al equipo Radiogoniométricos en el lugar determinado como el punto 2, por interferencias eléctricas de alta tensión eléctrica, lo cual ocasionaron variaciones en el proceso de localización estos pueden producir que la localización varié alrededor de un punto.
- Otro inconveniente que se tuvo, fue en el móvil, tenía que detenerse en cada uno de los 20 puntos esto por la velocidad de la unidad, porque nuestro software no está desarrollado con un algoritmo completo para la localización en movimiento y no contar en con una base de datos con los mapas completos de nuestra ciudad.

## **Recomendaciones Finales**

En el momento de la triangulación entre móvil y los puntos de designados tener en cuenta como mínimo tres líneas de intersección en la central de monitoreo. Programar dos canales con distintas frecuencias en recepción y transmisión por seguridad debe ser distintas en los radios móviles y la radio base, para ver en tiempo real las unidades que están conectados en la red del sistema. Se debe construir, diseñar un algoritmo según los requerimientos para un sistema de radiolocalización, que cumpla las necesidades primordiales de las empresas de taxi.

## Referencias

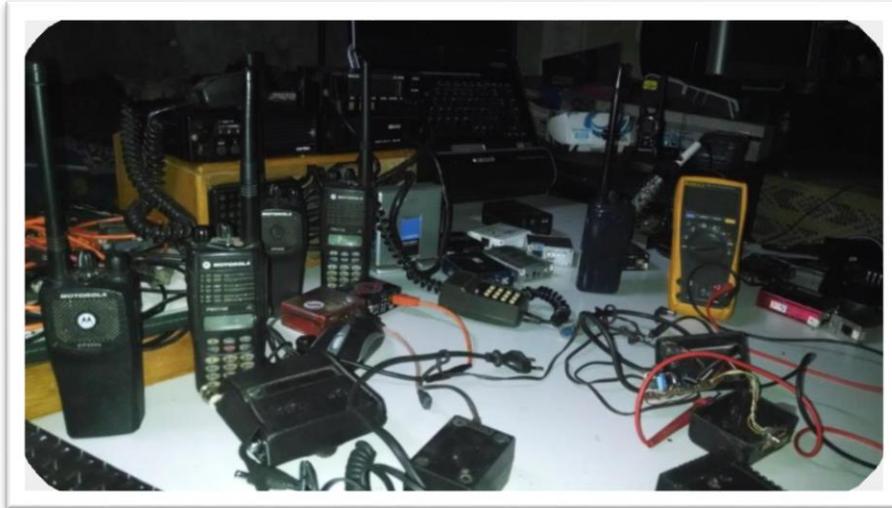
- CCIR Radiocomunicaciones, “Manual para Uso de las Estaciones de Comprobación Técnica de las Emisiones”, UIT, 1988.
- CATALINA, G. Diseño e implementación de un sistema de localización, rastreo y monitoreo satelital de camiones de entrega de encomiendas, mediante el uso de gps y un dispositivo móvil. 1968.
- HERNANDO, R. Transmisión por radio capítulo 7. 2ª Edición. Editorial centro de estudios Ramón Areces. 1977.
- HERNANDO, R. Comunicaciones móviles. 1ª Edición. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, 1970.
- HERNANDO, R. Comunicaciones móviles GSM. Coordinator. Foundation AIRTEL. 1970
- IEEE Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Grupo de tecnología y Comunicaciones. transactions on communication technology volumen 17. 1969.
- KENNETH, C. y JANE, P. Sistemas de información gerencial. Sexta Edición 2005.
- MOTOROLA, “Manual Básico, pg4-1,4-2”. 2009.
- ORR, I. El manual de radio handbook comunicaciones tomo II. 1970.
- ORR, W. “The Radio Handbook 15th Edition”. 1959
- PARSONS, P. The mobile radio propagation channel. D.J. 1992.
- PÉREZ, F. Seminario Internacional de comunicaciones móviles dpto. de tecnologías de las comunicaciones, Universidad de Vigo. 2010
- PETER, C. Análisis del Mercado Internacional de Comunicaciones móviles profesionales, Clemons Consulting Ltd. 1975.
- RÁBANO, H. “Comunicaciones Móviles 1ª Edición”. 1970.
- SENDÍN, E. Fundamentos de los sistemas de comunicaciones móviles” 2º Edición. 1970.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Tesis “Generalidades de las redes inalámbricas, elementos utilizados en sistemas de comunicaciones inalámbricas” 1969.

