

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



## Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Implantación de una Red de Control Geodésica enlazados a la REGME (Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador) del Instituto Geográfico Militar dentro del campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

## TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

## INGENIERO CIVIL

Presentada por:

**Ulices Douglas Cedeño Mosquera**

GUAYAQUIL-ECUADOR

AÑO: 2015

## **AGRADECIMIENTO**

A Jehová, por los cuidados y las bendiciones otorgadas.

A mi abuelo Ulises, a mi tía Irma y a mi madre Carmen, por su entereza.

A Rita e Isaac, por ser mis complementos.

A mi director de tesis, Ing. Juan Carlos Pindo por su apoyo y tiempo.

A mi querida ESPOL, por abrirme sus puertas y permitir mi preparación como profesional.

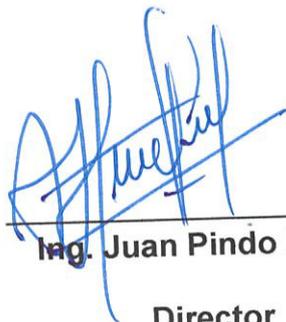
***Ulises Cedeño Mosquera***

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



**MSc. Kenny Escobar Segovia**

**Presidente del Tribunal**



**Ing. Juan Pindo Macas**

**Director**



**Dr. Mijail Arias Hidalgo**

**Vocal Principal**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

  
Ulices Cedeño Mosquera

## RESUMEN

El auge de la construcción, de los sistemas de información geográfica, de catastros, etc. que está ocurriendo en la actualidad, obligan a mantener puntos de control con coordenadas precisas bajo un mismo datum y a la vez altitudes referenciadas con el nivel medio del mar. Por tal razón el interés de apoyar con una red geodésica dentro de la ESPOC para que los futuros proyectos que necesiten el uso de una localización precisa se enlacen con la red. Para esto, se colocaron ocho placas de manera uniforme dentro del área habilitada para la construcción en el campus politécnico. Estas placas fueron georreferenciadas con receptores GNSS a partir de una estación permanente del Instituto Geográfico Militar ubicada en la Base Naval Sur. Los resultados fueron óptimos, ya que los datos de postproceso muestran que los factores incidentes a errores estuvieron dentro de los parámetros permisibles. De igual manera la nivelación geométrica contribuyó a la confirmación de las altitudes que el enlace GNSS efectuó.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>VI</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>SIMBOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>12</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>13</b>
<b>ÍNDICE DE FOTOS .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>15</b>
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>15</b>
1.1. Planteamiento del problema y justificación.....	15
1.2. Objetivos .....	16
1.2.1. Objetivo General.....	16
1.2.2. Objetivos Específicos .....	16
1.3. Antecedentes .....	17
1.4. Metodología.....	18
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>19</b>
<b>2. NOCIONES BÁSICAS DEL SISTEMA GNSS .....</b>	<b>19</b>
2.1. Introducción.....	19
2.2. Descripción de un Sistema de Navegación por Satélites .....	21
2.2.1. Segmento Espacial.....	21
2.2.2. Segmento de Control y Monitorización .....	23
2.2.3. Segmento de Usuarios .....	24
2.3. Funcionamiento del sistema GNSS.....	25
2.3.1. Desplazamiento Doppler.....	25

2.3.2.	Pseudodistancia .....	26
2.3.3.	Diferencia de Fase .....	26
2.4.	Métodos de Posicionamiento .....	26
2.4.1.	Método Estático .....	26
2.4.2.	Método Cinemático .....	27
2.5.	Precisión y Errores .....	27
2.5.1.	Error Ionosférico .....	27
2.5.2.	Error Atmosférico .....	28
2.5.3.	Disponibilidad Selectiva .....	28
2.5.4.	Error del receptor .....	28
2.5.5.	Error Multitrayectoria (Multipath).....	29
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>30</b>
<b>3. RED DE CONTROL GEODÉSICA EN EL ECUADOR .....</b>		<b>30</b>
3.1.	Introducción.....	30
3.2.	Componentes .....	31
3.2.1.	Receptor .....	31
3.2.2.	Antena .....	32
3.2.3.	Programas .....	33
3.3.	Formato de Datos.....	33
3.3.1.	Formato RINEX .....	34
3.4.	Red de Estaciones Permanentes SIRGAS y REGME.....	35
3.4.1.	SIRGAS .....	35
3.4.2.	REGME.....	36
<b>CAPÍTULO 4.....</b>		<b>38</b>
<b>4. RED DE CONTROL GEODÉSICA DENTRO DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL.....</b>		<b>38</b>
4.1.	Introducción.....	38
4.2.	Ubicación.....	39
4.3.	Monumentación de la Red Geodésica ESPOL.....	42
4.4.	Georreferenciación de la Red Geodésica.....	47

4.4.1.	Trabajo de Campo .....	47
4.4.2.	Trabajo de Oficina .....	62
4.5.	Equipos .....	69
4.5.1.	Receptores GNSS .....	69
4.5.2.	Nivel Electrónico .....	69
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>70</b>	
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>70</b>	
5.1.	Conclusiones.....	70
5.2.	Recomendaciones.....	71
<b>ANEXOS</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		

## **ABREVIATURAS**

<b>AS</b>	Anti Spoofing
<b>CEPGE</b>	Centro de Procesamiento de Datos GNSS del Ecuador
<b>COPOL</b>	Colegio Politécnico
<b>DOP</b>	Dilution of Precision
<b>EGNOS</b>	European Geostationary Navigation Overlay Services
<b>ESPOL</b>	Escuela Superior Politécnica del Litoral
<b>FICT</b>	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
<b>FIEC</b>	Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación
<b>GAGAN</b>	GPS and GEO Augmented Navigation
<b>GLONASS</b>	Global Navigation Satellite System
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System
<b>GPS</b>	Global Position System
<b>IGM</b>	Instituto Geográfico Militar
<b>IGS</b>	International GNSS Service
<b>INOCAR</b>	Instituto Oceanográfico de la Armada
<b>IRNSS</b>	Indian Regional Navigation Satellite System
<b>ITRF</b>	Marco de Referencia Terrestre Internacional
<b>MSAS</b>	Multi-Functional Satellite Augmentation
<b>NAVSTAR</b>	Navigation System by Timing and Ranging
<b>PARCON</b>	Parque del Conocimiento

<b>PDOP</b>	Position Dilution of Precision
<b>QZSS</b>	Quasi Zenith Satellite System
<b>REGME</b>	Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador
<b>RINEX</b>	Receiver Independent Exchange Format
<b>SBAS</b>	Satellite Based Augmentation System
<b>SIRGAS</b>	Sistema Regional Geocéntrico para América del sur
<b>WASS</b>	Wide Area Augmentation System
<b>WGS84</b>	World Geodetic System 84

## SIMBOLOGÍA

<b>m.s.n.m.</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>%</b>	Porcentaje
<b>°</b>	Grados
<b>m</b>	Metro
<b>km</b>	Kilómetro
<b>ha</b>	Hectárea
<b>mm</b>	Milímetro

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 3-1: No usar Sistemas de Referencias consistentes.....	35
Fig. 3-2: Usar Sistemas de Referencia consistentes. ....	36
Fig. 3-3: REGME, Radio de Cobertura 50 km.....	37
Fig. 4-1: Polígono rojo encierra el área de estudio .....	39
Fig. 4-2: Características Ideales para la distribución de Puntos de Control.	40
Fig. 4-3: Ubicación de los puntos de la Red Geodésica .....	41
Fig. 4-4: Lapso de medición, Disponibilidad de Satélites y DOP. ....	47
Fig. 4-5: A: Placa IGM C-C-M-P-4, B: Enlace con Placa IGM.....	48
Fig. 4-6 Estación permanente GUEC en el INOCAR. ....	49
Fig. 4-7: Enlace entre la estación GUAYAQUIL-GUEC de la REGME con la placa IGM y la Red Geodésica en la ESPOL.....	52
Fig. 4-8: Enlace entre la placa IGM y la Red Geodésica en la ESPOL .....	53
Fig. 4-9: Ajuste entre la estación GUEC y la placa IGM .....	64
Fig. 4-10: Parámetros de medición. ....	65
Fig. 4-11: Ajuste entre la placa IGM y la Red.....	65
Fig. 4-12: Medición con receptores GNSS realizando la triangulación entre Red Geodésica, placa IGM y Estación GUEC.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Estado de la Constelación GPS Marzo 2015 .....	22
Tabla II Estado de la Constelación GLONASS Marzo 2015 .....	23
Tabla III Distancias entre la placa IGM y los puntos de la Red. ....	41
Tabla IV Dimensiones de los Hitos .....	42
Tabla V Coordenadas oficiales de Estación GUEC .....	49
Tabla VI Tiempo de medición entre Placa IGM y puntos de la Red. ....	67
Tabla VII Tiempo de medición entre estación GUEC y puntos de la Red. ....	68
Tabla VIII Coordenadas y cotas de la Red Geodésica de la ESPOL .....	68

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 4-1: A: Ubicación de Placa ESPOL-1, B: Monumentación.....	43
Foto 4-2: A: Ubicación de Placa ESPOL-2, B: Monumentación.....	43
Foto 4-3: A: Ubicación de Placa ESPOL-3, B: Monumentación.....	44
Foto 4-4: A: Ubicación de Placa ESPOL-4, B: Monumentación.....	44
Foto 4-5: A: Ubicación de Placa ESPOL-5, B: Monumentación.....	45
Foto 4-6: A: Ubicación de Placa ESPOL-6, B: Monumentación.....	45
Foto 4-7: A: Ubicación de Placa ESPOL-7, B: Monumentación.....	46
Foto 4-8: A: Ubicación de Placa ESPOL-8, B: Monumentación.....	46
Foto 4-9: Georreferenciación placa ESPOL-1.....	53
Foto 4-10: Georreferenciación placa ESPOL-2.....	54
Foto 4-11: Georreferenciación placa ESPOL-3.....	54
Foto 4-12: Georreferenciación placa ESPOL-4.....	55
Foto 4-13: Georreferenciación placa ESPOL-5.....	55
Foto 4-14: Georreferenciación placa ESPOL-6.....	56
Foto 4-15: Georreferenciación placa ESPOL-7.....	56
Foto 4-16: Georreferenciación placa ESPOL-8.....	57
Foto 4-17: Nivelación de placa ESPOL-1.....	58
Foto 4-18: Nivelación de placa ESPOL-2.....	59
Foto 4-19: Nivelación de placa ESPOL-3.....	59
Foto 4-20: Nivelación de placa ESPOL-4.....	60
Foto 4-21: Nivelación de placa ESPOL-5.....	60
Foto 4-22: Nivelación de placa ESPOL-6.....	61
Foto 4-23: Nivelación de placa ESPOL-7.....	61
Foto 4-24: Nivelación de placa ESPOL-8.....	62

# **CAPÍTULO 1**

## **1.GENERALIDADES**

### **1.1. Planteamiento del problema y justificación**

Uno de los contratiempos que generalmente se tiene en el área de la Ingeniería Civil, es encontrar puntos de control geodésicos para la medición en campo.

En la actualidad la mayoría de los trabajos de geomática son enlazados a partir de placas metálicas que el Instituto Geográfico Militar del Ecuador tiene instalados en todo el territorio nacional; sin embargo, muchas de las placas se pierden por el auge constructivo que vive el país, y por no encontrarse en lugares seguros.

Además, un gran número de las placas existentes aún, fueron instaladas hace mucho tiempo, encontrándose placas de las décadas 1980, 1990 y 2000, con cambios en los valores de las coordenadas y altitudes que indican la respectiva monografía. Estos cambios son debido a los continuos movimientos telúricos que muchas veces son imperceptibles pero generan asentamientos y cambios a los ejes de la Tierra.

Por tal razón, se plantea la creación de una Red Geodésica dentro del Campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral para que sirva de apoyo a los programas académicos, sector privado, sector civil y ciudadanía en general.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Implantar una Red Geodésica dentro del Campus de la ESPOL utilizando receptores GNSS.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

1. Planificar la ubicación de placas metálicas en la Red Geodésica.

2. Instalar ocho placas en los sitios establecidos, tres placas empotradas en hitos y cinco en aceras.
3. Registrar la Georreferenciación y el Enlace Altimétrico de la Red Geodésica a partir de una estación permanente y placa del Instituto Geográfico Militar respectivamente.

### **1.3. Antecedentes**

Dentro de la ESPOL se encuentra una placa del Instituto Geográfico Militar C-C-P-M-4 del año 1984, la cual según la monografía correspondiente tiene una altitud de primer orden de 115.305 metros sobre el nivel del mar; empero, no tiene su localización mediante coordenadas planas o geográficas.

Se han presentado situaciones académicas, constructivas, de planificación, y de otras índoles, donde se necesitan enlazar coordenadas de sitios dentro o cerca de la ESPOL; sin embargo, al no tener un punto en común de enlace alrededor o dentro de la institución se podrían presentar desfases al cruzarse información entre entidades administrativas.

Por tal razón, el presente estudio fijará las coordenadas de la placa IGM mencionada y de una red geodésica, a partir de una estación permanente GNSS situada en el INOCAR en la Base Naval Sur de Guayaquil.

Las estaciones permanentes GNSS, otorgan buena calidad geodésica debido a las correcciones constantes a los datos obtenidos, teniendo como resultado valores de coordenadas actualizados del punto estacionario.

#### **1.4. Metodología**

La metodología usada para el trabajo consiste en:

Fabricar e instalar ocho hitos con sus respectivas placas. Donde no se pueda instalar los hitos, se colocaran las placas sobre aceras o losas de hormigón estable.

Se georreferenciará cada una de las placas correspondientes a la red geodésica con receptores de tecnología GNSS, las cuales se enlazarán a la placa IGM. Al mismo tiempo del enlace de la red, se georreferenciará la placa IGM con la estación permanente del INOCAR.

Se procederá también a enlazar altimétricamente desde la placa IGM a cada una de las placas de la red geodésica. Una vez obtenida la información de campo, se procesará y se obtendrán los respectivos resultados.

# **CAPÍTULO 2**

## **2. NOCIONES BÁSICAS DEL SISTEMA GNSS**

### **2.1. Introducción**

El Sistema Global de Navegación por Satélite cuyo acrónimo en inglés GNSS es un conjunto de satélites que provee a los usuarios información de gran precisión utilizada en el posicionamiento y localización de un punto en cualquier parte del mundo (Elliot Kaplan, Christopher Hegarty, 2006).

El origen de los GNSS data de los años 70 con el sistema estadounidense NAVSTAR GPS, que se usó exclusivamente para fines militares y cuya dirección estaba a cargo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

Por la preocupación de que el sistema estadounidense GPS emita señales distorsionadas o deje de emitir señales en casos de conflicto, surgió la necesidad para los demás países tener su propio sistema de navegación por satélite, que les permita de manera autónoma disponer de esta tecnología sin depender de los Estados Unidos

Es por tal razón, que en la actualidad se cuenta con los siguientes sistemas:

- El Sistema Global de Posicionamiento estadounidense NAVSTAR - GPS reciben el nombre de Sistema de Posicionamiento Global o GPS.
- Sistema de Navegación Global con Satélites ruso recibe el nombre de GLONASS.
- El sistema europeo de navegación por satélite se lo denomina GALILEO.
- El sistema chino de navegación por satélite se lo llama BEIDOU 2 o COMPASS.
- El sistema japonés de navegación por satélite se lo llama QZSS.
- El sistema indio de navegación por satélite, se lo llama IRNSS.

Estos sistemas emplean mecanismos para mejorar sus precisiones como el SBAS. Existen sistemas que emplean satélites geoestacionarios para este fin:

- WASS en Estados Unidos.
- EGNOS en Europa.

