

## **INFORME DE CAMPO**

### **NOMBRE DEL PROYECTO:**

**“Generación de cartografía oficial a escala 1:10.000 en la ISLA GREENWICH, PUNTA FORT WILLIAMS, GLACIAL QUITO, PUNTA AMBATO, en el CONTINENTE ANTÁRTICO” (Proyecto F-04-12.4)**

### **INVESTIGADOR:**

Tern. IGEO Carlos M. Estrella P.  
Capt de Ing. Darwin X. Ibañez P.  
Sgos de Inf. Angel B. Marquinez G.  
Ing. Christian G. Pilapanta A.  
Tec. Jose L. Pacheco J.

### **1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO/COMPONENTE.- (si el proyecto es continuativo, explicar los aspectos a ser investigados en el actual trabajo de campo)**

El Instituto Geográfico Militar (IGM) hasta el momento ha realizado 3 expediciones hacia el Continente Antártico, la última como parte de la XVIII expedición, en la cual se obtuvo la cartografía escala 1:10000 de una parte de la Punta Fort William.



**FIG 1 Bloque tomado en expedición anterior (XVIII)**

La fotografía aérea (materia prima para realizar la cartografía) se obtuvo gracias al empleo de un Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV) diseñado para fines cartográficos, entre otros. Este vehículo es de propiedad del IGM, y sirve para solucionar espacios en donde el avión Tripulado del IGM no puede ingresar.

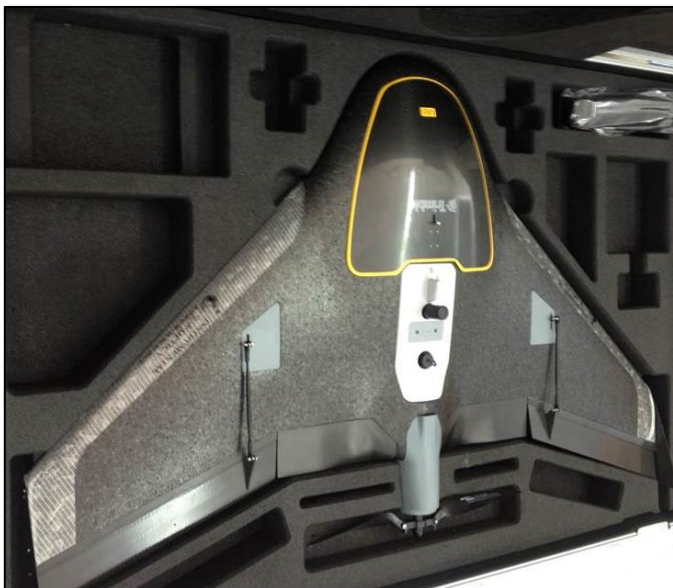


FIG 2 Avión UAV no tripulado

## 2. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO/CUMPLIMIENTO

Generar Cartografía Oficial escala 1:10.000 de toda el área de responsabilidad de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado (EXPEDICION XIX: Isla de Greenwich, Punta Fort William, Glacial Quito, y Punta Ambato).

Dar coordenadas precisas y exactas, a la estación GNSS fin de que sirvan para el procesamiento y la determinación de los mojones de la Red GPS Antártida-EC. De esta manera y con esta información poder incorporar esta estación a la red SIRGAS-CON. Una vez hecho esto, la estación permitirá a científicos de las diferentes áreas, en especial de Ciencias de la Tierra y del Espacio, Geodesia, Geofísica, Geología, Hidrología y Criósfera, mejorar sus investigaciones.