WATSON, T. Radio direction finding systems, Doppler Systems Inc., 56. pp. 1987

## **Apéndices**

## Apéndice 1A

### Fotografías



*Realizando pruebas con radios Motorola en banda VHF para el sistema de Radiocomunicación, localización, con la interfaz prototipo*

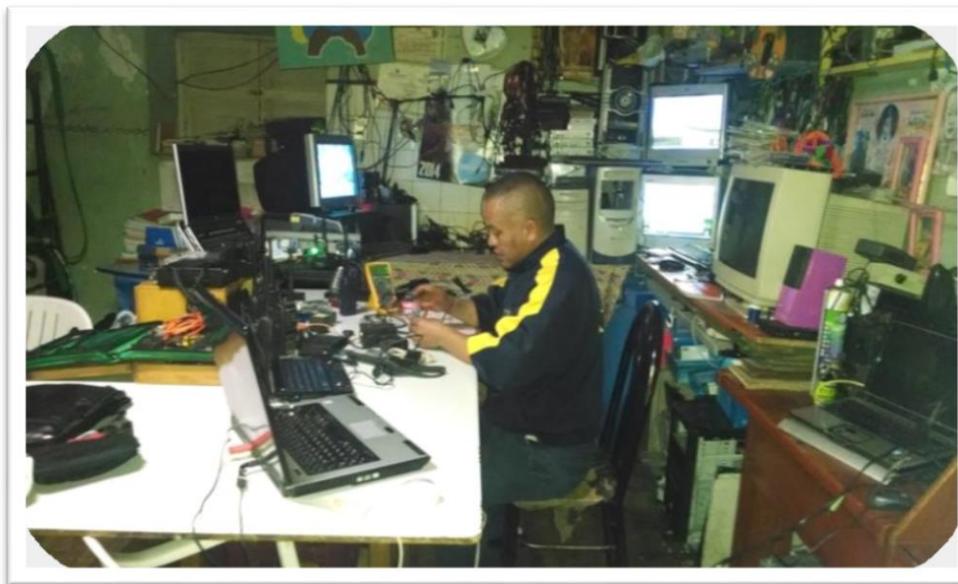


*Revisando informacion Policial*





*Revisando Información en el Policía Nacional División Divincri Hyo*



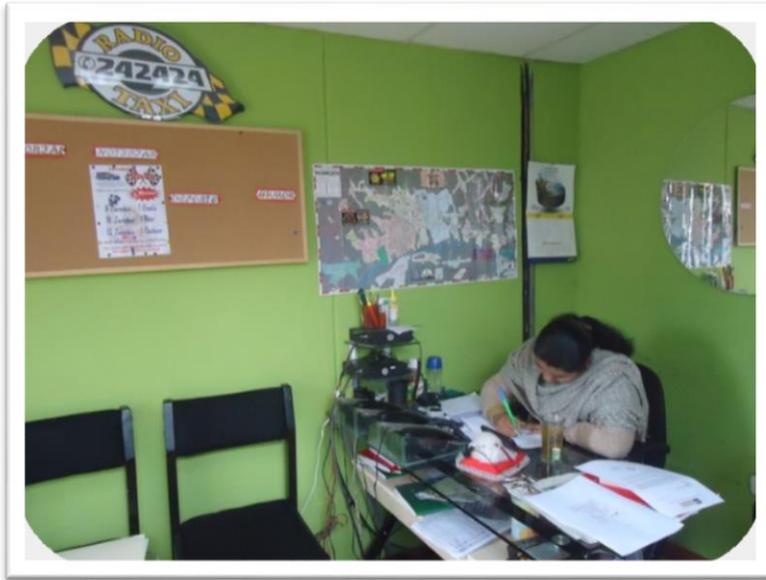
*Pruebas para nuestro Proyecto*