- MSAS en Japón.
- GAGAN en India.

En la actualidad se encuentran operativos los sistemas GPS y GLONASS, los demás están en proceso de pruebas y algunos de ellos como el japonés e indio son sistemas regionales.

## **2.2. Descripción de un Sistema de Navegación por Satélites**

Los sistemas GNSS tienen una estructura definida, dividida por tres segmentos distintos: un segmento espacial, un segmento de control y un segmento de usuarios.

### **2.2.1. Segmento Espacial**

Es el segmento compuesto por los satélites que forman el sistema, tanto de navegación como de comunicación. Mientras que los primeros orbitan alrededor de la Tierra, repartiéndose en distintos planos orbitales, los segundos son los que forman los llamados sistemas de aumento que sirven para la corrección de errores de posicionamiento.

### 2.2.1.1. Constelación de Satélites NAVSTAR GPS

En un principio constaba de 24 satélites distribuidos por igual en seis planos orbitales circulares distribuidos uniformemente con una inclinación de 55° sobre la línea del horizonte y una altitud de unos 20200 km. El período de cada satélite para completar una órbita es de unas doce horas, siendo la posición la misma al cabo de un día sideral.

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.

En la actualidad hay un total de 31 satélites en el segmento espacial del GPS, distribuidos uniformemente y que garantizan unas mejores prestaciones en cuanto a disponibilidad e integridad que la constelación de 24. Además se encuentra en etapa de producción el satélite GPS III, que vendrá a sumarse a los demás en futuro cercano. (Fuerza Aérea EUA, 2015)

**Tabla I** Estado de la Constelación GPS Marzo 2015

<b>Total de Satélites en Constelación</b>	<b>32 SC</b>
Operativo	30 SC
En Fase de desarrollo	1 SC
En Mantenimiento	1 SC

**Fuente:** (Centro de Información Analítica Rusa, 2015)

### 2.2.1.2. Constelación de Satélites GLONASS

La constelación está formada por 21 satélites activos y 3 de reserva situados en tres planos orbitales separados por 120° con lo que se pueden divisar 4 satélites de forma continua. Los satélites del Sistema GLONASS tienen un periodo orbital de 11 horas y 15 minutos. La configuración del sistema proporciona datos de navegación a usuarios por encima de los 2000 km. sobre la superficie terrestre. (Centro de Información Analítica Rusa, 2015)

**Tabla II** Estado de la Constelación GLONASS Marzo 2015

<b>Total de Satélites en Constelación</b>	<b>28 SC</b>
Operativos	24 SC
Bajo Chequeo	1 SC
Repuesto	1 SC
En fase de prueba de vuelo	2 SC

**Fuente:** (Centro de Información Analítica Rusa, 2015)

### 2.2.2. Segmento de Control y Monitorización

El segmento de control está formado por un conjunto de estaciones en tierra que reciben los datos de los satélites de las diferentes constelaciones, siendo propio de cada país o coalición de países, configurándolos o estructurándolos en función a sus criterios o conveniencias.

Este segmento garantiza la prestación del sistema de navegación, mediante el monitoreo del segmento espacial y la aplicación de correcciones de posición orbital y temporal a los satélites, enviando información de sincronización de relojes atómicos y correcciones de posicionamiento de órbitas a los diferentes satélites.

### **2.2.3. Segmento de Usuarios**

Este segmento está formado por los receptores GNSS que reciben señales del segmento espacial. El dispositivo GNSS está conformado por un conjunto de elementos básicos que son:

- Antena receptora GNSS, a la frecuencia de funcionamiento del sistema, de cobertura hemisférica omnidireccional. Puede ser de muchas formas y materiales dependiendo de las aplicaciones y del coste del receptor.
- Receptor, es del tipo heterodino, basado en la mezcla de frecuencias que permite pasar la frecuencia recibida en la antena a una baja frecuencia. Contiene un reloj, altamente estable y un pantalla donde muestra la información del posicionamiento.

## 2.3. Funcionamiento del sistema GNSS

El funcionamiento de los sistemas de navegación por satélite se estructura básicamente en la trilateración inversa en tres dimensiones, que consiste en conocer la distancia entre un receptor que se requiere conocer su posición y un conjunto de satélites cuya posición se conoce con precisión. Para medir estas distancias existen tres métodos:

### 2.3.1. Desplazamiento Doppler

El desplazamiento Doppler es la variación aparente entre el valor de la frecuencia en función de la velocidad de acercamiento/alejamiento de la fuente emisora.

$$\Delta F = \frac{V_r}{V_o}$$

$\Delta F$  = Variación de Frecuencia

$V_r$  = Velocidad radial de alejamiento/ acercamiento

$V_o$  = Velocidad propagación onda

### **2.3.2. Pseudodistancia**

La pseudodistancia se obtiene calculando el tiempo que tarda una señal electromagnética emitida por el satélite en llegar hasta el dispositivo receptor, multiplicándolo por la velocidad de la luz.

### **2.3.3. Diferencia de Fase**

Este método consiste en observar continuamente la evolución del desfase entre la señal recibida y la generada en el receptor; el observable es el desfase, y éste cambia según lo hace la distancia entre el satélite y el receptor.

## **2.4. Métodos de Posicionamiento**

Estos métodos consisten en conocer las coordenadas de un punto a partir de otro con coordenadas conocidas. Dependiendo de la precisión y el tiempo con las que se requerirá las coordenadas se utilizará en método respectivo. Los métodos más utilizados son los siguientes:

### **2.4.1. Método Estático**

Este método es el más preciso, sin embargo es el que conlleva más tiempo para su medición. Se tiene un receptor base en el punto con coordenadas

conocidas y un receptor móvil en el punto con coordenadas a calcular. El tiempo de la medición dependerá de las distancias entre los puntos o vértices.

#### **2.4.2. Método Cinemático**

Estos métodos son menos precisos, pero podrá determinarse en segundos la posición de un punto con un alto grado de confianza. Entre los más comunes están el método cinemático y stop & go.

### **2.5. Precisión y Errores**

Los sistemas GPS y GLONASS están sujetos a varios errores que afectan la precisión de la posición calculada. Estos errores en conjunto pueden estar en el rango de 10 a 25 metros, dependiendo del tipo de receptor, la posición relativa del satélite y la magnitud de otros errores.

#### **2.5.1. Error Ionosférico**

Es el error más significativo y se ocasiona durante el paso de la señal del satélite a través de la ionosfera de la Tierra. Debido que al desplazarse las señales de radiofrecuencia a través de la ionosfera, se hacen más lentas en una magnitud que varía dependiendo de la hora del día, la actividad solar y otros factores.

### **2.5.2. Error Atmosférico**

Se produce este error cuando la señal pasa a través de la atmósfera. El vapor de agua de la atmósfera hace más lentas a las señales de radiofrecuencia y reduce adicionalmente la exactitud del sistema.

### **2.5.3. Disponibilidad Selectiva**

Este error llamado Disponibilidad Selectiva, es introducido intencionalmente por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, con la finalidad de restringir los beneficios de la precisión del sistema GPS en situaciones de conflictos Bélicos.

### **2.5.4. Error del receptor**

El receptor puede introducir una cierta cantidad de error durante las diversas etapas del procesamiento de las señales recibidas de los satélites. Este tipo de error puede ser causado por el ruido térmico, la precisión del software, y el error de vías entre canales de recepción.

### **2.5.5. Error Multitrayectoria (Multipath)**

Los efectos de la multi-trayectoria de la señal GPS ocurren cuando la señal no solo es recibida directamente desde el satélite sino desde las superficies cercanas a la antena del receptor debido a la reflexión de la señal. La señal de multi-trayectoria se superpone con la señal directa y produce errores de fase, los cuales traen como consecuencia medidas erradas de las distancias a los satélites en varios metros. Con receptores estos errores se pueden reducir a unos cuantos centímetros.

Utilizando diseños de antenas apropiadas se puede evitar el efecto de multi-trayectoria.

# **CAPÍTULO 3**

## **3. RED DE CONTROL GEODÉSICA EN EL ECUADOR**

### **3.1. Introducción**

La Red de Control Geodésica del Ecuador está compuesta por estaciones permanentes que son ocupadas por receptores GNSS de tipo geodésico de forma permanente.

La función de este tipo de estaciones es la de recopilar datos constantemente, y con la ayuda de programas poder realizar procesos que verifiquen la calidad de los datos, almacenamiento de la información y distribución de la misma.

### **3.2. Componentes**

Para la instalación de una red permanente son necesarios los siguientes elementos para su puesta en marcha:

- Un receptor, preferiblemente GNSS con su respectiva antena.
- Un computador con sus respectivos programas para la administración de datos.
- Conexión a Internet.
- Fuente permanente de Energía para su funcionamiento.

#### **3.2.1. Receptor**

Los receptores de las estaciones permanentes deben cumplir normas, para lo cual el SIRGAS recomienda lo siguiente:

- a) El receptor GNSS debe estar registrado en el inventario del IGS.
- b) El receptor debe rastrear los códigos y fases en L1 y L2, bajo condiciones con AS y sin AS. Los observables mínimos requeridos con L1, L2, P2 y por lo menos uno de los dos C1 o P1.
- c) El receptor debe rastrear señales sobre un ángulo mínimo de elevación de 5 grados.

- d) El receptor debe captar señales de al menos 10 satélites en total de cualquiera de las constelaciones, independientemente del estado de los satélites.
- e) El receptor debe sincronizar el instante real de medición con el tiempo GPS verdadero dentro de  $\pm 1$  milisegundo con respecto al segundo entero de la época de observación.

### **3.2.2. Antena**

Al igual que los receptores, la antena también debe cumplir especificaciones que recomienda el SIRGAS:

- a) Las antenas GNSS deben estar registradas en el inventario del IGS al igual que su descripción.
- b) La antena debe estar totalmente nivelada y orientada hacia el norte verdadero tomando como referencia la marca correspondiente en el equipo.
- c) La antena debe estar instalada de tal manera que garantice la estabilidad total tanto al corto y largo plazo, y las distancias este, norte y vertical desde el punto de referencia de la antena con respecto a la marca con la de la estación deben ser medidas al milímetro de precisión.

### **3.2.3. Programas**

Los programas para el control de las estaciones deben cumplir con al menos las siguientes características:

- a) Administrar el servidor para la colección de datos provenientes del log del receptor.
- b) Verificación de las conexiones, funcionamiento de los receptores, seguimiento de los satélites, configuración de las estaciones.
- c) Correcciones de datos.

### **3.3. Formato de Datos**

Los receptores GNSS de las estaciones permanentes llevan a cabo mediciones las 24 horas del día. Los datos almacenados crean una serie de ficheros de observación con un formato propio de la marca del receptor.

En la práctica y por las múltiples marcas comerciales que existen en la actualidad de receptores GNSS, se puede presentar una incompatibilidad al tratar ficheros de marcas distintas de usuarios al realizar el post proceso con los ficheros de los receptores de las redes permanentes. Para el caso, se debe encontrar un formato aceptado para la comunidad geodésica como estándar.

### 3.3.1. Formato RINEX

El RINEX, son las siglas de un formato de ficheros orientado a almacenar de manera estandarizada medidas proporcionadas por receptores GNSS.

El formato RINEX se compone de cuatro archivos:

- El Fichero de datos de observación.
- El fichero de datos meteorológicos.
- El fichero con el mensaje de navegación.
- El fichero del mensaje de navegación del sistema GLONASS

Es con el formato RINEX que existe la compatibilidad para un post-proceso entre ficheros de receptores de marcas diferentes.

Cada marca de receptor GNSS tiene su propio programa para el post-proceso de sus ficheros. Es en estos mismos programas se pueden convertir el tipo de formato propio del receptor al formato estándar RINEX.

En la actualidad el formato ha evolucionado habiendo hasta la versión 3.

### 3.4. Red de Estaciones Permanentes SIRGAS y REGME

#### 3.4.1. SIRGAS

El Sistema de Referencia Geocéntrico Para Las Américas (SIRGAS) estableció un marco de referencia único para el continente sudamericano, en conexión con el Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF), cuyos objetivos principales son:

- Definir y establecer un sistema de referencia geocéntrico para América del Sur.
- Definir y establecer un datum geocéntrico.
- Definir y establecer un Datum vertical unificado.



**Fig. 3-1:** No usar Sistemas de Referencias consistentes  
**Fuente:** (SIRGAS, 2015)



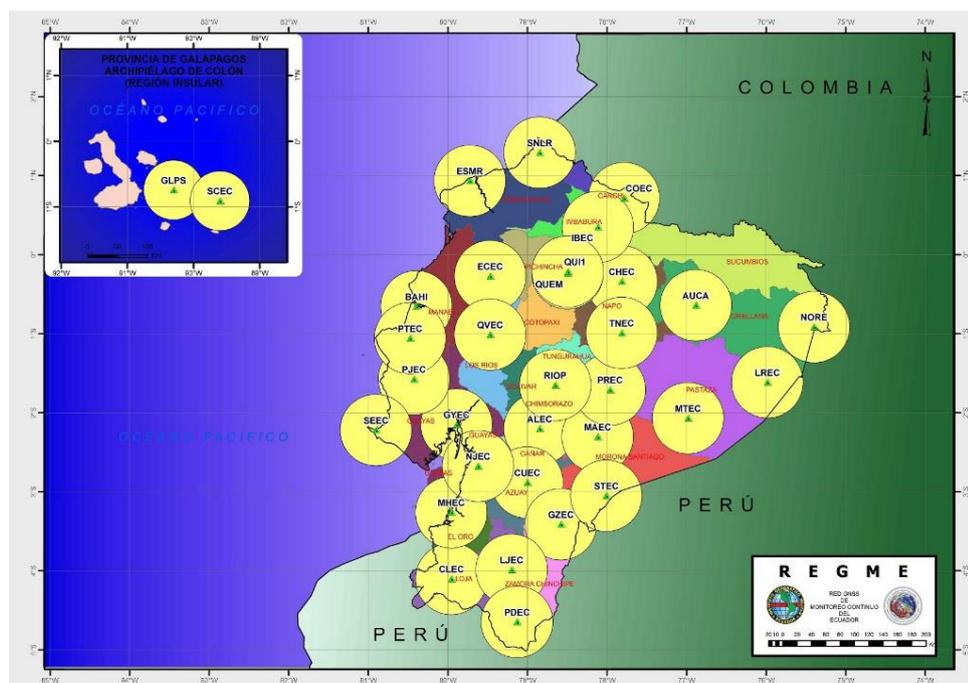
**Fig. 3-2:** Usar Sistemas de Referencia consistentes.  
**Fuente:** (SIRGAS, 2015)

### **3.4.2. REGME**

El Instituto Geográfico Militar, como organismo rector de la cartografía en el Ecuador, se ha propuesto de mantener un Marco Geodésico de Referencia Nacional actualizado y compatible con las técnicas de posicionamiento disponibles en la actualidad, como son los satélites de navegación global GPS, GLONASS y en un futuro GALILEO. (IGM, REGME, 2015).

Con este propósito el IGM, ha establecido la REGME, que es el conjunto de estaciones GNSS (GPS + GLONASS) de monitoreo continuo, enlazadas a las Red Nacional GPS del Ecuador (RENAGE) y a la Red Continental SIRGAS-CON.

REGME en la actualidad está conformada de 33 estaciones permanentes, distribuidas de manera homogénea a lo largo y ancho del territorio nacional.



**Fig. 3-3:** REGME, Radio de Cobertura 50 km  
**Fuente:** (IGM, REGME, 2015)

Las estaciones de la REGME, son enlazadas también a la Red Continental SIRGAS. Estas son procesadas semanalmente por los Centros de Procesamiento SIRGAS Oficiales, incluido el CEPGE de Ecuador (instalado en el IGM, Quito). Las soluciones semanales semilibres son ajustadas al ITRF, obteniendo una solución combinada final de toda la red; con lo cual se garantiza la máxima precisión de sus coordenadas finales, referidas a la época actual y Marco de Referencia vigente.

