



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN**  
**TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE DIFERENCIAL DE GPS EN  
TIEMPO REAL A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA NTRIP PARA LA  
EERSA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN: PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**Para optar al grado académico de:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES  
Y REDES**

**AUTORES: ANDRÉS ANTONIO CARRANZA CARRANZA**  
**JOSÉ ALEJANDRO REYES OROZCO**

**TUTORA: Ing. MÓNICA ANDREA ZABALA HARO, Msc**

**Riobamba-Ecuador**

**2017**

©2017, Andrés Antonio Carranza Carranza y José Alejandro Reyes Orozco

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Andrés Antonio Carranza  
José Alejandro Reyes Orozco

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y**  
**REDES**

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE DIFERENCIAL DE GPS EN TIEMPO REAL A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA NTRIP PARA LA EERSA”, de responsabilidad de los señores Andrés Antonio Carranza Carranza y José Alejandro Reyes Orozco ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

ING. WASHINGTON LUNA  
**DECANO DE LA FACULTAD DE**  
**INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

\_\_\_\_\_

ING. FRANKLIN MORENO  
**DIRECTOR DE LA ESCUELA**  
**DE ELECTRÓNICA**  
**TELECOMUNICACIONES Y REDES**

\_\_\_\_\_

ING. MÓNICA ZABALA  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE**  
**TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

ING. OSWALDO MARTINEZ  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

“Nosotros, ANDRÉS ANTONIO CARRANZA CARRANZA Y JOSÉ ALEJANDRO REYES OROZCO, somos responsables de las ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación; y, los patrimonios de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

Andrés Antonio Carranza  
José Alejandro Reyes Orozco

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación está dedicado a una persona en especial que es mi madre porque fue la única persona que me apoyo para que yo cumpliera mi sueño de ser ingeniero, pues ella ha sabido guiarme, cuidarme, y darme fuerzas para no desistir y poder culminar, dándome el ejemplo de que todo lo que nos proponemos se puede lograr con esfuerzo y perseverancia sin importar el tiempo que conlleve.

A nuestros demás familiares, en especial a nuestros hermanos, por la ayuda desinteresada brindada en cada obstáculo que se nos presentó y que nos han sabido orientar por el sendero de la superación.

**Andrés A. Carranza C**

Dedico este trabajo a mis padres que siempre confiaron en mí, me apoyaron en todos los momentos de mi vida, siempre dándome ejemplo de perseverancia y superación siendo mi guía y consejeros no dejándome desmayar nunca muchas gracias.

A mi novia que estuvo conmigo en momentos difíciles, a mi hijo que fue el motor de mi esfuerzo a mis amigos de toda la vida y a toda mi familia que de alguna manera u otra me ayudaron a seguir adelante en la vida

**José A. Reyes O.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por permitirnos haber logrado una importante meta más en nuestras vidas, dándonos constancias, sabiduría y fortaleza para culminar este trabajo de titulación. A nuestras familias quienes confiaron en nosotros y nos brindaron un apoyo incondicional a lo largo de nuestras vidas.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a los docentes de la Carrera Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes, quienes supieron impartir los conocimientos necesarios para nuestra formación ética y académica. De igual manera a nuestros amigos con los que compartimos experiencias por ser un soporte y refuerzo a lo largo de nuestra vida estudiantil.

Y en especial gradecemos a nuestra directora de trabajo de titulación, Ing. Mónica Andrea Zabala Haro, Msc, quien atreves de su experiencia profesional, con su aceptada guía y apoyo nos ha sabido orientar en la elaboración de nuestro trabajo de investigación.

**Andrés A. Carranza C, José A. Reyes O.**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY .....	xvii

## CAPITULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) .....</b>	<b>1</b>
<i>1.1.1. Historia de GNSS .....</i>	<i>1</i>
<i>1.1.2. Funcionamiento de un sistema GNSS.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.3. Aplicaciones de GNSS.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.4. La señal GNSS.....</i>	<i>3</i>
<b>1.2. GPS (Sistema de Posicionamiento Global).....</b>	<b>4</b>
<i>1.2.1. Segmento Espacial.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.1.1. Arreglo de la constelación .....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2. Segmento de Control .....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.3. Segmento de Usuario .....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.4. GLONASS .....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.5. SBAS (Sistema de Aumentación Basado en Satélites) .....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.6. QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) .....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.7. Concepto Diferencial de GPS (DGPS) .....</i>	<i>10</i>
<i>1.2.7.1. Post – Procesamiento.....</i>	<i>10</i>
<i>1.2.8. Formatos de transmisión y recepción de datos. ....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.8.1. Comisión Técnica de Servicios Marítimos y de Radio(RTCM) .....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.8.2. RTCM Versión 2.3.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.9. Google Maps – GPS .....</i>	<i>13</i>

<b>1.3.</b>	<b>Protocolo TCP/IP .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3.1.</b>	<b>TCP/IP es un modelo de capas.....</b>	<b>14</b>
1.3.1.1.	<i>Capa de aplicación .....</i>	15
1.3.1.2.	<i>Capa De Transporte .....</i>	16
1.3.1.3.	<i>Capa de red.....</i>	16
1.3.1.4.	<i>Capa de enlace de datos .....</i>	17
<b>1.4.</b>	<b>Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS).....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.</b>	<b>NTRIP (Network Transport RTCM Internet Protocol) .....</b>	<b>19</b>
<b>1.5.1.</b>	<b>Componentes de NTRIP.....</b>	<b>20</b>
1.5.1.1.	<i>NTRIP Source .....</i>	20
1.5.1.2.	<i>NTRIP Server.....</i>	21
1.5.1.3.	<i>NTRIP Caster.....</i>	21
1.5.1.4.	<i>NTRIP User/Client.....</i>	21
<b>1.5.2.</b>	<b>Protocolo NTRIP .....</b>	<b>22</b>
<b>1.5.3.</b>	<b>Ventajas y Desventajas de NTRIP .....</b>	<b>23</b>
<b>1.6.</b>	<b>Conectividad para correcciones de GPS.....</b>	<b>23</b>

## CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>INSTALACION DE HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.</b>	<b>Metodología de la Investigación.....</b>	<b>25</b>
2.1.1.	<i>Tipo de investigación. ....</i>	25
2.1.2.	<i>Método de investigación. ....</i>	25
2.1.3.	<i>Técnicas de investigación. ....</i>	26
<b>2.2.</b>	<b>Concepción general del sistema. ....</b>	<b>26</b>
2.2.1.	<i>Estación de Referencia .....</i>	27
2.2.1.1.	<i>Ubicación Estación de Referencia.....</i>	27
2.2.2.	<i>Coordenadas geográficas de la Estación de Referencia.....</i>	28
2.2.3.	<i>Configuración en NTRIP Source.....</i>	29
2.2.3.1.	<i>Version del NTRIP .....</i>	29
2.2.3.2.	<i>RT27.....</i>	30
2.2.3.3.	<i>RTCM Versión 2.3 .....</i>	31
2.2.3.4.	<i>OMNISTAR Y BINEX .....</i>	32
<b>2.3.</b>	<b>Instalación NTRIPCaster.....</b>	<b>33</b>

2.3.1.	<i>Proceso de instalación de NTRIPCaster.</i>	33
2.3.2.	<i>Instalación NTRIPServer.</i>	36
2.3.3.	<i>Configuración Source Table.</i>	37
2.4.	Software Cliente NTRIP.	42
2.4.1.	BKG NTRIP CLIENT (BNC)	42

### CAPITULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.</b>	43
3.1.	<b>Análisis de datos</b>	43
3.1.1.	<i>Levantamiento de Información de Georreferenciación.</i>	43
3.1.2.	<i>Selección de la Operadora Móvil para el receptor GPS.</i>	45
3.1.2.1.	<i>Factores para tomar decisión de operador móvil.</i>	45
3.1.2.2.	<i>Análisis de la cobertura de operadores móviles</i>	45
3.1.2.3.	<i>Consumo de datos.</i>	46
3.1.2.4.	<i>Consumo diario de datos</i>	47
3.1.2.5.	<i>Soluciones de distintos planes móviles</i>	48
3.2.	<b>Latencia</b>	48
3.3.	<b>Evaluación de las Tecnología NTRIP</b>	49
3.3.1.	<i>MSE (Error Cuadrático Medio)</i>	49
3.4.	<b>Análisis de resultados en los sectores</b>	50
3.4.1.	<i>Sectores analizados</i>	50
3.4.1.1.	<i>Sector uno- Av. Daniel León Borja</i>	50
3.4.1.2.	<i>Sector dos - Parque Sucre</i>	56
3.4.1.3.	<i>Sector tres - Monumento Pedro Vicente Maldonado</i>	60
3.4.1.4.	<i>Sector cuarto - Línea Sector Canchas Barrio San Martin.</i>	65
3.4.1.5.	<i>Sector cinco - Facultad Informática Y Electrónica (ESPOCH)</i>	69
	<b>CONCLUSIONES</b>	75
	<b>RECOMENDACIONES</b>	76

### GLOSARIO

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1</b> Comparación entre las características de GPS y GLONASS .....	8
<b>Tabla 2-1</b> Estructura RTCM 2.3.....	11
<b>Tabla 3-1</b> Transferencia de datos. ....	12
<b>Tabla 1-2</b> Formatos y Contenidos en la Sourcetable describiendo nuestro Servidor.....	35
<b>Tabla 2-2</b> Formatos y Contenidos en la Sourcetable describiendo un Data-Stream .....	38
<b>Tabla 3-2</b> Formatos y Contenidos en la Sourcetable describiendo un Caster. ....	40
<b>Tabla 4-2</b> Formatos y Contenidos en la Sourcetable describiendo una Red de Streaming de Datos. ....	41
<b>Tabla 1-3</b> Ubicación de los lugares.....	44
<b>Tabla 2-3</b> Ubicación de los lugares. ....	44
<b>Tabla 3-3</b> Análisis de la cobertura de operadores móviles.....	45
<b>Tabla 4-3</b> Plan de Datos OTECEL (Movistar).....	46
<b>Tabla 5-3</b> Planes de Datos escogido OTECEL (Movistar). ....	48
<b>Tabla 6-3</b> Puntos tomados en coordenadas UTM. ....	50
<b>Tabla 7-3</b> Tabla de errores de posicionamiento. ....	53
<b>Tabla 8-3</b> Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo. ....	55
<b>Tabla 9-3</b> Puntos tomados en coordenadas UTM y errores de posicionamiento en el Parque Sucre. ....	56
<b>Tabla 10-3</b> Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo. ....	60
<b>Tabla 11-3</b> Puntos tomados en coordenadas UTM y errores de posicionamiento en el Monumento a Pedro Vicente Maldonado .....	61
<b>Tabla 12-3</b> Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo. ....	65
<b>Tabla 13-3</b> Puntos tomados en coordenadas UTM y errores de posicionamiento en el sector Canchas Barrio San Martin.....	65
<b>Tabla 14-3</b> Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo. ....	69
<b>Tabla 15-3</b> Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo. ....	74
<b>Tabla 16-3</b> Puntos tomados en coordenadas UTM y errores de posicionamiento en el sector de la FIE ESPOCH.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1</b> Funcionamiento de GNSS.....	2
<b>Figura 2-1</b> Estructura de la señal GPS. ....	4
<b>Figura 3-1</b> Distribución original de la constelación de 24 satélites .....	5
<b>Figura 4-1</b> Segmentos de Control GPS.....	6
<b>Figura 5-1</b> GPS Mobile Mapper 100.....	7
<b>Figura 6-1</b> Despliegue de constelaciones GLONASS .....	7
<b>Figura 7-1</b> QZSS (Quasi-Zenith Satellite System).....	10
<b>Figura 8-1</b> Formato de Trama RTCM Version 2.3. ....	12
<b>Figura 9-1</b> Formato de la cabecera de RTCM Version 2.3. ....	13
<b>Figura 10-1</b> Google Maps –Gps.....	14
<b>Figura 11-1</b> Capas del Protocolo TCP/IP.....	15
<b>Figura 12-1</b> Capas de Aplicación Modelo TCP/IP. ....	15
<b>Figura 13-1</b> Capas de Transporte Modelo TCP/IP.....	16
<b>Figura 14-1</b> Capas de Transporte Modelo TCP/IP.....	17
<b>Figura 15-1</b> Capas de Enlace de Datos Modelo TCP/IP.....	18
<b>Figura 16-1</b> Relación de Protocolos Modelo TCP/IP .....	18
<b>Figura 17-1</b> Arquitectura de NTRIP .....	20
<b>Figura 18-1</b> Componentes de NTRIP.....	22
<b>Figura 1-2</b> Componentes de NTRIP EERSA.....	27
<b>Figura 2-2</b> Ubicación Estación de Referencia.....	28
<b>Figura 3-2</b> Estación de Referencia. ....	28
<b>Figura 4-2</b> Configuración de E/S. ....	29
<b>Figura 5-2</b> RT27.....	30
<b>Figura 6-2</b> RTCM. ....	31
<b>Figura 7-2</b> OmniSTAR y Binex.....	32
<b>Figura 8-2</b> Versión Ubuntu 17.04. ....	33
<b>Figura 9-2</b> Tabla de servidor de Conexiones .....	35
<b>Figura 1-3</b> Puntos de la Ciudad de Riobamba.....	43
<b>Figura 2-3</b> Latencia de transmisión de datos RTCM 2.3. ....	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3</b> Coordenadas de manera autónoma. ....	51
<b>Gráfico 2-3</b> Coordenadas con diferencial NTRIP. ....	51
<b>Gráfico 3-3</b> Coordenadas medidas en forma autónoma y con diferencial NTRIP. Caso: Av. Daniel León Borja. ....	52
<b>Gráfico 4-3</b> Porcentaje Errores RMSE entre modo diferencial y autónomo. ....	53
<b>Gráfico 5-3</b> Trayectoria en modo autónomo. Caso: Av. Daniel León Borja. ....	54
<b>Gráfico 6-3</b> Trayectoria Diferencial NTRIP Caso: Av. Daniel León Borja. ....	54
<b>Gráfico 7-3</b> Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: Av. Daniel León Borja. ....	55
<b>Gráfico 8-3</b> Coordenadas con diferencial NTRIP. Caso: Parque Sucre. ....	57
<b>Gráfico 9-3</b> Coordenadas medidas en forma autónoma y diferencial NTRIP. Caso: Parque Sucre. ....	58
<b>Gráfico 10-3</b> Porcentaje Errores RMSE entre modo diferencial y autónomo. ....	58
<b>Gráfico 11-3</b> Trayectoria Autónomo Caso: Parque Sucre. ....	59
<b>Gráfico 12-3</b> Trayectoria Diferencial NTRIP. ....	59
<b>Gráfico 13-3</b> Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: Parque Sucre. ....	60
<b>Gráfico 14-3</b> Coordenadas con diferencial NTRIP Caso: Monumento del parque Maldonado. ....	61
<b>Gráfico 15-3</b> Coordenadas medidas en forma autónoma. ....	62
<b>Gráfico 16-3</b> Coordenadas medidas en forma autónoma y diferencial NTRIP. Caso: Monumento del parque Maldonado. ....	62
<b>Gráfico 17-3</b> Error RMSE. Caso: Monumento Parque Maldonado entre modo diferencial y autónomo. ....	63
<b>Gráfico 18-3</b> Trayectoria Autónomo. Caso: Monumento Pedro Vicente Maldonado. ....	63
<b>Gráfico 19-3</b> Trayectoria Diferencial NTRIP Caso: Monumento Pedro Vicente Maldonado. ...	64
<b>Gráfico 20-3</b> Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: Monumento Pedro Vicente Maldonado. ....	64
<b>Gráfico 21-3</b> Coordenadas medidas en forma autónoma. Caso: Canchas Barrio San Martin. ....	66
<b>Gráfico 22-3</b> Coordenadas con diferencial NTRIP Caso: Canchas Barrio San Martin. ....	66
<b>Gráfico 23-3</b> Coordenadas medidas en forma autónoma y diferencial NTRIP. Caso: Canchas Barrio San Martin. ....	67
<b>Gráfico 24-3</b> Línea Autónomo Caso: Sector San Martin. ....	67
<b>Gráfico 25-3</b> Línea Diferencial NTRIP Caso: Sector San Martin. ....	68
<b>Gráfico 26-3</b> Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: Sector San Martin. ....	68
<b>Gráfico 27-3</b> Error RMSE Línea Sector San Martin entre modo diferencial y autónomo. ....	69
<b>Gráfico 28-3</b> Coordenadas medidas en forma autónoma Caso: FIE ESPOCH. ....	71
<b>Gráfico 29-3</b> Coordenadas con diferencial NTRIP. Caso: FIE ESPOCH. ....	72
<b>Gráfico 30-3</b> Polígono Autónomo. Caso: FIE ESPOCH. ....	72
<b>Gráfico 31-3</b> Polígono Diferencial NTRIP. Caso: FIE ESPOCH. ....	73
<b>Gráfico 32-3</b> Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: FIE ESPOCH. ....	73
<b>Gráfico 33-3</b> Error RMSE polígono FIE ESPOCH entre modo diferencial y autónomo. ....	74



## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1-3</b> Consumo promedio de bits/s.....	46
<b>Ecuación 2-3</b> Consumo diario de datos por el Rover de la EERSA.....	47
<b>Ecuación 3-3</b> Error Cuadrático Medio .....	49
<b>Ecuación 4-3</b> Raíz Cuadrada Error Cuadrático Medio.....	50

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** Cobertura Móvil en Chimborazo.

**ANEXO B:** Planos de cada punto obtenido en la ciudad de Riobamba.

**ANEXO C:** Instalación de NTRIP & DIRECT IP.

**ANEXO D:** Obtención de datos en la ciudad de Riobamba.

## RESUMEN

La investigación tuvo como objeto analizar la corrección de errores en tiempo real de receptores de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) mediante la tecnología NTRIP, para determinar si se puede evitar el post-proceso en la recolección de datos de posicionamiento. Planteándose como hipótesis, implementando un NTRIPServer y conectando los NTRIPClients a la red móvil de tercera generación (3G) a través del protocolo TCP/IP se pueden corregir los errores de posicionamiento en tiempo real. El funcionamiento consiste en un sistema basado en: NTRIPSource, NTRIPServer, siendo las estaciones satelitales de referencia encargadas de transmitir datos RTCM al NTRIPCaster que es un servidor implementado con software libre, que gestiona los mensajes de las estaciones y controla si los receptores GPS están autorizados para recibir datos RTCM y NTRIPClients conformados por los receptores que obtienen los datos de posicionamiento corregidos. Se utilizó el método científico evaluando características y propiedades de los receptores GPS y el método experimental configurando el NTRIPCaster y la conexión con los receptores GPS para establecer comunicación entre los dispositivos. Utilizando las técnicas de observación y fichaje de datos de posicionamiento. Se obtuvo una mejora en los datos de posicionamiento y una mayor precisión Según la comparación entre los valores obtenidos de manera autónoma y mediante el uso de la tecnología NTRIP se confirmó que la tecnología NTRIP puede evitar el post-proceso, de esta manera se reducen costos en la empresa. Para obtener resultados satisfactorios dependerán de muchos factores entre los cuales se tienen: la distancia a la estación de referencia, tipo de densidad geográfica y el tipo de clima, para lo cual conseguir el mejor de los resultados se recomienda realizar pruebas dentro de un ambiente temperado.

**Palabras Claves:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <SISTEMAS DE GEOREFERENCIACIÓN>, <SISTEMA DE CORRECCIÓN DE ERRORES>, <SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)>, <CORRECCIÓN DE ERRORES EN TIEMPO REAL>, <COMUNICACIONES MÓVILES>, <DATOS RTCM>

## SUMMARY

The objective of the research was to analyze the correction of errors in real time of Global Positioning System (GPS) recipients using Ntrip technology, to determine if post-processing in data collection positioning can be avoided, as hypothesis, implemented a NtripServer and connecting the Ntripclients to the third generation mobile network (3gd) through the TCP / IP protocol can correct the positioning errors in real time. The operation consists of a system based on: RTCM to the Ntripserver, being the reference satellite stations responsible for transmitting RTCM and Ntripclients data conformed by the GPS receivers and the experimental method configured the Ntripcaster and the connection with the GPS receivers to establish communication between devices Using the techniques of observation and data acquisition of positioning, an improvement in the positioning data was obtained and a greater precision. According to the comparison between the values obtained in an autonomous way and by means of the use of Ntrip technology it was confirmed that the technology Ntrip can avoid post-processing, thus reducing costs in the company. To obtain satisfactory results will depend on many factors among which are: the distance to the reference station, type of geographic density and the type of climate. For which to get the best results is recommended to perform tests in a temperate environment.

**Keywords:** <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <TELECOMMUNICATIONS>, <GEOREFERENCING SYSTEMS>, <ERROR CORRECTION SYSTEM>, <GLOBAL POSITIONING SYSTEM>, <(GPS) CORRECTED FROM ERRORS IN REAL TIME>, <MOBILE COMMUNICATIONS>, <RTCM DATA>.

## INTRODUCCIÓN

GNSS (Global Navigation Satellite System), es el acrónimo que se refiere al conjunto de tecnologías de sistemas de navegación por satélite que brindan posicionamiento geoespacial con cobertura global de manera autónoma.

Los orígenes del GNSS se sitúan a los años 70 con el desarrollo del sistema militar estadounidense GPS (Global Positioning System), destinado al guiado de misiles, localización de objetivos y tropas etc. A través de una red de satélites, un receptor de GNSS es capaz de determinar su posición en cuatro dimensiones (longitud, latitud, altitud, y tiempo), lo que ha dado lugar a multitud de aplicaciones civiles y militares.

Desde 1993, el Formato RINEX es el formato de archivo estándar para el almacenamiento y difusión a largo plazo de datos del receptor GNSS, dirigidos principalmente a la estimación de las coordenadas de las estaciones en el modo de pos procesamiento.

Los datos de RINEX se pueden descargar en varios centros de datos globales y regionales usualmente como archivos "diarios" que contienen 24 horas de datos.

Con el desarrollo continuo y el deseo de obtener información de inmediato la demanda de acceso a los datos GNSS con muy poco retraso (en tiempo real) creció. El monitoreo y el posicionamiento del curso son probablemente los principales casos de uso donde los datos en tiempo real son indispensables

En el año 2002, Europa adoptó una resolución para proporcionar datos en tiempo real para posicionamiento y navegación DGPS método para mejorar la exactitud. Entre las técnicas que abarca DGPS esta DGPS Estática, Cinemática y PPP (Precise Point Positioning o Posicionamiento Preciso de un Punto) las que dependen de una estación de referencia local para aumentar la información disponible de los satélites.

NTRIP es el acrónimo de (Networked Transport of RTCM) vía Protocolo Internet y, como su nombre lo indica, se trata de un protocolo basado en el Protocolo de Transferencia de Hipertexto HTTP, desarrollado para distribuir flujos de datos GNSS a receptores móviles o estáticos a través de Internet.

Esta técnica se presentó a finales del año 2004, bajo el nombre de "Red de Transporte de RTCM a través de Protocolo de Internet (NTRIP)", desarrollada por la Agencia Federal Alemana de

Cartografía y Geodesia (BKG), junto con sus socios de la Universidad de Dortmund y Trimble Terrasat GmbH. La principal intención es usar el "Internet" como alternativa de la actual corrección existente en tiempo real de los servicios prestados a través de la transmisión de radio (LF, MF, HF, UHF) o redes de comunicaciones móviles.(LENZ 2004)

En el año 2008, SIRGAS inició el proyecto piloto "SIRGAS – RT", con el objetivo de investigar los fundamentos y aplicaciones asociadas con la distribución del continente, en cuanto a observaciones y correcciones a las mediciones GNSS en tiempo real, mediante NTRIP o cualquier otro medio de largo alcance. (HOYER 2009)

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es necesario la implementación de la tecnología NTRIP en receptores GPS que permita la corrección de errores de posicionamiento en tiempo real como herramienta de ayuda para eliminar el trabajo de post-proceso?

## **SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

- ¿Es posible la implementación del diferencial de GPS en tiempo real en receptores GPS?
- ¿Se puede configurar y corregir los errores de posicionamiento en un receptor GPS?
- ¿Cuál será la precisión alcanzada entre un receptor GPS con corrección y un receptor GPS sin corrección?
- ¿Se considera un beneficio el eliminar el post-proceso en la toma de datos de posicionamiento?

## **JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Según la BKG, que son los creadores de la tecnología NTRIP, y que incluyeron todas las aplicaciones necesarias para ponerla operativa tanto del lado de los administradores del servicio como de los usuarios.

Los cuales implementaron dicha técnica debido a las desventajas que existen en mediciones, en cuanto a las distancias entre la estación de referencia hacia los rovers, lo cual generalmente ocasionan problemas de comunicación para la corrección de errores.

Contiene una comparación y análisis de exactitudes utilizando receptores de simple y doble frecuencia y navegadores.

En el Ecuador, se han realizado ensayos con la tecnología NTRIP, en los cuales se han obtenido buenos resultados de precisión en tiempo real, comparándolas con otros métodos, en donde la pérdida de la cobertura de telefonía móvil es el problema más importante para la aplicación y su uso de este método.

## **JUSTIFICACIÓN APLICATIVA**

El análisis y la implementación de esta tecnología serán de uso público especialmente siendo los principales beneficiarios la EERSA quien la utilizara en el proceso de georreferenciación de la infraestructura eléctrica

El posicionamiento DGPS por radio UHF, VHF, y LF es la forma tradicional de corrección de errores siendo muy dependiente de la estación base y los rovers. Siendo otra forma de corrección de errores el posicionamiento a través del post-proceso que consiste en comparar los datos tomados en el RIMEX y realizar la diferenciación de manera manual lo que consiste tiempo y recursos humanos.

A través de NTRIP se suprime el post-proceso y se obtiene la corrección en tiempo real, basándonos en el transmisor sobre el receptor que utiliza un chip GSM y aplicando el modelo TCP/IP enviando datos RTCM para GNSS, permitiendo de esta manera la corrección a través de internet.

Se realizará el análisis del flujo de datos que se generen en la red mediante este sistema como son:

- Latencia.
- Ancho de banda.
- Conectividad.
- Disponibilidad.
- Un presupuesto de datos.

A la vez el análisis del proceso de corrección de errores en el posicionamiento que incluye las técnicas de diferenciación por frecuencias y pseudorangos. El objetivo es implementar y analizar ambos sistemas y como convergen entre sí para poder brindar DGPS en tiempo real.

Los receptores GPS de precisión, pese a que pueden obtener errores de centímetros, requieren para corregir errores de un Post – Proceso, el cual incluye gastos de recursos humanos y físicos. Si se habla de tiempo real la opción disponible es RTK (Real Time Kinematic), con la cual se obtiene coordenadas en tiempo real con precisión centimétrica (1 ó 2 cm.), con la limitante de los radio módems UHF pues existen problemas con la radio comunicación del sistema RTK, mientras que el resto solo permiten llegar a errores de metros, situación que da problemas dependiendo de la precisión a la que se quiere llegar, pues al plasmarlos en un GIS, las coordenadas son únicamente para referencia, pues no existe confiabilidad de cuanto es el error. De esta manera y contando con una infraestructura de cobertura celular a nivel nacional se puede llegar a pensar en técnicas para poder realizar la diferenciación de GPS (DGPS), incorporando en estos dispositivos móviles, logrando de esta manera reducir recursos tanto humanos tecnológicos y en cuanto a tiempo de procesamiento.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERALES**

Analizar e implementar de diferencial de GPS en tiempo real a través de la tecnología NTRIP para la EERSA.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Analizar la arquitectura funcional de NTRIP.
- Implementar la configuración útil en receptores GPS.
- Comparar los resultados de posicionamiento entre receptores GPS con sin corrección.
- Validar la corrección de errores en distintas trayectorias.

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite)**

El Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) se refiere a una constelación de satélites que proporcionan señales desde el espacio que transmiten datos de posicionamiento y temporización a receptores GNSS. Además, que proporcionan un marco de referencia espacio-temporal con cobertura global, independiente de las condiciones atmosféricas, de forma continua en cualquier lugar de la Tierra, y disponible para cualquier número de usuarios. Los receptores luego usan estos datos para determinar la ubicación.(EUROPEAN GSA 2017)

Los GNSS son un conjunto de sistemas de navegación por satélite, como GPS, GLONASS y el más reciente GALILEO, estos son capaces de proporcionar en cualquier instante un punto de posicionamiento espacial y temporal en todo el mundo.(GARCIA, M 2008)

##### **1.1.1. Historia de GNSS**

Los orígenes de la radionavegación datan de la segunda guerra mundial con el desarrollo de los sistemas GEE en Gran Bretaña y LORAN en Estados Unidos, en el cual utilizaban radiotransmisores de baja frecuencia (100 Khz.) terrestres en vez de satélites.

Ambos están basados en calcular la diferencia de tiempos con la que llegan las señales provenientes de un mínimo de tres transmisores sincronizado. Estos sistemas difundían un pulso de radio desde una localización "maestra" conocida, seguido por pulsos repetidos desde un número de estaciones "esclavas".

El retraso entre la recepción y el envío de la señal en las estaciones auxiliares era controlado, permitiendo a los receptores comparar el retraso entre la recepción y el retraso entre enviados. A través de este método se puede conocer la distancia a cada una de las estaciones auxiliares.

El primer sistema global de radionavegación con disponibilidad continua, bautizado como OMEGA, comienza a usarse en la década de los '70 con la finalidad principalmente militar, de

determinar la posición de barcos. La precisión del sistema era de unos 2 a 4 Km.(MISRA y ENGE 2001)

### 1.1.2. Funcionamiento de un sistema GNSS

En este apartado vamos a cubrir los aspectos clave del funcionamiento de los GNSS. Ahora que conocemos su estructura básica y las prestaciones que debe ofrecer, vamos a ver el proceso que se da desde que se envía la información hasta que se recibe, y como se aprovecha dicha información para calcular el posicionamiento.

El funcionamiento de un Sistema de Navegación por Satélite involucra los distintos segmentos vistos anteriormente, de tal manera que se relacionan entre sí:

- **Segmento espacial:** envía la señal que se recibe en los segmentos de control y usuario.
- **Segmento de control:** recibe la señal del segmento de espacio, monitoriza y actualiza información enviando correcciones a los satélites si es preciso.
- **Segmento de usuario:** recibe información procedente del segmento espacial y calcula su posición.(HOLANDA y BERMEJO 1998)



**Figura 1-1** Funcionamiento de GNSS.

Fuente: (GARCIA, David 2008)

### **1.1.3. Aplicaciones de GNSS**

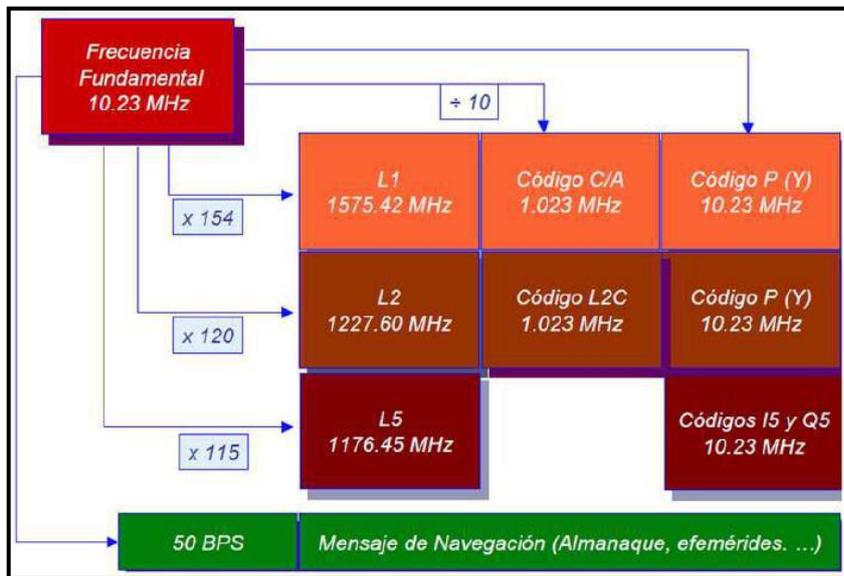
Como ya se ha descrito anteriormente, el nacimiento de la tecnología GNSS tiene su origen en las aplicaciones militares del GPS, empezando a funcionar para aplicaciones civiles a finales de los 80. Vamos a describir su estado actual, así como sus características.

- Sistemas de pruebas de GNSS en vuelo para el mercado aeronáutico.
- Sistemas e Identificación Automática (AIS) en buques y Servicio de Tráfico de Buques (VTS) para el sector de transporte marítimo.
- Sistemas de Localización Automática de Vehículos (LVA) y de gestión de flotas para el mercado de transporte por carretera y ferroviario.
- Sistemas basados en GNSS para agricultura de precisión.
- Sistemas basados en GNSS para emergencias y gestión de crisis.
- Sistemas basados en GNSS para la elaboración de mapas de la ionosfera.
- Sistemas basados en GNSS en telefonía móvil.
- Sistemas del Modelo de Volcanes Mundiales (GMV) este sistema permite rastrear con GNSS actividades volcánicas.

### **1.1.4. La señal GNSS**

El diseño y estructura de la señal, va direccionando hacia los objetivos que tienen los sistemas de navegación, en donde interviene la alta precisión, navegación en tiempo real, cobertura global, tolerancia a las interferencias y conseguir una solución final en un tiempo razonable, usa distintos tipos de portadoras de frecuencia L1, L2, L5, E5 siendo su modulación por medio de código, entendiéndose solo por el satélite y receptor.

Las señales que transmiten los satélites son de frecuencias en forma de códigos, las cuales son moduladas sobre la frecuencia de portadora, la señal L1 contiene código P de alta precisión y código C/A menos preciso. (Dalda et al. 2008)



**Figura 2-1** Estructura de la señal GPS

Fuente: (Dalda et al. 2008)

## 1.2. GPS (Sistema de Posicionamiento Global)

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un servicio propiedad de los EE.UU. que proporciona a los usuarios información sobre posicionamiento, navegación y cronometría. Este sistema está constituido por tres segmentos: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento del usuario. La Fuerza Aérea de los Estados Unidos desarrolla, mantiene y opera los segmentos espacial y de control. (Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación 2017)

### 1.2.1. Segmento Espacial

El segmento espacial GPS consiste en una constelación de satélites que transmiten señales de radio a los usuarios. Los Estados Unidos están comprometidos a mantener la disponibilidad de al menos 24 satélites GPS operativos, el 95% del tiempo. Para asegurar este compromiso, la Fuerza Aérea ha estado volando 31 satélites de GPS operativos durante los últimos años.

Esto garantizaba un mínimo de cinco satélites disponibles en cualquier parte del mundo (normalmente seis), sin embargo se han ido añadiendo satélites que mejoren las prestaciones de servicio del GPS. (Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación 2017)

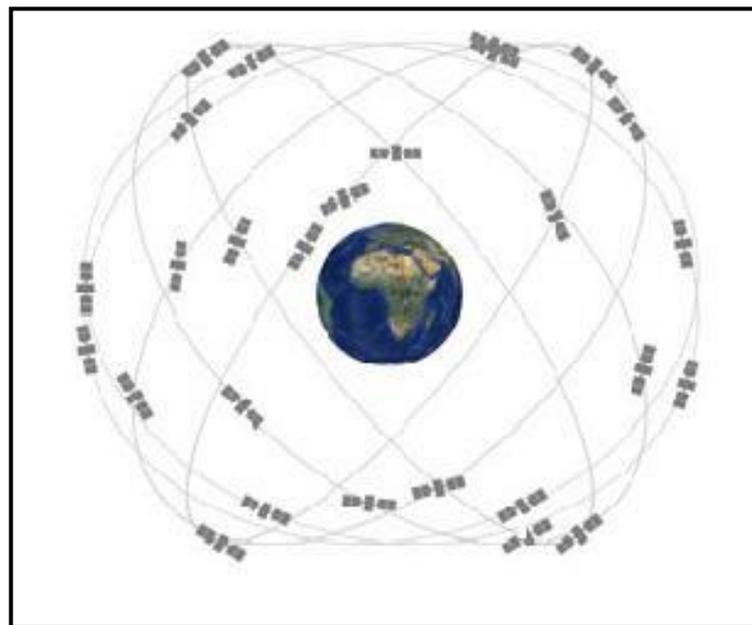
#### 1.2.1.1. Arreglo de la constelación

Los satélites GPS vuelan en órbita terrestre media (MEO) a una altitud de aproximadamente 20.200 km (12.550 millas). Cada satélite rodea la Tierra dos veces al día. Los satélites de la

constelación GPS están dispuestos en seis planos orbitales igualmente espaciados que rodean a la Tierra. Cada avión contiene cuatro "slots" ocupados por satélites de línea de base. Esta disposición de 24 ranuras garantiza que los usuarios pueden ver al menos cuatro satélites desde prácticamente cualquier punto del planeta.