## 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO /CUMPLIMIENTOS

- Toma de fotografía aérea del área correspondiente al Glacial Quito, la Punta Ambato (cabe recalcar que esta actividad está en función de las condiciones meteorológicas y accesibilidad del sector de toma), el área que resta para completar de la Punta Fort Williams y los islotes aledaños, por medio del uso de un sistema aéreo no tripulado (UAS)
- Planificar y obtener los puntos GPS de apoyo fotogramétrico con el fin de lograr productos cartográficos con una precisión acorde a la escala.
- Generar la cartografía vectorial de la zona de interés, para que pueda ser usada como base en futuras investigaciones al permitir ubicar espacialmente la información recolectada.
- Determinar el marco de referencia geodésico oficial terrestre horizontal y vertical de la Isla de Greenwich
- Instalación de una estación GNSS de monitoreo continuo siguiendo las especificaciones IGS en la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado

## Expedición Antártica Ecuatoriana (XIX)

- Enlazar la estación de monitoreo continuo al Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS.
- Realizar el cálculo de la declinación magnética
- Posicionamiento satelital de puntos geodésicos
- Determinación de la ondulación geoidal
- Nivelación geométrica y trigonométrica del sector para disponer de datos de cota referidos al nivel medio del mar

### 4. HIPÓTESIS DEL PROYECTO/COMPONENTE.-

**H1.** Comprobar que los levantamientos geodésicos/cartográficos realizados en la Punta Fort William de la Isla de Greenwich, cumplan con los estándares oficiales.

**H2.** Comprobar que se puede realizar cartografía oficial de la Isla de Greenwich, Punta Fort Williams, Glacial Quito y Punta Ambato en el Continente Antártico.

**H3.** Comprobar la inicialización de proyectos de investigación dentro del ámbito de competencia del IGM.

### 5. ÁREA DE ESTUDIO.- (determinar donde se efectuó el trabajo, incluyendo coordenadas geográficas, planos o levantamientos)