# **CAPÍTULO 4**

## **4. RED DE CONTROL GEODÉSICA DENTRO DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL**

### **4.1. Introducción**

El Campus Gustavo Galindo de la ESPOL se encuentra ubicada en el Km 30.5 vía Perimetral.

La ESPOL comprende 690 ha de superficie. De este total 120 ha corresponden al área de desarrollo para la infraestructura física del Campus; las restantes 570 ha corresponden al Bosque Protector.

La red de control geodésica instalada en la ESPOL está conformada por ocho puntos de control distribuidas en tres hitos de hormigón con su respectiva placa metálica empotrada y cinco placas incrustadas en aceras. La figura 4.1 muestra el área de color verde que corresponde al área del campus de la ESPOL y el polígono rojo encierra el área donde se implantó la red geodésica.

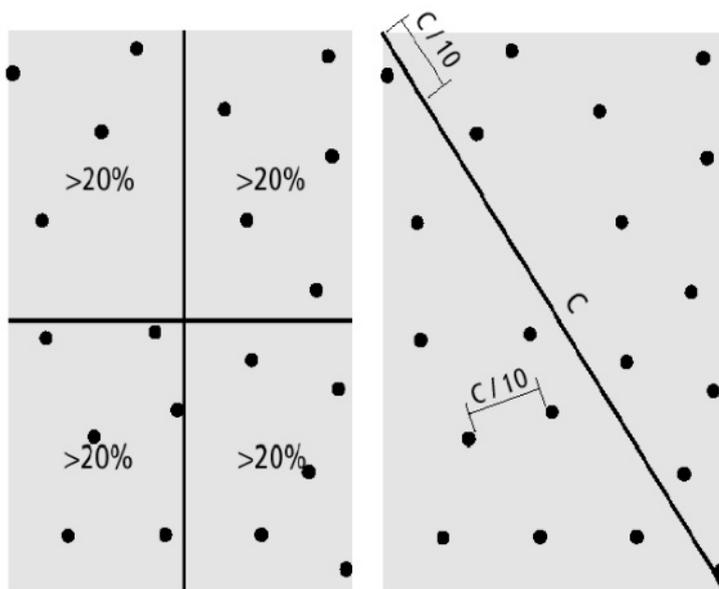


**Fig. 4-1:** Polígono rojo encierra el área de estudio  
**Fuente:** Autor

## 4.2. Ubicación

La selección de los sitios donde se ubicaron los puntos de la red geodésica se la realizó tomando como referencia el manual de Miguel Ruano del IGM (Ruano, 2012), donde se indica que se debe reunir las siguientes condiciones generales:

- Se aconseja distribuir homogéneamente los puntos para su selección en el campo. La distribución de estas zonas en lo posible estarán ubicadas no muy cerca de los extremos, centro y áreas urbanas.
- En relación a la distribución espacial, se dividirá el área de estudio en un plano cartesiano, en donde se cumpla que al menos el 20% de los puntos de control estén contenidos en un cuadrante, y la separación entre los puntos sea mínimo el 10% de la diagonal a evaluar.



**Fig. 4-2:** Características Ideales para la distribución de Puntos de Control. A la izquierda distribución espacial. A la derecha, separación entre puntos.  
**Fuente:** (Ruano, 2012)

Una vez seleccionada la ubicación de los puntos de control utilizando el método sugerido, se realizó una inspección in situ donde se especificó el lugar exacto de la instalación de tal manera constatar que no se provoque algún

daño en la infraestructura física del Campus; además que el sitio esté apartado de fallas geológicas y que el horizonte alrededor del punto esté libre de obstáculos.

Los puntos no se verán afectados por el efecto multipath (multi-trayectoria) ya que su entorno se encuentra libre de superficies reflectivas que puedan ocasionar ese efecto.



**Fig. 4-3:** Ubicación de los puntos de la Red Geodésica  
**Fuente:** Autor

**Tabla III** Distancias entre la placa IGM y los puntos de la Red.

DISTANCIA (M)	PLACA 1	PLACA 2	PLACA 3	PLACA 4	PLACA 5	PLACA 6	PLACA 7	PLACA 8
PLACA IGM	1002.58	1438.49	1048.1	609.05	612.179	607.259	1075.31	815.457

**Fuente:** Autor

### 4.3. Monumentación de la Red Geodésica ESPOL

La monumentación cumple con los requisitos estándar de una instalación de carácter geodésico de primer orden en lo concerniente a su estabilidad, durabilidad, mantenimiento, acceso y documentación.

**Tabla IV** Dimensiones de los Hitos

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (m)
BASE SUPERIOR	0.25 X 0.25
BASE INFERIOR	0.30 X 0.30
ALTURA	0.2
PROFUNDIDAD	0.6

**Fuente:** (IGM, REGME, 2015)

Los hitos de hormigón fueron elaborados según sugiere el IGM para los mojones Tipo IGM-B, según indica la tabla IV.

Para identificar las placas se inscribió: Nombre de la Institución, Escuela Superior Politécnica del Litoral con su respectivo escudo. Nombre de la placa, ESPOL 1 hasta ESPOL 8. Año de la elaboración de la red: 2015.

A continuación se detallan las ubicaciones y monumentaciones realizadas con los ocho vértices de la red.

La placa ESPOL-1, se encuentra empotrada en un hito de hormigón ubicado al borde este del canal de descarga del lago PARCON.



**Foto 4-1:** A: Ubicación de Placa ESPOL-1, B: Monumentación  
**Fuente:** Autor

La placa ESPOL-2, se encuentra empotrada en el lado oeste de la acera de la vía de ingreso a la ESPOL desde la Vía Perimetral, a unos 30 metros aproximadamente de la garita.



**Foto 4-2:** A: Ubicación de Placa ESPOL-2, B: Monumentación  
**Fuente:** Autor

La placa ESPOL-3 se encuentra en la vía de acceso a la ESPOL desde la vía Perimetral, a unos 750 metros de la garita. Al sur del Centro de Tecnologías de Información (PARCON ESPOL).



**Foto 4-3:** A: Ubicación de Placa ESPOL-3, B: Monumentación  
**Fuente:** Autor

La placa ESPOL-4, se encuentra empotrada en acera del parqueadero del colegio COPOL, que se ubica al lado de área deportiva.



**Foto 4-4:** A: Ubicación de Placa ESPOL-4, B: Monumentación  
**Fuente:** Autor

La placa ESPOL-5, se encuentra empotrada en el bordillo de acera del parqueadero ubicado al lado del conjunto residencial de profesores. Cerca del sector donde la ESPOL desarrolla el proyecto de Huella Ecológica.



**Foto 4-5:** A: Ubicación de Placa ESPOL-5, B: Monumentación  
**Fuente:** Autor

La placa ESPOL-6, se encuentra en la esquina sur-este de la losa superior de bloque que se encuentra junto al parqueadero de la FICT.



**Foto 4-6:** A: Ubicación de Placa ESPOL-6, B: Monumentación  
**Fuente:** Autor

La placa ESPOL-7, se encuentra en acera ubicada al norte del área deportiva frente a la FIEC.



**Foto 4-7:** A: Ubicación de Placa ESPOL-7, B: Monumentación  
**Fuente:** Autor

La placa ESPOL-8, se encuentra en el CENAE, área de práctica para la Carrera de Agropecuaria.

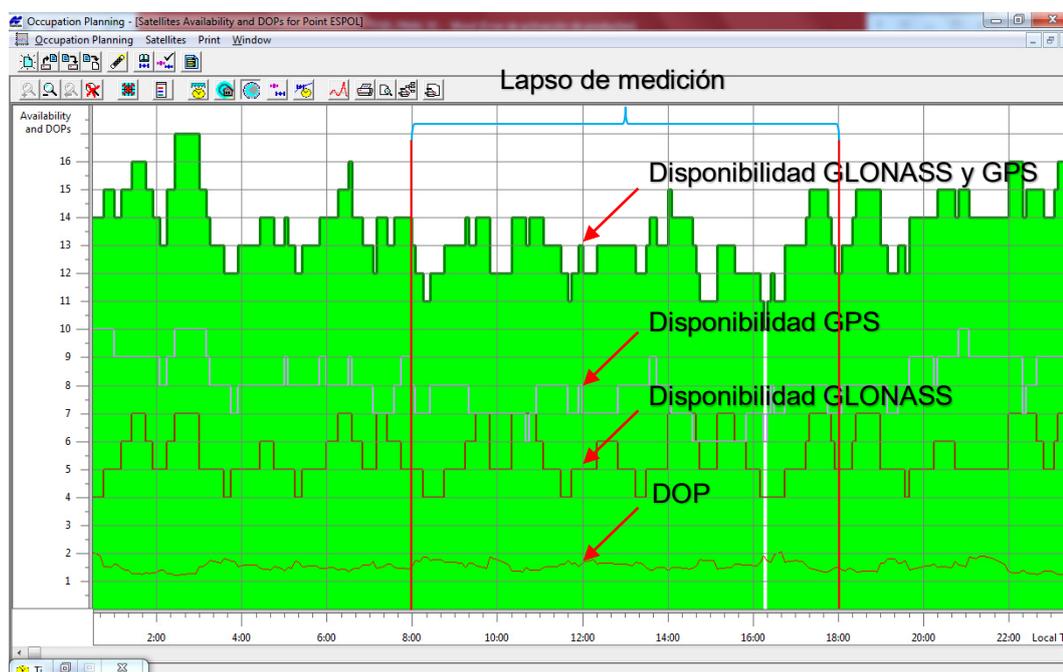


**Foto 4-8:** A: Ubicación de Placa ESPOL-8, B: Monumentación  
**Fuente:** Autor

## 4.4. Georreferenciación de la Red Geodésica

### 4.4.1. Trabajo de Campo

Antes de iniciar los trabajos de campo, se realizó un ejercicio para estimar la presencia de los satélites y el DOP de ciertos días específicos, y se estableció que las mejores condiciones empezaban en el mes de abril del 2015. Por lo que se definió que el día seis de abril iniciaban las mediciones. La figura 4.4 indica que habrá un mínimo de once satélites y un DOP menor a 4. Lo que facilitará que los datos a obtener tengan un grado de confianza.



**Fig. 4-4:** Lapso de medición, Disponibilidad de Satélites y DOP.  
**Fuente:** Autor

Habiendo ubicado e instalado las placas para la red, se procede definir desde que punto de referencia con coordenadas y altitud conocida se enlazará.

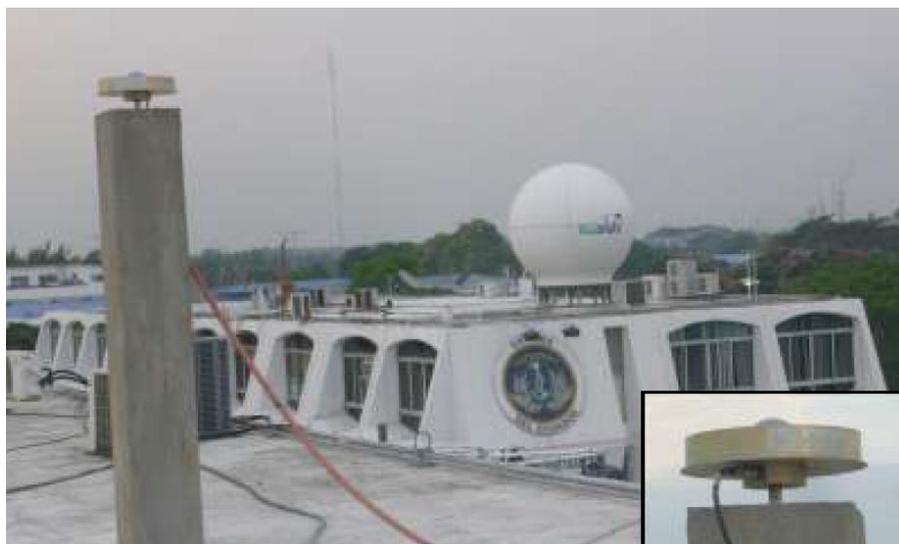
El enlace altimétrico se lo realizó a partir de la placa del Instituto Geográfico Militar IGM C-C-M-P-4 ubicado a la altura del reservorio de Agua Potable dentro del campus. Ingresando a la ESPOL siguiendo la ruta hacia el lago, al llegar a las viviendas de profesores avanzar por la vía asfaltada aproximadamente 110 metros; la placa se la encuentra del lado derecho de la vía empotrada en una losa. La altura geométrica que la monografía hace referencia es de 115.305 m.s.n.m.



**Fig. 4-5:** A: Placa IGM C-C-M-P-4, B: Enlace con Placa IGM  
**Fuente:** Autor

El enlace de coordenadas se la realizó con la estación de monitoreo continuo de la ciudad de Guayaquil – GUEC, ubicada en el tercer piso del edificio

principal del INOCAR, Instituto Oceanográfico de la Armada, en la ciudad de Guayaquil, Av. 25 de Julio vía Puerto Marítimo, Base Naval Sur.



**Fig. 4-6** Estación permanente GUEC en el INOCAR.  
**Fuente:** (IGM, REGME, 2015)

La tabla V muestra las coordenadas de la estación GUEC, cuyo Datum es el SIRGAS 95, el cual se define como idéntico al datum WGS 84. (SIRGAS, 2015)

**Tabla V** Coordenadas oficiales de Estación GUEC

<b>Coordenadas Planas Geodésicas</b>	
Latitud	02° 16' 17.9986" S
Longitud	79° 54' 14.3465" W
Altura Elipsoidal	32.414 m.
<b>Coordenadas Planas (UTM 17 SUR)</b>	
Norte	9748865.093 m.
Este	621871.268 m.

**Fuente:** (IGM, REGME, 2015)

#### **4.4.1.1. Medición con Receptores GNSS**

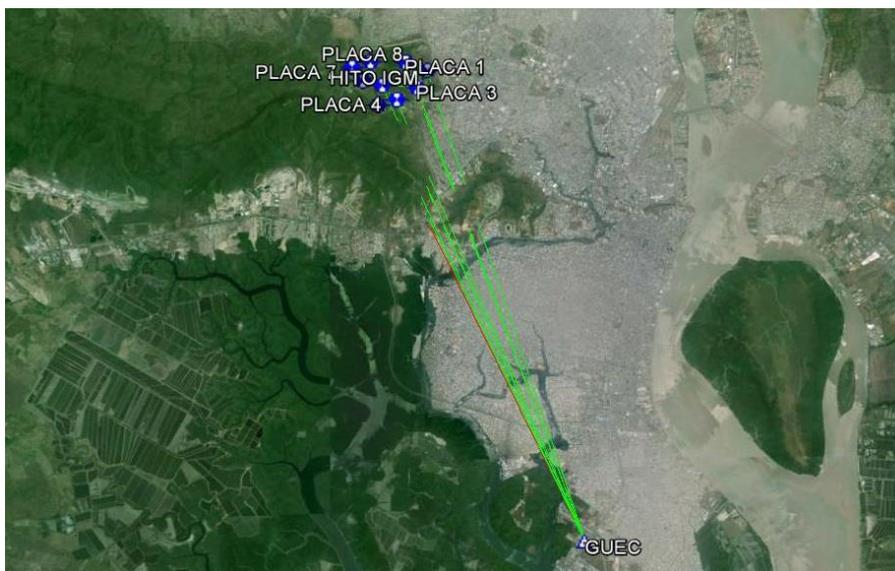
Para la georreferenciación de las placas ya descritas, se utilizaron los receptores GNSS marca TOPCON modelo Hiper II, usando la modalidad estática; la cual consiste en que los receptores GNSS reúnen datos “crudos” simultáneamente desde todos los satélites disponibles mientras permanecen estacionarios en sus respectivos puntos. Normalmente se utiliza este método en distancias largas y para obtener una elevada precisión. A partir de esas observaciones se obtienen posicionamientos relativos entre las estaciones, de manera que si se consideran conocidas las coordenadas absolutas de una de ellas se determinan las coordenadas de las demás.