La Fuerza Aérea normalmente utiliza más de 24 satélites GPS para mantener la cobertura cada vez que los satélites de línea de base son atendidos o desarmados. Los satélites adicionales pueden aumentar el rendimiento del GPS pero no se consideran parte de la constelación central.

Sin embargo, el estado y el funcionamiento de cada satélite varía de uno a otro, ya que algunos operan con relojes atómicos de Cesio y otros con relojes atómicos de Rubidio. Como se puede apreciar en la figura, dividiendo la tierra en planos orbitales en función de la latitud y longitud se obtiene una red sobre la que posicionar los distintos satélites. (Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación 2017)



**Figura 3-1** Distribución constelación de 24 satélites

**Fuente:** (Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación 2017)

### **1.2.2. Segmento de Control**

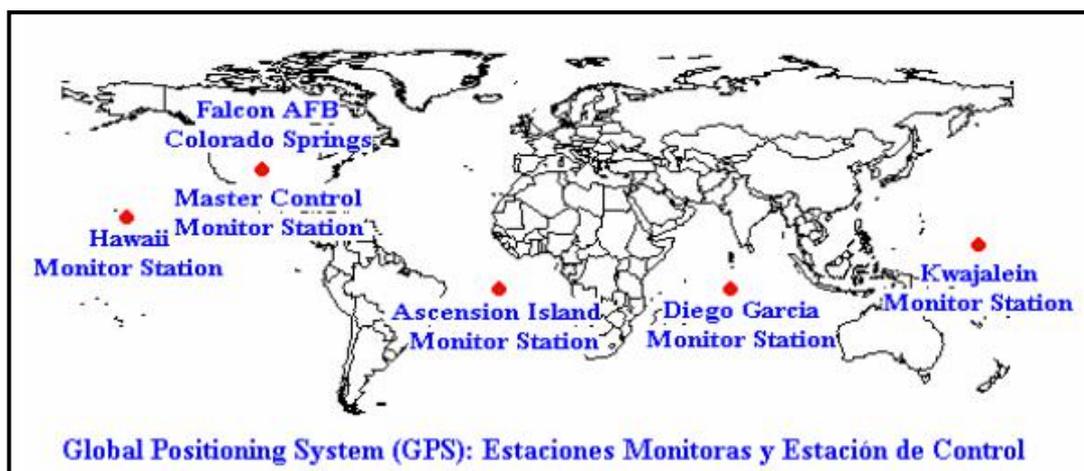
El segmento de control del GPS está compuesto por los siguientes elementos:

- **Estación de control maestra (MCS):** situada en Colorado en la base Falcon de la US Air Force. Existen además dos estaciones de reserva en California y Maryland.

- **Estaciones de control:** situadas por todo el Globo terráqueo (Hawaii, Kwajalein, Ascension Island, Diego Garcia, Colorado Springs), tres de ellas poseen antenas que transmiten información a los satélites (Ascension Island, Diego Garcia, Kwajalein), mientras que otras dos no.

Se conoce de manera muy precisa la posición de cada una de estas estaciones de acuerdo con las mediciones realizadas por el World Geodetic System en el 1972 y posteriormente en 1984. De ésta forma se puede conocer la precisión del GPS, ya que al calcular la posición de la estación por triangulación a partir de la información que envían los satélites GPS, se calcula la desviación sobre la posición exacta (medida) de la estación.

El funcionamiento del segmento de control es el siguiente: las estaciones de control (monitor stations) reciben la información de los satélites, acumulando datos sobre posición de estos, mensajes etc. Dichos datos se envían a la MCS, que los procesa y aplica las correcciones necesarias en cuanto a órbitas y mensaje de navegación del satélite. (GARCIA, David 2008)

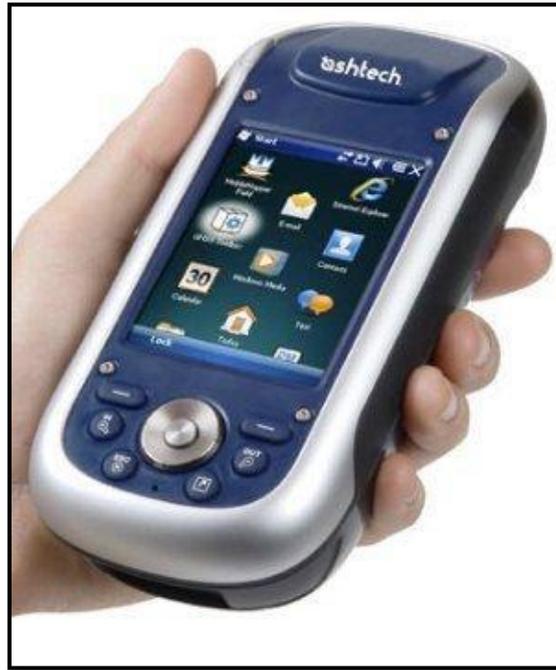


**Figura 4-1** Segmentos de Control GPS.

Fuente: (GARCIA, David 2008)

### 1.2.3. Segmento de Usuario

El segmento de usuarios comprende a cualquier equipo que reciba las señales de los satélites GPS con un receptor, determinando su posición tridimensional y/o la hora precisa.

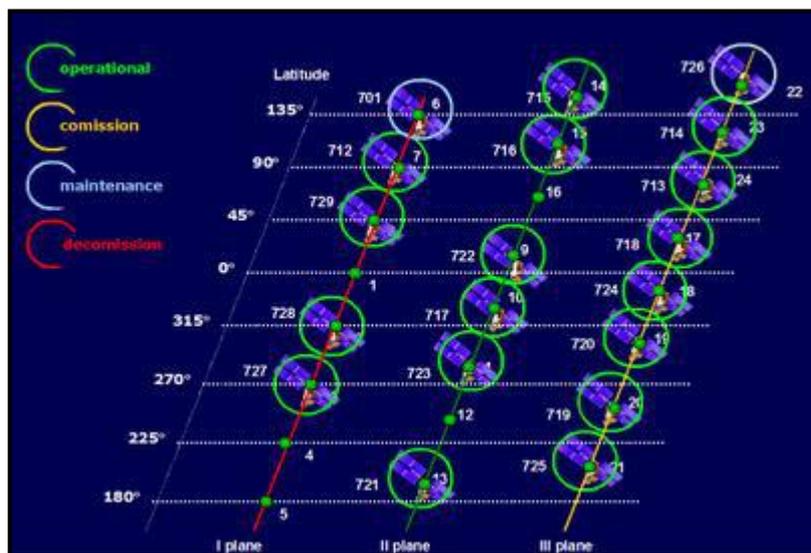


**Figura 5-1** GPS Mobile Mapper 100.

Fuente: (Ecuador GPS 2017)

#### 1.2.4. GLONASS

Es un sistema de posicionamiento satelital de características muy similares al GPS, manejado por las Fuerzas Militares Rusas, ideado en los años setenta, sus órbitas se encuentran a una altura de 19100 Km. Consta de una constelación de 31 satélites (24 en activo, 3 satélites de repuesto, 2 en mantenimiento, uno en servicio y uno en pruebas), situados en tres planos orbitales con 8 satélites cada uno y siguiendo una órbita inclinada de 64,8°, con un radio de 25.510 km. (UNSE 2008)



**Figura 6-1** Despliegue de constelaciones GLONASS

Fuente: (Accuracy y GNSS Solutions and Services 2009)

Con la implementación de GLONASS, es necesario que los sistemas GNSS en un futuro, adopten un único sistema de referencia, dado que la comparación entre este sistema y GPS ofrece diferentes referencias tanto en espacio como tiempo.

**Tabla 1-1** Comparación entre las características de GPS y GLONASS

	<b>GPS</b>	<b>GLONASS</b>
<b>Nº de satélites</b>	24	24
<b>Nº de planos orbitales</b>	6	3
<b>Satélites/ plano orbital</b>	4	8
<b>Inclinación orbital</b>	55°	64.8°
<b>Excentricidad nominal</b>	0	0
<b>Radio orbital</b>	26560 km	25510 km
<b>Periodo orbital</b>	11h 58min	11h 15min
<b>SEÑALES</b>		
<b>Separación señales</b>	CDMA	FDMA
<b>Portadora</b>	L1: 1575.42 MHz L2: 1227.60 MHz	L1: 1602.56-1615.5 MHz L2: 1246.43-1256.5 MHz
<b>Código C/A (L1)</b>	1.023 MHz	0.511 MHz
<b>Código P (L1,L2)</b>	10.23 MHz	5.110 MHz
<b>MENSAJE DE NAVEGACIÓN</b>		
<b>Duración (min)</b>	12.5	2.5
<b>Dur. palabra (seg)</b>	0.6	2
<b>Cap. palabra (bit)</b>	30	100
<b>Palabras/ trama</b>	50	15
<b>Efemérides</b>	Elementos de Kepler Modificados	Coord. cartesianas geocéntricas, velocidades y aceleraciones
<b>GENERAL</b>		
<b>Referencia temporal</b>	UTC (USNO)	UTC (SU)
<b>Coord. espaciales</b>	WGS 84	SGS 85
<b>Disponibilidad selectiva</b>	SI	NO
<b>Antispoofing código P</b>	SI	NO

Fuente: (Moreno et al. 2003)

GLONASS emite dos tipos de señales, para uso militar y para uso civil, los usuarios rusos y extranjeros tienen acceso gratis e ilimitado a las señales de navegación civiles del sistema,

mientras que el acceso a la señal de otro tipo es restringido; con el sistema GLONASS se puede alcanzar precisiones de centímetros y puede ir a un grado mayor si se lo conjuga con infraestructura terrestre, Rusia está desarrollando un sistema de corrección de señales, estimando para cada satélite errores de parámetros y trasladándolos a los dispositivos por medio de satélites geoestacionarios. (GURKO 2013)

#### **1.2.5. SBAS (Sistema de Aumentación Basado en Satélites)**

Satellite Based Augmentation System (SBAS) es un sistema de corrección de las señales que los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) transmiten al receptor GPS del usuario.

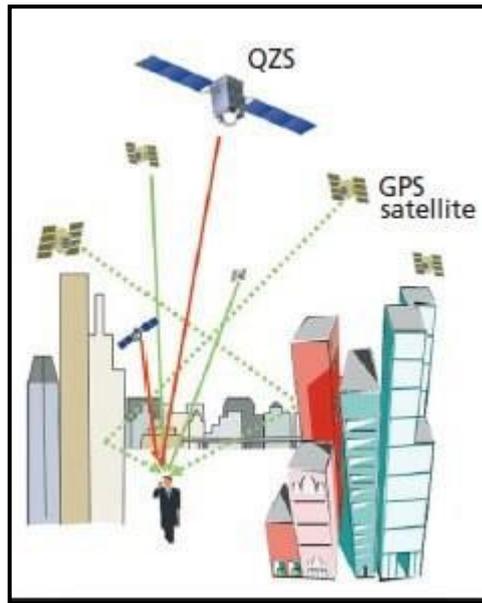
Actualmente están desarrollados o en fase de implementación los siguientes sistemas SBAS:

- **WAAS** (Wide Area Augmentation System), gestionado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.
- **EGNOS** (European Geostationary Navigation Overlay Service), administrado por la Agencia Espacial Europea. Es un sistema de satélites DGPS que mejoran la señal GPS, GLONAS y GALILEO.
- **MSAS** (Multi-Functional Satellite Augmentation System), operado por Japón.
- StarFire, gestionado por la empresa John Deere.
- **QZSS** (Quasi-Zenith Satellite System), propuesto por Japón.
- **IRNSS** (Indian Regional Navigation Satellite System) de India
- **GAGAN** (GPS and GEO Augmented Navigation), desarrollado por la India. (VILLAROEL)

#### **1.2.6. QZSS (Quasi-Zenith Satellite System)**

QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) es el nombre del “GPS” japonés. El QZSS trabajará en conjunto con el GPS estadounidense añadiéndole precisión a los sistemas de navegación que funcionen en territorio japonés. En Tokio la precisión llegará a ser de hasta un centímetro.

El primer satélite de la constelación fue lanzado en el 2010 y el último de los cuatro satélites estará en órbita a finales del 2017. Las órbitas de los cuatro están pensadas para que cada uno de ellos esté sobre el archipiélago japonés ocho horas al día.



**Figura7-1**QZSS(Quazi Satelite System)

Fuente: (Kirai 2017)

### **1.2.7. Concepto Diferencial de GPS (DGPS)**

Es un sistema que proporciona a los receptores de GPS correcciones de los datos recibidos de los satélites GPS, con el fin de proporcionar una mayor precisión en la posición calculada. Se concibió fundamentalmente debido a la introducción de la disponibilidad selectiva (SA).

#### **1.2.7.1. Post – Procesamiento**

La mejor alternativa para este tipo de post–procesamiento, es la instalación de una estación de monitoreo continuo, sobre un punto con coordenadas ya conocidas, esta estación almacena los datos durante 24h del día, constantemente y los pone a disposición de los usuarios en forma de archivos descargables, de esta manera los usuarios pueden usar este servicio y aplicar la corrección diferencial con los archivos tomados de su receptor móvil.

Teniendo en cuenta que la ubicación de una estación de monitoreo continuo puede producir una pérdida de precisión, en medida que el receptor móvil vaya alejándose de la estación base, ya que a mayor distancia de los 100 km aproximadamente, no existe confiabilidad de los resultados. Sus aplicaciones son muy numerosas y aumentan continuamente: posicionamiento y localización de móviles en tierra, mar y aire, topografía e hidrografía, obras civiles, agricultura, etc.

Las ventajas del DGPS frente al GPS son la integridad del orden de pocos segundos y una exactitud en la posición mejor de 10m, que llega en muchos casos a 2 o 3m para móviles y aún menos en situación estacionaria, pueden obtenerse exactitudes centimétricas. (Puertos del Estado 2016)

### **1.2.8. Formatos de transmisión y recepción de datos.**

Para la transmisión y recepción de datos en DGPS se utiliza un sin número de formatos entre ellos el RTCM.

#### *1.2.8.1. Comisión Técnica de Servicios Marítimos y de Radio(RTCM)*

Es la organización internacional científica, profesional y educativa sin fines de lucro. Los miembros del RTCM son organizaciones (no individuos) que son tanto no gubernamentales como gubernamentales. Aunque comenzó en 1947 como un comité consultivo del gobierno de los EE.UU., RTCM es ahora una organización independiente con el apoyo de sus miembros de todo el mundo.

El formato RTCM ha constituido como un estándar por defecto a toda la comunidad de receptores GPS, las más recientes versiones y actualizaciones son 2.3 y 3.0, de manera que en la práctica la totalidad de receptores GPS que pueden trabajar en modo diferencial, aceptan correcciones en formato RTCM.

Este formato, como cualquier información que se encuentra en el internet, genera un tamaño de dato, que se puede medir en términos de velocidad de descarga, e información codificada por el nombre o por el tipo de mensaje.(RTCM 2001)

**Tabla 2-1** Estructura del mensaje RTCM 2.3

<b>Tipo de mensaje</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Corrección diferencial del código CA
<b>3</b>	Coordenadas de la estación de referencia
<b>5</b>	Estado de la constelación
<b>10</b>	Corrección diferencial del código P
<b>11</b>	Corrección de código CA, L1 y L2
<b>15</b>	Retardo ionosférico

<b>18</b>	Portadas de fase RTK sin corrección
<b>19</b>	Códigos de pseudodistancia RTK sin corregir
<b>20</b>	Corrección RTK de fase
<b>21</b>	Corrección RTK de códigos
<b>23</b>	Modelo de la antena de estación de referencia
<b>24</b>	Parámetros al ARP de la antena
<b>31</b>	Corrección diferencial GLONASS
<b>32</b>	Estación de referencia GLONASS
<b>33</b>	Estado de la constelación de GLONASS

Fuente: (PIÑÓN y CIMBARO 2009)

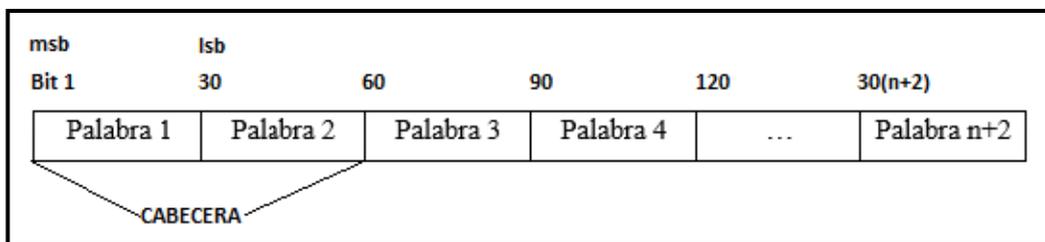
**Tabla 3-1** Transferencia de datos.

<b>Transferencia de datos según el formato RTCM (bits/seg.)</b>			
	<b>6 Satélites</b>	<b>9 Satélites</b>	<b>12 Satélites</b>
<b>RTCM 2.3</b>	3.900	5.400	7.000
<b>RTCM 3.0 (Con bits de Star &amp; Stop)</b>	2.500	3.000	3.550
<b>RTCM 3.0 (Sin bits de Star &amp; Stop)</b>	2.000	2.400	2.800
<b>CMR<sup>1</sup>( Registro de Medida Compacto)</b>	1.400	1.800	2.100
<b>CMR+( Registro de Medida Compacto +)</b>	900	1.300	1.600

Fuente: (EUSKADI 2012)

#### 1.2.8.2. RTCM Versión 2.3

RTCM Versión 2.3 utiliza un formato de trama ver Figura 8-1. La trama a su vez está dividida por una palabra de 30bits. Las primeras dos palabras de la trama se les conoce como cabecera, y el resto de las palabras representa los mensajes de navegación. (CHAN y BACIU 2012)

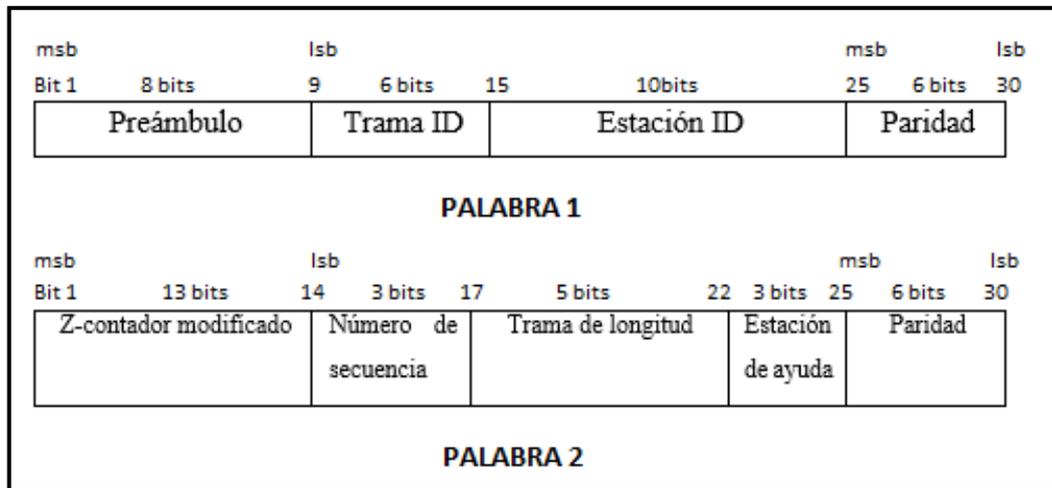


**Figura 8-1** Formato de Trama RTCM Version 2.3.

Fuente: (CHAN y BACIU 2012)

<sup>1</sup> CMR/CMR+ (Registro de Medida Compacto) Un formato de mensaje en tiempo real desarrollado por Trimble para difundir correcciones a otros receptores Trimble. CMR es una alternativa más eficiente a RTCM.

En la cabecera del formato RTCM v2.3 está compuesta por dos palabras que se encuentra en la Figura 9-1. La palabra 1 se encuentra formada por el preámbulo, la trama ID, la estación ID, y la paridad. La palabra 2 se encuentra formada por el Z-contador modificado, el número de secuencia, la trama de longitud, la estación de ayuda, y la paridad.(CHAN y BACIU 2012)



**Figura 9-1** Formato de la cabecera de RTCM Version 2.3.

Fuente: (CHAN y BACIU 2012)

### 1.2.9. Google Maps – GPS

Es un servicio de mapas web basado en imágenes satelitales de baja resolución, fue anunciado por primera vez el 8 de febrero del 2005 y estuvo en su fase beta 6 meses, en 2005 se lanzó su API de Google Maps, haciendo oficialmente modificable casi cualquier aspecto de la interfaz original, el 2009 presentan Google Latitude25, una aplicación adicional a Google Maps, dándole al usuario la función de tener una navegación en tiempo real,

Una vez que se pudo implementar un chip GPS en los dispositivos móviles de la fecha, los sistemas de posicionamiento por medio de teléfonos celulares renovaron la tecnología de ese entonces, y agigantó el mercado de compras del producto hacia más usuarios. Hoy en día ofrece fotografías por satélite del mundo además de las rutas entre diferentes ubicaciones o imágenes a pie de calle, versiones en 3D y diversas aplicaciones para teléfonos inteligentes. (Google Maps 2012b)



**Figura 10-1** Google Maps –Gps.

**Fuente:** (Google Maps 2012)

### **1.3. Protocolo TCP/IP**

Es un protocolo que proporciona transmisión fiable de paquetes de datos sobre redes. El nombre TCP / IP Proviene de dos protocolos:

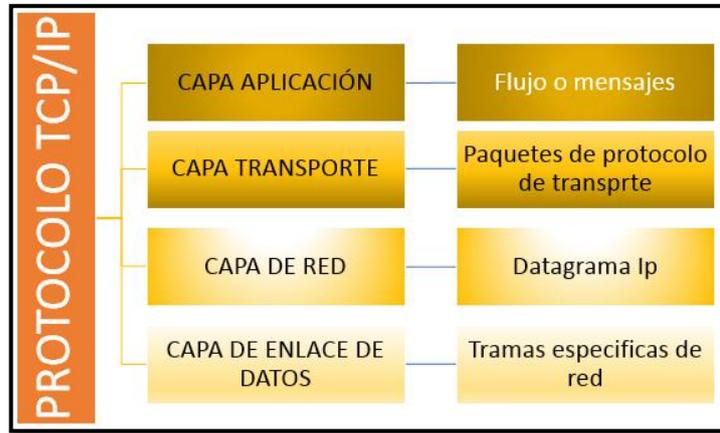
- El Transport Control Protocol (TCP)
- El Internet Protocol (IP)

El TCP/IP es la base del Internet. Enlaza computadoras que usan diferentes sistemas operativos, PCs, minicomputadoras, servidores, etc. TCP/IP fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el departamento de defensa de los Estados Unidos, ejecutándolo en el ARPANET una red de área extensa del departamento de defensa. (NOGUERA y PEREZ 2012)

#### **1.3.1. TCP/IP es un modelo de capas**

Para poder aplicar el modelo TCP/IP en cualquier equipo, es decir, independientemente del sistema operativo, el sistema de protocolos TCP/IP se ha dividido en diversos módulos. Cada uno de éstos realiza una tarea específica. Además, estos módulos realizan sus tareas uno después del otro en un orden específico, es decir que existe un sistema estratificado. Ésta es la razón por la cual se habla de modelo de capas.

El término capa se utiliza para reflejar el hecho de que los datos que viajan por la red atraviesan distintos niveles de protocolos. Por lo tanto, cada capa procesa sucesivamente los datos (paquetes de información) que circulan por la red, les agrega un elemento de información (llamado encabezado) y los envía a la capa siguiente.(Commons 2017)

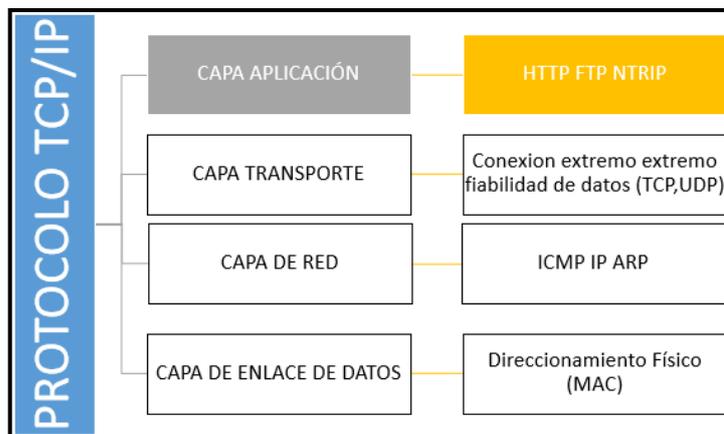


**Figura 11-1** Capas del Protocolo TCP/IP.

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017

#### 1.3.1.1. Capa de aplicación

Es el nivel más alto, los usuarios llaman a una aplicación que acceda servicios disponibles a través de la red de redes TCP/IP. Una aplicación interactúa con uno de los protocolos de nivel de transporte para enviar o recibir datos. Cada programa de aplicación selecciona el tipo de transporte necesario, el cual puede ser una secuencia de mensajes individuales o un flujo continuo de octetos. El programa de aplicación pasa los datos en la forma requerida hacia el nivel de transporte para su entrega. Ejemplos HTTP, FTP, .....NTRIP.(NOGUERA, PEREZ 2012)



**Figura 12-1** Capas de Aplicación Modelo TCP/IP.

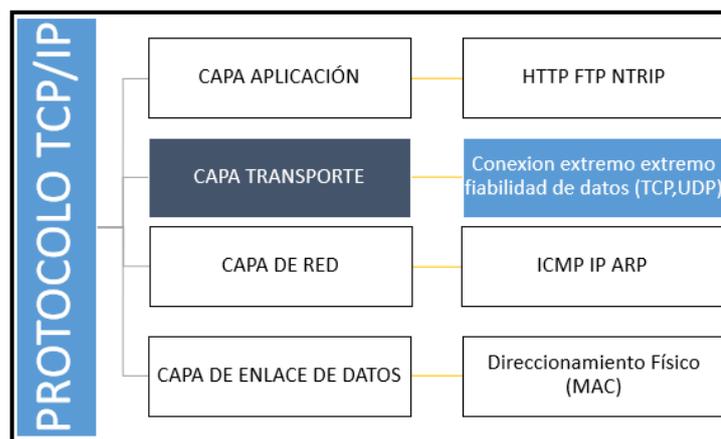
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017

### 1.3.1.2. Capa De Transporte

La principal tarea de la capa de transporte es proporcionar la comunicación entre un programa de aplicación y otro.

Este tipo de comunicación se conoce frecuentemente como comunicación punto a punto. La capa de transporte regula el flujo de información. Puede también proporcionar un transporte confiable, asegurando que los datos lleguen sin errores y en secuencia.

El software de transporte divide el flujo de en pequeños fragmentos (paquetes) estos, contienen una dirección de destino, hacia la siguiente capa de transmisión. Una computadora puede tener varios programas de aplicación accediendo a la red de redes al mismo tiempo. Para esto, se añade información adicional a cada paquete, que identifican qué programa de aplicación la envía y qué programa debe recibirla, así como elementos de verificación.(NOGUERA y PEREZ 2012)



**Figura 13-1** Capas de Transporte Modelo TCP/IP.

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017

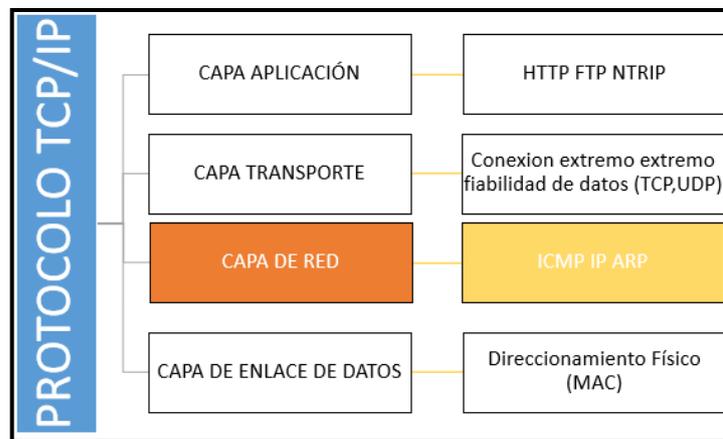
### 1.3.1.3. Capa de red

La capa Internet o red maneja la comunicación de una máquina a otra. Ésta acepta una solicitud para enviar un paquete desde la capa de transporte, junto con una identificación de la máquina, hacia la que se debe enviar el paquete.

La capa Internet también maneja la entrada de datagramas, verifica su validez y utiliza un algoritmo de ruteo para decidir si el datagrama debe procesarse de manera local o debe ser transmitido.

Para el caso de los datagramas direccionados hacia la máquina local, el software de la capa de red de redes borra el encabezado del datagrama y selecciona, de entre varios protocolos de transporte, un protocolo con el que manejará el paquete. Por último, la capa Internet envía los mensajes ICMP

de error y control necesario y maneja todos los mensajes ICMP entrantes.(NOGUERA y PEREZ 2012)



**Figura 14-1** Capas de Transporte Modelo TCP/IP.

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017

#### 1.3.1.4. Capa de enlace de datos

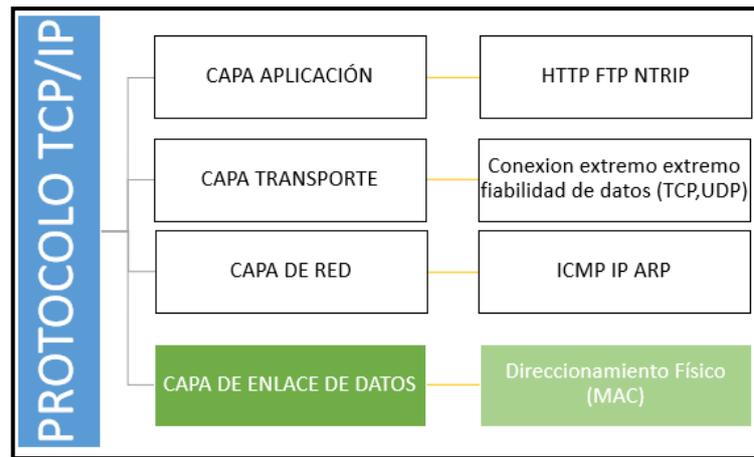
Este nivel se limita a recibir datagramas del nivel superior (nivel de red) y transmitir lo al hardware de la red. El software TCP/IP de nivel inferior consta de una capa de interfaz de red responsable de aceptar los datagramas IP y transmitir los hacia una red específica.

Una interfaz de red puede consistir en un dispositivo controlador (por ejemplo, cuando la redes una red de área local a la que las máquinas están conectadas directamente) o un complejo subsistema que utiliza un protocolo de enlace de datos propios.

La interconexión de diferentes redes genera una red virtual en la que las máquinas se identifican mediante una dirección lógica. (IP) Sin embargo a la hora de transmitir información por un medio físico se envía y se recibe información de direcciones físicas (MAC media Access control).

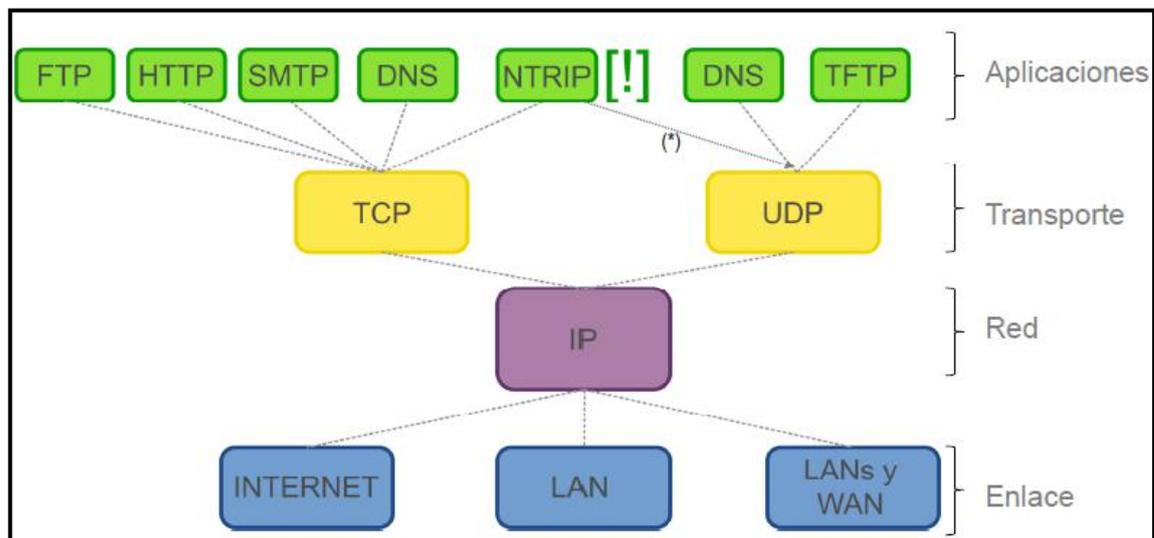
El diseño eficiente implica que una dirección lógica sea independiente de una dirección física, por lo tanto, se relacionan las direcciones lógicas con las direcciones físicas.

De esta forma podremos cambiar nuestra dirección lógica IP conservando el mismo hardware, y del mismo modo podremos cambiar una tarjeta de red, la cual contiene una dirección física, sin tener que cambiar nuestra dirección lógica IP. La capa puede utilizar diversos protocolos (FrameRelay, X25, etc) (NOGUERA y PEREZ 2012)



**Figura 15-1** Capas de Enlace de Datos Modelo TCP/IP.

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017



**Figura 16-1** Relación de Protocolos Modelo TCP/IP

Fuente: (NOGUERA y PEREZ 2012)

Nota: A partir de la Versión 2 de NTRIP es posible RTP y SRTP sobre UDP

#### 1.4. Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS)

SIRGAS es el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas. Su definición es idéntica a la del Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS: International Terrestrial Reference System) y su realización es una densificación regional del Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF: International Terrestrial Reference Frame).