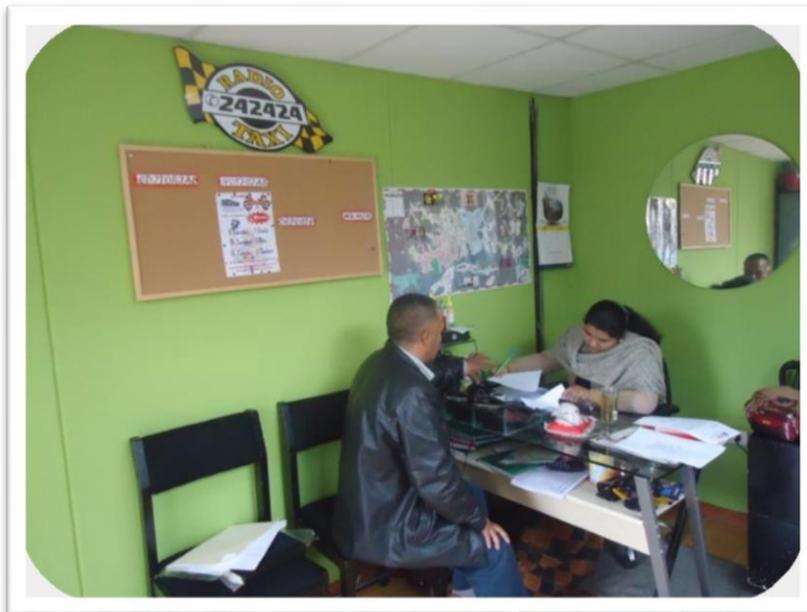
*Instalando nuestra antena*



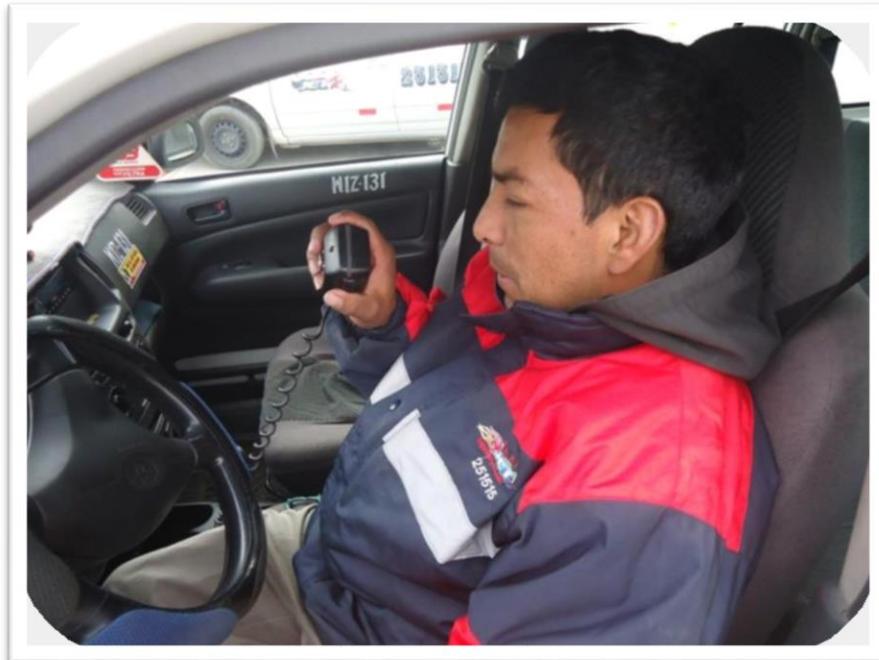
*Terminando nuestra interfaz*



*Operadora RadioTaxi*



*Entrevista operadora de Radiotaxi*



*Conductor de la Empresa Taxi Jet*



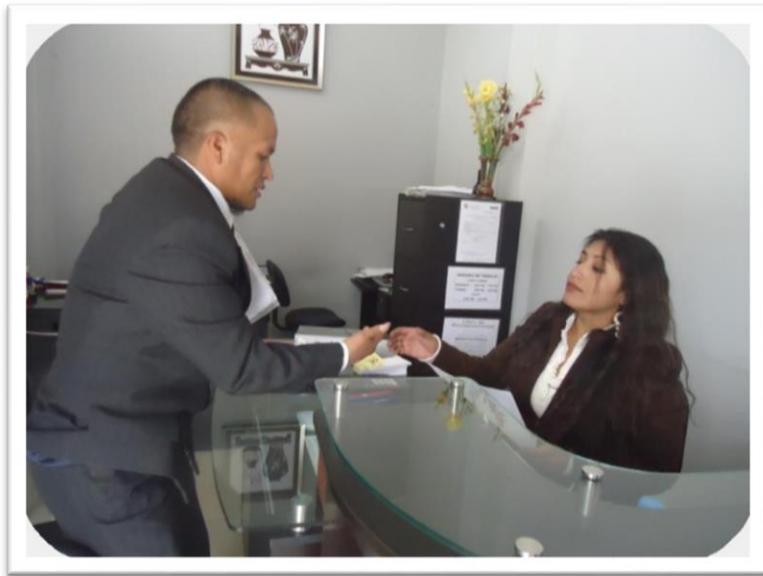
*Entrevista con el Gerente de Taxi Jet*



*Flota de Taxi Jet y equipo de conductores*



*Entrevista Taxi Speedy*



*Entrevista a Taxi Line*



*Base Central de Taxi Line*