Para establecer la metodología, es muy importante la longitud de las líneas base que se manejan entre los puntos de interés, en este caso los vértices de la red. De esto dependen factores como períodos de medición, frecuencias y número de equipos. Es bien conocido en términos de GPS la distorsión de la señal debido al paso del tren de ondas electromagnéticas por la ionosfera, que finalmente se traduce en un error en la posición obtenida; sin embargo, los modelos de corrección ionosférica permiten efectuar el ajuste para separaciones cortas entre estaciones (10 a 15 km) con equipos de frecuencia sencilla, y en casos de longitudes largas con la ayuda de cálculos de desfases con equipos de doble frecuencia.

El objetivo de éste método se basa en que durante la observación, los receptores realizan registros continuos de fase portadora con un mínimo de cinco satélites.

Con el fin de obtener una mayor fiabilidad se decidió realizar observaciones de mínimo 50 minutos de duración entre el punto estacionario y los móviles, ya que los receptores deben registrar datos durante un cierto periodo de tiempo y hay que tener en cuenta factores como la longitud de la línea base (a mayor distancia entre vértices se necesita mayor tiempo de observación para procesar las líneas base), hay que tener en cuenta el número de satélites y la geometría (DOP).

La medición se realizó tomando como punto estacionario por el lapso de nueve horas al receptor GNSS base sobre la placa del IGM dentro de la ESPOL. Durante este tiempo se enlazó el receptor GNSS base con el receptor GNSS móvil que se colocó sobre cada una de las ocho placas que conforman la red geodésica durante un lapso aproximado de 50 minutos en cada una de ellas. La longitud más distante dentro de la red fue entre la placa IGM y la placa ESPOL-2 de aproximadamente 1.4 km.



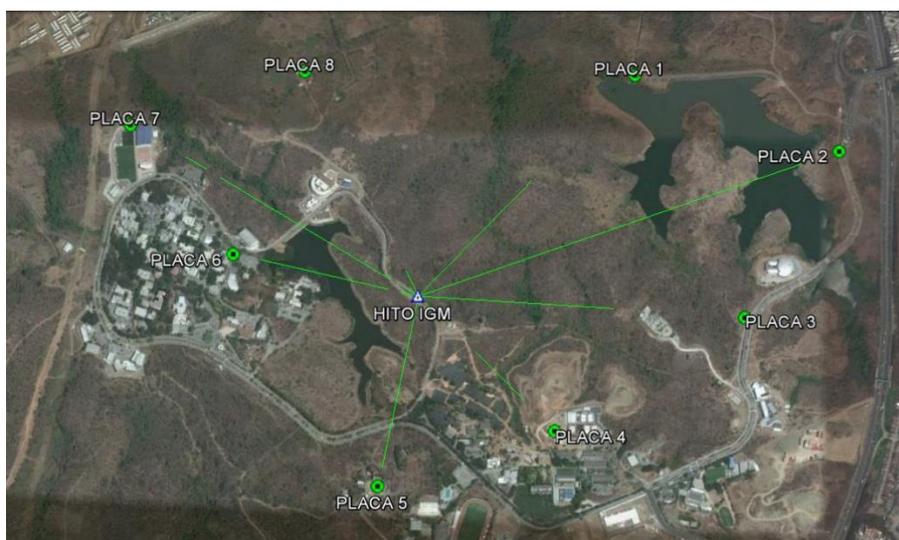
**Fig. 4-7:** Enlace entre la estación GUAYAQUIL-GUEC de la REGME con la placa IGM y la Red Geodésica en la ESPOL  
**Fuente:** Autor

Al mismo tiempo que se enlazó el sistema antes mencionado, se estuvo georreferenciando también la placa IGM (que sirvió de base para el enlace interno de la red) con la estación permanente GUAYAQUIL-GUEC.

La fórmula sugerida para calcular el tiempo de observación GPS según las Especificaciones Técnicas Generales para la realización de Cartografía Básica a cualquier escala del IGM es de  $= 30\text{minutos} + (2\text{minutos} * \text{Distancia en km})$ .

La distancia entre la placa IGM con la estación permanente GUAYAQUIL-GUEC es de aproximadamente 15 Km, por lo que el tiempo mínimo requerido de enlace entre ambos puntos es de 60 minutos; sin embargo, el tiempo de

medición fue de 540 minutos que corresponden las nueve horas que se enlazó continuamente el punto estacionario de la placa IGM con la red geodésica.



**Fig. 4-8:** Enlace entre la placa IGM y la Red Geodésica en la ESPOL  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-9:** Georreferenciación placa ESPOL-1  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-10:** Georreferenciación placa ESPOL-2  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-11:** Georreferenciación placa ESPOL-3  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-12:** Georreferenciación placa ESPOL-4  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-13:** Georreferenciación placa ESPOL-5  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-14:** Georreferenciación placa ESPOL-6  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-15:** Georreferenciación placa ESPOL-7  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-16:** Georreferenciación placa ESPOL-8  
**Fuente:** Autor

#### 4.4.1.2. Nivelación Geométrica

Los receptores GNSS aparte de obtener con precisión las coordenadas de un punto, también obtienen su altura. A esta altura se la denomina elipsoidal, la cual es medida a partir del elipsoide del datum con el que se encuentra configurado el equipo al momento de la medición.

Para aprovechar el potencial de la tecnología GNSS, se pueden obtener alturas ortométricas, siempre que se pueda determinar la relación entre los sistemas de altura físico y geométrico, a través de la conocida fórmula aproximada:

$$H = h - N$$

H= Altura ortométrica

h= Altura elipsoidal

N= Separación Geoide - Elipsoide

Para el caso de este estudio, se enlazó la cota sobre el nivel del mar de la placa del IGM dentro de la ESPOL con las demás placas de la red geodésica siguiendo el método de nivelación geométrica.



**Foto 4-17:** Nivelación de placa ESPOL-1  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-18:** Nivelación de placa ESPOL-2  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-19:** Nivelación de placa ESPOL-3  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-20:** Nivelación de placa ESPOL-4  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-21:** Nivelación de placa ESPOL-5  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-22:** Nivelación de placa ESPOL-6  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-23:** Nivelación de placa ESPOL-7  
**Fuente:** Autor



**Foto 4-24:** Nivelación de placa ESPOL-8  
**Fuente:** Autor

#### **4.4.2. Trabajo de Oficina**

##### **4.4.2.1. Proceso de Datos obtenidos con Receptores GNSS**

Usando el programa Topcon Tools se procede a realizar el post-proceso de los datos obtenidos en campo. A partir del punto fijo, se pudo obtener las coordenadas de las estaciones que permitieron georreferenciar la red de control. Los parámetros a considerar para este tipo de proceso son los siguientes:

- Tiempo de observación: No menor a 50 minutos. El tiempo dependerá de las distancias entre los vértices a medir.

- Intervalo de captura máximo: 30 segundos
- Angulo de elevación máximo: 10 grados. El ángulo dependerá de los obstáculos que se presenten en el horizonte.
- PDOP máximo: 4
- Cantidad mínima de satélites: 11

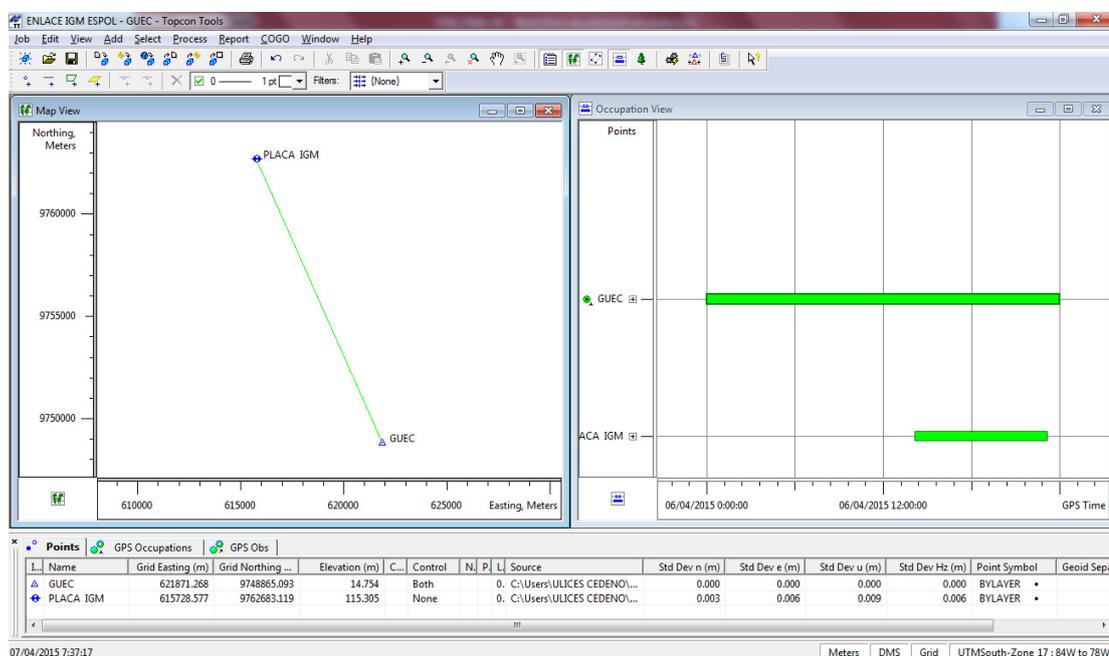
La exactitud de la red al 95% de confiabilidad debe ser mejor o igual a  $\pm 2$  centímetros.

En esta etapa se debe tener en cuenta la carga de la totalidad de las líneas y su condición de fijas; en caso contrario, de no cargarse las líneas necesarias o que algunas sean flotantes en lugar de fijas, se deben cargar por separado las líneas faltantes y depurar los datos eliminando los satélites que presenten información con demasiada varianza, cortes en su aparición o poca información. En ningún momento pueden quedar menos de once satélites aportando datos. Además, pueden eliminarse periodos de toma al inicio o fin de la sesión de trabajo.

Una vez se encuentran todas las líneas fijas se efectúa el segundo procesamiento consistente en el cálculo de la red de vectores previamente cargados, obteniendo un reporte del método Chi-cuadrado, indicando si los resultados del ajuste de la red aprueban con un 95% de confianza. Este

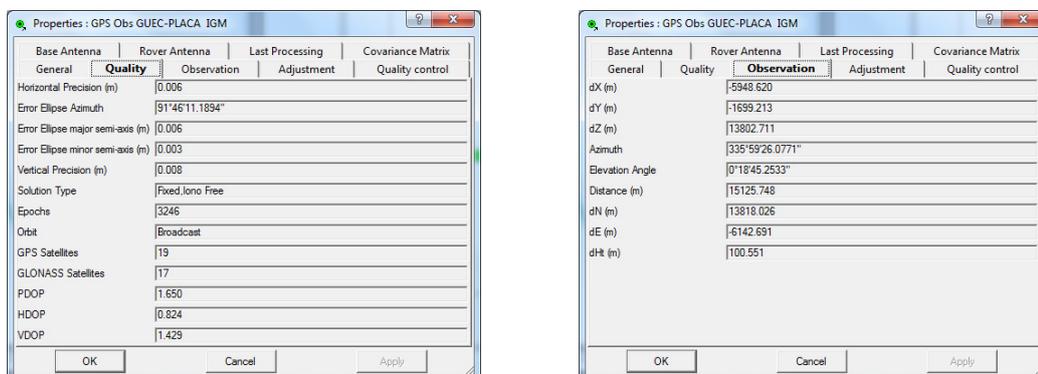
procesamiento se complementa fijando las coordenadas de los puntos de control horizontal y vertical, y adoptando una estrategia de pesos adecuada a los resultados obtenidos en el procesamiento de las líneas. Una vez aprueba el test genera un reporte estadístico de precisiones con las coordenadas finales y los errores obtenidos por punto. Como efecto de contrastar resultados, se procedió a realizar el post-proceso con dos escenarios distintos:

1. Se procesó individualmente el enlace entre la estación GUEC ubicada en el INOCAR con la placa IGM ubicada en la ESPOL. Posteriormente, con el valor de la coordenada ajustada de la placa IGM, se enlazaron las ocho placas que conforman la Red Geodésica.

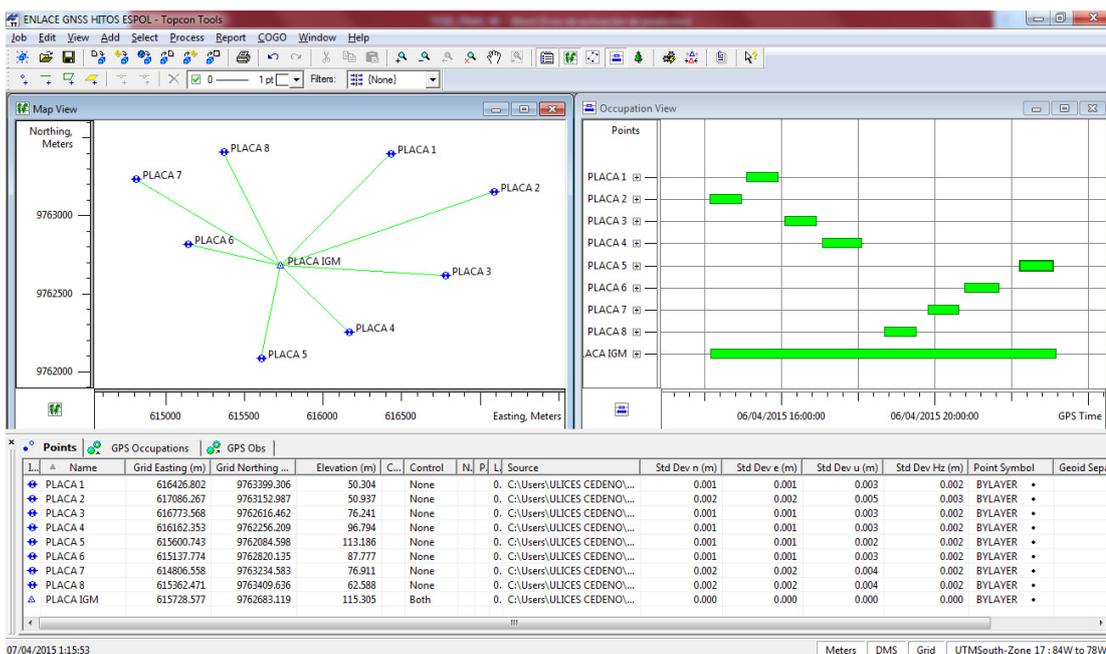


**Fig. 4-9:** Ajuste entre la estación GUEC y la placa IGM

**Fuente:** Autor

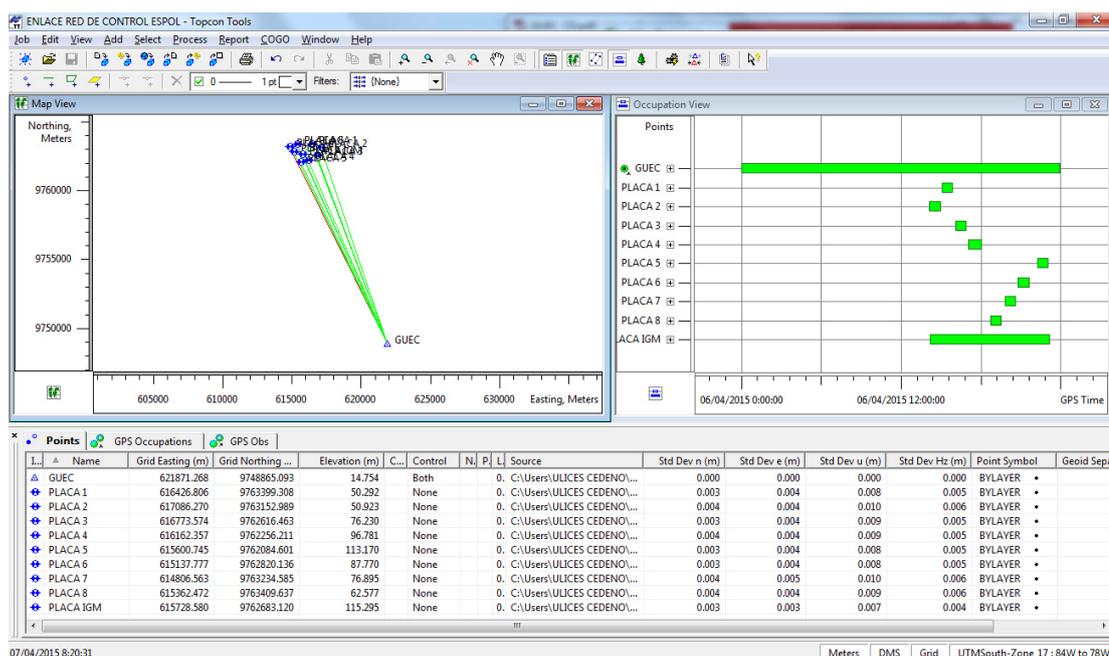


**Fig. 4-10:** Parámetros de medición.  
A la izquierda, Condiciones. A la derecha, Observaciones.  
**Fuente:** Autor



**Fig. 4-11:** Ajuste entre la placa IGM y la Red  
**Fuente:** Autor

2. Para este segundo caso, se procesaron todos los datos conjuntamente. Es decir, se incluyeron en el proceso para generar una triangulación los datos de la placa IGM, los de la red y de la estación GUEC.