Además del sistema de referencia geométrico, SIRGAS se ocupa de la definición y realización de un sistema vertical de referencia basado en alturas elipsoidales como componente geométrica y en números geopotenciales (referidos a un valor  $W_0$  global convencional) como componente física. Mantiene un Sistema de Referencia materializado en cada país por las redes nacionales. (SIRGAS 2017)

Las principales actividades han estado concentradas en establecer un inventario de las posibilidades tecnológicas disponibles para aplicaciones GNSS en tiempo real en el área de SIRGAS; incluyendo estudios de factibilidad para la instalación de cester nacionales o regionales, como soporte básico para el desarrollo de aplicaciones de este tipo, de modo que el aprovechamiento de las aplicaciones prácticas como censos catastrales, infraestructuras de datos espaciales, agricultura de precisión, navegación, etc., sino también en aplicaciones científicas comprometidas con el estudio del cambio global, el modelado de la atmósfera, el seguimiento de deformaciones de la corteza terrestre, etc. (HOYER 2009)

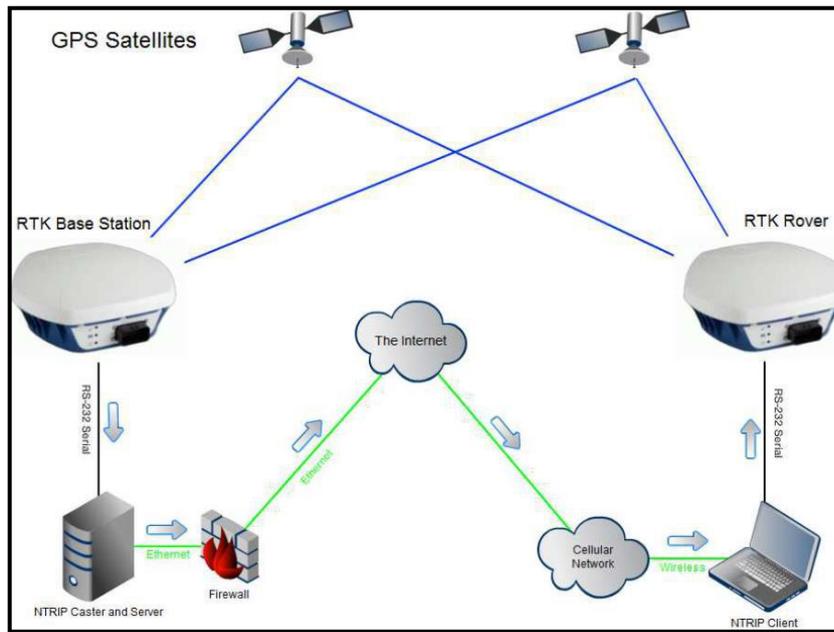
#### **1.5. NTRIP (Network Transport RTCM Internet Protocol)**

NTRIP, Protocolo de Internet para la transmisión de correcciones RTCM en redes, es una técnica desarrollada en el año 2004 por la Agencia Federal Alemana de Cartografía y Geodesia (BKG), junto con sus socios de la Universidad de Dortmund y Trimble Terrasat GmbH. NTRIP (Network Transport RTCM Internet Protocol)

Se basa en la transferencia de hipertexto HTTP/1.1 por medio del protocolo Internet (IP) con la finalidad de acceder y mejorar el flujo de datos GNSS de estaciones de referencia o bases de datos a una variedad de Clientes/Usuarios a través de una técnica de comunicación definida.(HOYER et al. 2009)

Es un protocolo de internet que se basa en el envío de paquetes de datos, necesarios para realizar corrección diferencial en tiempo real. Por lo general esta corrección es generada por una estación permanente (solución simple) y, recibida por GPS de precisión y/o navegadores.

NTRIP es parte de una capa de transporte, el cual envía datos en formato RTCM desde una estación base de monitoreo continuo, el cual abarca datos de observación de GPS y GLONASS, dependiendo de la configuración de la estación; además, contiene información de la definición y tipo de antena, coordenadas de la estación de referencia, correcciones de código y fase y, en el caso de la versión 3.0, transmite mensajes de soluciones de red, lo cual aumenta la consistencia y calidad de la información que es transmitida para el posicionamiento en tiempo real.



**Figura 17-1** Arquitectura de NTRIP

Fuente: (LEFEBURE 2012)

### 1.5.1. Componentes de NTRIP

NTRIP se encuentra conformado por cuatro elementos: NTRIPSource, NTRIPServer, NTRIPCaster y NTRIPUser/Client. NTRIPSource son las estaciones de referencia, NTRIPServer funciona como el clásico servidor de Internet que gestiona los datos hacia el NTRIPCaster el cual opera como un servidor real o separador (HTTP), NTRIPUser o NTRIPClient se conforma por los usuarios que, por medio de un software, reciben las correcciones disponibles en el NTRIPCaster.

Dado que en algunas referencias bibliográficas se utiliza NTRIPClient y en otras NTRIPUser, en adelante al referirse a este componente se escribirá como NTRIPClient/NTRIPUser.

#### 1.5.1.1. NTRIP Source

Es la fuente generadora de datos DGPS y RTK en formato RTCM, materializado por un receptor GNSS capaz de llevar a cabo este proceso y de enviarlas a un servidor, este último además de recibir las correcciones, también permite transferirlos vía HTTP al siguiente componente del sistema. El servidor NTRIP no es más que un computador con acceso a internet y un software adecuado que cumpla dichas funciones específicas.

Para proporcionar la información adecuada entre NTRIPClient/NTRIPUser-NTRIPCaster la información ofrece una lista de Mount-Points denominada sourcetable; la cual es mantenida por el NTRIPCaster y proporciona al cliente una variedad de atributos tales como las coordenadas y formato de identificación.

#### *1.5.1.2. NTRIP Server*

Está constituido por un computador conectado a Internet, que ejecuta el programa NTRIPServer, con la finalidad de enviar las correcciones de las observaciones del receptor base, considerando que la transmisión de estas correcciones puede ser emitida en cualquier versión del formato RTCM, se selecciona la versión disponible para el Mount-Point seleccionado a través de HTTP y una vez establecida la conexión los datos pueden enviarse a través de TCP/IP.

Actualmente el NTRIP server y NTRIP caster ocupan el mismo hardware disminuyendo así el tiempo de recepción y envío de información.

#### *1.5.1.3. NTRIP Caster*

Es el agente transmisor, su función principal es la difusión de las correcciones GNSS calculadas a la comunidad de usuarios, entre los diferentes formatos de envío que se tiene: RTCM, NMEA, CMR, RT27, BINEX<sup>2</sup>, entre otros, para poder tener esta capacidad el NTRIPCaster de monitoreo continuo debe tener una conexión a internet constante e ininterrumpida.

La misión del NTRIPCaster no sólo se limita a la distribución de las señales de referencia, sino que también chequea la calidad e integridad de los datos recibidos y autentifica los usuarios con su nombre y clave. Adicionalmente lleva una estadística de uso por estación, y calidad de datos recibidos.(PETERZON 2004)

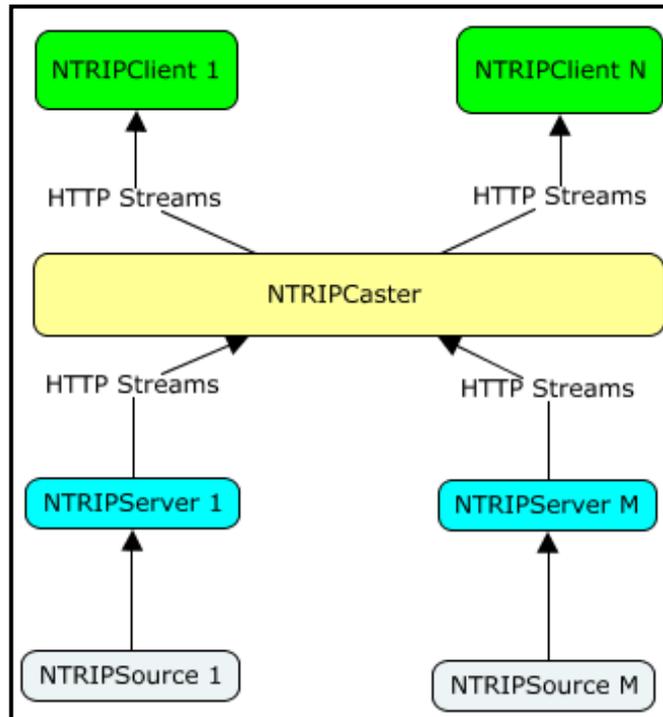
#### *1.5.1.4. NTRIP User/Client*

Este es el segmento final, en donde se recibe la información transmitida por el NTRIP Caster, dependerá del software que tenga el receptor móvil o computador con conexión a internet para que este tipo de datos sean aprovechados de la mejor forma posible.

---

<sup>2</sup> BINEX es un estándar de formato operacional binario para objetivos de investigación de GPS/GLONASS/SBAS.

El software para los usuarios está disponible para varios sistemas operativos y plataformas tales como: Windows CE, Linux, Windows, Palm y Symbian además de software comercial para el apoyo al Protocolo NTRIP.



**Figura 18-1** Componentes de NTRIP

Fuente: (NOGUERA y PEREZ 2012)

### 1.5.2. Protocolo NTRIP

Basado en el popular estándar HTTP streaming; por medio del protocolo Internet (IP), es capaz de atravesar “firewall” y “proxies” que permiten el paso de http estándar con la finalidad de dar acceso y mejorar el flujo de datos de estaciones de referencia GNSS o datos a una variedad de Clientes / Usuarios a través de Internet.

Potencial para uso masivo; difusión de cientos de streams, y conexión simultánea de miles de usuarios posibles. Dado que el “caster” constituye el nodo distribuidor de las señales, para radiodifusión (broadcast) en Internet.

Permite streaming a través de cualquier red IP móvil debido al uso de TCP/IP, por lo que los celulares o los modem GPRS o 3G son los adecuados para conectar el streaming de datos a una

PC, a una tablet, a una PDA, o a un receptor GNSS, etc. Permite que aun con recursos limitados sea relativamente fácil de implementar el servicio de datos. (NOGUERA y PEREZ 2012)

### **1.5.3. Ventajas y Desventajas de NTRIP**

El uso de esta técnica permite que el usuario pueda tener coordenadas GPS en tiempo real, sin necesidad de utilizar el post-proceso como vía de escape para mejorar la precisión, así mismo la tecnología inalámbrica se ha ido implementando poco a poco en diferentes usuarios, hasta convertirse en un carácter público obligatorio.

Aclaremos que el método de instalación no es tan sencillo de realizarlo, dependiendo del receptor móvil con el que se esté usando, además las precisiones obtenidas dependerán de la capacidad y calidad de los equipos que estemos usando.

### **1.6. Conectividad para correcciones de GPS**

Existen diversas tecnologías para la transmisión de datos DGPS o RTK. Entre las disponibles se encuentran: GSM, GPRS, EDGE y UMTS.

#### **Conectividad**

- **Wifi**

Es una tecnología de comunicación inalámbrica que se desarrolla mediante ondas, siendo la más utilizada hoy en día, también llamada WLAN29, dividida en dos clases de grupos, una que emite 11mb/seg y otra de 54mb/seg, teniendo un alcance de 100 a 150 metros, se ha convertido en la fórmula perfecta para el acceso a internet sin cables.

- **Tecnología 3G**

Esta tecnología móvil que le permite al usuario navegar por internet con una alta velocidad y sin depender de cables, a pesar de que las innovaciones son amplias en este tipo de conexión, el acceso está restringido para dispositivos compatibles y además con un paquete de datos que lleva un costo comercial.

Con esta tecnología se puede navegar y transmitir datos hasta 384 kbps (kilobytes por segundo), permite realizar video llamadas, con las restricciones de equipos que cuenten con esta capacidad de video, además de acceder a canales de televisión en un móvil, la tecnología 3G puede ser usada a través de un modem para computadoras, notebooks y netbooks.

- **Tecnología 4G**

Esta tecnología tiene una significativa mejora en la velocidad de transmisión de datos, llegando al Gigabyte por segundo en un dispositivo mientras esta estático, 100 Megabytes por segundo mientras existe desplazamiento, característica especial que permite la carga inmediata de los sitios web.

Ofrece una mayor seguridad para los usuarios, evitando fallos de cobertura cuando se desplace por zonas cubiertas, servicios de voz, datos y multimedia en cualquier momento y en cualquier lugar.

## CAPITULO II

### 2. INSTALACION DE HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA

#### 2.1. Metodología de la Investigación

##### 2.1.1. Tipo de investigación.

La presente investigación es considerada una propuesta tecnológica, la misma que requiere además de una exposición a través de la aplicación de métodos y técnicas de investigación básica/aplicativa.

Para la evaluación de parámetros de la recepción de datos del sistema NTRIP, se siguió un estudio no experimental, observando cada uno de los datos corregidos a través de las pruebas respectivas, además de servir como análisis y documentación.

##### 2.1.2. Método de investigación.



### 2.1.3. *Técnicas de investigación.*

Debido a la necesidad de recopilar información suficiente para implementar el NTRIPcaster y NTRIPserver, así como el manejo y corrección de errores mediante NTRIP evitando de esta manera el post-proceso, se hará uso de las siguientes técnicas de investigación:

- **Observación:** Para la medición y recolección de datos nos trasladamos a un área normal de trabajo de la EERSA<sup>3</sup> para obtener las medidas en el receptor GPS.
- **Fichaje:** Registrar los valores de posición que se fueron obteniendo en cada uno de los puntos de medición.
- **Evaluación:** Con los datos obtenidos se procede a la validación del sistema para identificar la variación en los datos antes y después de su implementación.

## 2.2. **Concepción general del sistema.**

La concepción general del sistema ver Fig 1-2. Históricamente, los datos de corrección GNSS fue transportado a través de enlaces de radio. A medida que la tecnología iba avanzando comenzó el transporte de esta información a través de Internet. A medida que la idea crecía, llegando a estandarizar el protocolo para transmitir estos datos.

Una estación DGNSS consiste en un receptor GNSS, situado en una posición. Debido a que este receptor GNSS operado estacionario sabe dónde los satélites están situados en el espacio en cualquier punto en el tiempo, así como su propia posición exacta, el receptor puede calcular la distancia teórica y señalar los tiempos de viaje entre ella y cada satélite. Cuando estos valores teóricos se comparan con observaciones reales, las diferencias representan errores. Las correcciones RTCM se derivan de estas diferencias. Haciendo estas correcciones disponibles en tiempo real en los rovers el cual es principal objetivo del sistema NTRIP.

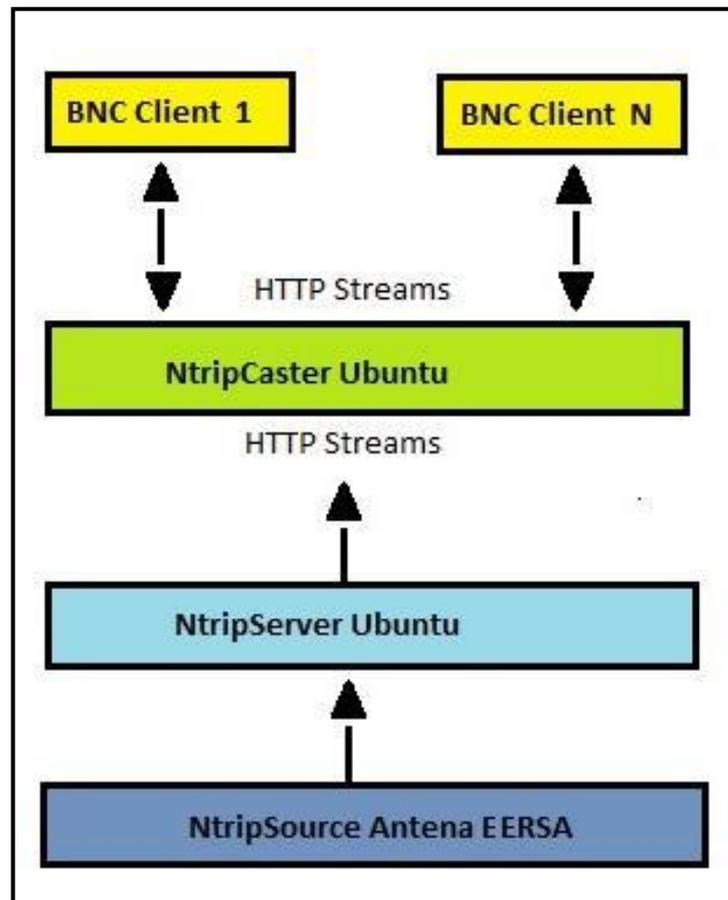
NTRIP funciona mediante la conexión de un usuario en la estación base envía datos a un servidor, que luego reenvía esos datos a cualquier cliente que haya solicitado dichos datos.

- **NTRIPSources**, estación de referencia GNSS ubicada en la EERSA.
- **NTRIPServers**, que transfieren los flujos de datos de una fuente a la NTRIPcaster.

---

<sup>3</sup> EERSA: Empresa Eléctrica Riobamba S.A.

- **NTRIPCaster**, el componente principal del sistema.
- **NTRIPClients**, que finalmente acceden a los flujos de datos de los NTRIPSources deseados en el NTRIPCaster.



**Figura 1-2** Componentes de NTRIP EERSA.

Fuente: Carranza A. Reyes. J. 2017

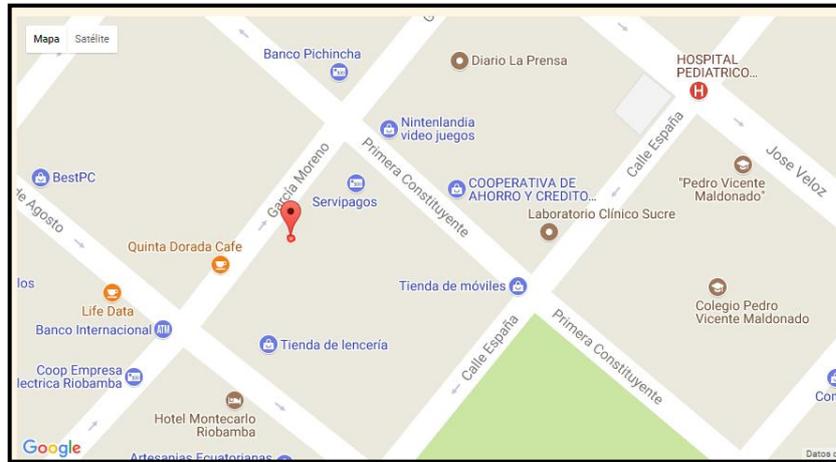
### 2.2.1. Estación de Referencia

La estación de referencia es un sistema de monitoreo continuo, recibiendo señales GNSS, que se encuentra ubicado en la ciudad de Riobamba instalado por la EERSA, siendo indispensable para recepción y envío de datos corregidos hacia los usuarios finales, llegando a ser una parte primordial en el sistema NTRIP.

#### 2.2.1.1. Ubicación Estación de Referencia.

La Estación de referencia se encuentra ubicada en:

- Provincia de Chimborazo
- Ciudad de Riobamba
- Parroquia Veloz
- Oficina Central de la EERSA
- Calles García Moreno entre 10 de Agosto y Primera Constituyente.



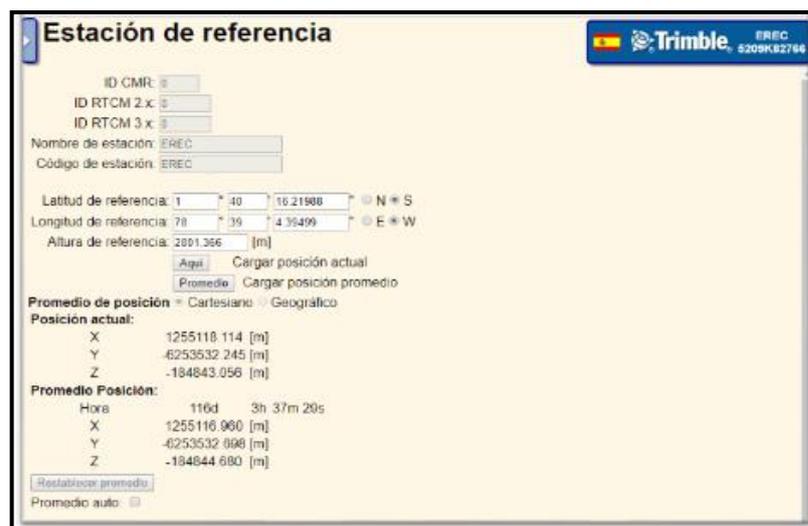
**Figura 2-2** Ubicación Estación de Referencia

Fuente: (GOOGLE EARTH 2017)

### 2.2.2. *Coordenadas geográficas de la estación de referencia.*

La antena Trimble de la EERSA se encuentra posicionada geográficamente en la siguiente posición:

- Latitud de referencia: 1°40'16.21986
- Longitud de referencia: 78°39'4.39499
- Altura de referencia: 2001.366(m)



**Figura 3-2** Estación de Referencia.

Fuente: (TRIMBLE 2017)

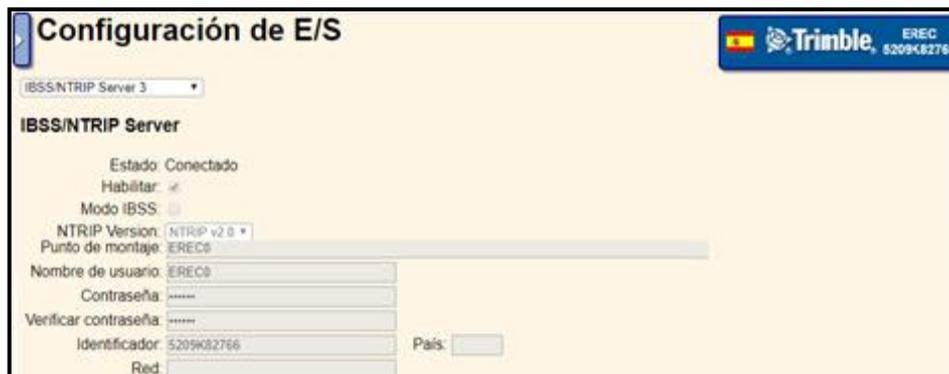
### 2.2.3. Configuración en NTRIP source.

#### 2.2.3.1. Versión del NTRIP

Se configuro la versión 2.0 de NTRIP además de ser totalmente compatible con la versión 1.0 incluyendo propiedades adicionales como es el tipo de comunicación, siendo totalmente compatible con HTTP pudiendo agregar servidores proxy y transporte a través de UDP:

#### Tipos de Comunicación

- TCP Transporte basado en HTTP 1.1 en la parte superior de TCP.
- RTSP / RTP Transporte basado en ambos, el protocolo estándar de Internet RTSP (Real Time Streaming Protocol) para el control de flujo en la parte superior de TCP y el protocolo estándar de Internet RTP (protocolo de transporte en tiempo real) para el transporte de datos por encima de UDP sin conexión.
- RTP Transporte basado en el protocolo estándar de Internet RTP (protocolo de transporte en tiempo real) para el transporte de datos por encima de UDP sin conexión.(TRIMBLE 2017a)



The image shows a web-based configuration interface titled "Configuración de E/S". In the top right corner, there is a logo for "Trimble EREC" with the number "8209482766" and a Spanish flag. Below the title, there is a dropdown menu for "IBSS/NTRIP Server 3". The main section is titled "IBSS/NTRIP Server" and contains the following fields and controls:

- Estado: Conectado
- Habilitar:
- Modo IBSS:
- NTRIP Version: NTRIP v2.0
- Punto de montaje: EREC0
- Nombre de usuario: EREC0
- Contraseña: [masked]
- Verificar contraseña: [masked]
- Identificador: 5209K82766
- País: [dropdown menu]
- Red: [input field]

**Figura 4-2** Configuración de E/S.

Fuente: (TRIMBLE 2017)

### 2.2.3.2. RT27

Esta opción está disponible cuando se instala la opción binaria en el receptor configurando los siguientes campos:

- **Intervalo época:** define la velocidad a la que se emiten los mensajes RT27.
- **Medidas:** Seleccione esta casilla de verificación para producir observables sin procesar.
- **Posiciones:** Seleccione esta casilla de verificación para medir las posiciones de salida.
- **Conciso:** Seleccione esta casilla de verificación para generar un mensaje más compacto que contenga los observables en bruto. Esto siempre debe estar habilitado.
- **Indicador R-T:** Seleccione esta casilla de verificación para generar los valores IODE y los recuentos de deslizamiento de ciclos.

Intervalo época	Opciones
No	<input checked="" type="checkbox"/> Conciso
<input checked="" type="checkbox"/> Medidas	<input checked="" type="checkbox"/> Indicador R-T
<input checked="" type="checkbox"/> Posiciones	<input type="checkbox"/> Enviar datos brutos GPS
	<input type="checkbox"/> Enviar datos brutos SBAS
	<input checked="" type="checkbox"/> Soporte sistema múltiple
	<input type="checkbox"/> Pseudodistancia suavizada
	<input type="checkbox"/> Fase suavizada
	<input type="checkbox"/> Incluir Doppler
	Efemérides GPS: Cuando haya una nueva disponible
	Efemérides GLONASS: Cuando haya una nueva disponible
	Efemérides Galileo: Cuando haya una nueva disponible
	Efemérides QZSS: Cuando haya una nueva disponible
	Efemérides BeiDou: Cuando haya una nueva disponible
	Almanaque: No

**Figura 5-2** RT27.

Fuente: (TRIMBLE 2017)

### 2.2.3.3. RTCM Versión 2.3

RTCM versión 2.3 agrega más tipos de mensajes:

- Descripción de antena.
- Número de serie de antena (Tipo 23).
- Coordenadas del punto de referencia de antena (ARP) en la estación de referencia (ECEF X, Y, Z), y opcionalmente altura de antena (Tipo 24).

La versión RTCM 2.3 ha sido adoptada por todos los fabricantes de receptores y es aun ampliamente usada en operaciones DGPS y RTK se ha configurado los siguientes parámetros.

- **Versión:** Se emite por el puerto 2.3 es la versión de RTCM.
- **Tipo:** Tipo de mensaje RTCM que emitirá RTK + DGPS.(HERRERA y MIRANDA 2013)

The image shows a software configuration window for a Trimble receiver. At the top, there is a blue header with the Spanish flag, the Trimble logo, and the text 'EREC 5209K82766'. Below the header, the title 'RTCM' is displayed. The main configuration area contains several dropdown menus and checkboxes. The 'Versión' is set to '2.3' and the 'Tipo' is set to 'RTK+DGPS'. Under the 'Configuración avanzada' section, the following settings are visible: 'Demora efemérides' is set to 'No'; 'Tipo de registro 1' is set to '1 Seg'; 'Tipo de registro 31' is set to 'No'; 'Tipo de registro 3' is set to '10 Seg'; 'Tipo de registro 32' is set to 'No'; 'Datum GLONASS' is set to 'PZ90'; 'Tipo de registro 2' is checked; 'Otros tipos de registro' is checked; 'CR/LF' is unchecked; and 'Señal L2' is set to 'Antigua con vuelta L2 - CS'.

**Figura 6-2** RTCM.

Fuente: (TRIMBLE 2017)

#### 2.2.3.4. OMNISTAR Y BINEX

OmniSTAR y Binex no están habilitados en la antena. Sólo está disponible cuando se carga una suscripción OmniSTAR válida en un receptor modular SPS que admite OmniSTAR.

- **Datos para OmniSTAR:** Permite la salida de datos OmniSTAR desmodulada en este puerto. Esta salida puede utilizarse como una entrada OmniSTAR externa en un receptor no compatible con Trimble OmniSTAR que tenga una suscripción OmniSTAR válida y apropiada.
- **Datos para Trimble:** Habilita la salida de datos OmniSTAR desmodulada en este puerto. Esta salida es los mismos datos en bruto que anteriormente con un contenedor TRIMCOMM (0xC4) para admitir el uso como una entrada OmniSTAR externa en un receptor Trimble. El receptor debe tener una suscripción OmniSTAR válida y apropiada.
- **DEBUG:** Activa / desactiva la salida DEBUG OmniSTAR en este puerto.

Los siguientes campos aparecen cuando selecciona BINEX de la lista en la parte superior de la página.

- **Tasa observable:** selecciona la tasa de salida para los observables en bruto.
- **Smooth Pseudorange:** Habilitar el suavizado de Pseudorange.
- **Fase suave:** activa el suavizado de fases.

**OmniSTAR:** Datos para Trimble:

**Medidas**

Intervalo  Demora:

Suavizar pseudodistancia  Suavizar fase

Veloc.variable

Con Doppler  Con contadores deslizamiento ciclo

Con desajustes reloj - Siempre  Con desajustes reloj - En rollovers

Usar tipo registro 7F03 en lugar de 7F05

**BINEX:**

**Metadatos**

Intervalo

Nombre marcador  Número marcador  ID estación

Tipo de receptor  Número de serie  Versión firmware

Configuración de antena  XYZ antena  D.eje antena

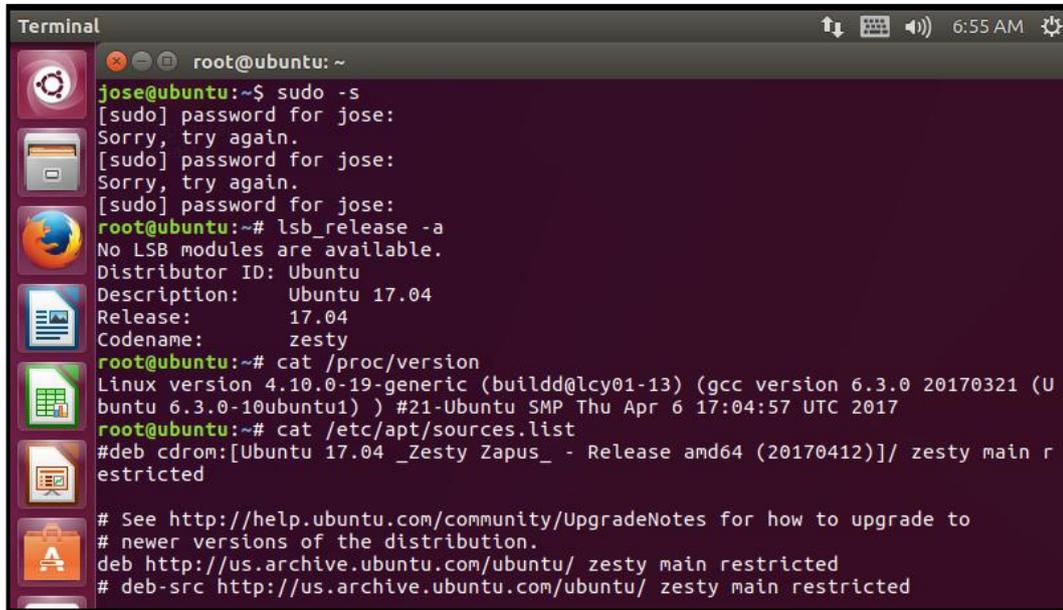
**Registro de estado del sistema**  Intervalo **Datos met/incl.**  Incluir en flujo

Figura 7-2 OmniSTAR y Binex.

Fuente: (TRIMBLE 2017)

## 2.3. Instalación NTRIPCaster

Se instala y configura un servidor sobre un sistema operativo Linux que cuenta con una versión Ubuntu 17.04.

A terminal window titled 'Terminal' showing a user named 'jose' at 'ubuntu' with a tilde '~' as the home directory. The user runs 'sudo -s' to become root. The terminal shows the password prompt for 'jose' and the user's response. Then, the user runs 'lsb\_release -a' and the terminal displays the following information: 'No LSB modules are available.', 'Distributor ID: Ubuntu', 'Description: Ubuntu 17.04', 'Release: 17.04', and 'Codename: zesty'. Next, the user runs 'cat /proc/version' and the terminal displays: 'Linux version 4.10.0-19-generic (bulld@lcy01-13) (gcc version 6.3.0 20170321 (Ubuntu 6.3.0-10ubuntu1) ) #21-Ubuntu SMP Thu Apr 6 17:04:57 UTC 2017'. Finally, the user runs 'cat /etc/apt/sources.list' and the terminal displays: '#deb cdrom:[Ubuntu 17.04 \_Zesty Zapus\_ - Release amd64 (20170412)]/ zesty main r restricted', '# See http://help.ubuntu.com/community/UpgradeNotes for how to upgrade to newer versions of the distribution.', 'deb http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu/ zesty main restricted', and '# deb-src http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu/ zesty main restricted'. The terminal window has a dark background and a light-colored text. The top bar shows the time as 6:55 AM and the user's name as root@ubuntu:~.

**Figura 8-2** Versión Ubuntu 17.04.

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017

### 2.3.1. Proceso de instalación de NTRIPCaster.

El NTRIPCaster es básicamente un servidor HTTP que soporta un subconjunto de solicitud / respuesta HTTP mensajes de texto y ajustados a datos de flujo de banda baja (de 50 a 500 Bytes / seg. corriente).

El NTRIPCaster acepta los mensajes de petición en un solo puerto del NTRIPServer o el NTRIPClient. Dependiendo de estos mensajes, el NTRIPCaster decide si hay transmisión de datos para recibir o enviar.

- Se debe tener cuidado que nuestro sistema operativo cuente con todas las dependencias y repositorios hasta estar seguros de tener una versión estable de Ubuntu
- Cabe recalcar que máximo permite el uso en su versión Estándar a 50 conexiones de antenas u otros casters y 100 usuarios simultáneos por Stream registrado que sería suficiente para cubrir nuestra necesidad

- Para comenzar con la instalación se siguen los siguientes pasos:
  1. Descargar el archivo provisto por el BKG el cual se encuentra en formato binario.
  2. En el sistema operativo Ubuntu 17.04 descomprimimos el archivo .zip para comenzar el proceso de instalación con el ejecutable.”/configure” que esta como Shell Script.
  3. Una vez instalado se crea el archivo binario con el comando “make” nos permite abrir las carpetas que se han generado.
  4. Mediante el uso del comando “make install” se crea subcarpetas en el directorio deseado o por defecto.
  5. De esta manera se puede acceder a la carpeta “config”, de ahí se ingresa a los archivos de configuración.
  6. Los cuales nos permiten modificar los parámetros del servidor.(MORILLO y PULIDO 2014)

Luego de realizar la instalación se procede a configurar dos archivos.

- **NTRIPCaster.conf.:** Encargado de la configuración de NTRIPCaster
  - Los parámetros más importantes son:
    - **Línea 22:** encoder\_password sesam01 cambiar la contraseña por defecto.
    - **Línea 31:** puerto del NTRIPCaster 2101.
    - **Línea 53:** puntos de montaje a donde tiene que ser dirigidas la antena y permisos de los usuarios agregados para la EERSA para cada punto de montaje.  
 /EREC0: Usuario: admin1 y Contraseña: admin1,  
                   Usuario: admin2 y Contraseña: admin2,  
                   Usuario: admin3 y Contraseña: admin3,  
 De forma que EREC0 es el punto de montaje que tiene que coincidir con la tabla NTRIP, el usuario y la contraseña.
- **Sourcetable.dat.-** Tabla de servidor de Conexiones
  - Se observa una descripción de la tabla NTRIP de conexión y la información acerca de la antena de la EERSA

```

SOURCETABLE 200 OK Server: NTRIP NtripCaster 0.1.5/1.0 Content-Type: text/plain Content-
Length: 657 CAS;www.euref-ip.net;2101;EUREF-IP;BKG;0;DEU;50.12;8.69;http://www.euref-
ip.net/home CAS;rtcm-ntrip.org;2101;NtripInfoCaster;BKG;0;DEU;50.12;8.69;http://www.rtcn-
ntrip.org/home
NET;EUREF;EUREF;B;N;http://www.epncb.oma.be/euref_IP;http://www.epncb.oma.be/euref_IP;http:
NET;IGS;BKG;B;N;http://igsb.jpl.nasa.gov/;none;http://igs.ifag.de/index_ntrip_reg.htm;none
STR;BUCU0;Bucharest;RTCM 2.0;1(1),3(60),16(60);0;GPS;EUREF;ROU;44.46;26.12;0;0;Ashtech
Z-XII3;none;B;N;520;TU Bucharest STR;EREC0;Riobamba;RTCM 2.3;1(1),3(60),18(1),19(1),22
(60);2;GPS+GLO;Misc;ECU;-01.67;-78.65;0;0;Trimble NetR9;none;B;N;5700;REGME Ecuador
ENDSOURCETABLE

```

**Figura 9-2** Tabla de servidor de Conexiones

Realizado por: Carranza A. Reyes, J. 2017

**Tabla 1-2** Formatos y Contenidos en la Sourcetable describiendo nuestro Servidor

#	Parámetros	Significado	Formato	Sourcetable
1	<tipo> = STR	Los parámetros siguientes de este registro describen los datos.	De 3 caracteres	STR
2	<mountpoint>	Caster punto de montaje.	Maximo 100 caracteres	EREC0
3	<identifier>	Identificador de la fuente, nombre de la ciudad.	Caracteres, longitud indefinida	Riobamba
4	<format>	Formato de datos, RTCM, que se utiliza en nuestra Sourcetable.	Caracteres, longitud indefinida	RTCM 2.3 RTCM 3
5	<format-details>	Tipo de mensaje RTCM.	Caracteres, longitud indefinida	1(1), 3(60), 18(1), 19(1), 22(60)
6	<carrier>	La corriente de datos contiene al portador no dividen en fases la información.	Enteros	2
7	<nav-system>	Sistemas de navegación satelital.	Caracteres, longitud indefinida	GPS+GLONASS
8	<network>	Red	Caracteres, longitud indefinida	EUR
9	<country>	Código del país con 3 caracteres (ISO 3166).	3 caracteres	ECU
10	<latitude>	Posición, latitud, norte(aproximadamente en la posición 1)	Número de punto flotante, dos dígitos después de punto decimal	-01.67
11	<longitude>	Posición, longitud, norte(aproximadamente en la posición 1)	Número de punto flotante, dos dígitos	-78.65

			después de punto decimal	
12	<nmea>	La necesidad del Cliente para enviar el mensaje NMEA con la posición aproximada al Caster. 0 = el Cliente no debe enviar el mensaje NMEA con la posición aproximada al Caster. 1 = el Cliente debe enviar NMEA GGA el mensaje	Enteros	0
13	<solution>	Corriente generada de estación de referencia sola o de estaciones de referencia conectadas.	Enteros	0
14	<generator>	Software que genera corriente de datos. (Antena)	Caracteres, longitud indefinida	Trimble NetR9
15	<compr-encryp>	Algoritmos aplicados de compresión y encriptación.	Caracteres, longitud indefinida	NONE
16	<authentication>	Protección de acceso para esta corriente de datos particular.	1 Carácter	B
17	<fee>	Los honorarios de usuario de recibir esta corriente de datos particular la N = Ningunos honorarios de usuario Y = el Uso son acusados.	1 Carácter	N
18	<bitrate>	Tarifa de bit de corriente de datos, bits por segundo.	Enteros	5700
19	<misc>	La información mixta, últimos datos juegan en campo en el registro.	Caracteres, longitud indefinida	REGME_Ecuador ENDSOURCETABL E

**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J. 2017

### 2.3.2. *Instalación NTRIPServer.*

El NTRIPServer se utiliza para transferir datos GNSS de un NTRIPSource al NTRIPCaster. Antes de la transmisión de datos GNSS al NTRIPCaster mediante la conexión TCP / IP, el NTRIPServer envía una asignación del punto de montaje.