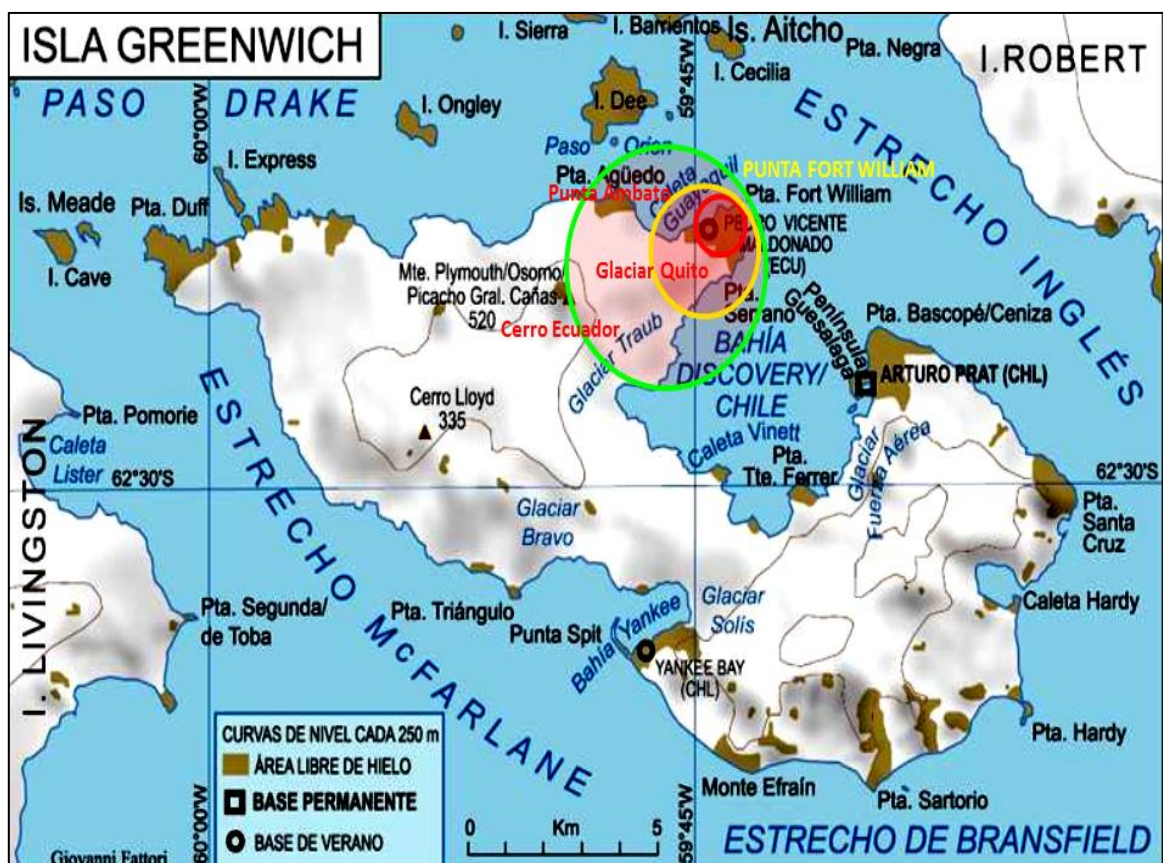
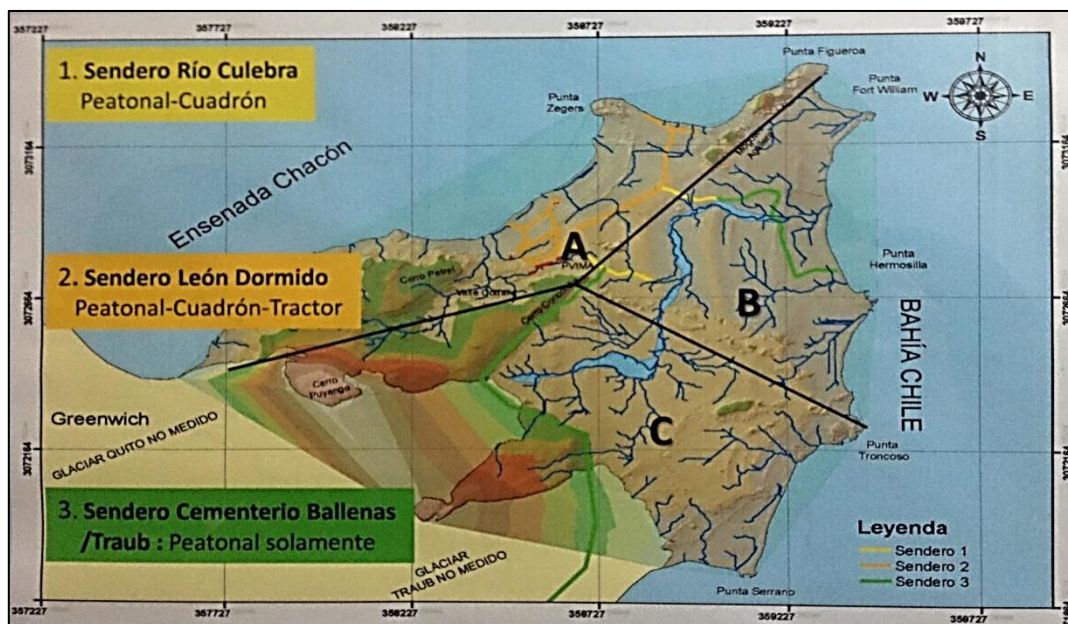


FIG 3 ISLA DE GREENWICH: Círculo Rojo (Cartografía Expedición XVIII), Círculo Amarillo y Verde (Cartografía Expedición XIX).