**Fig. 4-12:** Medición con receptores GNSS realizando la triangulación entre Red Geodésica, placa IGM y Estación GUEC

Fuente: Autor

#### 4.4.2.2. Proceso de Datos de Nivelación Geométrica

Con los datos obtenidos en campo se procede a realizar el cálculo de cotas de la red, considerando la siguiente tolerancia admisible para la altimetría según especificaciones técnicas del IGM:

Error altimétrico en mm  $\rightarrow e \leq 4\text{mm}\sqrt{k}$  donde  $k$ = la distancia en kilómetros nivelados de ida y vuelta.

Según las tablas de cálculo de cotas presentadas en los anexos, no se tienen incertidumbres mayores a 4mm.

#### 4.4.2.3. Resultados

Considerando los dos escenarios para el proceso de datos, las siguientes tablas muestran los tiempos requeridos según la ecuación sugerida por el IGM y los tiempos que se tomaron en la medición.

**Tabla VI** Tiempo de medición entre Placa IGM y puntos de la Red.

VECTOR	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO TEÓRICO (MINUTO)	TIEMPO PRÁCTICO (MINUTO)	REFERENCIA UBICACIÓN PLACA
PLACA IGM-GUEC	15125.748	60.251	541.000	INOCAR
PLACA IGM-PLACA 1	1002.577	32.005	50.330	LAGO PARCON
PLACA IGM-PLACA 2	1438.491	32.877	49.000	GARITA PERIMETRAL
PLACA IGM-PLACA 3	1048.103	32.096	51.500	PARCON
PLACA IGM-PLACA 4	609.050	31.218	62.500	COPOL
PLACA IGM-PLACA 5	612.179	31.224	52.000	RESIDENCIAS
PLACA IGM-PLACA 6	607.259	31.215	55.000	PARQUEO FICT
PLACA IGM-PLACA 7	1075.307	32.151	49.330	COLISEO FIEC
PLACA IGM-PLACA 8	815.457	31.631	50.330	CENAE

Fuente: Autor

**Tabla VII** Tiempo de medición entre estación GUEC y puntos de la Red.

VECTOR	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO TEÓRICO (MINUTO)	TIEMPO PRÁCTICO (MINUTO)	REFERENCIA
GUEC-PLACA IGM	15125.748	60.251	541.000	INOCAR
GUEC-PLACA 1	15524.091	61.048	50.330	LAGO PARCON
GUEC-PLACA 2	14275.706	58.551	49.000	GARITA PERIMETRAL
GUEC-PLACA 3	14669.340	59.339	51.500	PARCON
GUEC-PLACA 4	14560.895	59.122	62.500	COPOL
GUEC-PLACA 5	14635.069	59.270	52.000	RESIDENCIAS
GUEC-PLACA 6	15498.407	60.997	55.000	PARQUEO FICT
GUEC-PLACA 7	16016.141	62.032	49.330	COLISEO FIEC
GUEC-PLACA 8	15938.263	61.877	50.330	CENAE

Fuente: **Autor**

El tiempo medido en campo no satisface el tiempo requerido si se considera el proceso del segundo escenario, debido a las distancias entre los vértices. Por tal razón se toman los valores de las coordenadas del primer escenario con su respectiva cota geométrica para definir la Red Geodésica.

**Tabla VIII** Coordenadas y cotas de la Red Geodésica de la ESPOL

DESCRIPCIÓN RED	PROYECCIÓN UTM ESTE (M)	PROYECCIÓN UTM NORTE (M)	COTA (MSNM)
GUEC	621871.268	9748865.093	14.749
PLACA IGM	615728.577	9762683.119	115.305
PLACA 1	616426.802	9763399.306	50.300
PLACA 2	617086.267	9763152.987	50.968
PLACA 3	616773.568	9762616.462	76.272
PLACA 4	616162.353	9762256.209	96.813
PLACA 5	615600.743	9762084.598	113.226
PLACA 6	615137.774	9762820.135	87.795
PLACA 7	614806.558	9763234.583	76.957
PLACA 8	615362.471	9763409.636	62.588

Fuente: Autor

## **4.5. Equipos**

### **4.5.1. Receptores GNSS**

Para la georreferenciación de la red se utilizaron los receptores GNSS marca Topcon, modelo Hiper II. Estos receptores reciben y procesan señales GNSS en las frecuencias L1 y L2, tanto en sistemas de navegación GPS y GLONASS.

### **4.5.2. Nivel Electrónico**

Para el levantamiento altimétrico se utilizó el nivel electrónico marca Topcon, modelo Orion 2LS. Este tipo de niveles tienen la ventaja de eliminar el error humano al leer la mira, ya que por medio de un botón se apunta a la estadia y el valor correspondiente se muestra en la pantalla.

# **CAPÍTULO 5**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

1. Analizando la desviación estándar del post-proceso de los dos escenarios de la red, se tiene que existe menos incertidumbre con el primer escenario; es decir, con el enlace entre la estación permanente del INOCAR y la placa IGM, y luego el enlace entre esta última con la red. Por tal razón se tomaron dichas coordenadas para la elaboración de las monografías.

2. El DOP que resultó de la medición fue menor a 4, lo cual indica que la distribución geométrica de los satélites en el tiempo de la medición fue satisfactoria.

## **5.2. Recomendaciones**

1. Valorando la desviación estándar, se recomienda el uso de las placas ESPOL-1, ESPOL-2, ESPOL-3 y ESPOL-8 para una georreferenciación. Sin embargo, los demás vértices son recomendables de igual manera; pero por su ubicación, se estima más tiempo en la medición según la presencia de los satélites en el horizonte.
2. Todos los vértices son recomendables para el enlace altimétrico. Sin embargo, realizar cada cierto tiempo comprobaciones de los datos, para verificar si se han producido asentamientos.
3. Para el uso de la red geodésica como vértices para una poligonal que se utilizan en los trabajos geomáticos, se deberá realizar el respectivo cálculo de coeficiente de escala. Para convertir las distancias geodésicas a las planas.
4. Periódicamente se deberá dar el respectivo mantenimiento a la Red y considerarlas cuando se planifique algún cambio de la infraestructura física de la Institución para que no se destruyan.

# **ANEXO**

# ANEXO A.: Monografía Placa C-C-M-P-4 del IGM

COMANDANCIA GENERAL DEL EJERCITO  
 INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR  
 FORM. IGM III 01-N

II DPTO. TRABAJOS DE CAMPO

**MONOGRAFIA DEL HITO DE NIVELACION**

NOMBRE DE LA LINEA COLINA DE LOS CEIBOS HOJON POLITECNICO PAIS ECUADOR PROVINCIA GUAYAS  
 AÑO 1984 LINEA N° 4 CANTON GUAYAQUIL  
 MOJON HITO: ) PLACA ( X ) CLAVO PARANQUIA O RECINTO LOS CEIBOS  
 ORDEN 1 ALTITUD 115.305 m. FECHA DE MONUMENTACION 1984  
 JEFE DE EQUIPO E. JARAMILLO

DESCRIPCION:  
 A LARGO DE LA CARRETERA GUAYAQUIL SALINAS  
 ENTRE COLINA CEIBOS Y HOJON POLITECNICO PARTIENDO DE (SITIO) PLACA  
XIV-67-2A EN CIUDADELA LOS CEIBOS  
 LA MARCA ESTA A 2.28 5.35 (MILLAS) (KM) AL LADO N-E DE LA RUTA A 5.00  
 METROS DE SU EJE Y SOBRESALE 0.00 CENTIMETROS DEL TERRENO  
 EL PUNTO ANTERIOR SE HALLA A 1.28 (MILLAS) (KM) DE DISTANCIA  
 UBICACION: LA PLACA SE ENCUENTRA EMPOTRADA EN LA BASE DE CEMENTO  
AL PIE DEL HOJON POLITECNICO EN LA CIMA DE LA LOMA  
EL HOJON QUEDA EN LOS TERRENOS DE LA ESCUELA POLITECNICA

REFERENCIAS PARA LLEGAR AL PUNTO	METROS	AZ. Mg.
DESDE <u>EJE DE VIA</u>	5.00	3.30
<u>ESQUINA S-E. DE HOJON</u>	0.30	270°

DESCRITO O RECUPERADO POR HERNAN HENA FECHA 14 ENERO / 84

CROQUIS N° 4

DIBUJO O FOTOGRAFIA DEL HITO

# ANEXO B.: Monografía Estación Guayaquil-GUEC



I N S T I T U T O  
*Geográfico Militar*

REGME - GUEC

## REGME

### RED GNSS DE MONITOREO CONTINUO DEL ECUADOR Formulario Informativo Estación de Monitoreo Continuo GUAYAQUIL – GUEC

#### 0. FORMULARIO

Preparado: Equipo Técnico REGME – CEPGE  
Autor: Geo. David Mejía L.  
Revisado: Ing. Guillermo Freire C.  
Fecha: 13 de octubre de 2014  
Actualización: 13 de octubre de 2014  
Versión: 6.00



#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS

Nombre de la Estación: Guayaquil  
Identificación de la Estación: GUEC  
Código Internacional:  
Información Adicional: [guc\\_20141014.log](#) (log file Vigente)  
Propietario Equipos: IGM – Ecuador  
Responsable mantenimiento: CEPGE  
e-mail contacto: [cepge@mail.igm.gob.ec](mailto:cepge@mail.igm.gob.ec)

#### 2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN

Provincia: Guayas  
Ciudad : Guayaquil  
Tipo de Monumentación: Pilar de concreto de 2.30m de alto, en el centro se encuentra empotrado el dispositivo de centrado forzoso: (CF-IGM-IBGv1).  
Ubicación: La estación se encuentra ubicada en el tercer piso del edificio principal del INOCAR, Instituto Oceanográfico de la Armada, en la ciudad de Guayaquil, Av. 25 DE Julio vía puerto Marítimo, Base Naval Sur.



Estación de Monitoreo Continuo GUEC



### 3. COORDENADAS OFICIALES

ITRF: 94  
DATUM: SIRGAS 95  
EPOCA DE REFERENCIA: 1995.4  
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: GRS80

Coordenadas Geodésicas			
Latitud:	02° 16' 17.9986" S	Sigma:	0.012 m.
Longitud:	79° 54' 14.3465" W	Sigma:	0.001 m.
Altura Elipsoidal:	32.414 m.	Sigma:	0.012 m.
Altura Nivelada *:		Fuente:	IGM - CEPGE
Coordenadas Planas (UTM 17 SUR)			
Norte:	9748865.093 m.	Sigma:	0.001 m.
Este:	621871.268 m.	Sigma:	0.012 m.

\*Altura Trigonométrica, referida al nivel medio del mar; con origen en el mareógrafo de La Libertad.

**Nota:** Las coordenadas semanales fijas de esta estación se pueden encontrar en la página web de SIRGAS, en la siguiente dirección: <http://www.sirgas.org/index.php?id=153>

### 4. INFORMACIÓN DEL EQUIPO GNSS

#### 4.1 Receptor

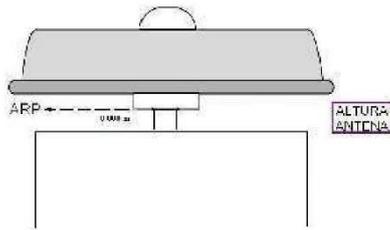
4.1.1 Tipo de Receptor: TRIMBLE NETR9  
Número de Serie: 5044K71335  
Versión del Firmware: 4.62  
Sistema Satelital: GPS+GLONASS  
Fecha de Instalación: 19 / Septiembre / 2014

#### 4.2 Antena

4.2.1 Tipo de Antena: GNSS Choke TRM59800.00  
Número de Serie: 34353905  
Sistema Satelital: GPS+GLONAS  
Altura de la Antena: 0.0090m.  
Detalle de Altura: Distancia vertical desde el tope del dispositivo de centrado forzoso hasta el ARP (Antenna Reference Point). Ver figura inferior.  
Cúpula (RADOME): Ninguna (NONE)  
Fecha de instalación: 19 / Septiembre / 2014

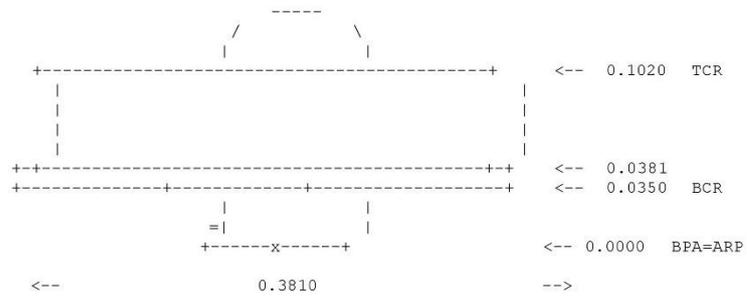


#### 4.3 Esquema de Altura de la Antena



4.3.1 Esquema de la Antena

TRM59800.00



[Información acerca de la antena](#)



I N S T I T U T O  
*Geográfico Militar*

REGME - GUEC

## 5. SENSOR METEREOLÓGICO

### 5.1 Detalles Técnicos Sensor

5.1.1	Modelo de sensor:	MET A4
	Fabricante sensor:	Paroscientific, Inc.
	Numero de serie:	128683
	Intervalo de registro:	60 segundos
	Altura de sensor:	2.00 m.
	Información obtenida:	Humedad, Presión, Temperatura
	Fecha de Instalación:	11 de Noviembre de 2013