Las contraseñas de servidor y los puntos de montaje deben ser definidos por el administrador de NTRIPCaster y entregado a los administradores de los NTRIPServers participantes. Un NTRIPServer en su configuración más sencilla es un programa de computadora que se ejecuta en

un PC que envía NTRIPSource (por ejemplo, como se recibe a través del puerto de comunicación serie desde un receptor GNSS) hasta NTRIPCaster.

El protocolo NTRIP puede utilizarse para el transporte de datos RTCM de una estación de referencia virtual siguiendo el llamado concepto VRS. Basado en datos de varias estaciones de referencia, RTCM las correcciones se derivan de un punto virtual en la posición aproximada de los usuarios. Los datos de esta estación de referencia representan un único NTRIPSource que puede ser transmitido por un NTRIPServer.(MORILLO y PULIDO 2014)

De esta manera podremos conectar una emisión RTCM a un NTRIPCaster, se centrará en conectar la antena de la EERSA que emite RTCM 2.1 al NTRIPCaster desde Linux.

- Como primer paso es necesario descargársela aplicación “Standard NTRIP Broadcaster”.
- Posteriormente se creará un script que es necesario para poder configurar (script server).
  - H: IP de la emisión RTCM (antena).
  - P: 5001 el puerto por donde emite la antena.
  - a: es la dirección IP del NTRIPCaster.
  - p: 2101 el puerto de conexión de NTRIPCaster.
  - m: el punto de montaje.
  - c: la contraseña.
- Se ha creado tres usuarios con sus propias contraseñas.
  - Usuario: admin1; Contraseña: admin1.
  - Usuario: admin2; Contraseña: admin2.
  - Usuario: admin3; Contraseña: admin3.

Es importante que por cada antena que se disponga se debe añadir una terminal, como es el caso de EERSA dispone de una antena se debe añadir un gnome-terminal. Configurado el script lo guardamos y le damos permisos con `chmod a+x script.sh`. Inmediatamente ejecutarlo con `./script.sh`

### **2.3.3. Configuración Source Table.**

El NTRIPCaster mantiene una tabla fuente que contiene información sobre NTRIPSources disponible, redes de NTRIPSources, y NTRIPCasters, para ser enviados a un NTRIPClient a

petición. Tenga en cuenta que, para solicitar una tabla de origen desde el NTRIPCaster, el NTRIPClient utiliza el mensaje del cliente mientras se deja fuera el parámetro mountpoint.

Los registros de la tabla de origen están dedicados a uno de los siguientes:

- STReams de datos (tipo de registro STR).
- CASters (tipo de registro CAS).
- NETworks de flujos de datos (tipo de registro NET).

Esta estructura se puede ampliar mediante la introducción de nuevos tipos de registros cuando sea necesario.

Todos los NTRIPClients deben ser capaces de decodificar tipo de registro STR. Los tipos de decodificación CAS y NET son una característica opcional.

Todos los campos de datos en los registros de la tabla de origen se separan utilizando el carácter de punto y coma ";" delimitador de campo. En el caso de que el carácter punto y coma se convierta en parte del contenido de un campo de datos, debe ser citado: ";". El número de campos de datos en los registros de la tabla de origen no es fijo.

Se permite introducir campos de datos adicionales. El último campo de datos siempre contiene "Misceláneo "información.

La tabla de origen es iniciada por los campos de encabezado HTTP / 1.1(GEBHARD y WEBER 2003)

**Tabla 2-2** Formatos y Contenidos en la Sourcetable describiendo un Data-Stream

#	Parámetros	Significado	Formato	Ejemplos
1	<tipo> = STR	Los parámetros siguientes de este registro describen los datos.	De 3 caracteres	STR
2	<mountpoint>	Caster punto de montaje.	Maximo 100 caracteres	LEIJ
3	<identifier>	Identificador de la fuente, p.ej. nombre de ciudad al lado de posición de la fuente.	Caracteres, longitud indefinida	Riobamba
4	<format>	Formato de datos, RTCM, RAW, etc	Caracteres, longitud indefinida	RTCM 2 RTCM 2.0 RTCM 2.1 RTCM 2.3

				RTCM 3
<b>5</b>	<format-details>	RTCM tipo de mensaje o RAW formato de datos.	Caracteres, longitud indefinida	1(1), 2(1), 3(30), MBEN(1), LB2
<b>6</b>	<carrier>	La corriente de datos contiene al portador no dividen en fases la información.	Enteros	0 1 2
<b>7</b>	<nav-system>	Sistemas de navegación satelital.	Caracteres, longitud indefinida	GPS GPS+GLONASS GPS+EGNOS
<b>8</b>	<network>	Red	Caracteres, longitud indefinida	EUR EF IGS IGL OS SAP
<b>9</b>	<country>	Código del país con 3 caracteres (ISO 3166).	3 caracteres	D E U
<b>10</b>	<latitude>	Posición, latitud, norte (aproximadamente en la posición 1)	Número de punto flotante, dos dígitos después de punto decimal	40.12 -12.14
<b>11</b>	<longitude>	Posición, longitud, norte (aproximadamente en la posición 1)	Número de punto flotante, dos dígitos después de punto decimal	10.12 357.85
<b>12</b>	<nmea>	La necesidad del Cliente para enviar el mensaje NMEA con la posición aproximada al Caster. 0 = el Cliente no debe enviar el mensaje NMEA con la posición aproximada al Caster. 1 = el Cliente debe enviar NMEA GGA el mensaje	Enteros	0 1
<b>13</b>	<solution>	Corriente generada de estación de referencia sola o de estaciones de referencia conectadas.	Enteros	0 1
<b>14</b>	<generator>	Software que genera corriente de datos.	Caracteres, longitud indefinida	JPS Legacy E GPSNet
<b>15</b>	<compr-encryp>	Algoritmos aplicados de compresión y encriptación.	Caracteres, longitud indefinida	Ninguno
<b>16</b>	<authentication>	Protección de acceso para esta corriente de datos particular.	1 carácter	N B D

<b>17</b>	<fee>	Los honorarios de usuario de recibir esta corriente de datos particular la N = Ningunos honorarios de usuario Y = el Uso son acusados.	1 carácter	N Y
<b>18</b>	<bitrate>	Tarifa de bit de corriente de datos, bits por segundo.	Enteros	500 5000
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
<b>n</b>	<misc>	La información mixta, últimos datos juegan en campo en el registro.	Caracteres, longitud indefinida	None

Fuente: (GEBHARD y WEBER 2003)

**Tabla 3-2** Formatos y Contenidos en la Sourcetable describiendo un Caster.

#	Parámetro	Significado	Formato	Ejemplo
<b>1</b>	<type> = CAS	Los parámetros siguientes de este registro describen en un Caster.	3 caracteres	CAS
<b>2</b>	<host>	El Caster Internet recibe el nombre de dominio o la dirección IP.	Máximo 128 caracteres	141.74.243.11 EUREF- IP.IFAG.DE
<b>3</b>	<port>	Número del puerto.	Enteros	80 2101
<b>4</b>	<identifier>	Identificador del Caster. Ej. Nombre del proveedor.	Caracteres, longitud indefinida	NTRIP CASTER/0.5.3
<b>5</b>	<operator>	Nombre de la institución/ agencia/ empresa que maneja el Caster.	Caracteres, longitud indefinida	BKG GEO++
<b>6</b>	<nmea>	Capacidad del Caster para recibir mensaje NMEA con posición aproximada de Cliente	Enteros	0 1
<b>7</b>	<country>	Tres códigos de país en la ISO 3166	3 caracteres	D E U
<b>8</b>	<latitude>	Posición, latitud, norte.	Número de punto flotante, dos dígitos después de punto decimal	40.12 -12.14
<b>9</b>	<longitude>	Posición, longitud, este.	Número de punto flotante, dos dígitos después de punto decimal	10.12 357.85
<b>10</b>	<fallback_host>	Caster dirección IP No Fallback: 0.0.0.0	Máximo 128 caracteres	213.20.169.236 Caster.fgi.fi

				0.0.0.0
<b>11</b>	<fallback_port>	Fallback Caster numero de puerto No Fallback: 0	Entero	80 2101 0
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
<b>n</b>	<misc>	La información mixta, últimos datos juegan en campo en el registro.	Caracteres, longitud indefinida	None

Fuente: (GEBHARD y WEBER 2003)

**Tabla 4-2** Formatos y Contenidos en la Sourcetable describiendo una Red de Streaming de Datos.

#	Parámetro	Significado	Formato	Ejemplo
<b>1</b>	<type> = NET	Los parámetros siguientes de este registro describen una red de datos.	3 caracteres	NET
<b>2</b>	<identifier>	Identificador de red. Ej. Nombre de una red de GNSS.	Caracteres, longitud indefinida	EPN IGLOS GREF SAPOS-THR
<b>3</b>	<operator>	Nombre de la institución/ agencia/ empresa que maneja la red.	Caracteres, longitud indefinida	EUREF IGS TRIMBLE ASCOS GEO++ SAPOS-THR
<b>4</b>	<authentication>	Protección de acceso para datos streams de la red.	1 carácter	N B D N,B
<b>5</b>	<fee>	Honorarios de usuario de recibir corrientes de datos de esta red.	1 carácter	N Y N,Y
<b>6</b>	<web-net>	Dirección web para la información de la red.	Caracteres, longitud indefinida	http://igs.ifag.de
<b>7</b>	<web-str>	Dirección web para el stream de la red.	Caracteres, longitud indefinida	http://www.epncb.oma.be none
<b>8</b>	<web-reg>	Dirección web o correo electrónico para el registro de la red.	Caracteres, longitud indefinida	euref-ip@ifag.de http://igs.ifag.de
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

<b>n</b>	<misc>	La información mixta, últimos datos juegan en campo en el registro.	Caracteres, longitud indefinida	None
----------	--------	---	---------------------------------	------

Fuente: (GEBHARD y WEBER 2003)

## 2.4. Software Cliente NTRIP.

Un NTRIPClient aceptará y recibirá datos de un NTRIPCaster, si el NTRIPClient envía el mensaje de solicitud correcto:

- **Conexión** TCP con el puerto IP.
- **Puerto** NTRIPCaster especificado.

Con respecto al formato de mensaje y código de estado, la comunicación NTRIPClient-NTRIPCaster es totalmente compatible con HTTP, pero NTRIP utiliza sólo conexiones no persistentes

### 2.4.1. BKG NTRIP CLIENT (BNC)

El BKG NTRIP Client (BNC) es un programa para recuperar, decodificar, convertir procesar simultáneamente flujo de datos GNSS en tiempo real. Se ha desarrollado en el marco de la subcomisión del IAG para Europa (EUREF) y el Servicio Internacional GNSS (IGS). Aunque se entiende como una herramienta en tiempo real, viene con funcionalidades para poder realizar pos procesamiento.

El propósito de BNC es:

- Recuperar los flujos de datos GNSS en tiempo real disponibles a través del protocolo de transporte NTRIP.
- Recuperar secuencias de datos GNSS en tiempo real desde un puerto UDP o serie local sin usar el NTRIP protocolo de transporte.
- Generar archivos RINEX de observación y navegación de alta velocidad para apoyar en tiempo real el GNSS Post Procesamiento de aplicaciones.
- Monitorizar el rendimiento de una red de flujos de datos GNSS en tiempo real para generar notas.
- Realice un posicionamiento preciso en tiempo real para determinar una posición GNSS.(MORILLO y PULIDO 2014)

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.

#### 3.1. Análisis de datos

En este capítulo se presenta los distintos resultados obtenidos de la tecnología implementada en la corrección en tiempo real a través de la tecnología NTRIP, analizando la efectividad de la tecnología mencionada en 5 puntos de la ciudad de Riobamba, desde la antena hacia los puntos como se muestra en la **Fig 1-3**.



**Figura 1-3** Puntos de la Ciudad de Riobamba

Realizado por: Carranza A. Reyes, J. 2017.

#### 3.1.1. Levantamiento de Información de Georreferenciación.

Para la recolección de datos se realizó en distintas horas en la ciudad de Riobamba en el centro del país a una altura promedio de 2750 msnm, registrando una temperatura promedio de 13° C, Siendo la temperatura más alta registrada con 24° C esto a las 12 horas.

Con consideración de dichas características se tomó en cuenta varios criterios y se realizó la selección de lugares mismos que resultaron en un total de 5 sectores de la ciudad en diferentes días, y en distintas condiciones climáticas.

Y utilizando la tecnología NTRIP y la otra de manera autónoma para darnos cuenta de la corrección como el error que se genera con y sin la tecnología empleada. Se puede observar los

puntos de mediciones empleados en el trabajo, mismos que se encuentran en los siguientes lugares de la ciudad.

**Tabla 1-3** Ubicación de los lugares.

Sector	Ubicación
1	POSTES SECTOR PARQUE GUAYAQUIL HASTA C.C.GIRALDA PLAZA
2	POLÍGONO PARQUE SUCRE
3	MONUMENTO PEDRO VICENTE MALDONADO
4	LINEA SECTOR CANCHAS BARRIO SAN MARTIN
5	FACULTAD INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA (ESPOCH)

**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J. 2017.

Los escenarios escogidos bajo las diferentes características son:

- Distancia desde la estación de referencia hasta el receptor móvil.
- Zonas despejadas o densas.
- Tipo de Clima
- Diferente forma en toma de datos en el receptor

Se tomaron en cuenta los criterios mencionados con el fin de analizar la precisión de la tecnología NTRIP en posicionamiento GPS en tiempo real bajo diversas condiciones.

**Tabla 2-3** Ubicación de los lugares.

Sector	Métodos	Distancia	Tipo de Clima	Tiempo de Medición (min)	Tipo de toma de datos
1	Autónomo y Diferencial NTRIP	1.0km	Lluvioso	70	Puntos
2	Autónomo y Diferencial NTRIP	115m	Nublado	80	Polígono
3	Autónomo y Diferencial NTRIP	391m	Soleado	30	Puntos
4	Autónomo y Diferencial NTRIP	1.25km	Nublado	20	Línea
5	Autónomo y Diferencial NTRIP	3.60km	Lluvioso	120	Polígono

**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J. 2017

### 3.1.2. Selección de la operadora móvil para el receptor GPS.

En vista que la corrección de errores se realiza mediante la tecnología NTRIP que a su vez la corrección se procesa mediante internet, se necesita de un chip GSM, para lo cual se realiza un estudio de selección entre las distintas operadoras que disponemos siendo en el Ecuador, así como sus planes que nos ofrecen y la cobertura que brindan en la provincia de Chimborazo.

Desde hace muchos años, las correcciones de datos DGPS o RTK han sido transmitidas vía VHF (Very High Frequency) o UHF (Ultra High Frequency). Con el desarrollo de las tecnologías de comunicación inalámbrica, internet es actualmente el medio alternativo preferido de transmisión de correcciones GPS. Existen diferentes tipos de nexos inalámbricos disponibles para comunicaciones bidireccionales, entre ellas:

- **GSM** tarifadas por tiempo de conexión.
- **GPRS** tasado por cantidad de datos transmitidos.

#### 3.1.2.1. Factores para tomar decisión de operador móvil.

En vista de que la EERSA brinda servicios a toda la provincia de Chimborazo se ha visto en la necesidad de tomar en cuenta como su principal factor para la toma de la decisión su cobertura, sin embargo, siendo también un factor importante el costo y el plan que ofrecen las distintas operadoras móviles en el país.

#### 3.1.2.2. Análisis de la cobertura de operadores móviles

Para determinar el mejor operador móvil, se va a analizar si el operador provee señal de datos en cada uno de los 10 cantones de la provincia de Chimborazo.

**Tabla 3-3** Análisis de la cobertura de operadores móviles

<b>OPERADOR</b>				
<b>Nivel SEÑAL</b>				
<b>CANTON</b>	<b>CONECEL (CLARO)</b>	<b>OTECEL (MOVISTAR)</b>	<b>CNT</b>	<b>TUENTI</b>
RIOBAMBA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
ALAUSI	ALTA	ALTA	ALTA	SIN COBERTURA

CHAMBO	MEDIA- BAJA	MEDIA-BAJA	BAJA	SIN COBERTURA
CHUNCHI	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
COLTA	MEDIA-ALTA	ALTA	ALTA	
CUMANDA	ALTA	ALTA	BAJA	MEDIA-BAJA
GUAMOTE	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
GUANO	ALTA	ALTA	MEDIA- ALTA	ALTA
PALLATANGA	BAJA	ALTA	MEDIA- BAJA	MEDIA-BAJA
PENIPE	BAJA	MEDIA-BAJA	BAJA	BAJA

**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J. 2017

Siendo la telefonía de mayor cobertura celular en la provincia de Chimborazo la operadora OTECEL (Movistar), siendo el principal factor para la toma de decisión se escoge para tomar los datos de corrección esta operadora. Ver **Anexo A**

Los tipos de planes de datos que ofrece OTECEL (Movistar) son:

**Tabla 4-3** Plan de Datos OTECEL (Movistar).

DURACIÓN PLAN	COSTO DEL SERVICIO	DATOS OFRECE
1 mes	\$ 15	15000 MB
1 semana	\$ 3	2000 MB
5 días	\$ 2	100MB
2 días	\$ 1	50 MB

**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J. 2017

### 3.1.2.3. Consumo de datos.

Para la conexión NTRIP se utiliza un consumo de datos móviles para la conexión GPRS recibiendo datos RTCM 2.3, dependiendo el número de satélites que capte en el momento de receptor los datos consumirá mayor o menor cantidad de bits /s. Realizando un cálculo de un punto mayor menor e intermedio se tiene:

$$C = \frac{C_{max} + C_{min} \text{ bits}}{2} \frac{1}{s}$$

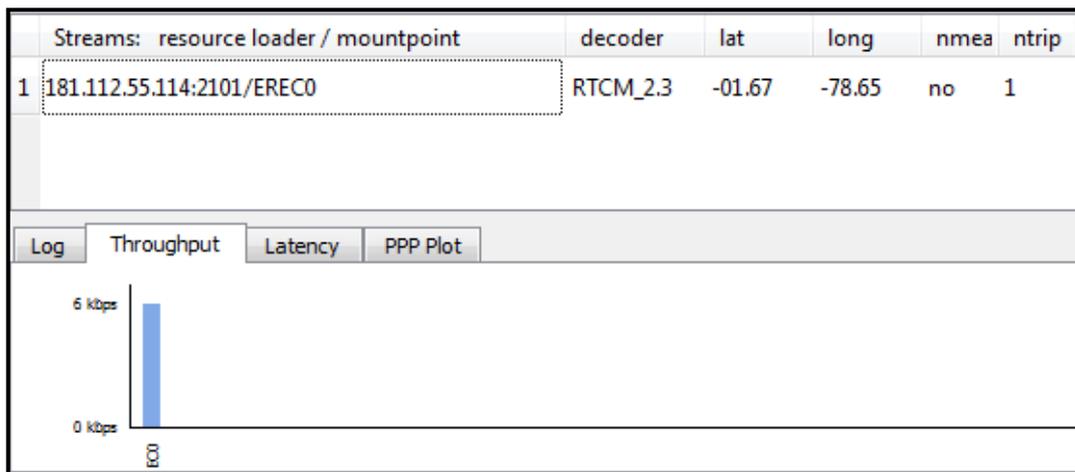
**Ecuación 1-3** Consumo promedio de bits/s.

Donde:

- Cmax = Número máximo de satélites que se captaron = 14 = 9000 bits/s.
- Cmin= Número mínimo de satélites = 6 = 3900 bits/s.
- C= Consumo promedio de bits/s.

$$C = \frac{9000 + 3900}{2} \frac{\text{bits}}{\text{s}}$$

$$C = 6450 \frac{\text{bits}}{\text{s}} = 806.3 \text{ bytes/s}$$



**Figura 2-3** Throughput o ancho de banda del consumo de datos.

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

#### 3.1.2.4. Consumo diario de datos

Registrando en el trabajo en la EERSA un total de 7 horas de tomas de datos diario de 08:00 a 15:00 en su punto máximo diario de trabajo se calcula.

$$C_m = C * 60 * 60 * 7$$

**Ecuación 2-3** Consumo diario de datos por el Rover de la EERSA

Donde:

- C= Consumo promedio de bits/s.
- Cm= Consumo diario de datos Megabytes

$$C_m = 806.3 * 60 * 60 * 7$$

$$Cm = 20,3 \text{ Megabytes}$$

Datos semanales

$$Cm = 20,3 * 5$$

$$Cm = 101,5 \text{ Megabytes}$$

### 3.1.2.5. Soluciones de distintos planes móviles

Dado que la necesidad de toma de datos no es constante se procede a buscar soluciones de datos móviles en forma de prepago, siendo estos analizados según la necesidad diaria o semanal de la empresa.

**Tabla 5-3** Planes de Datos escogido OTECEL (Movistar).

DURACIÓN PLAN	COSTO DEL SERVICIO	DATOS OFRECE
1 mes	\$ 15	15000 MB
1 semana	\$ 3	2000 MB
5 días	\$ 2	100MB
2 días	\$ 1	50 MB

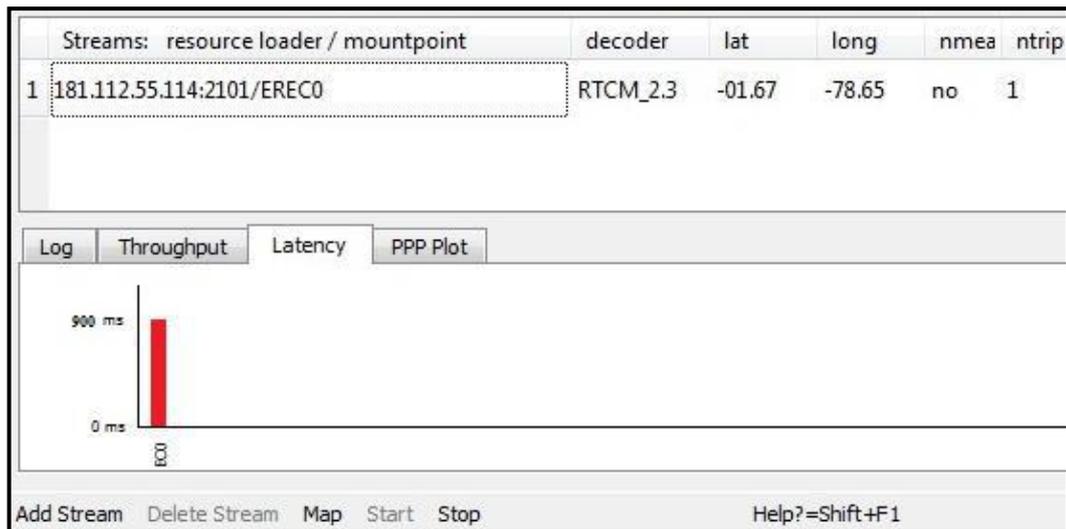
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017

## 3.2. Latencia

La latencia es el tiempo que tarda en transmitirse un paquete dentro de la red, y es un factor clave en las conexiones a Internet. En función de la conexión que tengamos, esta latencia será mayor o menor.

Para la transmisión de datos por internet uno de los parámetros que permite evaluar la calidad de transmisión es la latencia, a través del software BKG Ntrip Client (BNC) que es un software NTRIP cliente se permite medir la integridad de los datos y la latencia.

BKG Ntrip Client (BNC) es un software NTRIP cliente el cual simula la obtención de los datos en los rovers.



**Figura 3-3** Latencia o retardo.

**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J. 2017.

- Latencia Promedio: 0.9s

Se evalúa en una hora de recepción de los datos y se muestra una latencia de 1ms lo cual demuestra la confiabilidad de la transmisión.

### 3.3. Evaluación de las Tecnología NTRIP

Para evaluar una técnica de posicionamiento, si ha sido efectiva, es necesario observar la precisión que se alcanza en el posicionamiento. Cuanto mayor sea la precisión, tendremos una técnica más eficaz, la cual será el error cuadrático medio (MSE).(CHAN y BACIU 2012)

#### 3.3.1. *MSE (Error Cuadrático Medio)*

El error cuadrático medio (MSE) se utiliza generalmente para evaluar el rendimiento de un algoritmo de posicionamiento. Considerando que se estima una posición en n veces, de modo que se tiene una población de coordenadas calculadas, (x1, y1),..., (xn, yn). La media de las coordenadas calculadas es por: Donde (x, y) es la coordenada estimada de una posición. La ecuación de error cuadrático medio de la posición estimada está definida por:

$$MSE = (\bar{x} - x)^2 + (\bar{y} - y)^2$$

**Ecuación 3-3** Error Cuadrático Medio

El resultado de la ecuación anterior es una expresión cuadrada de error, para una mejor interpretación del error existe el RMSE que es una raíz cuadrada de la MSE: (CHAN y BACIU 2012)

$$RMSE = \sqrt{(\bar{x} - x)^2 + (\bar{y} - y)^2}$$

**Ecuación 4-3** Raíz Cuadrada Error Cuadrático Medio

### 3.4. Análisis de resultados en los sectores

Con los datos obtenidos tanto de manera autónoma como el diferencial bajo la tecnología NTRIP coordenadas UTM. Puesto que las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros, esto es conveniente para poder determinar el error de posicionamiento en metros.

#### 3.4.1. Sectores analizados

##### 3.4.1.1. Sector uno- Av. Daniel León Borja

En este sector se realizó la recolección de datos en la ciudad de Riobamba con un clima lluvioso el cual fue afectado en la toma de datos por la recepción de los satélites, se recogió los datos desde la Av. Daniel León Borja y Av. Carlos Zambrano hasta Av. Daniel León Borja y Av. Miguel Ángel León, en cada poste se fue tomando un punto tanto de manera autónoma como con la tecnología NTRIP siendo un total de 18 postes.

**Tabla 6-3** Puntos tomados en coordenadas UTM.

	POSTES TOMADOS EN MODO DIFERENCIAL (m)		POSTES TOMADOS EN MODO AUTÓNOMO (m)	
<b>1</b>	760481,49	9815782,04	760480,13	9815777,23
<b>2</b>	760507,47	9815765,5	760509,83	9815758,42
<b>3</b>	760528,73	9815744,25	760528,73	9815737,16
<b>4</b>	760526,36	9815746,61	760524,71	9815748,27
<b>5</b>	760568,88	9815701,74	760568,88	9815699,38
<b>6</b>	760592,49	9815687,57	760592,49	9815685,21
<b>7</b>	760611,39	9815673,4	760611,39	9815668,67
<b>8</b>	760630,28	9815656,87	760632,64	9815654,5
<b>9</b>	760646,81	9815640,33	760649,17	9815635,61
<b>10</b>	760691,69	9815602,55	760691,69	9815597,82
<b>11</b>	760708,22	9815590,74	760710,58	9815588,37
<b>12</b>	760727,11	9815569,48	760729,47	9815571,84
<b>13</b>	760755,45	9815548,23	760760,18	9815548,23
<b>14</b>	760767,26	9815534,06	760776,71	9815530,61
<b>15</b>	760790,88	9815519,88	760786,16	9815515,16
<b>16</b>	760812,13	9815493,91	760814,5	9815500,99

<b>17</b>	760826,3	9815484,46	760831,03	9815479,74
<b>18</b>	760845,55	9815470,97	760840,3	9815482,1

**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J. 2017

Para graficar se tomó en cuenta los 18 postes y se utilizó el software Arcmap y AutoCAD tomando como una escala de 1:2500 para su mejor visualización. Ver en **Anexo B**



**Gráfico 1-3** Coordenadas de manera autónoma.

Caso: Av. Daniel León Borja.

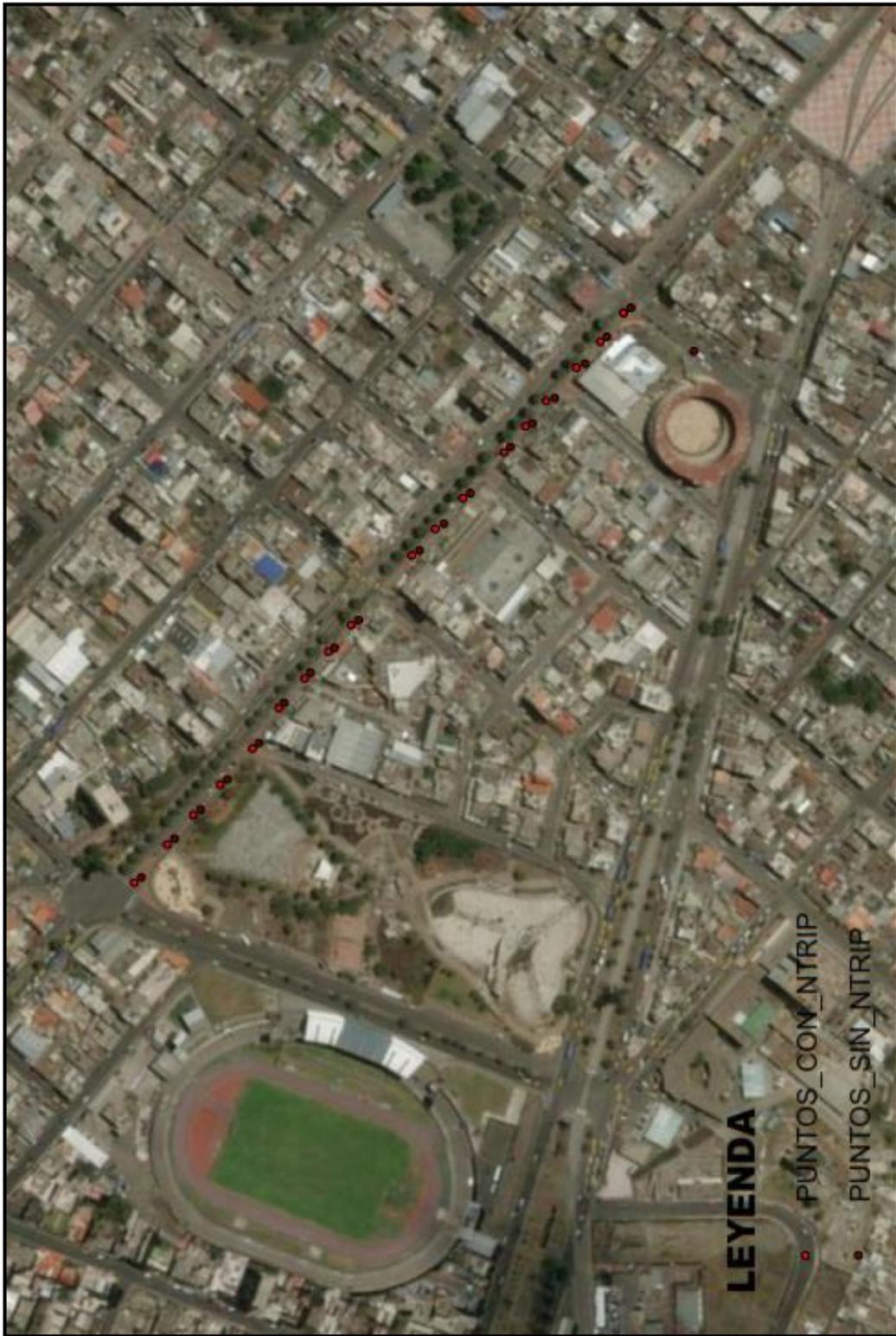
**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J.2017



**Gráfico 2-3** Coordenadas con diferencial NTRIP.

Caso: Av. Daniel León Borja.

**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J.2017

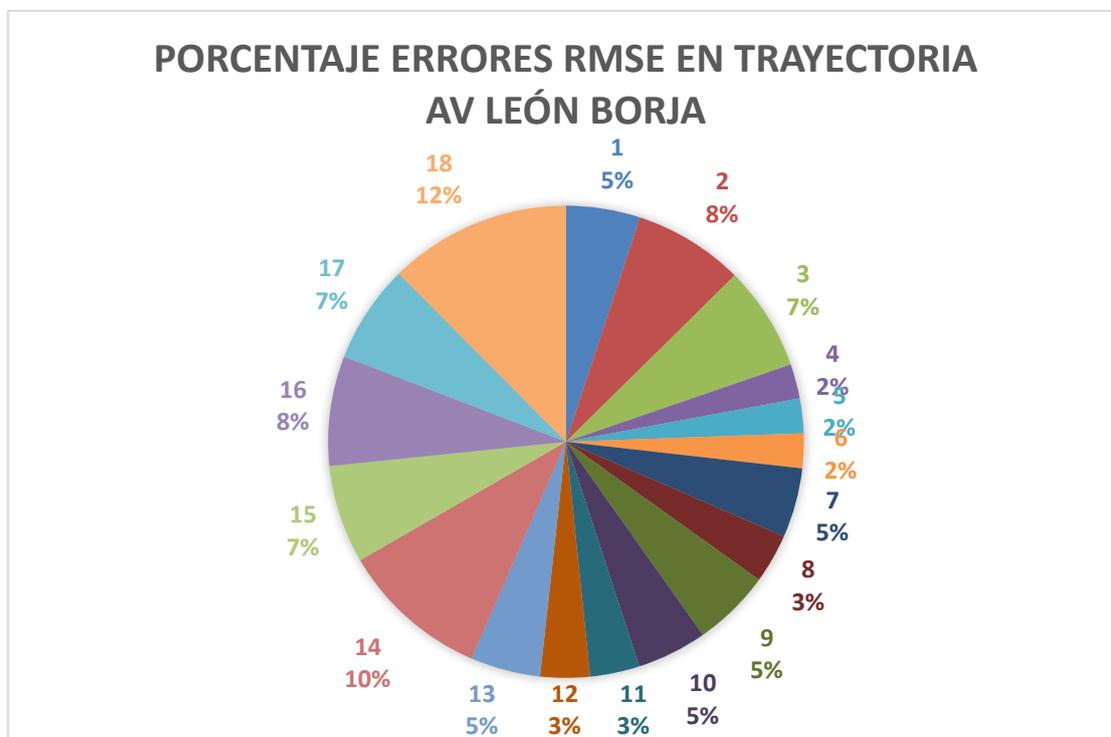


**Gráfico 3-3** Coordenadas medidas en forma autónoma y con diferencial NTRIP. Caso: Av. Daniel León Borja.  
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017

**Tabla 7-3** Tabla de errores de posicionamiento.

Postes	ERROR RMSE (cm)	ERROR MSE (cm)
1	4,99856979	24,9857
2	7,46297528	55,696
3	7,09	50,2681
4	2,34053413	5,4781
5	2,36	5,5696
6	2,36	5,5696
7	4,73	22,3729
8	3,34462255	11,1865
9	5,27712043	27,848
10	4,73	22,3729
11	3,34462255	11,1865
12	3,33754401	11,1392
13	4,73	22,3729
14	10,0600696	101,205
15	6,67508801	44,5568
16	7,46614358	55,7433
17	6,68216282	44,6513
18	12,3060717	151,4394

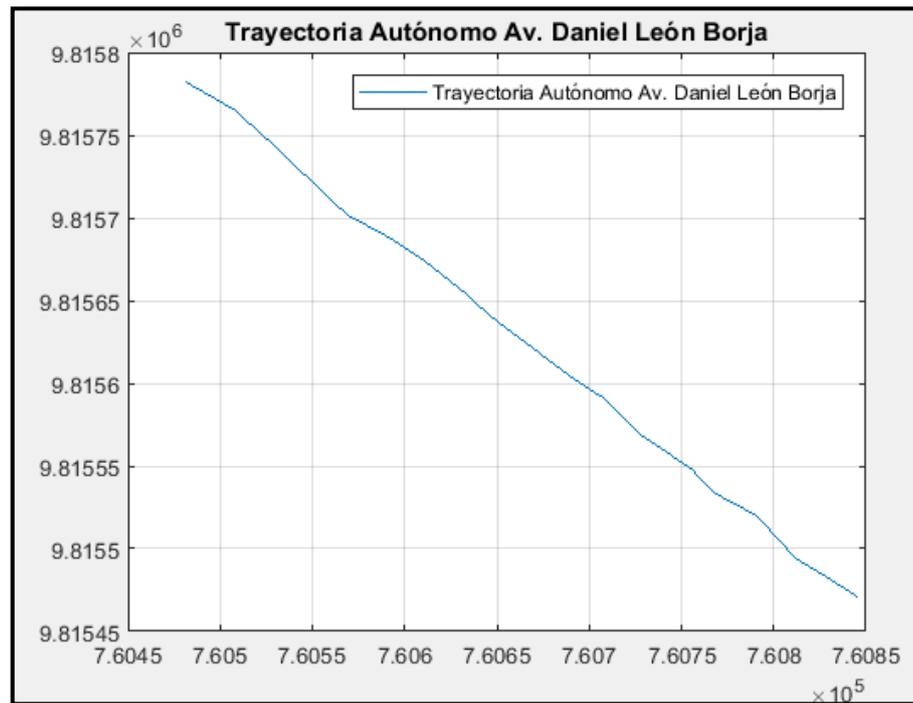
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 4-3** Porcentaje Errores RMSE entre modo diferencial y autónomo.