## Expedición Antártica Ecuatoriana (XIX)



**FIG 4 Zonas de la Estación PEVIMA (Pedro Vicente Maldonado) dentro de la Punta “Fort William”**

**6. CRONOGRAMA DEL TRABAJO DE CAMPO EFECTUADO.-** (se debe describir un resumen de las actividades efectuadas)

| Ord  | FECHAS                      | ACTIVIDADES   | Observación |
|--|-----------------------------|---|-------------|
| <b>MOVILIZACIÓN</b>  |                             |   |             |
| 01   | 09ENE2015                   | Presentación del equipo del IGM en el INAE (Guayaquil),<br><b>Movilización Aérea</b>                    | S/N         |
| 02   | 12ENE2015<br>–<br>13ENE2015 | Guayaquil – Lima – Santiago de Chile – Punta Arenas,<br><b>Movilización Aérea</b>                       | S/N         |
| 03   | 14ENE2015<br>–<br>20ENE2015 | Puerto de Punta Arenas (Chile) – Base Pedro Vicente Maldonado (Antártida), <b>Movilización Marítima</b> | S/N         |
|  <p><b>FIG 5</b> Primera expedición Antártica del IGM, que ingresa desde Punta Arenas vía marítima, cruzando el Estrecho de Drake.</p> <p>El tiempo de la movilización marítima y desembarque, está en función de las condiciones climáticas (velocidad del viento, precipitación, altura de las olas, entre los más importantes).</p> |                             |   |             |

| 04            | 21ENE2015<br>–<br>24ENE2015 | <p>Puesta en funcionamiento la base Antártida “Pedro Vicente Maldonado”.</p>  <p><b>FIG 6</b> La puesta en funcionamiento de la base “PEVIMA” es vital para comenzar a ejecutar cualquier proceso de investigación.</p>   |     |
|---------------|-----------------------------|---|-----|
| INVESTIGACIÓN |                             |   |     |
| 01            | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | <p>Instalación, almacenamiento de datos, y procesamiento, de la Estación de Monitoreo Continuo EMC-PMEC, ubicada en la torre junto al módulo 4.</p> <p>Proceso para enlazar la estación de monitoreo continuo de alta precisión enlazada al ITRF y enlazar sus coordenadas al Sistema de Referencia Geodésico para las Américas (SIRGAS).</p> <p>Proceso para alcanzar especificaciones IGS. Determinar una Red Geodésica de alta precisión enlazada al IRTF, a través de las estaciones IGS.</p> | S/N |
| 02            | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Instalación y almacenamiento de datos, de la Estación Metereológica MET, como apoyo a la EMC-PMEC   | S/N |
| 03            | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Planificación, establecimiento, colocación, posicionamiento y procesamiento geodésico de puntos de control de apoyo fotogramétrico, en el Área (Punta Fort William, Glacial Quito, Punta Ambato). Toma de fotografía aérea usando el avión no tripulado UAV. Posterior procesamiento en software UASmaster o TBC.   | S/N |
| 04            | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Posicionamiento Satelital de Puntos Geodésicos de Control. Replanteo  | S/N |

|    |                             |   |     |
|----|-----------------------------|---|-----|
| 05 | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Aerotriangulación de bloques (con las imágenes obtenidas, datos GPS y uso de software de procesamiento, se genera el bloque aerofotogramétrico y el cómputo de la triangulación).                                     | S/N |
| 06 | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Generación de MDT o MDS, y su correspondiente True-Ortofoto. Estracción de rasgos en formato vectorial. Generación de cartografía vectorial de la zona de interés. Edición, toponimia y generación de la cartografía. | S/N |
| 07 | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Cálculo de la declinación magnética   | S/N |
| 08 | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Determinar el marco de referencia geodésico oficial terrestre, horizontal y vertical del área de responsabilidad  | S/N |
| 09 | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Nivelación GEOMÉTRICA y TRIGONOMÉTRICA del sector, para disponer de datos de cota referidos al nivel medio del mar. Determinación de alturas de la Red GPS (nivelación). Determinación de la ondulación geoidal.      | S/N |
| 10 | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Elaboración de Reportes de la Red GPS de alta precisión y enlace de nivelación  | S/N |
| 11 | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Pruebas de Comunicaciones Satelitales con enlace a satélites INMARSAT   | S/N |
| 12 | 24ENE2015<br>–<br>16FEB2015 | Pruebas de apoyo Geodésico, Factibilidad de integrar al sistema de OBSERVACIÓN GEODÉSICA MUNDIAL, procesos de investigación de alto impacto. (Reflectometría y Radiocultación)  | S/N |