ESTACION METEREOLÓGICA GUEC



I N S T I T U T O  
*Geográfico Militar*

REGME - GUEC

---

## 6. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Observables:** (8) C1, L1, D1, S1, P2, L2, D2, S2  
**Intervalo de Registro:** 1 y 30 segundos.  
**Ángulo de Máscara:** 0 grados  
**Archivo Diario:** Si  
**Formato de Archivo:** Rinex (v 2.11). Trimble Original (T02).  
**Servidor de Búsqueda:** [www.geoportaligm.gob.ec](http://www.geoportaligm.gob.ec) [www.igm.gob.ec](http://www.igm.gob.ec)  
**Transmite Correcciones Diferenciales por Internet en tiempo real:** **SI**

---

## 7. INFORMES Y CONTACTOS

7.1 Para información técnica REGME-CEPGE contactar:

**Agencia:** INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, Gestión Cartográfica, CEPGE GNSS  
**Dirección:** Av. Seniergues E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño, El Dorado. Quito.  
**Teléfono:** (593) (2) 39 75 100 al 130, extensión 2013  
**Fax:** (593) (2) 39 75 186  
**Página Web:** [www.igm.gob.ec](http://www.igm.gob.ec) [www.geoportaligm.gob.ec/index2.html](http://www.geoportaligm.gob.ec/index2.html)  
**Contacto:** Ing. David Cisneros.  
**E - mail:** [david.cisneros@mail.igm.gob.ec](mailto:david.cisneros@mail.igm.gob.ec)  
[cepge@mail.igm.gob.ec](mailto:cepge@mail.igm.gob.ec)  
**Contacto (2):** Lic. Alberto Chavez  
**E - mail:** [alberto.chavez@mail.igm.gob.ec](mailto:alberto.chavez@mail.igm.gob.ec)  
[cepge@mail.igm.gob.ec](mailto:cepge@mail.igm.gob.ec)

7.2 Para información sobre comercialización y adquisición de datos contactar:

**Agencia:** INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, Gestión Mercadotecnia  
**Dirección:** Av. Seniergues E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño, El Dorado. Quito  
**Teléfono:** (593) (2) 39 75 194 Ext.2508  
**Fax:** (593) (2) 39 75 194  
**Contactos:** Ing. Fabián Santamaría  
**E - mail:** [fabian.santamaria@mail.igm.gob.ec](mailto:fabian.santamaria@mail.igm.gob.ec)

7.3 Instituciones participantes

La REGME cuenta con el apoyo de las siguientes instituciones:

- **INOCAR**  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA  
[Inocar@inocar.mil.ec](mailto:Inocar@inocar.mil.ec)
- **IGM**  
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR ECUADOR  
[www.igm.gob.ec](http://www.igm.gob.ec)
- **SIRGAS**  
Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas  
[www.sirgas.org/](http://www.sirgas.org/)

## ANEXO C.: Tablas de Nivelación y Contranivelación

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
BM6	0.738		93.253	92.515
Φ	0.159	2.382	91.030	90.871
Φ	0.107	3.739	87.398	87.291
Φ	0.097	3.427	84.068	83.971
BM7	0.963	2.457	82.574	81.611
Φ	3.787	0.393	85.968	82.181
Φ	3.910	0.050	89.828	85.918
Φ	4.535	0.225	94.138	89.603
Φ	2.450	0.120	96.468	94.018
BM8	0.773	1.361	95.880	95.107
Φ	0.115	2.617	93.378	93.263
Φ	0.050	4.385	89.043	88.993
Φ	0.576	4.123	85.496	84.920
BM9		1.033		84.463
Φ	2.734	1.561	86.669	83.935
Φ	3.666	0.305	90.030	86.364
Φ	4.511	0.131	94.410	89.899
Φ	4.375	0.377	98.408	94.033
Φ	4.404	0.505	102.307	97.903
Φ	4.294	0.254	106.347	102.053
Φ	3.407	0.495	109.259	105.852
Φ	2.785	0.762	111.282	108.497
Φ	4.891	0.079	116.094	111.203
PLACA IGM	0.717	0.789	116.022	115.305
Φ	0.426	4.821	111.627	111.201
Φ	0.609	3.604	108.632	108.023
Φ	0.053	4.303	104.382	104.329
Φ	0.112	4.153	100.341	100.229
Φ	0.219	3.794	96.766	96.547
Φ	0.180	3.639	93.307	93.127
Φ	0.265	4.076	89.496	89.231
Φ	0.194	4.162	85.528	85.334
Φ	1.131	1.605	85.054	83.923

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
BM9	3.126	0.594	87.586	84.460
Φ	3.006	0.294	90.298	87.292
Φ	3.121	0.044	93.375	90.254
Φ	2.664	0.183	95.856	93.192
BM8	1.430	0.748	96.538	95.108
Φ	0.145	2.821	93.862	93.717
Φ	0.359	4.090	90.131	89.772
Φ	0.114	3.396	86.849	86.735
Φ	0.127	3.842	83.134	83.007
Φ	2.063	2.043	83.154	81.091
BM7		1.553		81.601
Φ	3.051	0.393	85.812	82.761
Φ	2.881	0.240	88.453	85.572
Φ	3.140	0.165	91.428	88.288
Φ	1.437	0.029	92.836	91.399
BM6		0.324	92.512	92.512

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
PLACA 4	0.133		96.944	96.811
Φ	0.016	3.969	92.991	92.975
Φ	0.250	3.325	89.916	89.666
Φ	0.485	2.825	87.576	87.091
Φ	2.469	0.375	89.670	87.201
Φ	2.457	1.312	90.815	88.358
Φ	1.198	0.589	91.424	90.226
PUNTO	2.253	1.127	92.550	90.297
Φ	1.448	0.837	93.161	91.713
BM6	0.641	0.648	93.154	92.513
Φ	0.556	1.555	92.155	91.599
PUNTO		1.856		90.299
Φ	1.272	1.980	91.447	90.175
Φ	0.554	1.729	90.272	89.718
Φ	0.637	1.874	89.035	88.398
Φ	2.118	2.647	88.506	86.388
Φ	2.480	0.928	90.058	87.578

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
Φ	3.198	0.391	92.865	89.667
Φ	3.470	0.457	95.878	92.408
Φ	1.353	0.278	96.953	95.600
PLACA 4		0.136		96.817

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
PLACA 5	1.422		114.650	113.228
Φ	0.221	3.289	111.582	111.361
Φ	0.364	3.825	108.121	107.757
Φ	0.172	3.337	104.956	104.784
Φ	0.319	3.390	101.885	101.566
Φ	0.120	3.548	98.457	98.337
BMR	0.394	3.403	95.448	95.054
Φ	0.307	3.136	92.619	92.312
Φ	0.298	3.637	89.280	88.982
Φ	1.233	4.138	86.375	85.142
Φ	1.292	2.685	84.982	83.690
BM9	0.590	0.520	85.052	84.462
Φ	1.877	1.571	85.358	83.481
Φ	2.163	0.480	87.041	84.878
Φ	4.656	0.381	91.316	86.660
Φ	4.437	0.015	95.738	91.301
BMR		0.693		95.045
Φ	4.870	0.038	100.570	95.700
Φ	3.896	0.296	104.170	100.274
Φ	4.838	0.084	108.924	104.086
Φ	4.853	0.008	113.769	108.916
PLACA 5		0.545		113.224

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
BM1	3.596		70.942	67.346
Φ	3.674	0.027	74.589	70.915
Φ	3.991	0.198	78.382	74.391

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
Φ	3.743	0.259	81.866	78.123
Φ	3.765	0.248	85.383	81.618
BM2	3.741	0.132	88.992	85.251
Φ	3.612	0.088	92.516	88.904
Φ	0.029	0.610	91.935	91.906
BM3		0.446		91.489
Φ	0.845	2.673	90.107	89.262
Φ	3.435	0.310	93.232	89.797
BM4		2.392		90.840
Φ	3.194	0.162	96.264	93.070
Φ	0.980	0.914	96.330	95.350
BM5		1.753		94.577
Φ	0.048	2.225	94.153	94.105
BM6	1.617	1.640	94.130	92.513
Φ	2.375	0.025	96.480	94.105
Φ	0.826	1.210	96.096	95.270
Φ	0.080	2.727	93.449	93.369
BM		1.622		91.827
Φ	0.069	2.319	91.199	91.130
Φ	2.111	2.560	90.750	88.639
Φ	2.448	0.038	93.160	90.712
Φ	0.323	2.057	91.426	91.103
Φ	0.298	3.324	88.400	88.102
BM2		3.153		85.247
Φ	0.104	3.916	84.588	84.484
Φ	0.213	3.516	81.285	81.072
Φ	0.268	3.384	78.169	77.901
Φ	0.232	2.583	75.818	75.586
Φ	0.216	3.177	72.857	72.641
Φ	0.237	2.693	70.401	70.164
BM1		3.057		67.344

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
PLACA 2	0.662		51.630	50.968
Φ	0.748	2.087	50.291	49.543

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
Φ	0.664	2.181	48.774	48.110
BM	0.654	2.152	47.276	46.622
BP	1.130	2.129	46.277	45.147
Φ	2.839	0.807	48.309	45.470
Φ	3.485	0.363	51.431	47.946
Φ	2.914	0.083	54.262	51.348
Φ	2.853	0.288	56.827	53.974
Φ	3.276	0.309	59.794	56.518
Φ	3.121	0.162	62.753	59.632
Φ	3.361	0.109	66.005	62.644
Φ	3.686	0.032	69.659	65.973
BM1		2.314		67.345
Φ	3.525	0.307	72.877	69.352
Φ	2.737	0.506	75.108	72.371
Φ	2.735	0.626	77.217	74.482
PLACA 3	0.987	0.945	77.259	76.272
Φ	0.560	2.778	75.041	74.481
Φ	0.291	3.077	72.255	71.964
Φ	0.390	2.667	69.978	69.588
BM1	0.128	2.632	67.474	67.346
Φ	0.046	3.418	64.102	64.056
Φ	0.170	3.723	60.549	60.379
Φ	0.423	3.652	57.320	56.897
Φ	0.403	3.525	54.198	53.795
Φ	0.370	3.378	51.190	50.820
Φ	0.122	4.007	47.305	47.183
Φ	1.380	2.159	46.526	45.146
BP		1.379		45.147
Φ	2.283	1.066	47.743	45.460
BM	2.139	1.118	48.764	46.625
Φ	2.134	0.721	50.177	48.043
Φ	2.059	0.665	51.571	49.512
Φ	1.461	0.731	52.301	50.840
PLACA 2		1.330		50.971

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
PLACA 2	0.805		51.776	50.971
Φ	1.335	2.552	50.559	49.224
Φ	1.379	2.210	49.728	48.349
Φ	0.676	0.907	49.497	48.821
Φ	0.917	2.993	47.421	46.504
Φ	1.264	1.715	46.970	45.706
Φ	1.375	1.356	46.989	45.614
Φ	1.456	1.467	46.978	45.522
Φ	1.511	1.432	47.057	45.546
Φ	1.636	1.500	47.193	45.557
Φ	2.963	0.230	49.926	46.963
Φ	1.477	0.122	51.281	49.804
PLACA 1	0.538	0.979	50.840	50.302
Φ	0.528	3.862	47.506	46.978
Φ	1.498	1.961	47.043	45.545
Φ	1.400	1.463	46.980	45.580
Φ	1.378	1.433	46.925	45.547
Φ	1.386	1.327	46.984	45.598
Φ	1.491	1.323	47.152	45.661
Φ	1.768	1.451	47.469	45.701
Φ	2.259	1.030	48.698	46.439
Φ	1.126	0.150	49.674	48.548
Φ	1.707	1.741	49.640	47.933
Φ	1.508	0.452	50.696	49.188
Φ	2.552	1.056	52.192	49.640
PLACA 2		1.223		50.969

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
PLACA IGM	0.787		116.092	115.305
Φ	1.559	4.785	112.866	111.307
Φ	0.196	2.160	110.902	110.706
BM1´		2.569		108.333
Φ	0.177	4.062	107.017	106.840
Φ	0.244	4.199	103.062	102.818
Φ	0.181	4.889	98.354	98.173

<b>PUNTO</b>	<b>LECTURA ATRÁS</b>	<b>LECTURA ADELANTE</b>	<b>COTA + L ATRÁS (H+I)</b>	<b>COTA</b>
Φ	0.183	4.772	93.765	93.582
Φ	0.289	4.683	89.371	89.082
BM2´	0.102	4.625	84.848	84.746
Φ	0.937	3.972	81.813	80.876
Φ	1.365	1.295	81.883	80.518
Φ	1.513	1.497	81.899	80.386
Φ	3.826	0.615	85.110	81.284
BM3´		1.251		83.859
Φ	0.044	2.451	82.703	82.659
Φ	0.878	4.325	79.256	78.378
Φ	1.123	1.716	78.663	77.540
Φ	0.973	1.938	77.698	76.725
BM4´		1.233		76.465
Φ	1.689	1.588	77.799	76.110
Φ	1.511	0.776	78.534	77.023
BM5´	2.763	2.302	78.995	76.232
Φ	3.814	0.429	82.380	78.566
Φ	3.564	0.148	85.796	82.232
BM6´	0.564	0.227	86.133	85.569
HITO GLP		0.500		85.633

<b>PUNTO</b>	<b>LECTURA ATRÁS</b>	<b>LECTURA ADELANTE</b>	<b>COTA + L ATRÁS (H+I)</b>	<b>COTA</b>
PLACA IGM	0.198		115.503	115.305
Φ	0.650	0.972	115.182	114.532
Φ	0.336	2.655	112.863	112.527
Φ	0.429	2.723	110.568	110.140
BM1´		2.243		108.325
Φ	0.201	2.840	107.929	107.728
Φ	0.527	2.796	105.660	105.133
Φ	0.317	2.856	103.122	102.805
Φ	0.167	2.893	100.396	100.229
Φ	0.278	2.862	97.812	97.534
Φ	0.342	2.960	95.194	94.852
Φ	0.195	2.795	92.595	92.400

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
Φ	0.521	2.683	90.433	89.913
Φ	0.212	2.848	87.798	87.586
Φ	0.106	2.849	85.055	84.949
BM2´		0.310		84.745
Φ	0.126	2.996	82.185	82.059
Φ	1.383	1.636	81.932	80.549
Φ	2.975	0.684	84.223	81.248
Φ	0.443	0.258	84.407	83.964
BM3´		0.544		83.863
Φ	0.243	2.633	82.017	81.774
Φ	0.214	2.773	79.458	79.244
Φ	0.985	1.997	78.446	77.461
BM4´	1.109	1.980	77.575	76.466
Φ	1.860	0.867	78.569	76.709
BM5´	2.015	2.333	78.251	76.236
Φ	2.538	0.469	80.319	77.782
Φ	2.778	0.528	82.569	79.792
Φ	2.737	0.525	84.782	82.045
Φ	2.075	0.348	86.508	84.434
BM6´		0.938		85.571
HITO GLP		0.870		85.639

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
PLACA 6	0.734		88.528	87.794
Φ	0.025	2.653	85.900	85.875
BM3*	2.011	2.039	85.872	83.861
Φ	2.926	0.260	88.538	85.612
PLACA 6		0.741		87.797

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
BM5*	1.970		78.202	76.232
Φ	1.614	1.285	78.531	76.917
Φ	1.298	1.287	78.542	77.244
PLACA 7	1.485	1.585	78.442	76.957
Φ	1.018	1.287	78.173	77.155

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
Φ	0.873	1.370	77.676	76.803
BM5*		1.443		76.233

PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	COTA + L ATRÁS (H+I)	COTA
PLACA 8	1.886		64.475	62.589
Φ	3.528	0.375	67.628	64.100
Φ	4.098	0.144	71.582	67.484
Φ	3.444	0.272	74.754	71.310
Φ	3.773	0.086	78.441	74.668
Φ	4.229	0.605	82.065	77.836
Φ	3.655	0.229	85.491	81.836
Φ	4.080	0.454	89.117	85.037
Φ	4.627	0.262	93.482	88.855
Φ	4.435	0.427	97.490	93.055
Φ	1.338	0.201	98.627	97.289
Φ	0.323	4.034	94.916	94.593
Φ	0.010	3.096	91.830	91.820
Φ	0.057	2.328	89.559	89.502
Φ	0.147	2.423	87.283	87.136
BM2*	2.270	2.538	87.015	84.745
Φ	2.298	0.718	88.595	86.297
Φ	3.229	0.193	91.631	88.402
Φ	3.803	0.169	95.265	91.462
Φ	3.880	0.228	98.917	95.037
Φ	0.209	1.758	97.368	97.159
Φ	0.244	3.570	94.042	93.798
Φ	0.284	4.238	90.088	89.804
Φ	0.201	3.709	86.580	86.379
Φ	0.209	3.972	82.817	82.608
Φ	0.512	4.083	79.246	78.734
Φ	0.258	4.325	75.179	74.921
Φ	0.396	3.989	71.586	71.190
Φ	0.183	4.586	67.183	67.000
Φ	0.521	3.083	64.621	64.100
PLACA 8		2.034		62.587

## ANEXO D.: Constelación GPS Marzo del 2015

Plano	Espacio	NORAD	Tipo SC	Fecha de Lanzamiento	Inicio de Operación	Fin de Operación	Tiempo de Vida (meses)	Nota
A	2	29486	IIR-M	25.09.06	13.10.06		102	
	4	32711	IIR-M	15.03.08	24.03.08		84.6	
	5	38833	II-F	04.10.12	14.11.12		28.9	
	6	39533	II-F	21.02.14	30.05.14		10.4	
	1	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		145.8	
B	2	36585	II-F	28.05.10	27.08.10		55.5	
	3	26407	II-R	16.07.00	17.08.00		175.9	
	4	29601	IIR-M	17.11.06	13.12.06		100	
	5	40534	II-F	25.03.15				En Fase de Desarrollo
	6	34661	IIR-M	24.03.09				Prueba de Vuelo
C	1	32384	IIR-M	20.12.07	02.01.08		87.3	
	3	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		132.3	
	4	28874	IIR-M	26.09.05	13.11.05		113	
	5	39166	II-F	15.05.13	21.06.13		21.7	
	1	28474	II-R	06.11.04	22.11.04		124.7	
D	2	37753	II-F	16.07.11	14.10.11		41.9	
	3	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		144.1	
	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		256.8	
	5	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		183.4	
	6	39741	II-F	17.05.14	10.06.14		10	
	1	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		178.4	
E	2	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		135	
	3	35752	IIR-M	17.08.09	27.08.09		67.5	
	4	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		169.9	
	5	20959	II-A	26.11.90	10.12.90		292.2	
	6	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		224	
	1	40294	II-F	29.10.14	12.12.14		3.9	
F	1	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		172.1	
	2	32260	IIR-M	17.10.07	31.10.07		89.4	
	3	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		206.4	
	4	28361	II-R	23.06.04	09.07.04		129.1	
	6	40105	II-F	02.08.14	17.09.14		6.8	

## ANEXO E.: Constelación GLONASS Marzo del 2015

Plano	Espacio	RF chnl	# GC	Fecha de Lanzamiento	Inicio de Operación	Fin de Operación	Tiempo de Vida (meses)	Nota
1	1	1	730	14.12.09	30.01.10		63.9	
	2	-4	747	26.04.13	04.07.13		23.5	
	3	5	744	04.11.11	08.12.11		41.2	
	4	6	742	02.10.11	25.10.11		42.3	
	5	1	734	14.12.09	10.01.10		63.9	
	6	-4	733	14.12.09	24.01.10		63.9	
	7	5	745	04.11.11	18.12.11		41.2	
	8	6	743	04.11.11	20.09.12		41.2	
2	9	-2	736	02.09.10	04.10.10		55.3	
	10	-7	717	25.12.06	03.04.07		99.6	
	11	0	723	25.12.07	22.01.08		87.6	
	12	-1	737	02.09.10	12.10.10		55.3	
	13	-2	721	25.12.07	08.02.08		87.6	
	14	-7	715	25.12.06	03.04.07		99.6	
	15	0	716	25.12.06	12.10.07		99.6	
	16	-1	738	02.09.10	11.10.10		55.3	
3	17	4	746	28.11.11	23.12.11		40.4	
	18	-3	754	24.03.14	14.04.14		12.6	
	19	3	720	26.10.07	25.11.07		89.6	
	20	2	719	26.10.07	27.11.07		89.6	
	21	4	755	14.06.14	03.08.14		9.9	
	22	-3	731	02.03.10	28.03.10		61.3	
	23	3	732	02.03.10	28.03.10		61.3	
	24	2	735	02.03.10	28.03.10		61.3	
2	9		702	01.12.14			4.3	Prueba de vuelo
3	20	-5	701	26.02.11			49.5	Prueba de vuelo
	17		714	25.12.05	31.08.06	11.04.14	111.6	Repuesto
	21		725	25.09.08	05.11.08	02.08.14	78.5	Bajo Chequeo

## ANEXO F.: Estaciones Permanentes de la REGME

RED GNSS DE MONITOREO CONTINUO DEL ECUADOR REGME						
ESTACIONES PERMANENTES						
#	NOMBRE	CODIGO	PROVINCIA	CIUDAD	SITIO	PROPIEDAD
1	ESMERALDAS	ESMR	ESMERALDAS	ESMERALDAS	TERMINAL OCP	IGEPN
2	PUENGASI	QUEM	PICHINCHA	QUITO	EMAAPQ	IGEPN
3	RIOBAMBA	RIOP	CHIMBORAZO	RIOBAMBA	BCB 11 GALAPAGOS	IGEPN
4	IBARRA	IBEC	IMBABURA	IBARRA	PATRONATO GPI	IGEPN
5	TULCAN	COEC	CARCHI	TULCAN	CUEVA OSOS	IGEPN
6	TENA	TNEC	NAPO	TENA	GADP NAPO	IGEPN
7	AUCA	AUCA	ORELLANA	AUCA	TERMINAL PETROECUADOR	IGEPN
8	SAN LORENZO	SNLR	ESMERALDAS	SAN LORENZO	ARMADA	IGEPN
9	BAHIA	BAHI	MANABI	BAHIA DE CARAQUEZ	UNIVERSIDAD CATOLICA	IGEPN
10	NUEVO ROCAFUERTE	NORE	ORELLANA	NUEVO ROCAFUERTE	HOSPITAL FRANKLIN TELLO	IGEPN
11	LOROCACHI	LREC	PASTAZA	LOROCACHI	BS 48 SANGAY	IGM
12	MONTALVO	MTEC	PASTAZA	MONTALVO	BS 49 CAPT. CHIRIBOGA	IGM
13	CUENCA	CUEC	AZUAY	CUENCA	ETAPA	IGM
14	GUAYAQUIL	GYEC	GUAYAS	GUAYAQUIL	IGM REGIONAL	IGM
15	LOJA	LJEC	LOJA	LOJA	UTPL	IGM
16	MACAS	MAEC	MORONA	SANTIAGO	MACAS GADPMS	IGM
17	PORTOVIEJO	PTEC	MANABI	PORTOVIEJO	COMIL7 GRAD MIGUEL ITURRALD	IGM
18	QUEVEDO	QVEC	LOS	RIOS	QUEVEDO UTEQ	IGM
19	SANTIAGO	STEC	MORONA	SANTIAGO	SANTIAGO BS 61 SANTIAGO	IGM
20	MACHALA	MHEC	EL ORO	MACHALA	GAD EL ORO	IGM
21	EL CARMEN	ECEC	MANABI	EL CARMEN	GAD CARMEN	IGM
22	NARANJAL	NJEC	GUAYAS	NARANJAL	GAD NARANJAL	IGM
23	EL CHACO	CHEC	NAPO	EL CHACO	EDIFICIO GESTION AMBIENTAL	IGM
24	GUALAQUIZA	GZEC	MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	MUNICIPIO GUALAQUIZA	IGM
25	CELICA	CLEC	LOJA	CELICA	GAD CELICA	IGM
26	PALORA	PREC	MORONA SANTIAGO	PAALORA	CASA DE LA CULTURA PALORA	IGM
27	PALANDA	PDEC	ZAMORA CHINCHIPE	PALANDA	BODEGAS MUNICIPIO	IGM
28	PAJAN	PJEC	MANABI	PAJAN	GAD PAJAN	IGM
29	SANTA ELENA	SEEC	SANTA ELENA	LIBERTAD	INOCAR	IGM
30	ALAUSI	ALEC	CHIMBORAZO	ALAUSI	GAD ALAUSI	IGM
31	SAN CRISTOBAL	SCEC	GALAPAGOS	SAN CRISTOBAL	CGREG	INST&OPT
32	QUITO	QUII	PICHINCHA	QUITO	IGM QUITO	NGA
33	GALAPAGOS	GLPS	GALAPAGOS	SANTA CRUZ	ESTACION CHARLES DARWIN	UNAVCO

# ANEXO G.: Monografía de la Red de Control

		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> Monografía de Punto de Control				
		ENTIDAD EJECUTORA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL				
		PROYECTO: RED DE CONTROL GEODÉSICA ESPOL			NOMBRE DEL PUNTO: PLACA 1	COD: ESPOL-1
		DÁTUM HORIZONTAL: SIRGAS 95		ÉPOCA DE REFERENCIA: 1995		ELIPSOIDE: GRS80
DÁTUM VERTICAL:			MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:			
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO						
PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO	
ECUADOR	GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	TARQUI	ESPOL	
CONTROL HORIZONTAL						
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM		COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN	
LATITUD (°'") : 2° 8' 24.83" S		ZONA: 17S	TIPO DE PROYECCIÓN: MERCATOR		ABRIL - 2015	
LONGITUD (°'") : 79° 57' 10.92" W		NORTE (m) : 9763399.306	NORTE (m) : 2005782.329		ORDEN	
ALTURA ELIPSOIDAL (m) :		ESTE (m) : 616426.802	ESTE (m) : 491787.969		2	
PARÁMETROS DE PROYECCIÓN LOCAL		FALSO NORTE: 2242320.51	FALSO ESTE: 500000.00	FACTOR ESCALA: 0.999272829		
		LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: 79° 52' 45.16" W	LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: 2° 11' 33.09" S			
CONTROL VERTICAL						
ELEVACIÓN (m) : 50.300		ORDEN: 1	FECHA DE NIVELACIÓN : ABRIL - 2015	TIPO DE NIVELACIÓN: GEOMÉTRICA		
CROQUIS			FOTOGRAFÍA PANORÁMICA			
						
UBICACIÓN						
La placa ESPOL-1, se encuentra empotrada en un hito de hormigón ubicado al borde este del canal de descarga del lago PARCON.						
ACCESIBILIDAD						
Ingresando a la ESPOL por la vía Perimetral, se sigue 360 metros hacia la derecha por un camino de tierra hasta llegar a una vía asfaltada. Se continúa por esta vía hasta llegar al retorno donde termina. Caminar 45 metros hacia el canal donde se encontrará el hito.						
MATERIALIZACIÓN		INSCRIPCIÓN EN LA PLACA		OBSERVACIONES		
HITO DE HORMIGÓN TIPO IGM-B		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL - ESPOL-1 - 2015 - SE PROHIBE DESTRUIR				
ELABORADO			SUPERVISADO			
ULICES CEDEÑO MOSQUERA			ING. JUAN CARLOS PINDO			



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### Monografía de Punto de Control

ENTIDAD EJECUTORA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		
PROYECTO: RED DE CONTROL GEODÉSICA ESPOL	NOMBRE DEL PUNTO: PLACA 2	COD: ESPOL- 2
DÁTUM HORIZONTAL: SIRGAS 95	ÉPOCA DE REFERENCIA: 1995	ELIPSOIDE: GRS80
DÁTUM VERTICAL:	MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:	

#### LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO
ECUADOR	GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	TARQUI	ESPOL

#### CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN
LATITUD (° ' ") : 2° 8' 32.84" S	ZONA: 17S	TIPO DE PROYECCIÓN: MERCATOR	ABRIL - 2015
LONGITUD (° ' ") : 79° 56' 49.57" W	NORTE (m) : 9763152.987	NORTE (m) : 2005536.413	ORDEN
ALTURA ELIPSOIDAL (m) :	ESTE (m) : 617086.267	ESTE (m) : 492447.733	2
PARÁMETROS DE PROYECCIÓN LOCAL	FALSO NORTE: 2242320.51	FALSO ESTE: 500000.00	FACTOR ESCALA: 0.999272829
	LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: 79° 52' 45.16" W	LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: 2° 11' 33.09" S	

#### CONTROL VERTICAL

ELEVACIÓN (m) : 50.968	ORDEN: 1	FECHA DE NIVELACIÓN : ABRIL - 2015	TIPO DE NIVELACIÓN: GEOMÉTRICA
------------------------	----------	------------------------------------	--------------------------------

CROQUIS



FOTOGRAFÍA PANORÁMICA



#### UBICACIÓN

La placa ESPOL-2, se encuentra empotrada en el lado derecho de la acera ingresando a la ESPOL desde la Vía Perimetral, a unos 30 metros aproximadamente de la garita.

#### ACCESIBILIDAD

Ingresando a la ESPOL por la vía Perimetral, se continúa 30 metros por la vía de acceso de hormigón desde la garita y del lado derecho de la acera se encontrará empotrada la placa.

MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES
PLACA EMPOTRADA EN ACERA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL - ESPOL-2 - 2015 - SE PROHIBE DESTRUIR	

#### ELABORADO

ULICES CEDEÑO MOSQUERA

#### SUPERVISADO

ING. JUAN CARLOS PINDO



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Monografía de Punto de Control

ENTIDAD EJECUTORA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		
PROYECTO: RED DE CONTROL GEODÉSICA ESPOL	NOMBRE DEL PUNTO: PLACA 3	COD: ESPOL- 3
DÁTUM HORIZONTAL: SIRGAS 95	ÉPOCA DE REFERENCIA: 1995	ELIPSOIDE: GRS80
DÁTUM VERTICAL:	MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:	

### LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO
ECUADOR	GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	TARQUI	ESPOL

### CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN
LATITUD (°'") : 2° 8' 50.31" S	ZONA: 17S	TIPO DE PROYECCIÓN: MERCATOR	ABRIL - 2015
LONGITUD (°'") : 79° 56' 59.68" W	NORTE (m) : 9762616.462	NORTE (m) : 2004999.567	ORDEN
ALTURA ELIPSOIDAL (m) :	ESTE (m) : 616773.568	ESTE (m) : 492135.341	2
PARÁMETROS DE PROYECCIÓN LOCAL	FALSO NORTE: 2242320.51	FALSO ESTE: 500000.00	FACTOR ESCALA: 0.999272829
	LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: 79° 52' 45.16" W	LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: 2° 11' 33.09" S	

### CONTROL VERTICAL

ELEVACIÓN (m) : 76.272	ORDEN: 1	FECHA DE NIVELACIÓN : ABRIL - 2015	TIPO DE NIVELACIÓN: GEOMÉTRICA
------------------------	----------	------------------------------------	--------------------------------

CROQUIS



FOTOGRAFÍA PANORÁMICA



### UBICACIÓN

La placa ESPOL-3 se encuentra en la vía de acceso a la ESPOL desde la vía Perimetral, a unos 750 metros de la garita. Al sur del Centro de Tecnologías de Información (PARCON ESPOL).

### ACCESIBILIDAD

Ingresando a la ESPOL por la vía Perimetral, se continúa 750 metros aproximadamente por la vía de acceso de hormigón desde la garita y del lado derecho en una loma adyacente a la vía se encontrará la placa empotrada en un hilo.

MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES
HITO DE HORMIGÓN TIPO IGM-B	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL - ESPOL-3 - 2015 - SE PROHIBE DESTRUIR	

### ELABORADO

ULICES CEDEÑO MOSQUERA

### SUPERVISADO

ING. JUAN CARLOS PINDO



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### Monografía de Punto de Control

ENTIDAD EJECUTORA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
PROYECTO: RED DE CONTROL GEODÉSICA ESPOL	NOMBRE DEL PUNTO: PLACA 4	COD: ESPOL- 4	
DÁTUM HORIZONTAL: SIRGAS 95	ÉPOCA DE REFERENCIA: 1995	ELIPSOIDE: GRS80	
DÁTUM VERTICAL:	MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:		

#### LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO
ECUADOR	GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	TARQUI	ESPOL

#### CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN
LATITUD (°'") : 2° 9' 2.06" S	ZONA: 17S	TIPO DE PROYECCIÓN: MERCATOR	ABRIL - 2015
LONGITUD (°'") : 79° 57' 19.46" W	NORTE (m) : 9762256.209	NORTE (m) : 2004638.821	ORDEN
ALTURA ELIPSOIDAL (m) :	ESTE (m) : 616162.353	ESTE (m) : 491524.248	2
PARÁMETROS DE PROYECCIÓN LOCAL	FALSO NORTE: 2242320.51	FALSO ESTE: 500000.00	FACTOR ESCALA: 0.999272829
	LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: 79° 52' 45.16" W	LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: 2° 11' 33.09" S	

#### CONTROL VERTICAL

ELEVACIÓN (m) : 96.813	ORDEN: 1	FECHA DE NIVELACIÓN : ABRIL - 2015	TIPO DE NIVELACIÓN: GEOMÉTRICA
------------------------	----------	------------------------------------	--------------------------------

#### CROQUIS



#### FOTOGRAFÍA PANORÁMICA



#### UBICACIÓN

La placa ESPOL-4, se encuentra empotrada en acera del parqueadero del colegio COPOL, que se ubica al lado de área deportiva.

#### ACCESIBILIDAD

Ingresando a COPOL, seguir al parqueadero adyacente a áreas deportivas. La placa se encuentra empotrada en acera.

MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES
PLACA EMPOTRADA EN ACERA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL - ESPOL-4 - 2015 - SE PROHIBE DESTRUIR	

#### ELABORADO

ULIGES CEDEÑO MOSQUERA

#### SUPERVISADO

ING. JUAN CARLOS PINDO



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### Monografía de Punto de Control

ENTIDAD EJECUTORA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		
PROYECTO: RED DE CONTROL GEODÉSICA ESPOL	NOMBRE DEL PUNTO: PLACA 5	COD: ESPOL-5
DÁTUM HORIZONTAL: SIRGAS 95	ÉPOCA DE REFERENCIA: 1995	ELIPSOIDE: GRS80
DÁTUM VERTICAL:	MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:	

#### LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO
ECUADOR	GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	TARQUI	ESPOL

#### CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN
LATITUD (°'") : 2° 9' 7.66" S	ZONA: 17S	TIPO DE PROYECCIÓN: MERCATOR	ABRIL - 2015
LONGITUD (°'") : 79° 57' 37.63" W	NORTE (m) : 9762084.598	NORTE (m) : 2004466.791	ORDEN
ALTURA ELIPSOIDAL (m) :	ESTE (m) : 615600.743	ESTE (m) : 490962.640	2
PARÁMETROS DE PROYECCIÓN LOCAL	FALSO NORTE: 2242320.51	FALSO ESTE: 500000.00	FACTOR ESCALA: 0.999272829
	LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: 79° 52' 45.16" W	LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: 2° 11' 33.09" S	

#### CONTROL VERTICAL

ELEVACIÓN (m) : 113.226	ORDEN: 1	FECHA DE NIVELACIÓN : ABRIL - 2015	TIPO DE NIVELACIÓN: GEOMÉTRICA
-------------------------	----------	------------------------------------	--------------------------------

#### CROQUIS



#### FOTOGRAFÍA PANORÁMICA



#### UBICACIÓN

La placa ESPOL-5, se encuentra empotrada en el bordillo de acera del parqueadero ubicado al lado del conjunto residencial de profesores. Cerca del sector donde la ESPOL desarrolla el proyecto de Huella Ecológica.

#### ACCESIBILIDAD

Ingresando a la ESPOL por la garita principal, continuar 960 metros por la vía de acceso principal y al llegar a la Y seguir en dirección al Rectorado para girar hacia la izquierda y continuar por una vía hacia un cerro donde se encuentra el área de residencias de profesores. En el bordillo de la acera se encuentra empotrada la placa.

MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES
PLACA EMPOTRADA EN ACERA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL - ESPOL-5 - 2015 - SE PROHIBE DESTRUIR	

#### ELABORADO

ULICES CEDEÑO MOSQUERA

#### SUPERVISADO

ING. JUAN CARLOS PINDO



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### Monografía de Punto de Control

ENTIDAD EJECUTORA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROYECTO: RED DE CONTROL GEODÉSICA ESPOL

NOMBRE DEL PUNTO: PLACA 6

COD: ESPOL-6

DÁTUM HORIZONTAL: SIRGAS 95

ÉPOCA DE REFERENCIA: 1995

ELIPSOIDE: GRS80

DÁTUM VERTICAL:

MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:

#### LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO
ECUADOR	GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	TARQUI	ESPOL

#### CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN
LATITUD (°'") : 2° 8' 43.72" S	ZONA: 17S	TIPO DE PROYECCIÓN: MERCATOR	ABRIL - 2015
LONGITUD (°'") : 79° 57' 52.63" W	NORTE (m) : 9762820.135	NORTE (m) : 2005202.166	ORDEN
ALTURA ELIPSOIDAL (m) :	ESTE (m) : 615137.774	ESTE (m) : 490499.076	2
PARÁMETROS DE PROYECCIÓN LOCAL	FALSO NORTE: 2242320.51	FALSO ESTE: 500000.00	FACTOR ESCALA: 0.999272829
	LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: 79° 52' 45.16" W	LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: 2° 11' 33.09" S	

#### CONTROL VERTICAL

ELEVACIÓN (m) : 87.795	ORDEN: 1	FECHA DE NIVELACIÓN : ABRIL - 2015	TIPO DE NIVELACIÓN: GEOMÉTRICA
------------------------	----------	------------------------------------	--------------------------------

#### CROQUIS



#### FOTOGRAFÍA PANORÁMICA



#### UBICACIÓN

La placa ESPOL-6, se encuentra en la esquina sur-este de la losa superior de bloque que se encuentra junto al parqueadero de la FICT.

#### ACCESIBILIDAD

Ingresando a la ESPOL por la garita principal, continuar hacia el parqueadero de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra FICT. En la esquina sur-este del bloque junto al edificio 20B se encuentra empotrada la placa.

MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES
PLACA EMPOTRADA EN LOSA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL - ESPOL-6 - 2015 - SE PROHIBE DESTRUIR	

#### ELABORADO

ULIGES CEDEÑO MOSQUERA

#### SUPERVISADO

ING. JUAN CARLOS PINDO



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### Monografía de Punto de Control

ENTIDAD EJECUTORA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		
PROYECTO: RED DE CONTROL GEODÉSICA ESPOL	NOMBRE DEL PUNTO: PLACA 7	COD: ESPOL-7
DÁTUM HORIZONTAL: SIRGAS 95	ÉPOCA DE REFERENCIA: 1995	ELIPSOIDE: GRS80
DÁTUM VERTICAL:	MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:	

#### LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO
ECUADOR	GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	TARQUI	ESPOL

#### CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN
LATITUD (° ' '") : 2° 8' 30.23" S	ZONA: 17S	TIPO DE PROYECCIÓN: MERCATOR	ABRIL - 2015
LONGITUD (° ' '") : 79° 58' 3.36" W	NORTE (m) : 9763234.583	NORTE (m) : 2005616.475	ORDEN
ALTURA ELIPSOIDAL (m) :	ESTE (m) : 614806.558	ESTE (m) : 490167.512	2
PARÁMETROS DE PROYECCIÓN LOCAL	FALSO NORTE: 2242320.51	FALSO ESTE: 500000.00	FACTOR ESCALA: 0.999272829
	LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: 79° 52' 45.16" W	LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: 2° 11' 33.09" S	

#### CONTROL VERTICAL

ELEVACIÓN (m) : 76.957	ORDEN: 1	FECHA DE NIVELACIÓN : ABRIL - 2015	TIPO DE NIVELACIÓN: GEOMÉTRICA
------------------------	----------	------------------------------------	--------------------------------

#### CROQUIS



#### FOTOGRAFÍA PANORÁMICA



#### UBICACIÓN

La placa ESPOL-7, se encuentra en acera ubicada al norte del área deportiva frente a la FIEC.

#### ACCESIBILIDAD

Ingresando a la ESPOL continuar por la vía principal 2.5 Km hasta llegar al área deportiva frente a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación. Seguir al sector norte de las canchas y se encontrará con una acera donde está empotrada la placa.

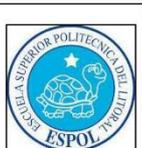
MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES
PLACA EMPOTRADA EN ACERA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL - ESPOL-7 - 2015 - SE PROHIBE DESTRUIR	

#### ELABORADO

ULICES CEDEÑO MOSQUERA

#### SUPERVISADO

ING. JUAN CARLOS PINDO



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### Monografía de Punto de Control

ENTIDAD EJECUTORA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		
PROYECTO: RED DE CONTROL GEODÉSICA ESPOL	NOMBRE DEL PUNTO: PLACA 8	COD: ESPOL-8
DÁTUM HORIZONTAL: SIRGAS 95	ÉPOCA DE REFERENCIA: 1995	ELIPSOIDE: GRS80
DÁTUM VERTICAL:	MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:	

#### LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO
ECUADOR	GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	TARQUI	ESPOL

#### CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN
LATITUD (° ' " ) : 2° 8' 24.52" S	ZONA: 17S	TIPO DE PROYECCIÓN: MERCATOR	ABRIL - 2015
LONGITUD (° ' " ) : 79° 57' 45.37" W	NORTE (m) : 9763409.636	NORTE (m) : 2005791.938	ORDEN
ALTURA ELIPSOIDAL (m) :	ESTE (m) : 615362.471	ESTE (m) : 490723.419	2
PARÁMETROS DE PROYECCIÓN LOCAL	FALSO NORTE: 2242320.51	FALSO ESTE: 500000.00	FACTOR ESCALA: 0.999272829
	LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: 79° 52' 45.16" W	LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: 2° 11' 33.09" S	

#### CONTROL VERTICAL

ELEVACIÓN (m) : 62.588	ORDEN: 1	FECHA DE NIVELACIÓN : ABRIL - 2015	TIPO DE NIVELACIÓN: GEOMÉTRICA
------------------------	----------	------------------------------------	--------------------------------

<b>CROQUIS</b> 	<b>FOTOGRAFÍA PANORÁMICA</b> 
---	--

**UBICACIÓN**  
 La placa ESPOL-8, se encuentra en el CENAE, área de práctica para la Carrera de Agropecuaria.

**ACCESIBILIDAD**  
*Ingresando a la ESPOL continuar por la vía principal (girando en la Y hacia la derecha en dirección al reservorio de AAPF) unos 1600 metros. Antes de llegar a la curva que llega a la Facultad de Diseño y Comunicación Audiovisual (EDCOM), girar a la derecha siguiendo 640 metros camino al CENAE donde se encontrará el hito.*

MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES
HITO DE HORMIGÓN TIPO IGM-B	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL - ESPOL-8 - 2015 - SE PROHIBE DESTRUIR	

<b>ELABORADO</b> ULICES CEDEÑO MOSQUERA	<b>SUPERVISADO</b> ING. JUAN CARLOS PINDO
--	--



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
Monografía de Punto de Control

ENTIDAD EJECUTORA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		
PROYECTO: RED DE CONTROL GEODÉSICA ESPOL	NOMBRE DEL PUNTO: PLACA IGM	COD: C-C-M-P-4
DÁTUM HORIZONTAL: SIRGAS 95	ÉPOCA DE REFERENCIA: 1995	ELIPSOIDE: GRS80
DÁTUM VERTICAL:	MAREÓGRAFO DE REFERENCIA:	

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO

PAÍS	PROVINCIA	CANTÓN	CIUDAD	PARROQUIA	SITIO
ECUADOR	GUAYAS	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	TARQUI	ESPOL

CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL	FECHA DE DETERMINACIÓN
LATITUD (° ' " ) : 2° 8' 48.17" S	ZONA: 17S	TIPO DE PROYECCIÓN: MERCATOR	ABRIL - 2015
LONGITUD (° ' " ) : 79° 57' 33.51" W	NORTE ( m ) : 9762683.119	NORTE ( m ) : 2005065.523	ORDEN
ALTURA ELIPSOIDAL ( m ) :	ESTE ( m ) : 615728.577	ESTE ( m ) : 491090.092	2
PARÁMETROS DE PROYECCIÓN LOCAL	FALSO NORTE: 2242320.51	FALSO ESTE: 500000.00	FACTOR ESCALA: 0.999272829
	LONGITUD MERIDIANO CENTRAL: 79° 52' 45.16" W	LATITUD ORIGEN DE LA PROYECCIÓN: 2° 11' 33.09" S	

CONTROL VERTICAL

ELEVACIÓN ( m ) : 115.305	ORDEN: 1	FECHA DE NIVELACIÓN :	TIPO DE NIVELACIÓN: GEOMÉTRICA
---------------------------	----------	-----------------------	--------------------------------

CROQUIS



FOTOGRAFÍA PANORÁMICA



UBICACIÓN

La placa IGM C-C-M-P-4, se encuentra empotrada en base de cemento al pie de un hito. En el sector de residencias de profesores junto al reservorio de AAPP..

ACCESIBILIDAD

Ingresando a la ESPOL continuar por la vía principal (girando en la Y hacia la derecha en dirección al reservorio de AAPP) unos 1300 metros. Se encontrará con hito de hormigón del lado derecho de la vía.

MATERIALIZACIÓN	INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	OBSERVACIONES
		VER DETALLES EN MONOGRAFÍA DEL IGM

ELABORADO

ULICES CEDEÑO MOSQUERA

SUPERVISADO

ING. JUAN CARLOS PINDO

## BIBLIOGRAFÍA

1. Centro de Información Analítica Rusa, A. F. (2015). Centro Analítico e Información Sistemas Glonass. Obtenido de <https://glonass-iac.ru/en/GPS/>
2. Elliot Kaplan, Christopher Hegarty. (2006). Understanding GPS, principles and applications.
3. Fuerza Aérea EUA, G. d. (Abril de 2015). Official U.S. Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics. Obtenido de <http://www.gps.gov/systems/gps/space/>
4. IGM. (2006). Especificaciones Técnicas para cartografía topográfica a cualquier escala.
5. IGM. (2015). REGME. Obtenido de <http://www.geoportaligm.gob.ec/wordpress/>
6. Ruano, M. (2012). Control de la Exactitud Posicional en Cartografía. Obtenido de [www.geoportaligm.gob.ec/portal](http://www.geoportaligm.gob.ec/portal)
7. Scott Gleaso y Demoz Gebre-Egziabher. (2009). GNNS Applications and Methods.
8. SIRGAS. (2015). Sistema de referencia Geocéntrico para las Américas. Obtenido de <http://www.sirgas.org/index.php?id=15>
9. Topcon. (2015). Topcon Global Gateway. Obtenido de [www.topcon.com/](http://www.topcon.com/)