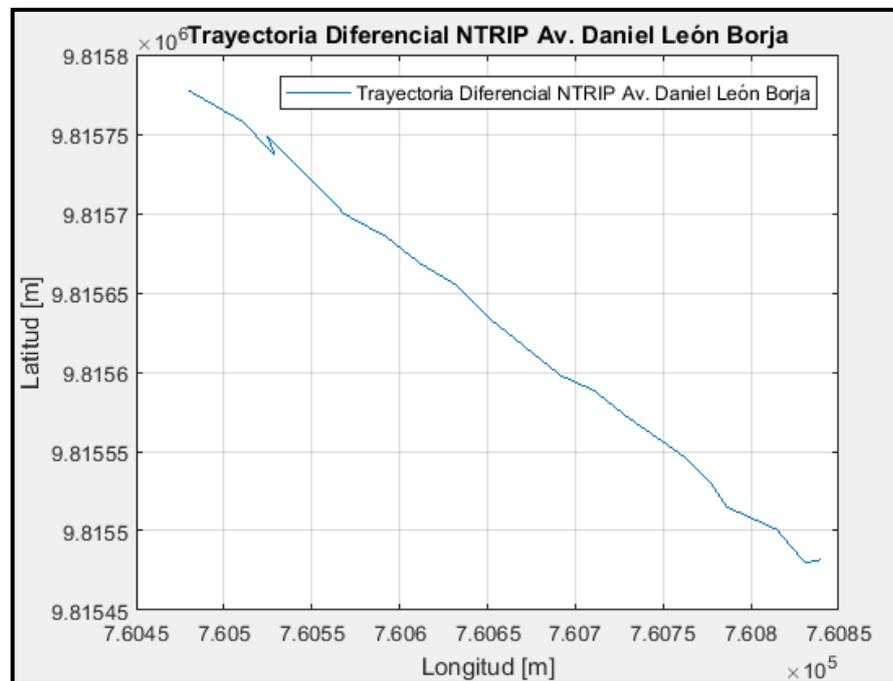
Realizado por: Carranza A. Reyes. J.2017.

En el gráfico 4-3 nos muestra un porcentaje de la corrección en cada uno de los datos tomados ya utilizando la tecnología NTRIP.



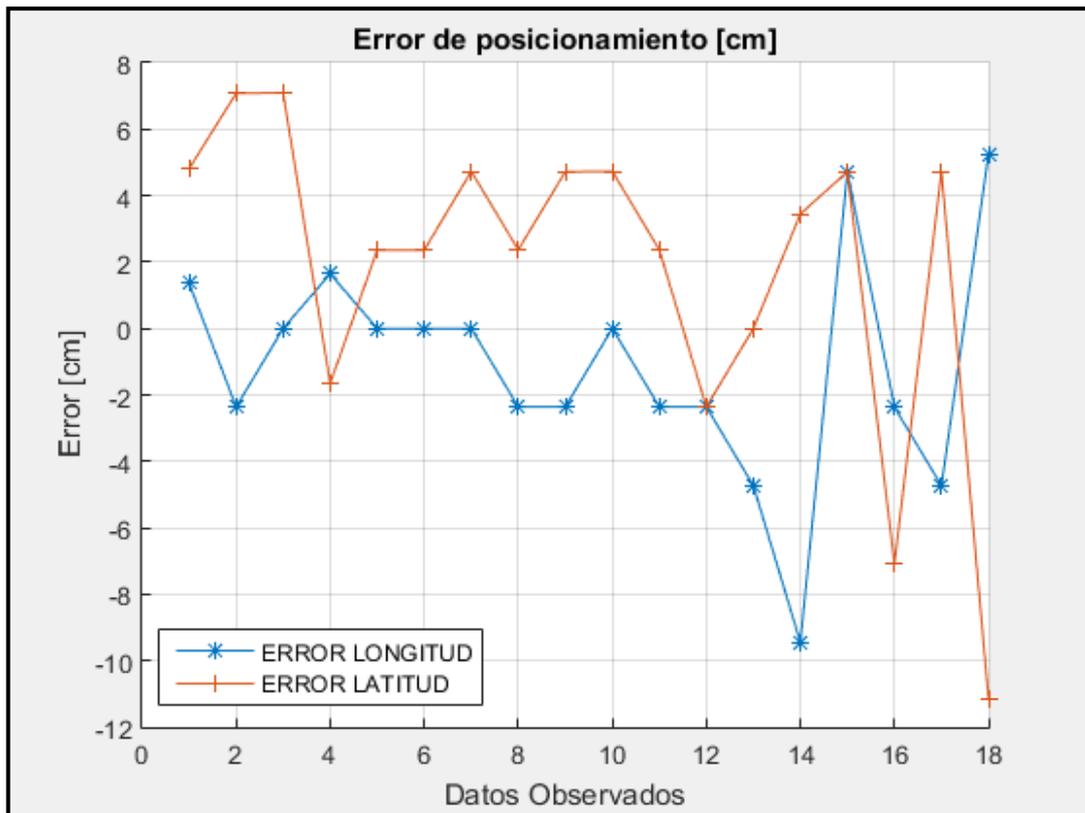
**Gráfico 5-3** Trayectoria en modo autónomo. Caso: Av. Daniel León Borja

Realizado por: Carranza A. Reyes



**Gráfico 6-3** Trayectoria Diferencial NTRIP Caso: Av. Daniel León Borja

Realizado por: Carranza A. Reyes. J.



**Gráfico 7-3** Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: Av. Daniel León Borja.

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

**Tabla 8-3** Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo.

Error	Modo diferencial y Autónomo (cm)
<b>Error (MSE)</b>	37,4245444
<b>Error (RMSE)</b>	5,51641802
<b>Máximo</b>	12,3060717
<b>Mínimo</b>	2,34053413
<b>Rango</b>	9,96553754
<b>Desviación Estándar</b>	2,72122571

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

### 3.4.1.2. Sector dos - Parque Sucre

En este sector se realizó la recolección de datos en la ciudad de Riobamba con un clima nublado el cual fue afectado en la toma de datos por la recepción de los satélites, se recogió los datos en el Parque Sucre, al contorno de todo el parque en forma de polígono que nos muestra en el GPS tanto de manera autónoma como con la tecnología NTRIP siendo un total de 46 puntos.

**Tabla 9-3** Puntos tomados en coordenadas UTM y errores de posicionamiento en el Parque Sucre.

PUNTO S	POSTES TOMADOS EN MODO DIFERENCIAL (m)		POSTES TOMADOS EN MODO AUTÓNOMO (m)		ERROR RMSE(cm)	ERROR MSE(cm)
1	761.359,505	9.815.002,095	761.360,731	9.815.003,033	1,54367095	2,38292
2	761.362,163	9.815.003,384	761.360,823	9.815.003,631	1,36296778	1,85768116
3	761.362,620	9.815.006,689	761.365,803	9.815.008,135	3,49587354	12,2211318
4	761.366,171	9.815.007,283	761.366,352	9.815.008,308	1,0408931	1,08345844
5	761.367,247	9.815.011,128	761.371,444	9.815.012,502	4,41561422	19,497649
6	761.370,962	9.815.011,680	761.372,021	9.815.014,258	2,78718718	7,76841236
7	761.371,423	9.815.014,894	761.376,113	9.815.016,795	5,06080794	25,611777
8	761.375,179	9.815.016,507	761.377,896	9.815.019,752	4,23227055	17,912114
9	761.375,626	9.815.018,831	761.380,985	9.815.021,714	6,08509872	37,0284264
10	761.379,269	9.815.020,764	761.383,614	9.815.025,352	6,31878398	39,927031
11	761.380,151	9.815.022,736	761.385,838	9.815.026,606	6,8788712	47,318869
12	761.383,077	9.815.025,250	761.389,332	9.815.030,868	8,4074043	70,684447
13	761.384,534	9.815.027,634	761.390,568	9.815.031,814	7,34073452	53,8863834
14	761.386,830	9.815.029,654	761.392,981	9.815.033,370	7,18633822	51,643457
15	761.388,712	9.815.030,217	761.395,420	9.815.037,045	9,57212392	91,6255562
16	761.392,728	9.815.033,821	761.396,103	9.815.038,835	6,04396154	36,529471
17	761.393,310	9.815.034,158	761.398,477	9.815.040,275	8,00734943	64,1176448
18	761.395,722	9.815.037,059	761.401,320	9.815.043,307	8,38892057	70,3739884
19	761.398,809	9.815.041,365	761.403,764	9.815.047,239	7,68517061	59,0618474
20	761.398,830	9.815.044,898	761.406,007	9.815.048,968	8,25027589	68,0670523
21	761.406,587	9.815.046,555	761.410,784	9.815.052,894	7,60264745	57,8002483
22	761.407,396	9.815.049,133	761.411,400	9.815.053,178	5,69185772	32,3972444
23	761.410,933	9.815.051,153	761.411,571	9.815.057,710	6,58798514	43,4015482
24	761.411,926	9.815.058,984	761.412,842	9.815.058,382	1,09636203	1,20200969
25	761.413,343	9.815.062,296	761.412,842	9.815.061,342	1,07717967	1,16031604
26	761.416,432	9.815.062,633	761.415,495	9.815.063,461	1,25102072	1,56505284
27	761.419,986	9.815.066,845	761.416,955	9.815.067,073	3,03996216	9,24136996
28	761.420,117	9.815.069,268	761.419,624	9.815.068,527	0,88985071	0,79183429
29	761.421,418	9.815.071,925	761.421,323	9.815.072,972	1,05129207	1,10521501
30	761.423,216	9.815.072,991	761.421,519	9.815.073,547	1,78538163	3,18758756
31	761.426,674	9.815.076,786	761.423,556	9.815.078,518	3,5664937	12,7198773
32	761.427,565	9.815.079,908	761.426,140	9.815.078,611	1,92694551	3,71311901

33	761.430,525	9.815.081,530	761.428,284	9.815.083,003	2,68225643	7,19449956
34	761.431,649	9.815.083,154	761.430,698	9.815.084,337	1,51754382	2,30293925
35	761.434,227	9.815.085,887	761.432,927	9.815.086,978	1,69706247	2,88002101
36	761.435,613	9.815.086,525	761.435,276	9.815.090,441	3,93047389	15,448625
37	761.437,922	9.815.089,779	761.437,909	9.815.091,488	1,70905411	2,92086596
38	761.439,858	9.815.090,324	761.439,968	9.815.095,693	5,37012467	28,838239
39	761.441,313	9.815.092,674	761.442,936	9.815.096,568	4,21865386	17,7970404
40	761.443,604	9.815.094,314	761.444,501	9.815.099,254	5,02092072	25,2096449
41	761.444,738	9.815.095,289	761.448,290	9.815.101,525	7,17645864	51,5015586
42	761.447,764	9.815.097,863	761.448,602	9.815.101,588	3,81803173	14,5773663
43	761.451,996	9.815.099,995	761.453,703	9.815.101,588	2,33484432	5,451498
44	761.455,621	9.815.101,794	761.454,168	9.815.102,767	1,74886227	3,05851924
45	761.456,546	9.815.101,818	761.458,315	9.815.102,938	2,09323638	4,38163856
46	761.459,736	9.815.103,652	761.459,941	9.815.106,458	2,81349303	7,91574304

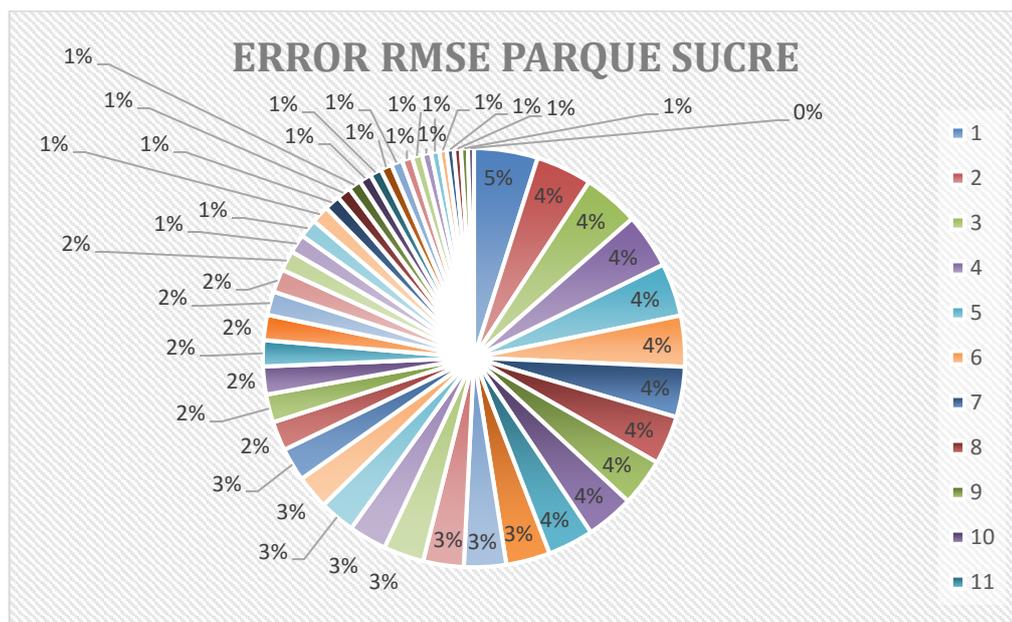
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



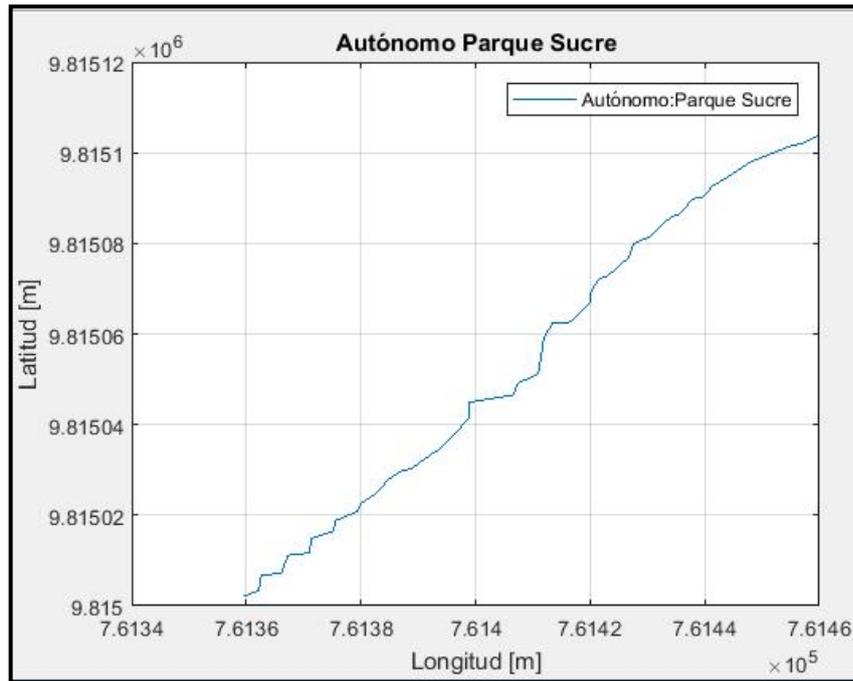
**Gráfico 8-3** Coordenadas con diferencial NTRIP. Caso: Parque Sucre.  
 Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 9-3** Coordenadas medidas en forma autónoma y diferencial NTRIP. Caso: Parque Sucre  
**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J.2017.

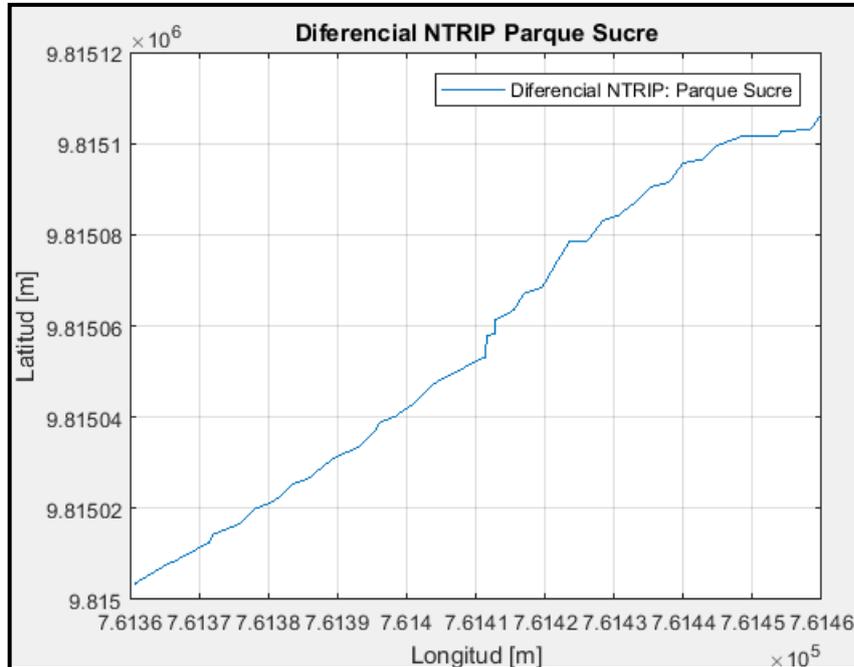


En el grafico 10-3 nos muestra un porcentaje de la corrección en cada uno de los datos tomados ya utilizando la tecnología NTRIP.



**Gráfico 11-3** Trayectoria Autónoma Caso: Parque Sucre

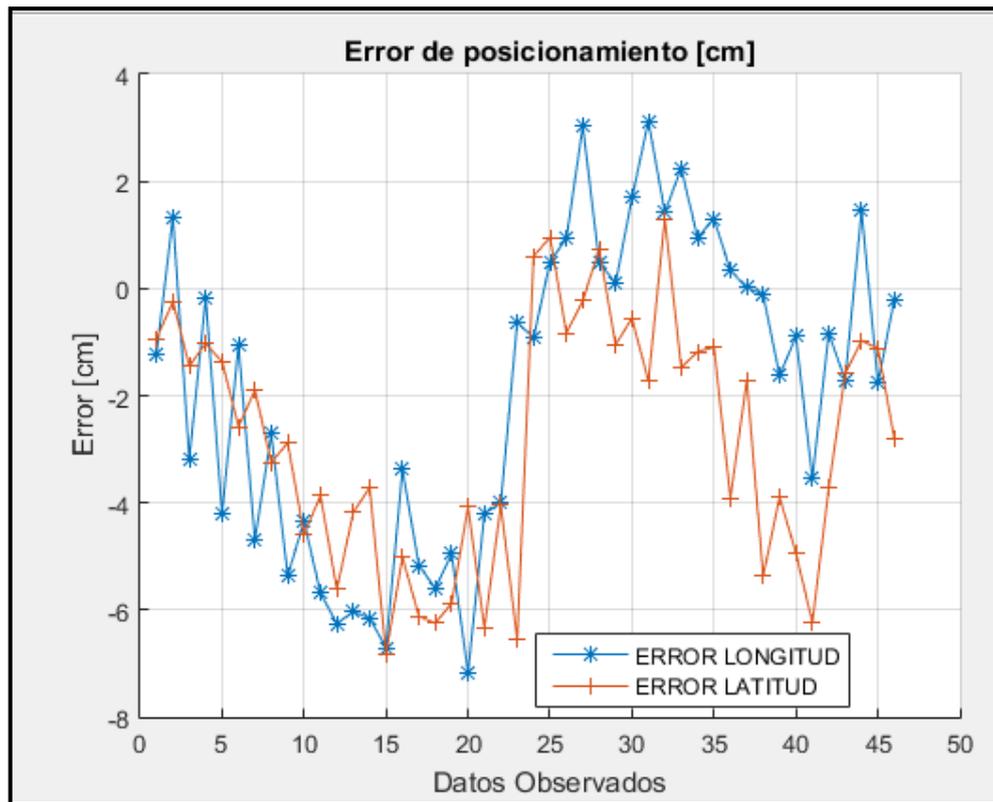
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 12-3** Trayectoria Diferencial NTRIP.

Caso: Parque Sucre

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 13-3** Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: Parque Sucre

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

**Tabla 10-3** Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo.

ERROR	MODO DIFERENCIA Y AUTÓNOMO (cm)
<b>Error (MSE)</b>	24,70354216
<b>Error (RMSE)</b>	4,256572022
<b>Máximo</b>	9,572123915
<b>Mínimo</b>	0,889850711
<b>Rango</b>	8,682273204
<b>Desviación Estándar</b>	2,594508267

Fuente: Carranza A. Reyes. J.

### 3.4.1.3. Sector tres - Monumento Pedro Vicente Maldonado

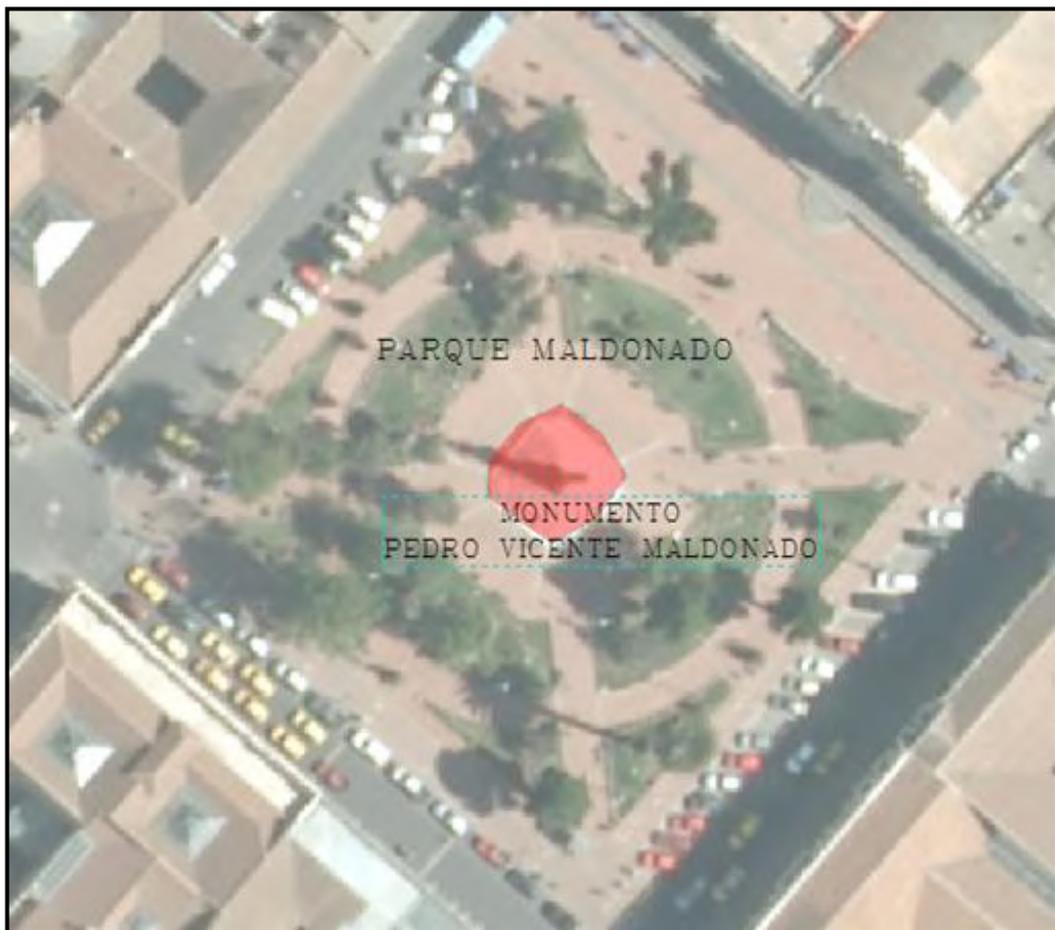
En este sector se realizó la recolección de datos en la ciudad de Riobamba con un clima soleado el cual fue afectado en la toma de datos por la recepción de los satélites, se recogió los datos en el monumento del Parque Pedro Vicente Maldonado, en el área del monumento utilizando la

forma de polígono que nos muestra en el GPS tanto de manera autónoma como con la tecnología NTRIP siendo un total de 11 puntos.

**Tabla 11-3** Puntos tomados en coordenadas UTM y errores de posicionamiento en el Monumento a Pedro Vicente Maldonado

PUNTOS	POSTES TOMADOS EN MODO DIFERENCIAL (m)		POSTES TOMADOS EN MODO AUTÓNOMO (m)		ERROR RMSE (cm)	ERROR MSE (cm)
1	761.640,32	9.814.946,85	761.640,958	9.814.947,301	0,7732732	0,59795144
2	761.640,44	9.814.949,31	761.640,992	9.814.949,393	0,55473079	0,30772625
3	761.640,85	9.814.949,31	761.641,017	9.814.950,273	0,96937931	0,93969625
4	761.643,73	9.814.949,50	761.641,101	9.814.951,680	3,41373181	11,6535648
5	761.643,73	9.814.951,63	761.641,345	9.814.951,744	2,39103163	5,71703225
6	761.643,89	9.814.951,99	761.641,501	9.814.951,899	2,39434757	5,73290029
7	761.647,59	9.814.954,34	761.646,833	9.814.952,096	2,37509704	5,64108596
8	761.648,54	9.814.956,12	761.648,833	9.814.952,309	3,83014686	14,670025
9	761.652,41	9.814.959,10	761.649,989	9.814.957,309	3,0204056	9,12285001
10	761.653,02	9.814.960,42	761.650,028	9.814.958,391	3,6202677	13,1063382
11	761.655,74	9.814.962,357	761.652,109	9.814.961,192	3,8216019	14,6046411

Fuente: Carranza A. Reyes. J. 2017.



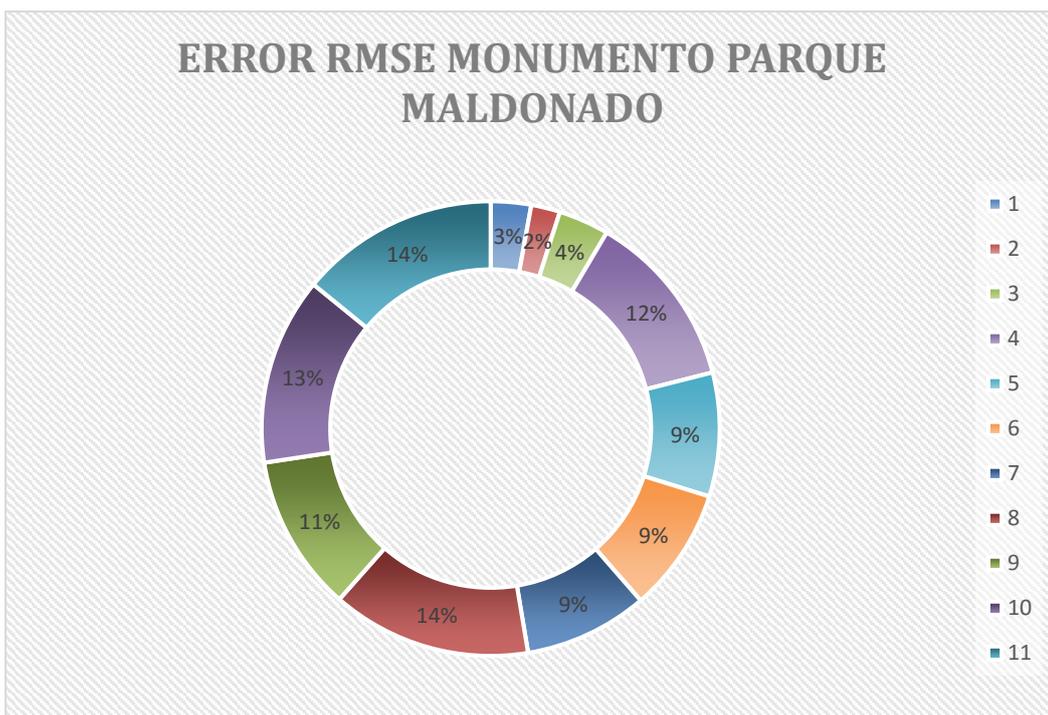
**Gráfico 14-3** Coordenadas con diferencial NTRIP Caso: Monumento del parque Maldonado. Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 15-3** Coordenadas medidas en forma autónoma.  
Caso: Monumento del parque Maldonado.  
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



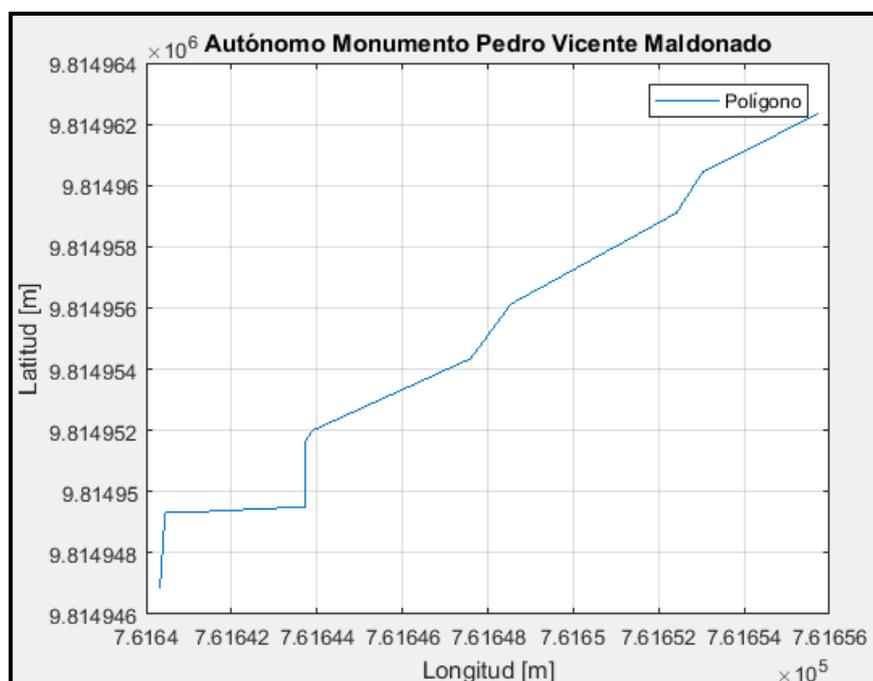
**Gráfico 16-3** Coordenadas medidas en forma autónoma y diferencial NTRIP.  
Caso: Monumento del parque Maldonado  
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 17-3** Error RMSE. Caso: Monumento Parque Maldonado entre modo diferencial y autónomo

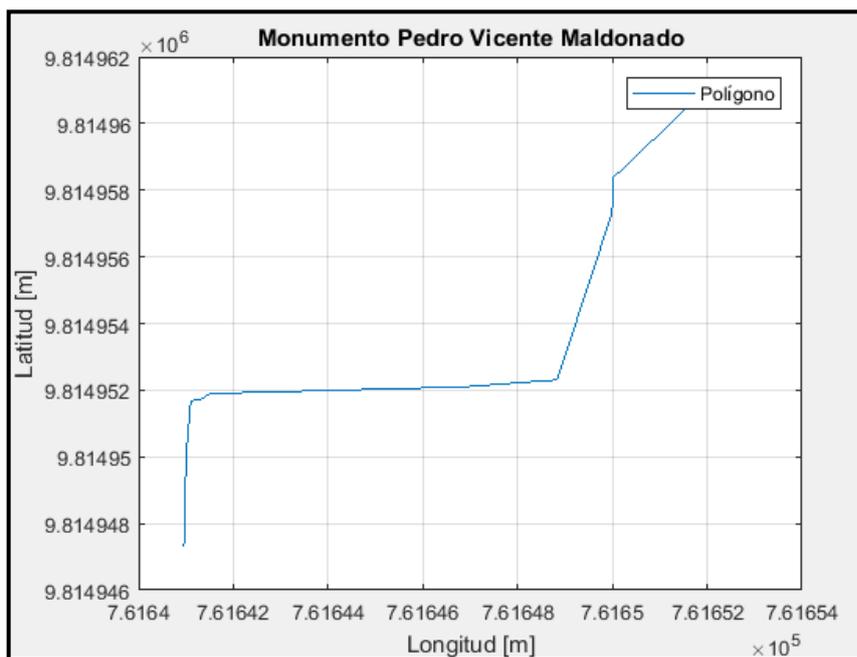
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

En el gráfico 17-3 nos muestra un porcentaje de la corrección en cada uno de los datos tomados ya utilizando la tecnología NTRIP.