## **7. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO / METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE LOS DATOS (explicar el uso de equipos, procedimientos, registro, métodos utilizados durante la presente expedición)**

### METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA

#### **• OBTENCIÓN DE PUNTOS DE CONTROL**

Como primer paso previo a la obtención de la fotografía aérea, es necesario planificar la ubicación de los puntos GPS de apoyo fotogramétrico, tomando en cuenta que estos estén distribuidos a lo largo de todo el bloque que se pretenda sobrevolar. Se realiza el posicionamiento geodésico satelital, de los puntos planificados y se procede a painelarlos.

## Expedición Antártica Ecuatoriana (XIX)

- **OBTENCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA AÉREA**

Se realiza una planificación del vuelo y se lanza el equipo UAS para obtener la fotografía aérea.

- **POST-PROCESAMIENTO**

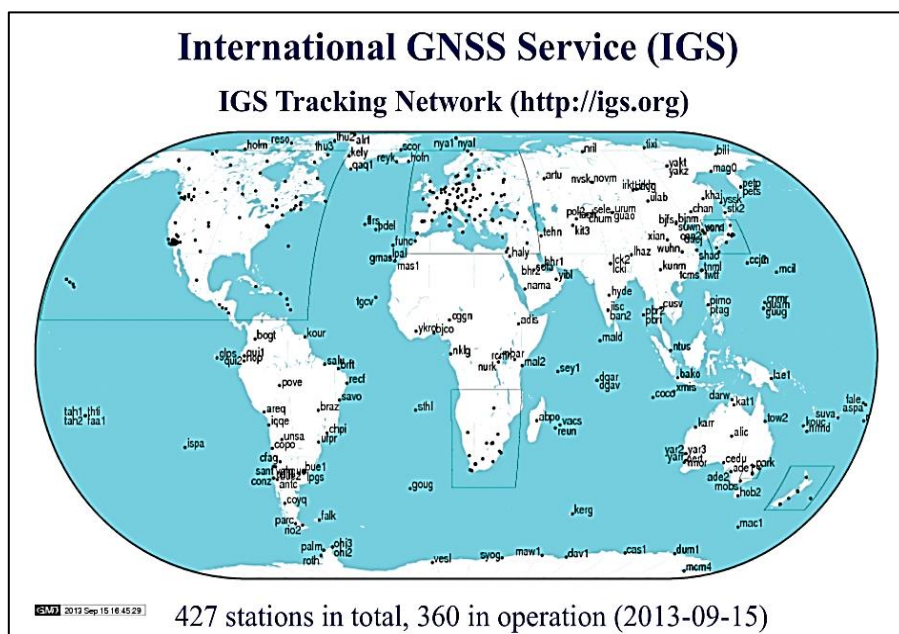
Con las imágenes obtenidas y los datos GPS aeroportados, y usando un software de procesamiento como UASMaster o TBC se genera un bloque fotogramétrico. En este punto es recomendable ejecutar la extracción automática de tie y pass point, lo que permitiría que la medición de los puntos de apoyo fotogramétrico sea más sencilla. Se procede a la identificación y medición de los puntos de apoyo, además de realizar más mediciones de puntos tie y pass points en los lugares en los que el proceso automático falló. Una vez que el bloque este bien enlazado, se realiza el cómputo de la triangulación.

- **PRODUCTOS**

A partir del bloque triangulado se puede generar otros productos como el Modelo Digital del Terreno, la Ortofoto y la extracción de rasgos altimétricos en formato vectorial.

### METODOLOGÍA DE MEDICIÓN GPS

El objetivo es determinar una Red Geodésica de alta precisión enlazada al ITRF, a través de las estaciones IGS (International GNSS Service).