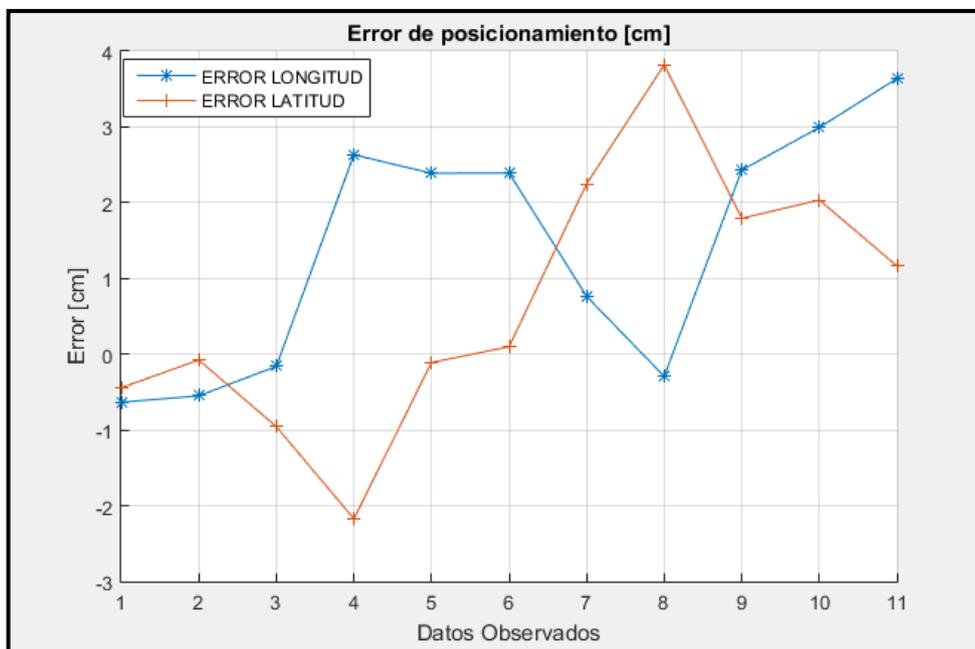
**Gráfico 18-3** Trayectoria Autónomo. Caso: Monumento Pedro Vicente Maldonado

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 19-3** Trayectoria Diferencial NTRIP Caso: Monumento Pedro Vicente Maldonado.

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 20-3** Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: Monumento Pedro Vicente Maldonado

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

**Tabla 12-3** Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo.

<b>Error</b>	<b>NTRIP y Autónomo (cm)</b>
<b>Error (MSE)</b>	7,463073785
<b>Error (RMSE)</b>	2,469455766
<b>Máximo</b>	3,830146864
<b>Mínimo</b>	0,554730791
<b>Rango</b>	3,275416074
<b>Desviación Estándar</b>	1,225295151

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

#### 3.4.1.4. Sector cuarto - Línea Sector Canchas Barrio San Martín.

En este sector se realizó la recolección de datos en la ciudad de Riobamba con un clima nublado el cual fue afectado en la toma de datos por la recepción de los satélites, se recogió los datos en el Sector Canchas Barrio San Martín, en el área del monumento utilizando la forma de línea que nos muestra en el GPS tanto de manera autónoma como con la tecnología NTRIP siendo un total de 17 puntos.

**Tabla 13-3** Puntos tomados en coordenadas UTM y errores de posicionamiento en el sector Canchas Barrio San Martín

<b>PUNTOS</b>	<b>POSTES TOMADOS EN MODO DIFERENCIAL (m)</b>		<b>POSTES TOMADOS EN MODO AUTÓNOMO (m)</b>		<b>ERROR RMSE (cm)</b>	<b>ERROR MSE (cm)</b>
<b>1</b>	760.117	9815314,39	760.117	9.815.314	0,07373608	0,00543701
<b>2</b>	760.118	9.815.315	760.117	9.815.314	1,35317589	1,831085
<b>3</b>	760.118	9815314,85	760.118	9.815.314	0,43748893	0,19139656
<b>4</b>	760.119	9.815.315	760.118	9815315,13	0,82346842	0,67810024
<b>5</b>	760.123	9.815.316	760.121	9.815.316	2,06650823	4,27045625
<b>6</b>	760.126	9.815.317	760.124	9.815.317	2,90554445	8,44218856
<b>7</b>	760.128	9.815.319	760.126	9.815.319	2,21286974	4,89679249
<b>8</b>	760.129	9.815.319	760.126	9.815.319	2,98017249	8,88142804
<b>9</b>	760.131	9.815.319	760.130	9.815.319	1,27836399	1,63421449
<b>10</b>	760.134	9.815.320	760.132	9.815.319	2,67220869	7,14069929
<b>11</b>	760.135	9.815.320	760.132	9.815.320	2,82581006	7,98520249
<b>12</b>	760.139	9.815.321	760.137	9.815.321	2,97636135	8,85872689
<b>13</b>	760.141	9.815.322	760.141	9.815.323	0,55097891	0,30357776
<b>14</b>	760.145	9.815.322	760.143	9.815.324	2,09834298	4,40304325
<b>15</b>	760.145	9.815.323	760.143	9815324,39	2,39217997	5,722525
<b>16</b>	760.145	9.815.324	760.145	9815324,39	0,44104223	0,19451825
<b>17</b>	760.145	9.815.325	760.145	9815325,13	0,63106121	0,39823825

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 21-3** Coordenadas medidas en forma autónoma. Caso: Canchas Barrio San Martin.

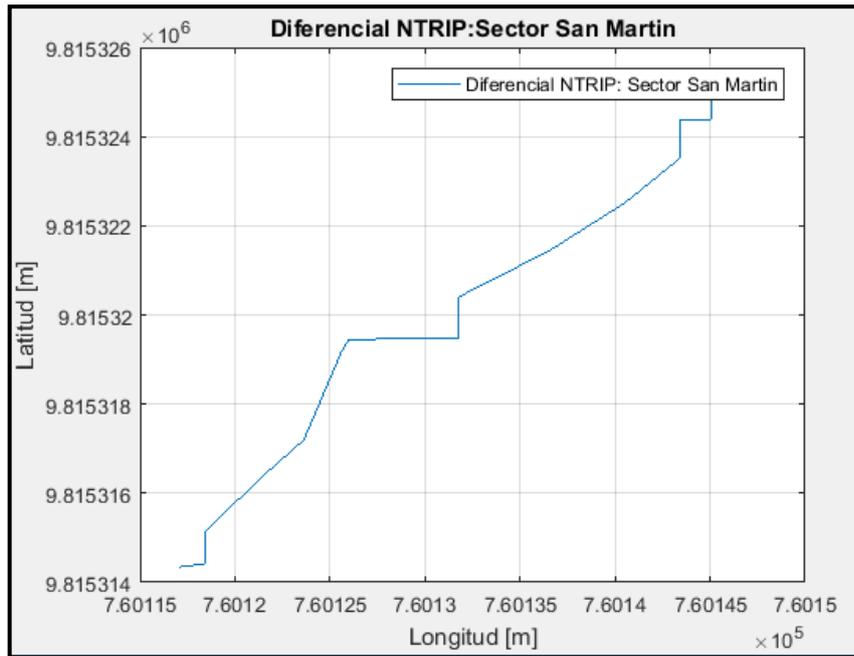
Realizado por: Carranza A. Reyes, J. 2017.



**Gráfico 22-3** Coordenadas con diferencial NTRIP Caso: Canchas Barrio San Martin.

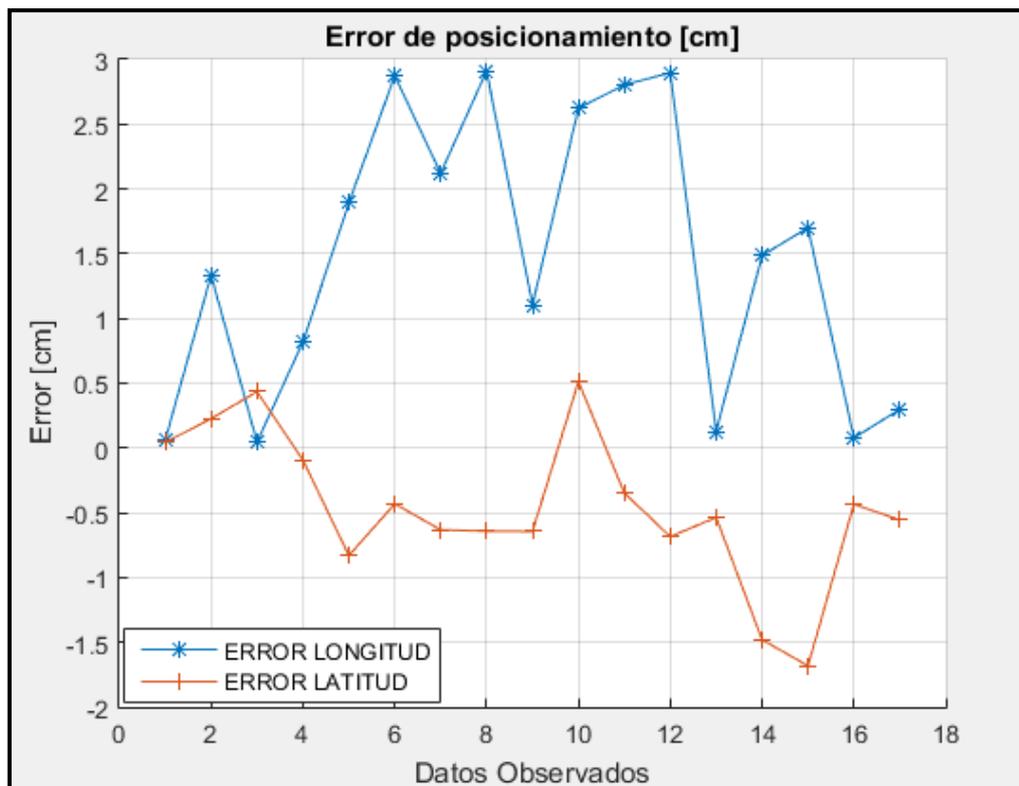
Realizado por: Carranza A. Reyes, J. 2017.





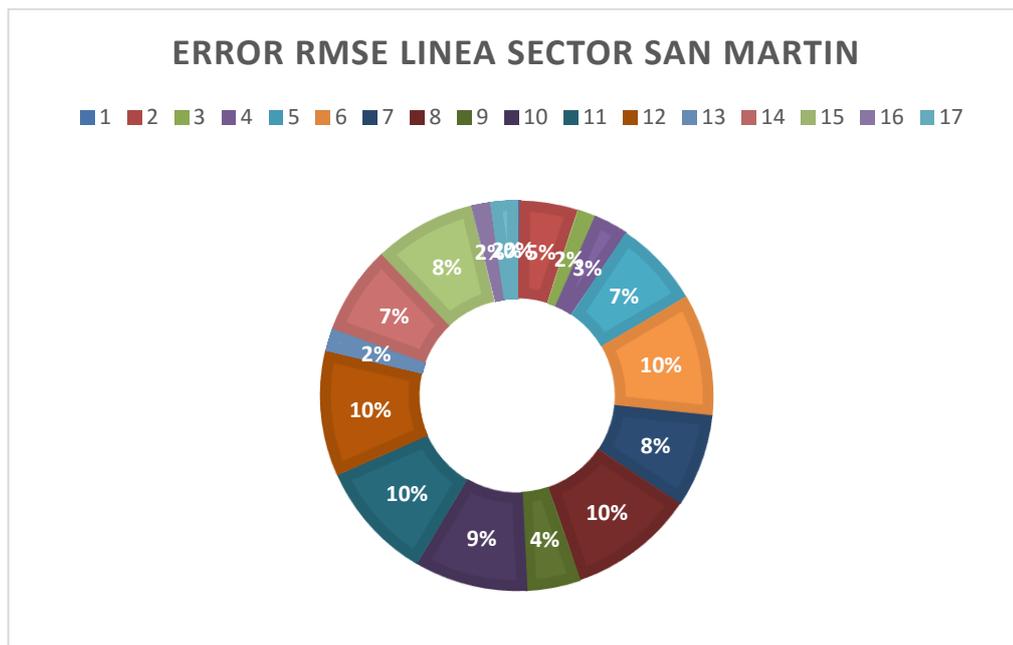
**Gráfico 25-3** Línea Diferencial NTRIP Caso: Sector San Martin

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 26-3** Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: Sector San Martin

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 27-3** Error RMSE Línea Sector San Martín entre modo diferencial y autónomo.

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

En el gráfico 27-3 nos muestra un porcentaje de la corrección en cada uno de los datos tomados ya utilizando la tecnología NTRIP.

**Tabla 14-3** Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo.

Error	Modo diferencia y Autónomo (cm)
<b>Error (MSE)</b>	3,87280175
<b>Error (RMSE)</b>	1,68937139
<b>Máximo</b>	2,98017249
<b>Mínimo</b>	0,07373608
<b>Rango</b>	2,9064364
<b>Desviación Estándar</b>	1,0404339

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

#### 3.4.1.5. Sector cinco - Facultad Informática Y Electrónica (ESPOCH)

En este sector se realizó la recolección de datos en la ciudad de Riobamba con un clima lluvioso el cual fue afectado en la toma de datos por la recepción de los satélites, se recogió los datos en la Facultad Informática y Electrónica (ESPOCH), en la toma de puntos que nos muestra en el GPS tanto de manera autónoma como con la tecnología NTRIP siendo un total de 63 puntos.

**Tabla 16-1** Puntos tomados en coordenadas UTM y errores de posicionamiento en el sector de la FIE ESPOCH.

<b>PUNTOS</b>	<b>POSTES TOMADOS EN MODO DIFERENCIAL (m)</b>		<b>POSTES TOMADOS EN MODO AUTÓNOMO (m)</b>	
1	758.548,2105	9.816.772,4500	758.548,0912	9.816.771,9670
2	758.551,5450	9.816.772,7630	758.551,3255	9.816.772,3140
3	758.556,6965	9.816.773,7200	758.551,3534	9.816.772,3490
4	758.562,1118	9.816.774,8490	758.552,8249	9.816.772,5530
5	758.567,4196	9.816.776,1020	758.558,1490	9.816.773,4950
6	758.572,7366	9.816.777,3920	758.563,8017	9.816.774,6200
7	758.578,2265	9.816.778,8680	758.569,2786	9.816.776,0760
8	758.582,4631	9.816.779,5520	758.574,9111	9.816.777,4260
9	758.585,5529	9.816.777,0080	758.580,2659	9.816.779,2180
10	758.590,4791	9.816.778,7470	758.583,4798	9.816.779,5790
11	758.594,0951	9.816.780,2390	758.587,5854	9.816.779,2880
12	758.592,0299	9.816.784,8640	758.592,1918	9.816.780,4940
13	758.592,2114	9.816.786,1930	758.594,0709	9.816.781,7920
14	758.595,5203	9.816.793,2120	758.591,8928	9.816.786,5950
15	758.597,4599	9.816.793,8130	758.592,6067	9.816.787,8280
16	758.598,5665	9.816.792,9320	758.596,8480	9.816.792,5390
17	758.597,9414	9.816.797,8110	758.598,6543	9.816.791,8730
18	758.597,7254	9.816.798,7090	758.598,8760	9.816.794,2350
19	758.600,6504	9.816.799,5210	758.598,0724	9.816.797,1730
20	758.606,3678	9.816.798,8760	758.600,9984	9.816.798,8750
21	758.612,5766	9.816.801,1220	758.604,7167	9.816.795,8190
22	758.617,4630	9.816.803,7620	758.611,7485	9.816.799,0150
23	758.618,5843	9.816.807,5710	758.616,4093	9.816.802,3470
24	758.621,3116	9.816.810,6670	758.618,4080	9.816.805,8830
25	758.619,2005	9.816.812,5060	758.620,6284	9.816.810,2440
26	758.618,4756	9.816.816,1370	758.619,0760	9.816.812,3330
27	758.617,1048	9.816.816,3620	758.617,9879	9.816.814,7110
28	758.612,5066	9.816.817,3570	758.615,3220	9.816.814,9260
29	758.608,1235	9.816.816,7780	758.611,2309	9.816.816,4550
30	758.603,8609	9.816.814,4640	758.606,8731	9.816.815,2440
31	758.604,0712	9.816.813,4050	758.603,1397	9.816.813,2660
32	758.600,7833	9.816.810,0090	758.600,9681	9.816.810,9790
33	758.599,0781	9.816.813,0740	758.601,1631	9.816.809,5680
34	758.600,1497	9.816.815,6170	758.598,2905	9.816.813,8970
35	758.596,2333	9.816.815,7600	758.599,3904	9.816.815,2210
36	758.591,2594	9.816.814,4340	758.594,0957	9.816.813,9900
37	758.586,2072	9.816.812,8380	758.589,0328	9.816.812,6890
38	758.581,2885	9.816.811,1110	758.584,0898	9.816.810,8120
39	758.576,4085	9.816.809,0920	758.579,0337	9.816.809,0340
40	758.571,8345	9.816.807,0310	758.574,1830	9.816.806,7440

41	758.567,5019	9.816.805,1750	758.569,5660	9.816.804,3930
42	758.567,3693	9.816.802,8430	758.567,1606	9.816.803,6920
43	758.562,8121	9.816.799,3330	758.564,0691	9.816.800,0800
44	758.557,7815	9.816.797,0970	758.558,6525	9.816.797,8020
45	758.554,4336	9.816.794,7410	758.553,7819	9.816.795,9270
46	758.555,6835	9.816.789,4960	758.555,0461	9.816.791,8070
47	758.554,6104	9.816.787,3490	758.555,3444	9.816.788,3140
48	758.555,3928	9.816.783,6620	758.557,1964	9.816.783,9000
49	758.553,9385	9.816.783,9150	758.553,3447	9.816.782,2930
50	758.550,7688	9.816.781,7280	758.552,4407	9.816.780,3340
51	758.551,3950	9.816.777,8060	758.553,1771	9.816.775,4620
52	758.548,6233	9.816.774,7850	758.549,1623	9.816.774,0000
53	758.547,0937	9.816.772,5230	758.549,2884	9.816.772,3290
54	758.547,9102	9.816.772,6000	758.548,7970	9.816.772,5640
55	758.548,2180	9.816.772,4590	758.548,7265	9.816.772,5710
56	758.548,2105	9.816.772,4500	758.548,6615	9.816.772,5250
57	758.548,2402	9.816.772,4060	758.548,5481	9.816.772,3630
58	758.548,2253	9.816.772,4130	758.548,4887	9.816.772,3470
59	758.548,2049	9.816.772,4170	758.548,4182	9.816.772,2990
60	758.549,4706	9.816.772,6480	758.548,3773	9.816.772,2750
61	758.554,6719	9.816.773,2940	758.548,3086	9.816.772,2320
62	758.559,9572	9.816.774,4040	758.558,2176	9.816.772,1640
63	758.565,3057	9.816.775,5640	758.562,0912	9.816.774,9670

Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.

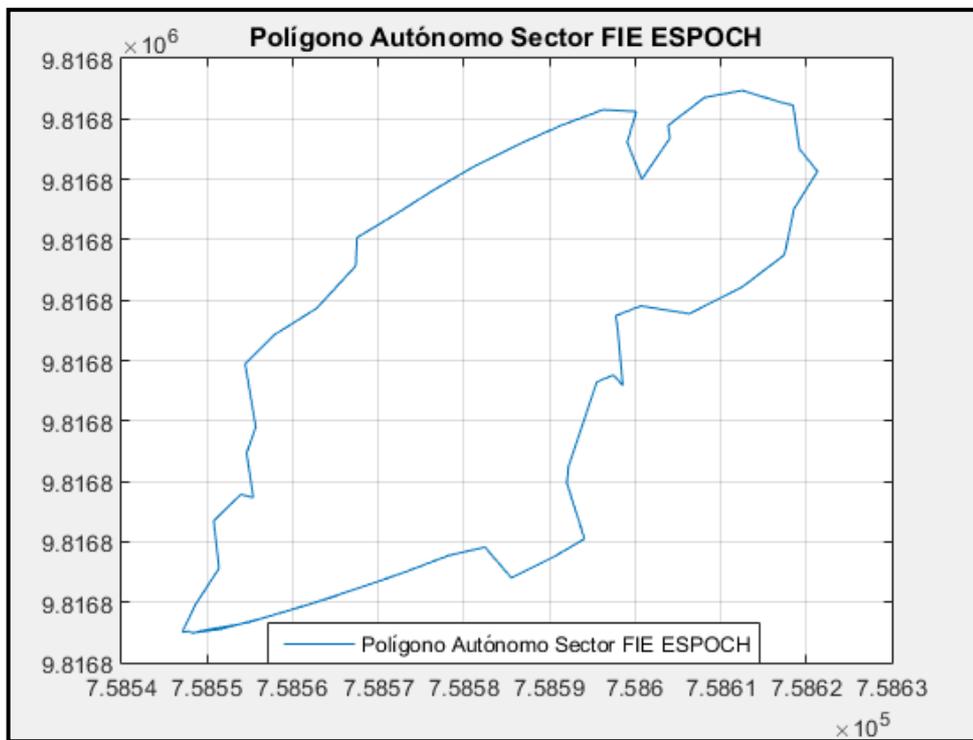


**Gráfico 28-3** Coordenadas medidas en forma autónoma Caso: FIE ESPOCH

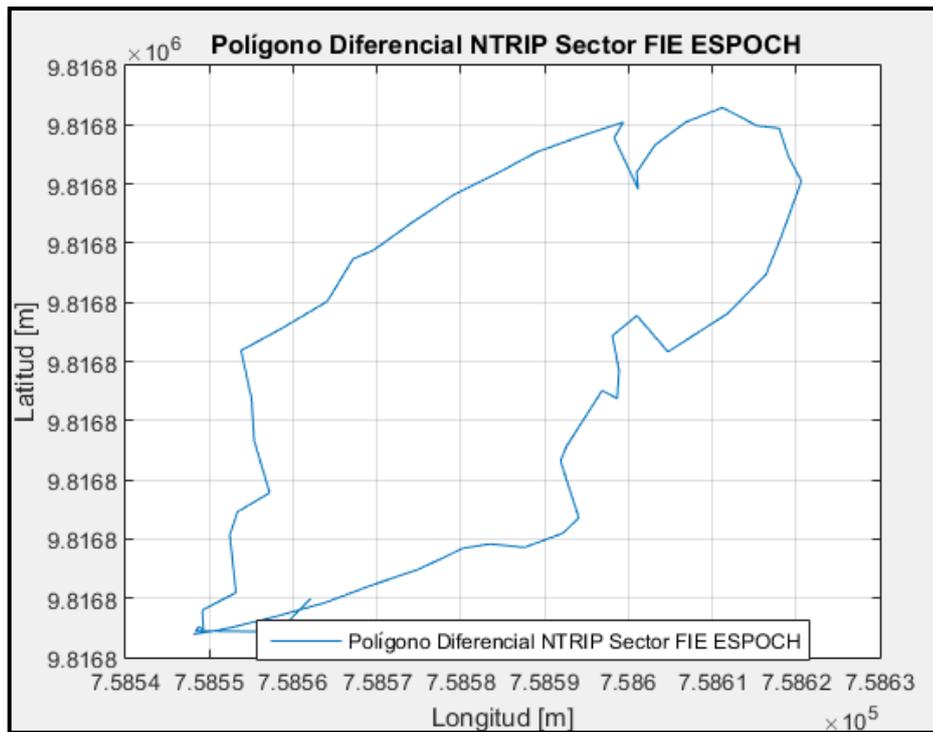
Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



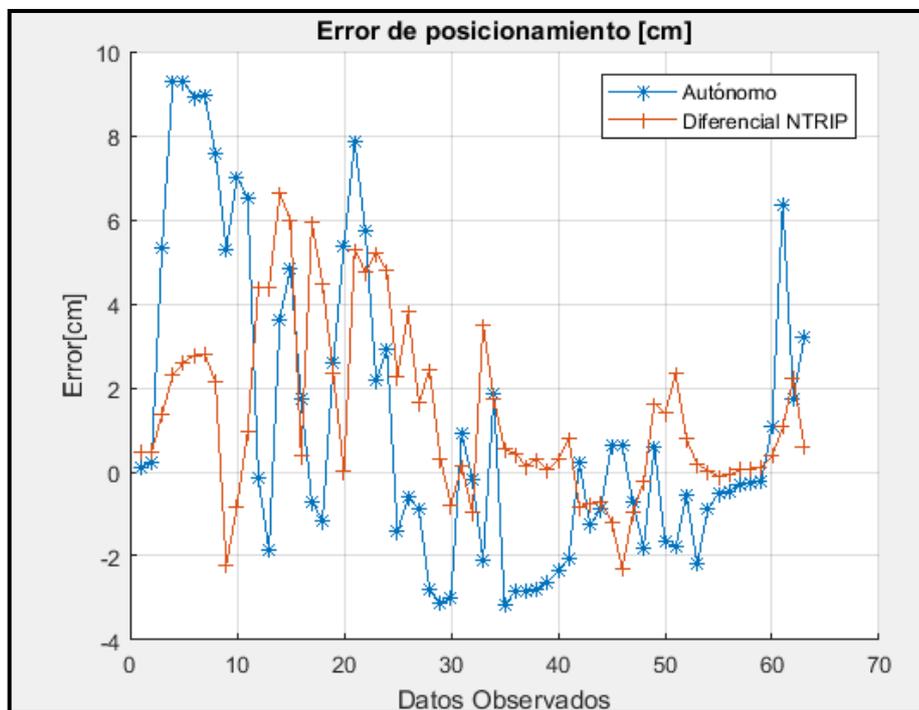
**Gráfico 29-3** Coordenadas con diferencial NTRIP. Caso: FIE ESPOCH  
 Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



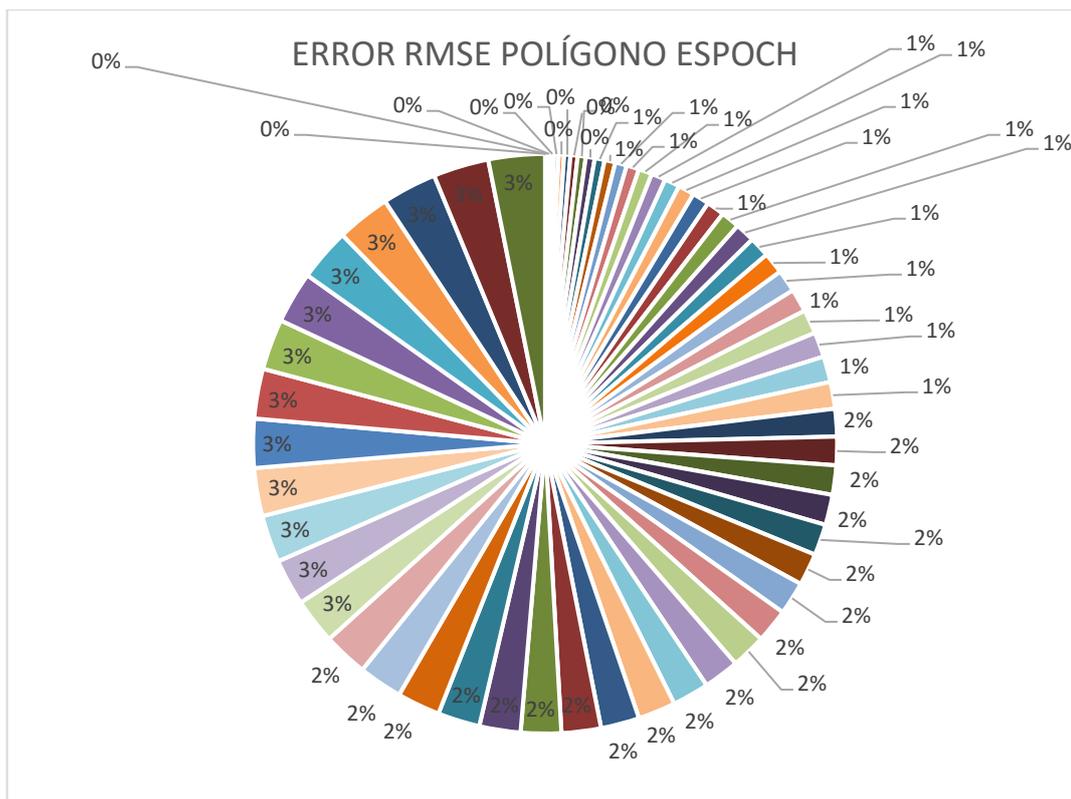
**Gráfico 30-3** Polígono Autónomo. Caso: FIE ESPOCH  
 Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 31-3** Polígono Diferencial NTRIP. Caso: FIE ESPOCH  
 Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 32-3** Diferencia entre latitud y longitud entre modo autónomo y con diferencial NTRIP. Caso: FIE ESPOCH  
 Realizado por: Carranza A. Reyes. J. 2017.



**Gráfico 33-3** Error RMSE polígono FIE ESPOCH entre modo diferencial y autónomo.  
**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J. 2017.

En el gráfico 33-3 nos muestra un porcentaje de la corrección en cada uno de los datos tomados ya utilizando la tecnología NTRIP.

**Tabla 15-3** Corrección de Error entre modo diferencial y autónomo.

<b>Error</b>	<b>Modo diferencia y Autónomo (cm)</b>
<b>Error (MSE)</b>	20,3676
<b>Error (RMSE)</b>	3,61730917
<b>Máximo</b>	9,630185531
<b>Mínimo</b>	0,243764004
<b>Rango</b>	9,35864261
<b>Desviación Estándar</b>	2,7203

**Realizado por:** Carranza A. Reyes. J. 2017.

## CONCLUSIONES

- Implementando la tecnología NTRIP resulta un método preciso para la corrección de datos de posicionamiento alcanzando precisiones centimétricas con relación al método autónomo que en los errores resultan en factores de metros.
- En base a un estudio de los operadores móviles existentes en el país, basándose en factores como la cobertura y los costos de los planes de datos, tomando en cuenta los mapas de cobertura, así como servicios que ofertan cada operadora; La compañía móvil Movistar es la que mejor se adapta a las necesidades de la empresa para el servicio GPRS necesario para la corrección de errores.
- Utilizando el formato de transmisión RTCM 2.3 para realizar la corrección diferencial, los rovers consumen 806,3 bytes/s, lo cual resulta en tamaños de información pequeños para las ofertas del mercado móvil.
- Se ha comprobado que el formato RTCM 2.3 realiza correcciones por pseudorangos el cual alcanza errores en centímetros, mientras el formato RTCM 3 realiza correcciones por carrier phase el cual alcanza errores en milímetros.
- Realizando una comparación de la tecnología NTRIP con la toma de datos tradicional, el tiempo para lograr resultados se reduce notablemente, puesto que se elimina el post-proceso para el procesamiento de los datos.
- Se realizaron mediciones en los mismos puntos y con las mismas condiciones, para verificar la corrección alcanzada siendo esta variable entre menor a 1 y 5 metros, siendo en polígonos donde menor error se estableció y en puntos como los postes donde se pudo observar un mayor error.
- Los receptores GPS de bajo costo debido a diversos factores como capacidad de procesamiento, arquitectura no son ideales para aplicaciones de posicionamiento por lo que no pudieron ser implementados con la tecnología NTRIP.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que el intervalo de registro de datos sea el mismo en la toma de datos para evitar desfases en el error.
- Es recomendable que los datos sean tomados en frecuencia de 1 Hz de esta manera se reciben cada segundo la información georreferencial.
- Para una comparación óptima de resultados se recomienda tomar los datos en días despejados, y con poca densidad de vegetación y sin muchos edificios.
- Verificar para la configuración de los receptores GPS que este posea una llave de producto para la instalación del NTRIP & DIRECT IP, caso contrario solicitarle a la empresa proveedora de los servicios.
- Para trabajos a futuros se recomienda trabajar en Casteros pagados como el BKG admin en donde podemos administrar la integridad de los datos.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ABAS</b>	Aircraft Based Augmentation System.
<b>AIS</b>	Sistemas de Identificación Automática.
<b>BINEX</b>	Binary Exchange.
<b>BKG</b>	The Federal Agency for Cartography and Geodesy.
<b>BNTS</b>	BeiDou/Compass Navigation Test System.
<b>DGPS</b>	Differential Global Positioning System.
<b>DGNSS</b>	Diferencial de Sistema Global de Navegación por Satélite.
<b>EERSA</b>	Empresa Eléctrica Riobamba S.A.
<b>EGNOS</b>	European Geostationary Navigation Overlay Service.
<b>ESA</b>	Agencia Europea Espacial.
<b>ESPOCH</b>	Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
<b>GAGAN</b>	GPS and GEO Augmented Navigation.
<b>GBAS</b>	Ground Based Augmentation System.
<b>GLONASS</b>	Global Orbiting Navigation Satellite System.
<b>GNSS</b>	Sistema Global de Navegación por Satélite.
<b>GMV</b>	Sistemas del Modelo de Volcanes Mundiales.
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamiento Global.
<b>GPRS</b>	Servicio General de Paquetes vía Radio.
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communication.
<b>HSDPA</b>	High – Speed Downlink Packet Access.
<b>HSPA</b>	High-Speed Packet Access.
<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol.
<b>ICMP</b>	Protocolo de Mensajes de Control de Internet.
<b>IGM</b>	Instituto Geográfico Militar.
<b>ION</b>	Instituto de Navegación de Estados Unidos.
<b>IP</b>	Internet Protocol.
<b>IRNSS</b>	Indian Regional Navigation Satellite System.
<b>ITRF</b>	International Terrestrial Reference Frame.

<b>ITRS</b>	International Terrestrial Reference System.
<b>LVA</b>	Localización Automática de Vehículo.
<b>LTE</b>	Long Term Evolution.
<b>MAC</b>	Media Access Control.
<b>MEO</b>	Medium Earth Orbit.
<b>MSAS</b>	Multi-Functional Satellite Augmentation System.
<b>NAVSTAR</b>	Navigation System Time and Ranging.
<b>NMEA</b>	National Marine Electronics Association.
<b>NTRIP</b>	Networked Transportation of RTCM via Internet Protocol.
<b>NVRAM</b>	Non – Volatile Random – Access Memory.
<b>QZSS</b>	Quasi-Zenith Satellite System.
<b>PDA</b>	Personal Digital Assistant.
<b>RINEX</b>	Receiver INdependent Exchange.
<b>RTK</b>	Real Time Kinematic.
<b>RTCM</b>	The Radio Technical Commission for Maritime Services.
<b>RTP</b>	Real-time Transport Protocol.
<b>SBAS</b>	Satellite Based Augmentation System.
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica.
<b>SIRGAS</b>	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas.
<b>SIRGAS – TR</b>	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas Tiempo Real.
<b>SRAM</b>	Static Random – Access Memory.
<b>SRTP</b>	Secure Real-time Transport Protocol.
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol.
<b>UTC</b>	Universal Time Coordinated.
<b>UDP</b>	User Datagram Protocol.
<b>UMTS</b>	Universal Mobile Telecommunications System.
<b>WAAS</b>	Wide Area Augmentation System.
<b>WLAN</b>	Wireless Local Area Network.
<b>WI-FI</b>	Wireless Local Area Networking.

**3G**

Tercera Generación.

**4G**

Cuarta Generación.

## BIBLIOGRAFIA

- ACCURACY, H. GNSS SOLUTIONS AND SERVICES, GLONASS.** 2009.: Disponible en: <http://www.positim.com/gnss/labels/GLONASS.html>.
- CHAN, E. y BACIU, G. INTRODUCTION TO WIRELESS LOCALIZATION WITH iPhone SDK EXAMPLES.** .
- COMMONS, C., TCP/IP.** pp. 5. 2017. Disponible en: <http://es.ccm.net/contents/282-tcp-ip>.
- DALDA, A., GONZÁLEZ, F., CANO, M., SÁNCHEZ, J. y PÉREZ, M., Curso Avanzado de Posicionamiento por Satélite.** 2008. Madrid-España: Instituto Geográfico nacional Ministerio de Fomento.
- ECUADOR GPS, Mobile Mapper 120.** 2017. Disponible en: [http://www.ecuadorgps.com/index.php?option=com\\_spidercatalog&product\\_id=14&view=showproduct&page\\_num=1&back=1&Itemid=116](http://www.ecuadorgps.com/index.php?option=com_spidercatalog&product_id=14&view=showproduct&page_num=1&back=1&Itemid=116).
- EUROPEAN GSA, GNSS.** 2017. Disponible en: <https://www.gsa.europa.eu/european-gnss/what-gnss>.
- EUSKADI, Conexión a la red GNSS a través de Internet.** 2012. Disponible en: <http://www.gps2.euskadi.net/internet.php>.
- GARCIA, D. Sistema GNSS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM).**, pp. 11. 2008. Disponible en: <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20080125DavidGarcia.pdf>.
- GARCIA, M. Sistemas GNSS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM).** . Madrid-España: pp. 2-4. 2008.
- GEBHARD, H. y WEBER, G., Networked Transport of RTCM via Internet Protocol.** 2003..
- GOOGLE EARTH, GOOGLE EARTH.** 2017. Disponible en: <https://www.google.com/intl/es/earth/>.
- GOOGLE MAPS, Google Maps.** 2012. Disponible en: <http://www.tufuncion.com/google-maps-earth>.
- GURKO, A. El sistema GLONASS también puede tener exactitud milimétrica.** 2013. Disponible en: [http://sp.ria.ru/opinion\\_analysis](http://sp.ria.ru/opinion_analysis).
- HERRERA, A. y MIRANDA, S., Protocolos y formatos para la disseminación de datos GNSS (Global Navigation Satellite System): una revisión.** 2013. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-77442014000100014](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-77442014000100014).
- HOLANDA, M.P. y BERMEJO, J.C., GPS & GLONASS, descripción y aplicaciones.** 1998. Disponible en: [http://mayerwin.free.fr/telechargement/gnss\\_GGesp.pdf](http://mayerwin.free.fr/telechargement/gnss_GGesp.pdf).
- HOYER, NTRIP in South America through the SIRGAS-TR Project.** 2009.
- HOYER, M., WEBER, G., RODINO, R., DA COSTA, S., CIOCE, V., CIMBARO, S., NOGUERA, G. y REZZA, R. AVANCES EN LA MATERIALIZACION DEL MARCO DE REFERENCIA SIRGAS EN TIEMPO REAL MEDIANTE NTRIP:** Disponible en: [http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol15/18\\_Hoyer\\_et\\_al\\_Reporte\\_SIRGAS](http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol15/18_Hoyer_et_al_Reporte_SIRGAS)

\_RT.pdf.

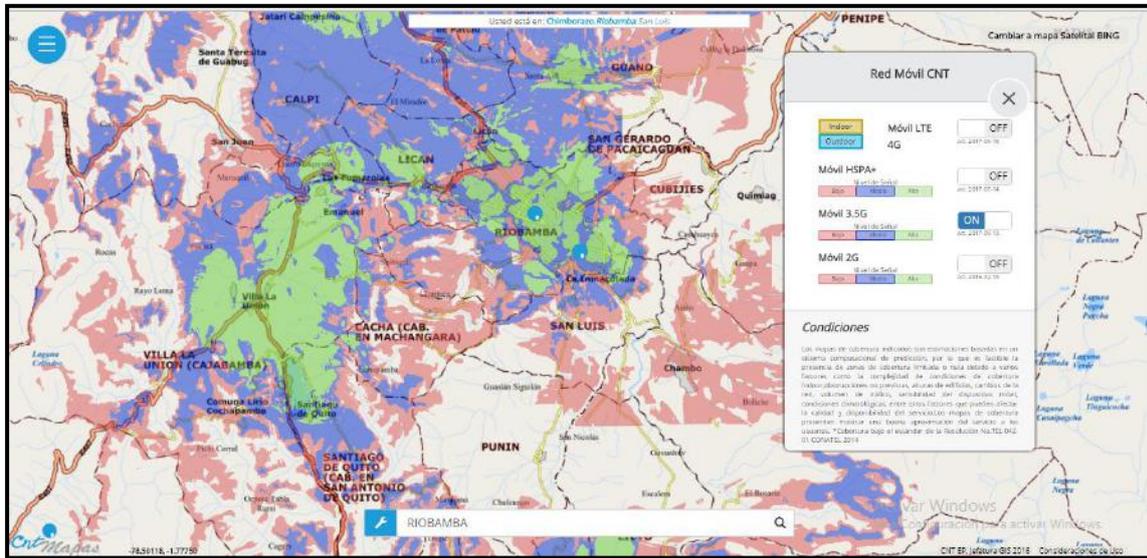
- KIRAI, QZSS, EL «GPS» JAPONÉS.** 2017. Disponible en: <http://www.kirainet.com/qzss-el-gps-japones/>.
- LEFEBURE, NTRIPClient for Android.** 2012. Disponible en: <http://www.lefebure.com/software/android-ntripclient/>.
- LENZ, E.** *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP). Application and Benefit in Modern Surveying Systems*, 2004.
- MISRA, P. y ENGE, P.,** *Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance*. 2001.
- MORENO, S., RODRÍGUEZ, J., GAYETE, R. y MARTÍNEZ, D.** *G.P.S.: GLOBAL POSITIONING SYSTEM*. 2003. Disponible en: <http://www.upv.es/satelite>.
- MORILLO, J. y PULIDO, A.** *Manual NtripCaster-NtripServer.* , pp. 7. 2014.
- NOGUERA, G. y PEREZ, R.** *PROYECTO «SIRGAS RT» (Tiempo Real)*. pp. 74. 2012. Disponible en: [ftp://ftp.sirgas.org/pub/gps/SIRGAS-RT/01\\_Noguera\\_Perez-Rodino\\_Curso\\_RT.pdf](ftp://ftp.sirgas.org/pub/gps/SIRGAS-RT/01_Noguera_Perez-Rodino_Curso_RT.pdf).
- OFICINA DE COORDINACIÓN NACIONAL DE POSICIONAMIENTO, NAVEGACIÓN.,** *Arreglo de constelación*. 2017. Disponible en: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>.
- PETERZON, M.,** *Distribution of GPS – Data Via Internet. Reports in Geodesy and Geographical Information Systems*. 2004.
- PIÑÓN, D. y CIMBARO, S.,** *Envío de Correcciones Diferenciales en Tiempo real a través de Internet*. 2009
- PUERTOS DEL ESTADO,** *Sistema GPS/DGPS.* 2016. Disponible en: <http://www.puertos.es/es-es/conceptosgenerales/Paginas/Sistema-GPSDGPS.aspx#>.
- RTCM, RTCM Recommended Standard for Differential GNSS (GLOBAL NAVIGATION REFERENCE SYSTEM)Service Version 2.3. Radio Technical Commission for Maritime Services.** , 2001. Disponible en: <http://www.rtcn.org/>
- SIRGAS, SIRGAS.** 2017. Disponible en: <http://www.sirgas.org/es/>.
- TRIMBLE, NTRIP Client connection settings..** 2017. Disponible en: [http://help.web.t4d.trimble.com/version4.6/server/Comm\\_GEN\\_NTRIP\\_Client.htm](http://help.web.t4d.trimble.com/version4.6/server/Comm_GEN_NTRIP_Client.htm).
- TRIMBLE., TRIMBLE DETALLES.** 2017 Disponible en: <http://190.95.195.202/>.
- UNSE Universidad Nacional de Santiago del Estero.,** *Sistema de Posicionamiento Global: Sistema GLONASS. Serie Didáctica N°4. Universidad Nacional de Santiago del Estero.* 2008. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-4-GLONASS-Reuter.PDF>.
- VILLAROEL, D., SCARAMUZZA, F., MENDEZ, A. y VELEZ, J.,** *El posicionamiento satelital y sus sistemas de corrección.* ,

# ANEXOS

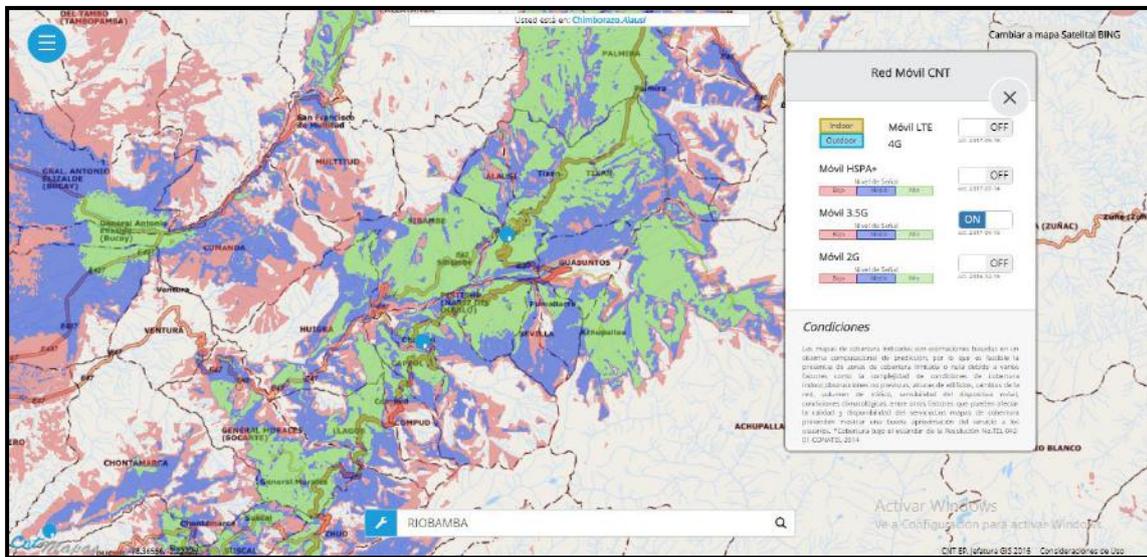
## ANEXO A: Cobertura Móvil en Chimborazo.

Operadora móvil CNT.

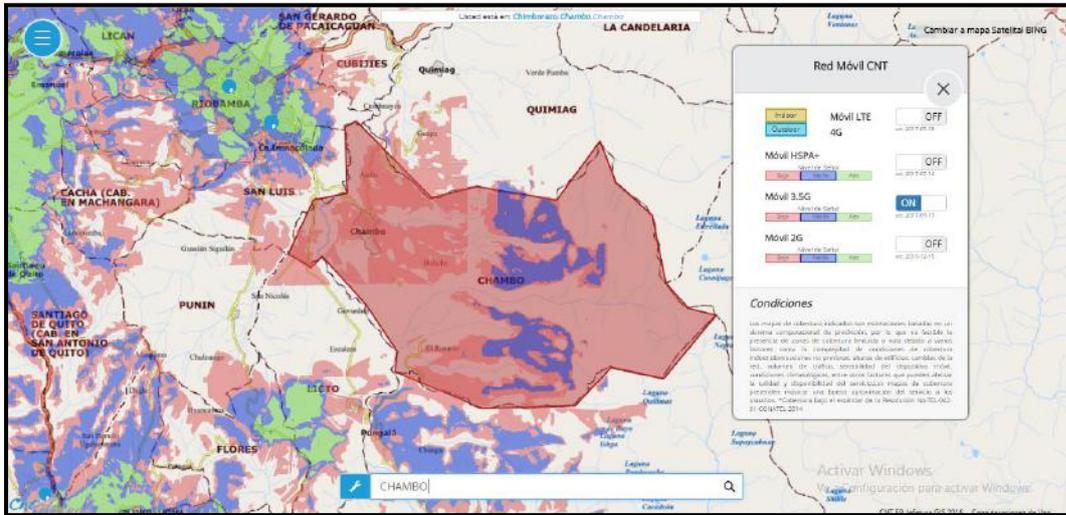
Cobertura móvil de la operadora CNT en Riobamba.



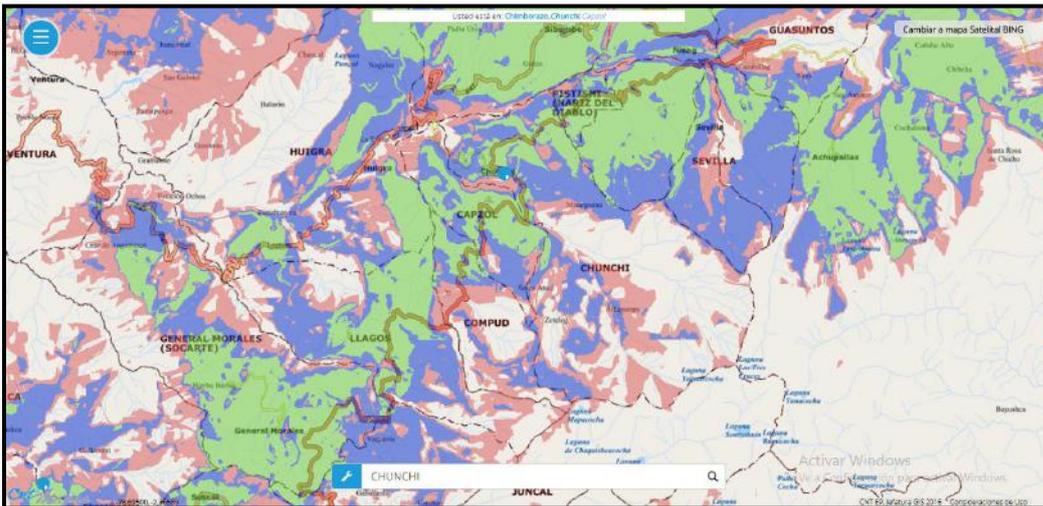
Cobertura móvil de la operadora CNT en Alausi.



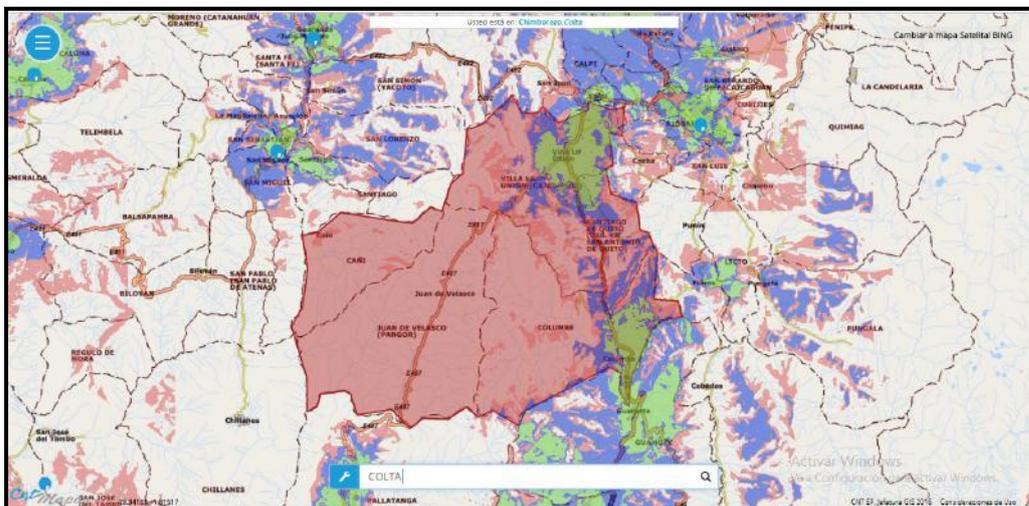
Cobertura móvil de la operadora CNT en Chambo.



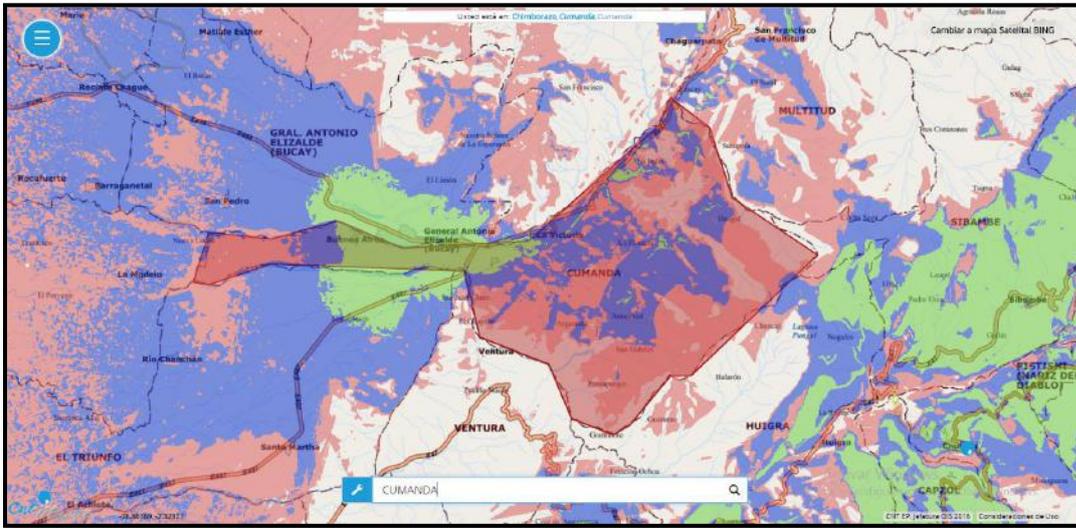
Cobertura móvil de la operadora CNT en Chunchi.



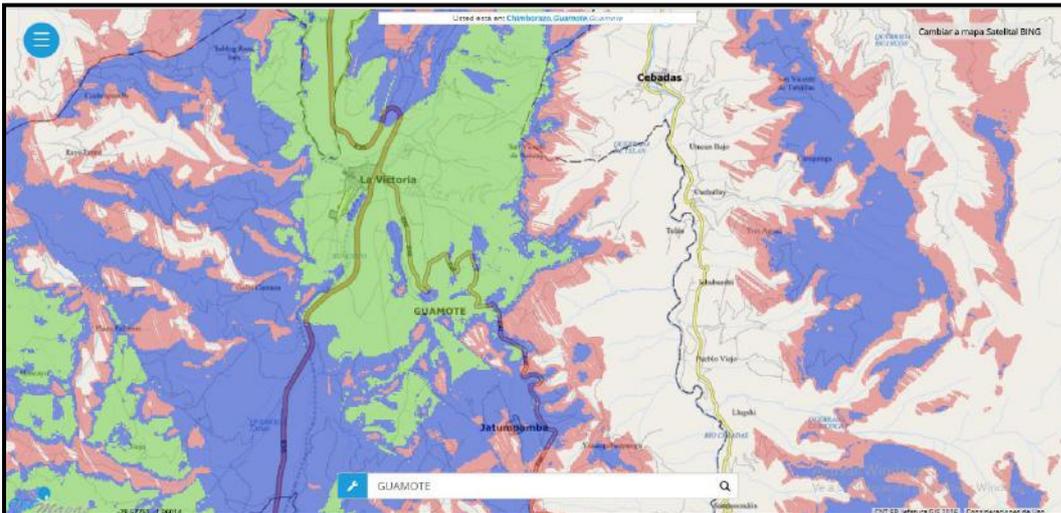
Cobertura móvil de la operadora CNT en Colta.



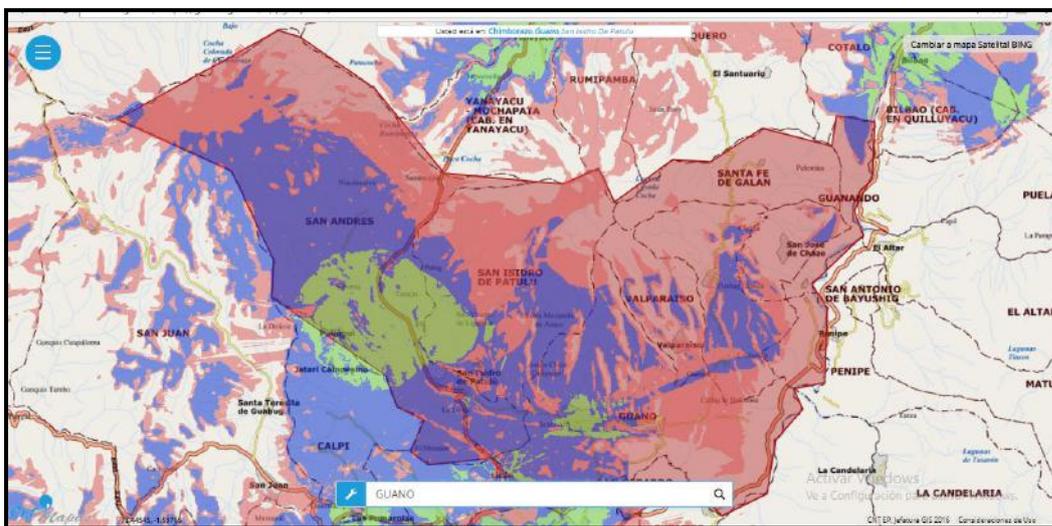
Cobertura móvil de la operadora CNT en Cumanda.



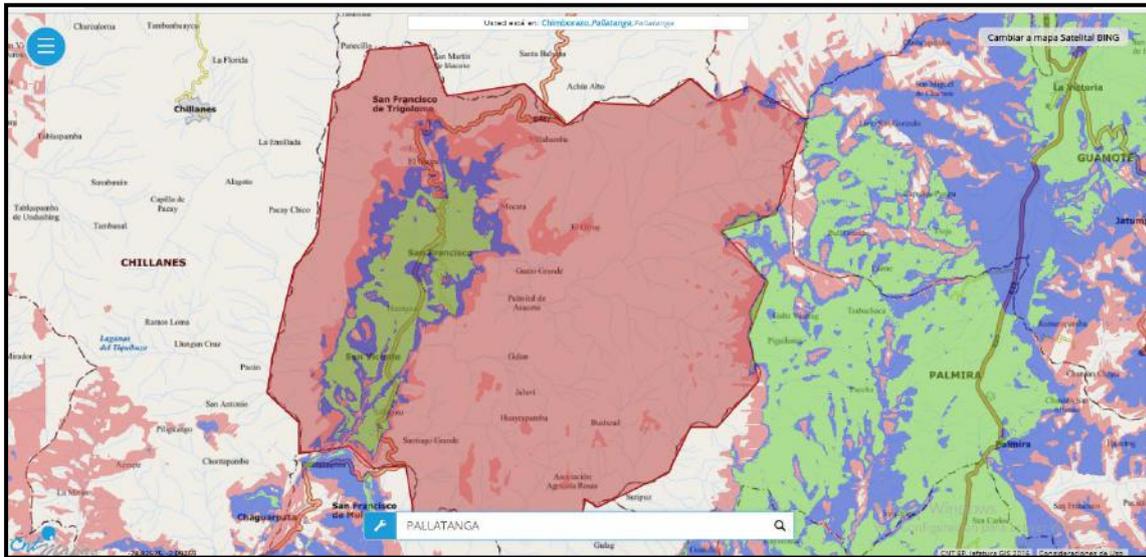
Cobertura móvil de la operadora CNT en Guamote.



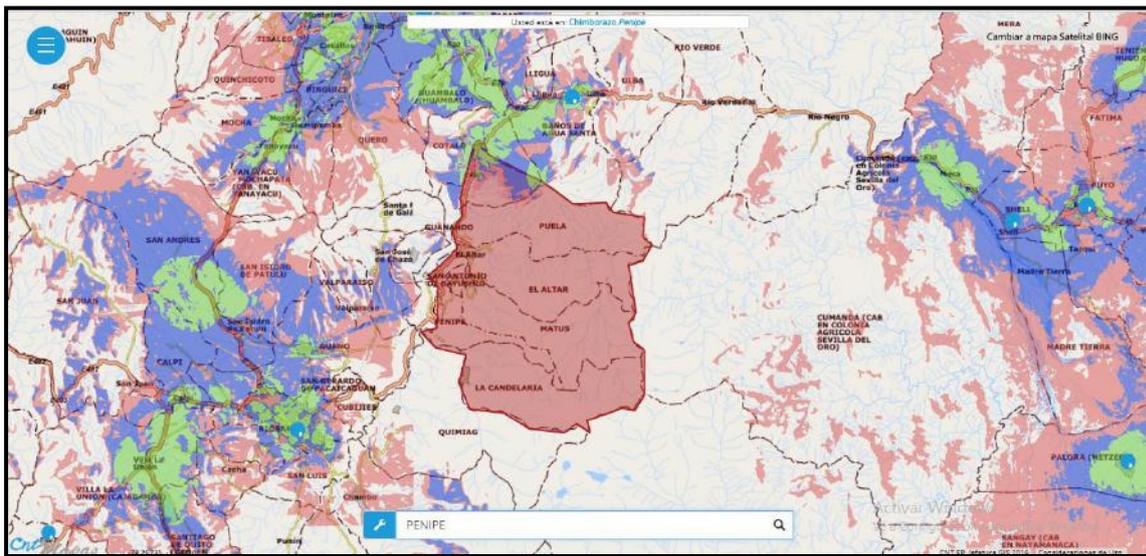
Cobertura móvil de la operadora CNT en Guano.



Cobertura móvil de la operadora CNT en Pallatanga.

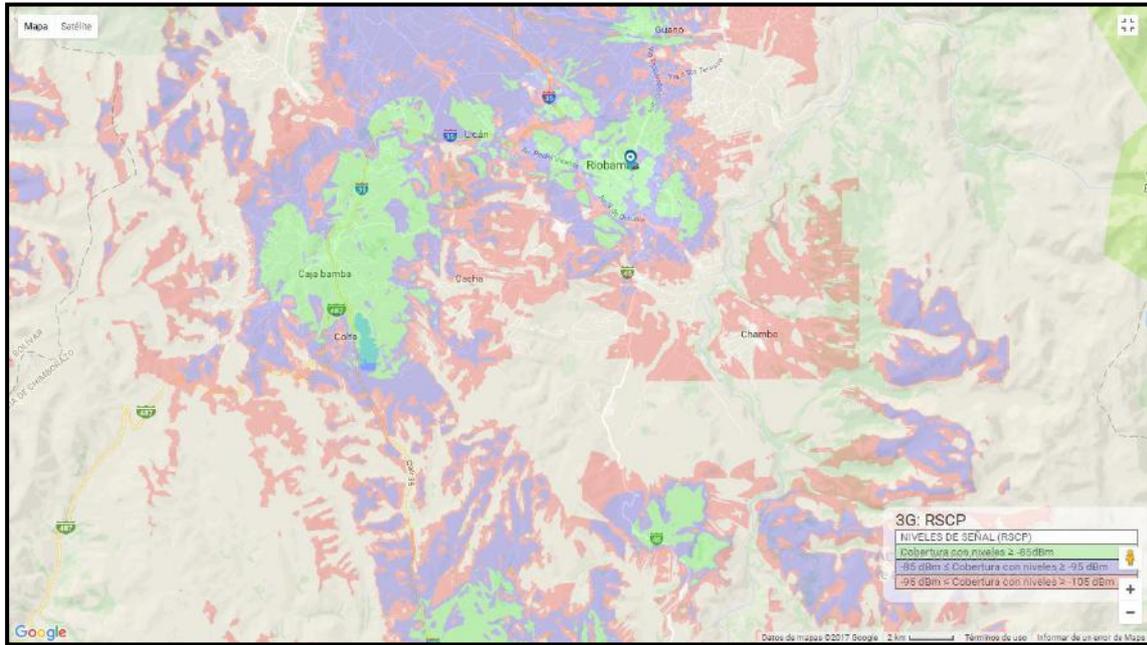


Cobertura móvil de la operadora CNT en Penipe.

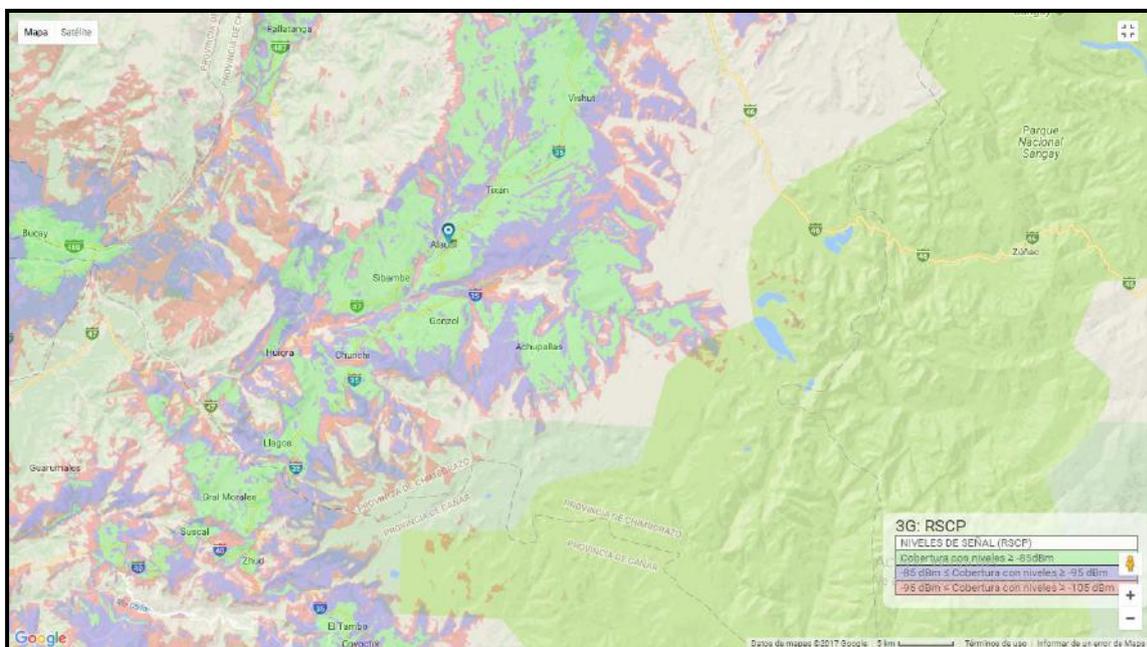


## Cobertura operadora móvil MOVISTAR

Cobertura móvil de la operadora Movistar en Riobamba.



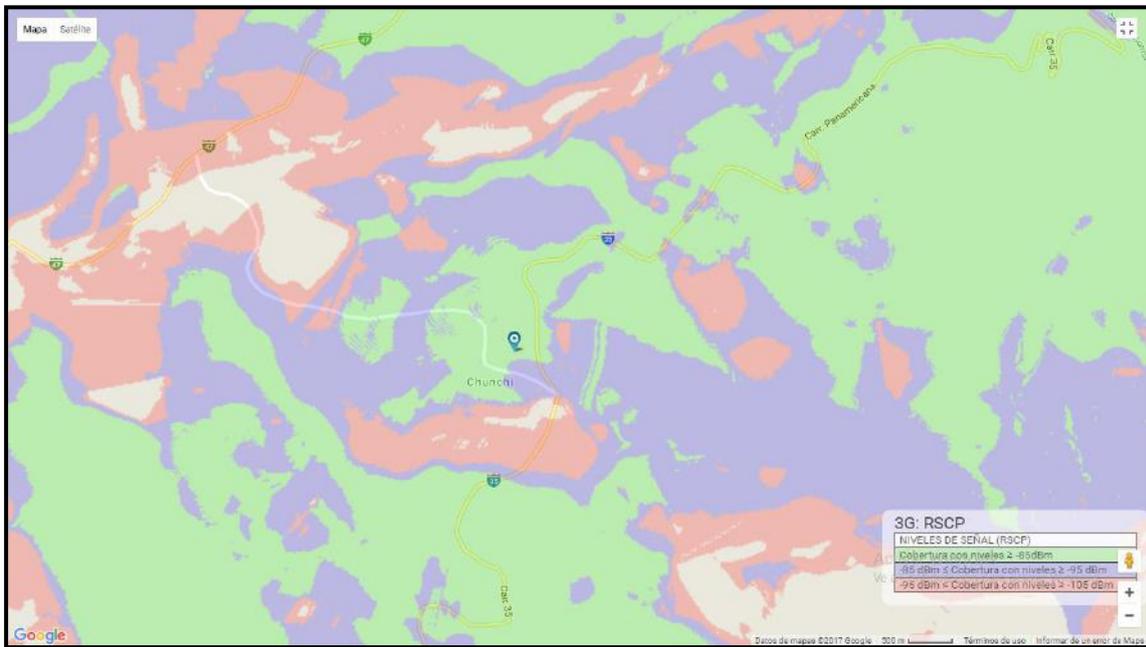
Cobertura móvil de la operadora Movistar en Alausi.



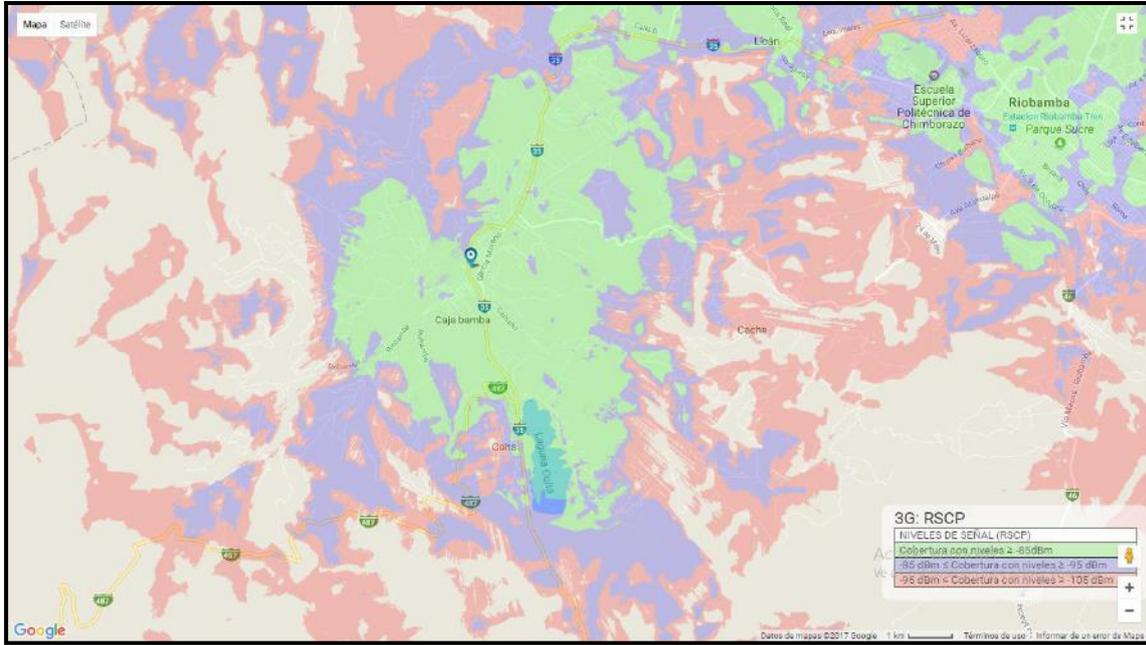
Cobertura móvil de la operadora Movistar en Chambo.



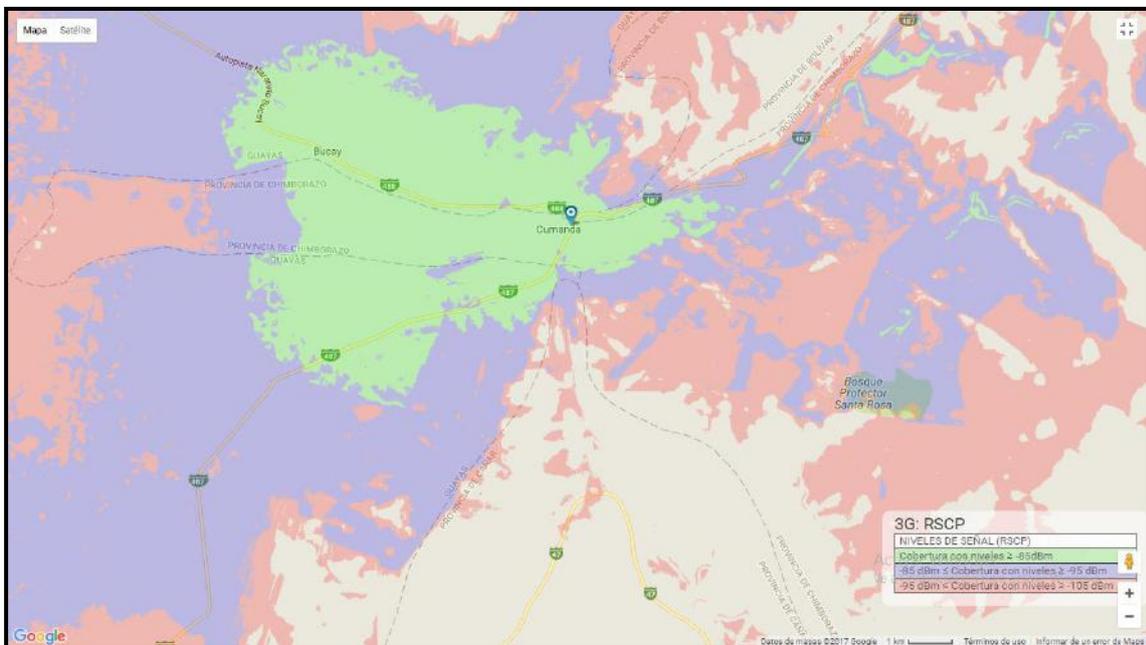
Cobertura móvil de la operadora Movistar en Chunchi.



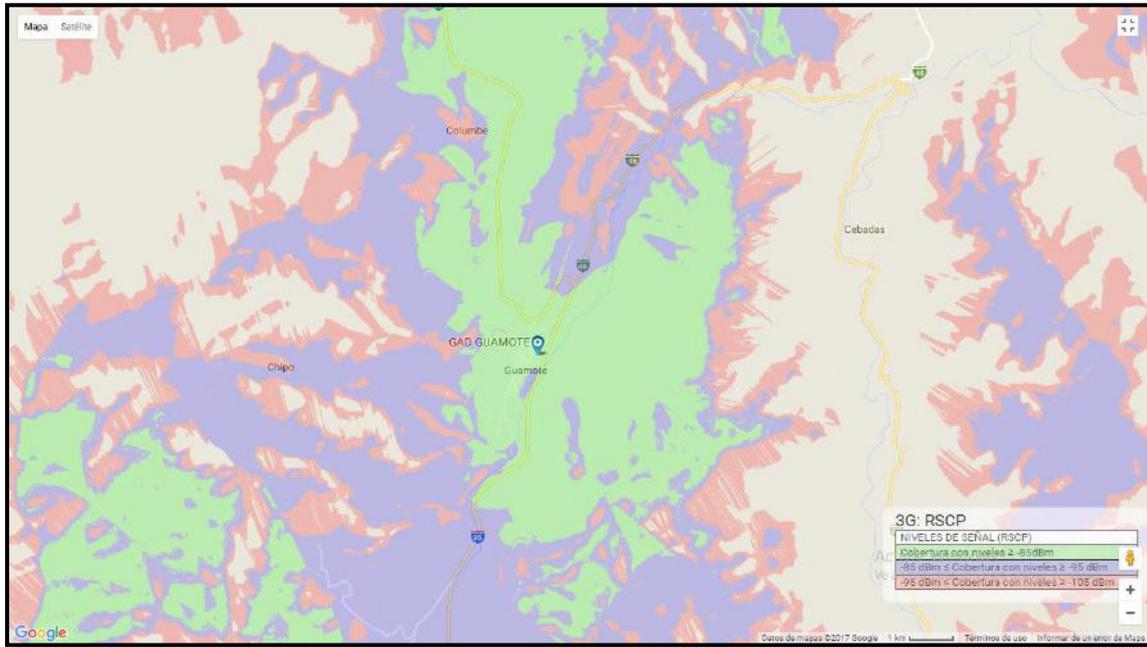
### Cobertura móvil de la operadora Movistar en Colta.



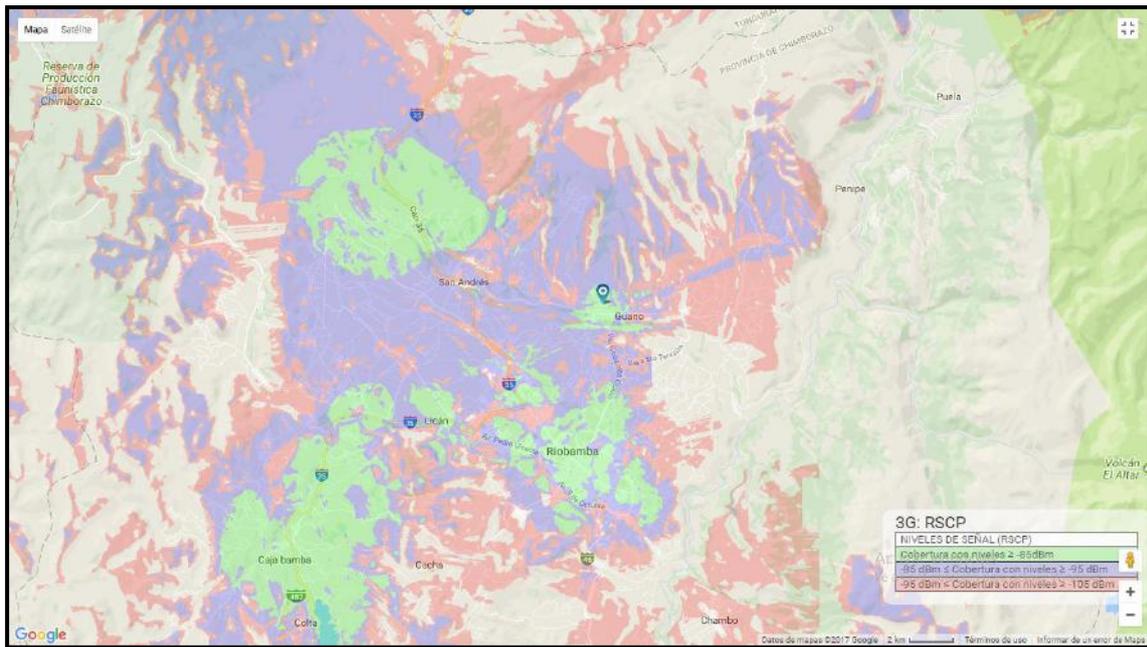
### Cobertura móvil de la operadora Movistar en Cumanda.



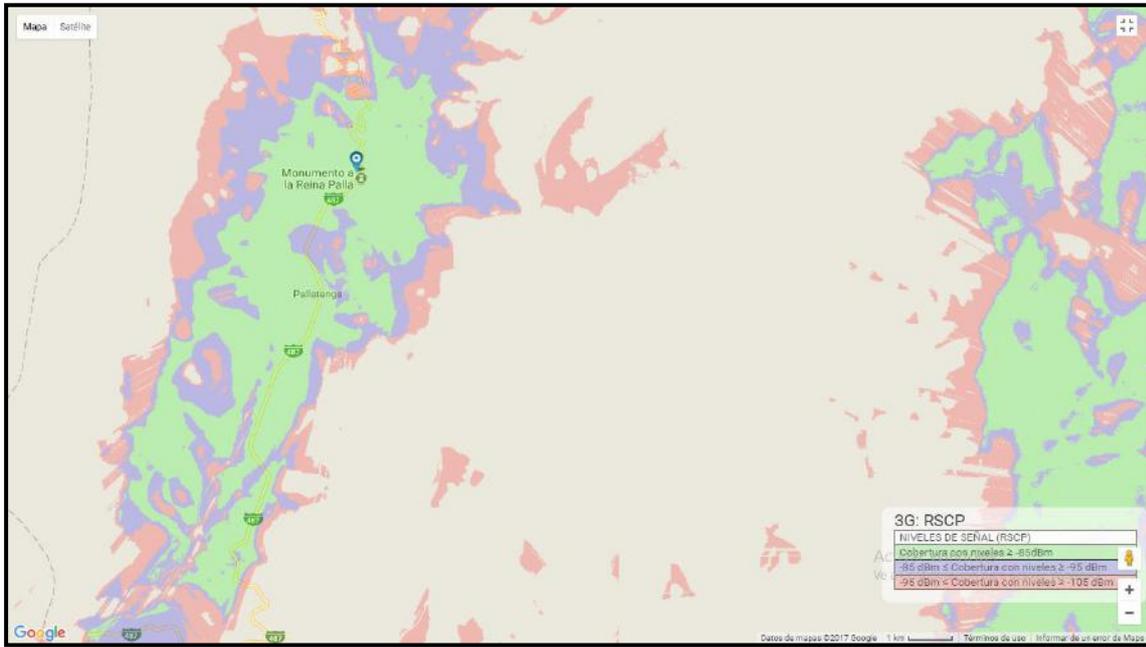
### Cobertura móvil de la operadora Movistar en Guamote.



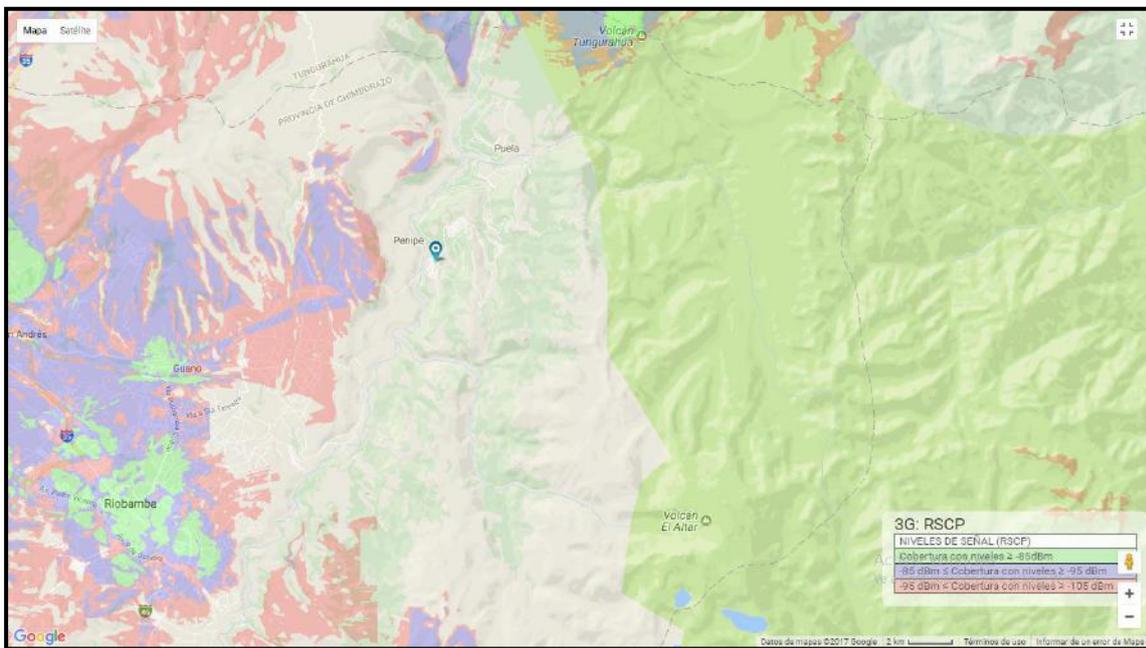
### Cobertura móvil de la operadora Movistar en Guano.



### Cobertura móvil de la operadora Movistar en Pallatanga.

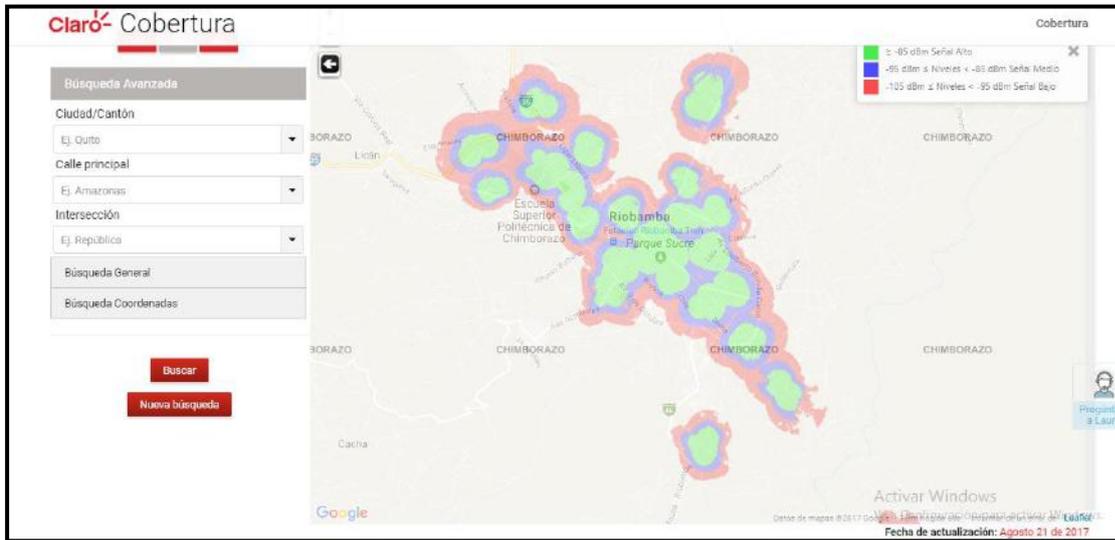


### Cobertura móvil de la operadora Movistar en Penipe.

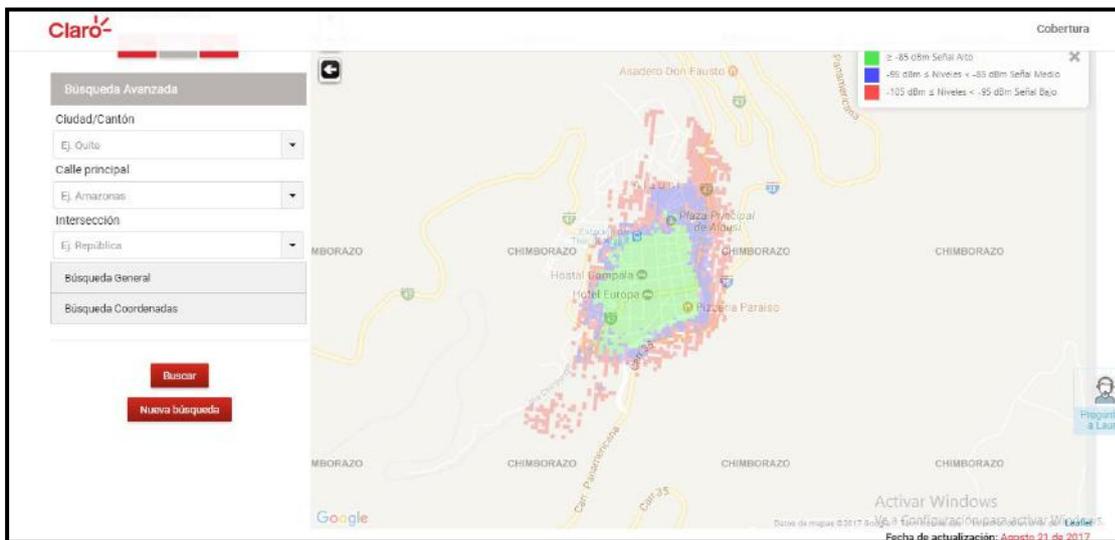


## Cobertura operadora móvil CLARO.

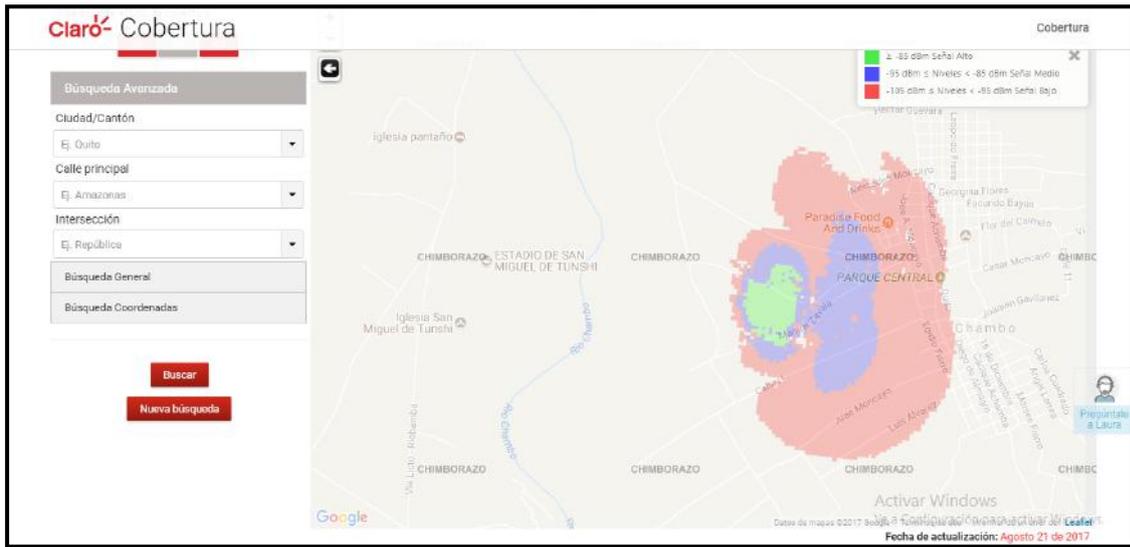
### Cobertura móvil de la operadora CLARO en Riobamba.



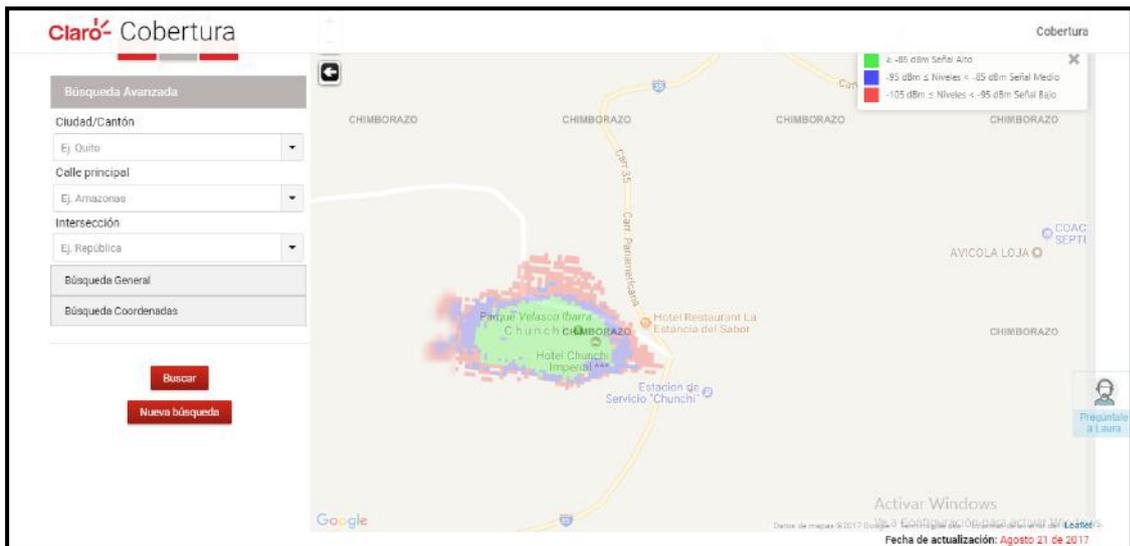
### Cobertura móvil de la operadora CLARO en Alausi.



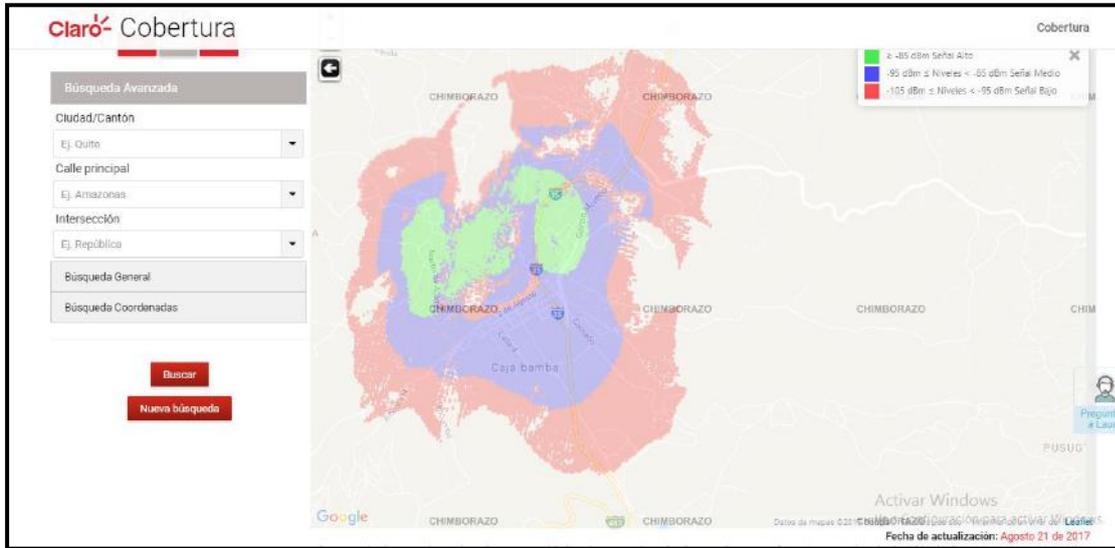
## Cobertura móvil de la operadora CLARO en Chambo.



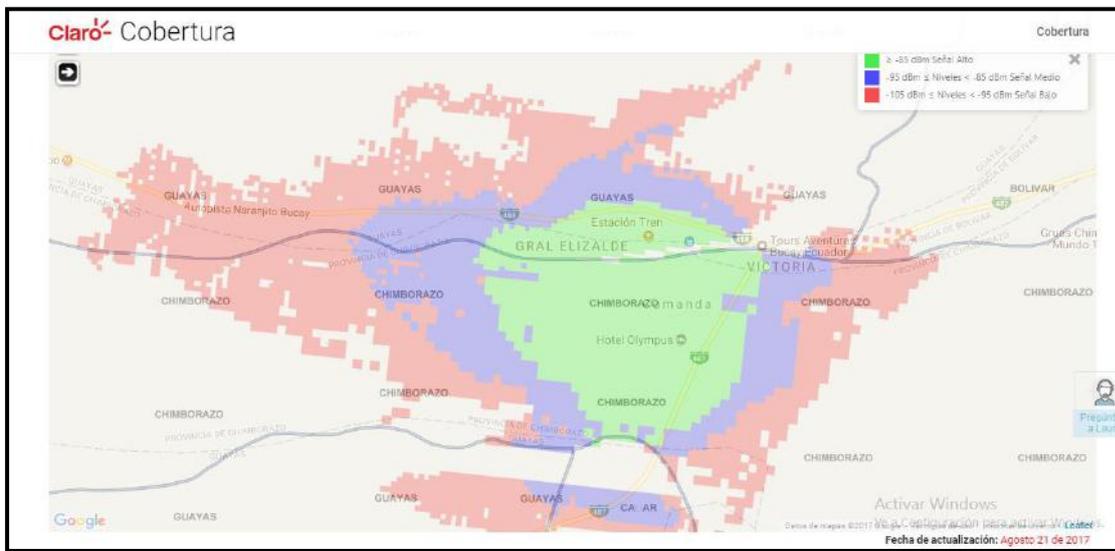
## Cobertura móvil de la operadora CLARO en Chunchi.



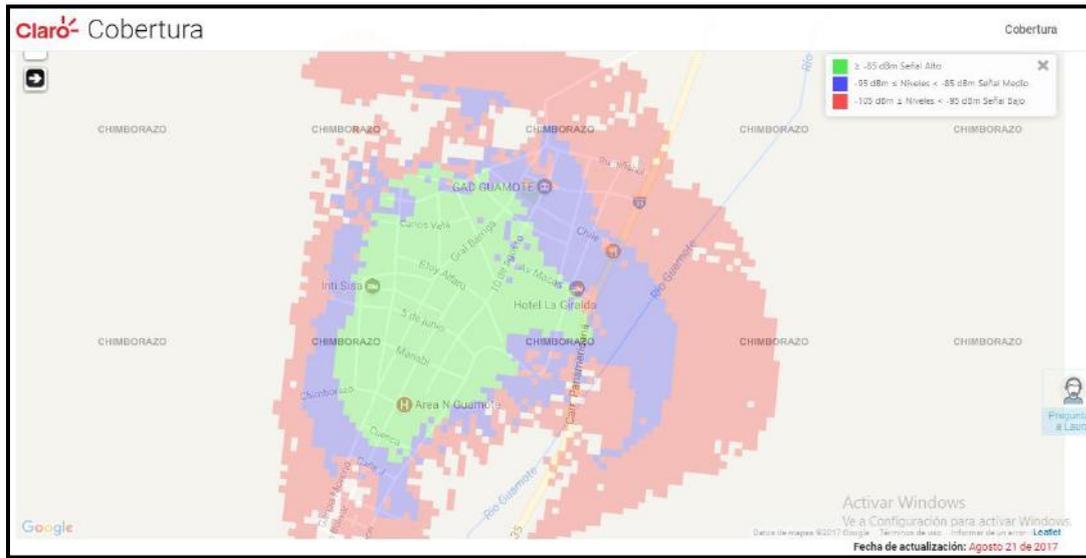
Cobertura móvil de la operadora CLARO en Colta.



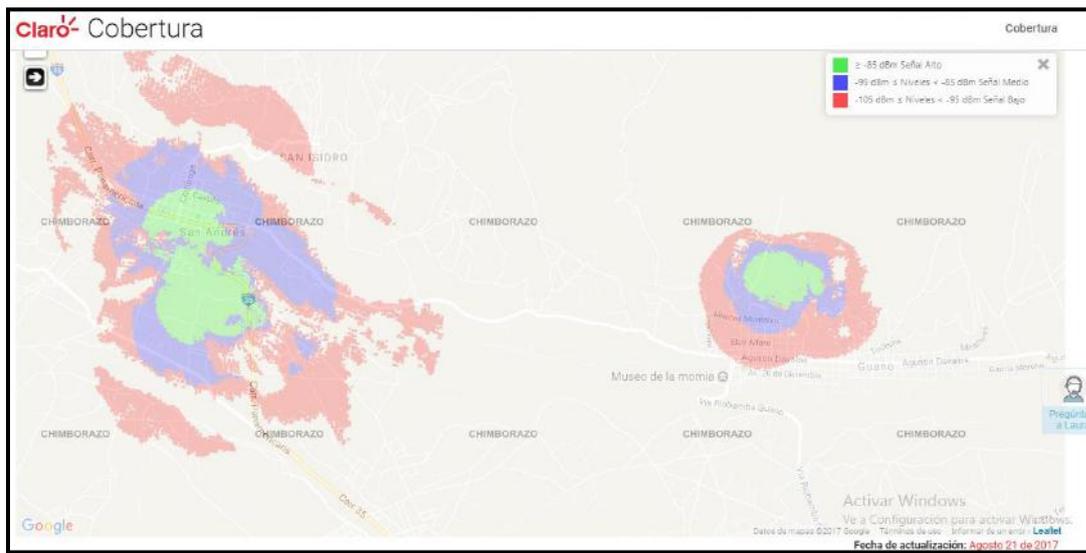
Cobertura móvil de la operadora CLARO en Cumanda.



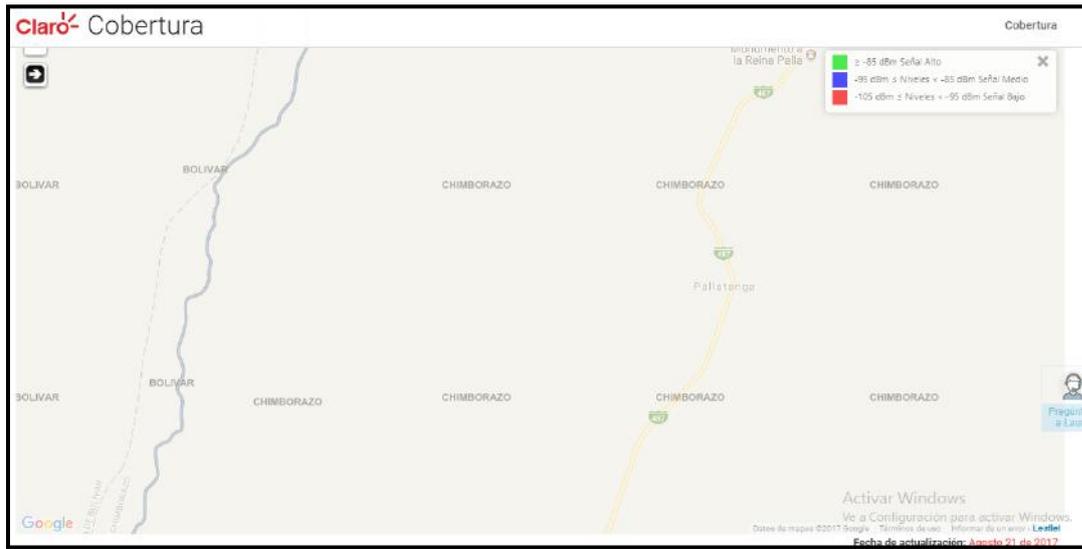
## Cobertura móvil de la operadora CLARO en Guamote.



## Cobertura móvil de la operadora CLARO en Guano.



## Cobertura móvil de la operadora CLARO en Pallatanga.



## Cobertura móvil de la operadora CLARO en PENIPE



## Cobertura operadora móvil TUENTI

### Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Riobamba.

#### Cobertura de Tuenti

Porque estamos por todos lados (hasta en la sopa), mira nuestra cobertura en Ecuador.

Provincia  
Chimborazo

Cantón  
Riobamba

[Comprobar cobertura](#)

Condiciones de cobertura

Población	Cobertura disponible
Calpi	3.5G 2G
Licto	2G
Riobamba	4G 3.5G 2G
San Luis	2G

Activar Windows  
¡Chatea con un TuentiMan!

tuenti | Así es Tuenti | Pide un chip | MI Cuenta | Ayuda | ¡Chatea con un TuentiMan!

### Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Alausí.

#### Cobertura de Tuenti

Porque estamos por todos lados (hasta en la sopa), mira nuestra cobertura en Ecuador.

Provincia  
Chimborazo

Cantón  
Alausí

[Comprobar cobertura](#)

Condiciones de cobertura

Alausí no dispone de cobertura

Activar Windows  
¡Chatea con un TuentiMan!

tuenti | Así es Tuenti | Pide un chip | MI Cuenta | Ayuda | ¡Chatea con un TuentiMan!

### Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Chambo.

#### Cobertura de Tuenti

Porque estamos por todos lados (hasta en la sopa), mira nuestra cobertura en Ecuador.

Provincia  
Chimborazo

Cantón  
Chambo

[Comprobar cobertura](#)

Condiciones de cobertura

Chambo no dispone de cobertura

Activar Windows  
¡Chatea con un TuentiMan!

tuenti | Así es Tuenti | Pide un chip | MI Cuenta | Ayuda | ¡Chatea con un TuentiMan!

## Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Chunchi.

### Cobertura de Tuenti

Porque estamos por todos lados (hasta en la sopa), mira nuestra cobertura en Ecuador.

Provincia: Chimborazo

Cantón: Chunchi

**Chunchi si dispone de cobertura**

Población	Cobertura disponible
Llagos	3.5G 2G

[Comprobar cobertura](#)

Condiciones de cobertura

tuenti Una marca del Grupo

[Así es Tuenti](#) [Blog](#) [Pide un chip](#) [Combos](#) [Mi Cuenta](#) [Puntos de venta](#) [Ayuda](#) [Preguntas Frecuentes](#)

Activar Windows

¡Chatea con un TuentiMan!

## Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Colta.

### Cobertura de Tuenti

Porque estamos por todos lados (hasta en la sopa), mira nuestra cobertura en Ecuador.

Provincia: Chimborazo

Cantón: Colta

**Colta si dispone de cobertura**

Población	Cobertura disponible
Columbe	3.5G 2G

[Comprobar cobertura](#)

Condiciones de cobertura

tuenti Una marca del Grupo

[Así es Tuenti](#) [Blog](#) [Pide un chip](#) [Combos](#) [Mi Cuenta](#) [Puntos de venta](#) [Ayuda](#) [Preguntas Frecuentes](#)

Activar Windows

¡Chatea con un TuentiMan!

## Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Cumanda.

### Cobertura de Tuenti

Porque estamos por todos lados (hasta en la sopa), mira nuestra cobertura en Ecuador.

Provincia: Chimborazo

Cantón: Cumandá

**Cumandá si dispone de cobertura**

Población	Cobertura disponible
Cumandá	3.5G 2G

[Comprobar cobertura](#)

Condiciones de cobertura

tuenti Una marca del Grupo

[Así es Tuenti](#) [Blog](#) [Pide un chip](#) [Combos](#) [Mi Cuenta](#) [Puntos de venta](#) [Ayuda](#) [Preguntas Frecuentes](#)

Activar Windows

¡Chatea con un TuentiMan!

## Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Guamote.

### Cobertura de Tuenti

Porque estamos por todos lados (hasta en la sopa), mira nuestra cobertura en Ecuador.

Provincia  
Chimborazo

Cantón  
Guamote

**Comprobar cobertura**

Condiciones de cobertura

**Guamote si dispone de cobertura**

Población	Cobertura disponible
Guamote	3.5G 2G
Palmira	3.5G 2G

Activar Windows  
¡Chatea con un TuentiMan!

tuenti Una marca del Grupo  
Así es Tuenti Blog  
Pide un chip Combos  
Mi Cuenta Puntos de venta  
Ayuda Preguntas Frecuentes

## Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Guano.

### Cobertura de Tuenti

Porque estamos por todos lados (hasta en la sopa), mira nuestra cobertura en Ecuador.

Provincia  
Chimborazo

Cantón  
Guano

**Comprobar cobertura**

Condiciones de cobertura

**Guano si dispone de cobertura**

Población	Cobertura disponible
Guano	3.5G 2G
San Andrés	3.5G 2G

Activar Windows  
¡Chatea con un TuentiMan!

tuenti Una marca del Grupo  
Así es Tuenti Blog  
Pide un chip Combos  
Mi Cuenta Puntos de venta  
Ayuda Preguntas Frecuentes

## Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Pallatanga.

### Cobertura de Tuenti

Porque estamos por todos lados (hasta en la sopa), mira nuestra cobertura en Ecuador.

Provincia  
Chimborazo

Cantón  
Pallatanga

**Comprobar cobertura**

Condiciones de cobertura

**Pallatanga si dispone de cobertura**

Población	Cobertura disponible
Pallatanga	3.5G 2G

Activar Windows  
¡Chatea con un TuentiMan!

tuenti Una marca del Grupo  
Así es Tuenti Blog  
Pide un chip Combos  
Mi Cuenta Puntos de venta  
Ayuda Preguntas Frecuentes

## Cobertura móvil de la operadora TUENTI en Penipe.



## ANEXO B: Planos de cada punto obtenido en la ciudad de Riobamba.

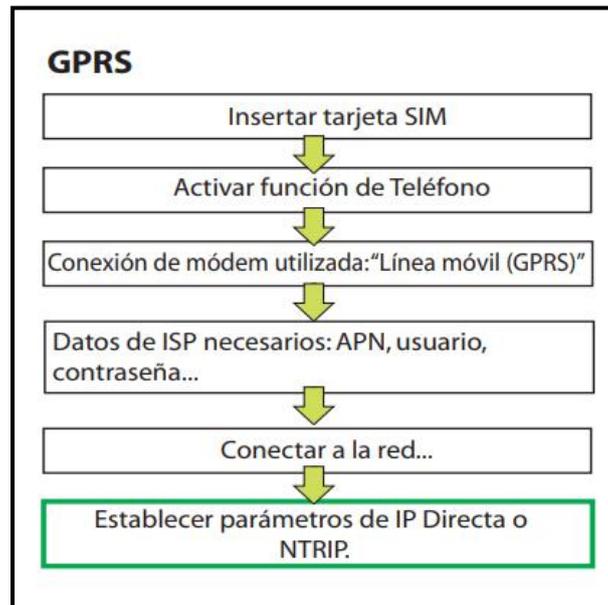
- [https://drive.google.com/file/d/0B4\\_7ySrDFtecdlBJX1RUMIQ5Zmc/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/0B4_7ySrDFtecdlBJX1RUMIQ5Zmc/view?usp=sharing)
- [https://drive.google.com/file/d/0B4\\_7ySrDFtecakFiOEVOOUVwNTg/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/0B4_7ySrDFtecakFiOEVOOUVwNTg/view?usp=sharing)
- [https://drive.google.com/file/d/0B4\\_7ySrDFtecODIPeVICMzloMIU/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/0B4_7ySrDFtecODIPeVICMzloMIU/view?usp=sharing)
- [https://drive.google.com/file/d/0B4\\_7ySrDFtecWUVJbmdDUMFoLU0/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/0B4_7ySrDFtecWUVJbmdDUMFoLU0/view?usp=sharing)

## ANEXO C: Instalación de NTRIP & DIRECT IP.

1. Verificar que en equipo GPS exista el icono **Opciones** que enumera las opciones de firmware instaladas y le permite instalar nuevas opciones.



2. Instalar la opción **NTRIP & DIRECT IP** con la llave del producto que brinda la empresa creadora del GPS.
3. Una vez instalado nos dirigimos a **MODO DIFERENCIAL** y escogemos la opción **NTRIP**.
4. Digitar la dirección IP del servidor, el puerto, el nombre de usuario y la contraseña.
5. Escoger el nombre de la antena EREC 0.



**ANEXO D: Obtención de datos en la ciudad de Riobamba.**