**FIG 7 IGS (International GNSS Service, 427 estaciones en el mundo), el interés de la expedición es buscar la mejor geometría de estaciones IGS del sur de América del Sur y la Antártida, partiendo de la EMC colocada en PEVIMA.**



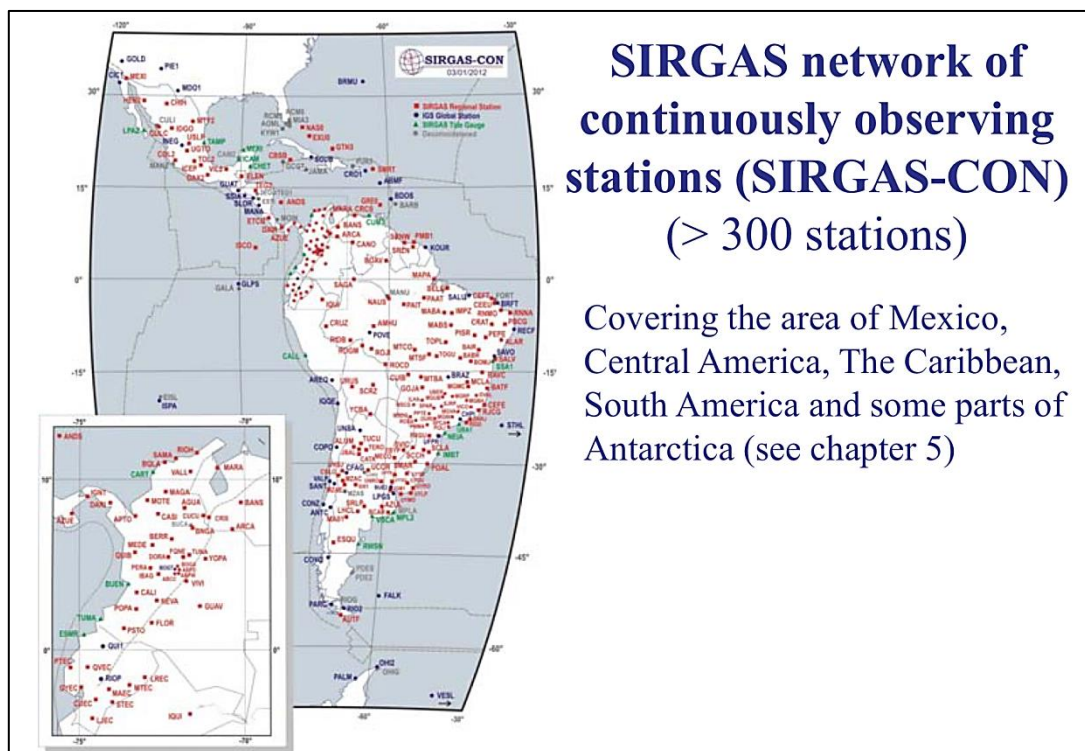


FIG 8 SIRGAS (Sistema Internacional de Referencia Geocéntrico), el interés de la expedición es buscar la mejor geometría de estaciones SIRGAS del sur de América del Sur y la Antártida, partiendo de la EMC colocada en PEVIMA.

La Red GPS estará conformada por puntos de la Red Geodésica Convencional (SAT-01, SAT-02, ISLA DEE e ISLA TORRE), 5 puntos adicionales (A-2, A-3, A-4, A-5, A-6) y se considerará un punto en la Base Científica Chilena “Arturo Prat” (A-1). Los puntos de la Red GPS, excepto el punto A-1, estarán distribuidos de forma homogénea en el área de la estación Pedro Vicente Maldonado.



FIG 9 Distribución de los puntos de la Red Geodésica del área de acción de la base Antártica PEVIMA.



## Expedición Antártica Ecuatoriana (XIX)

La determinación será realizada mediante posicionamiento GPS, utilizando cuatro receptores geodésicos GPS marca TRIMBLE, con sus respectivas antenas geodésicas, provistos de doble frecuencia (L1,L2) y código C/A, equipos que permiten medir líneas base de hasta 200 km, con una precisión de  $\pm (0.005 \text{ m} + 1 \text{ ppm})$ , de acuerdo a condiciones normales.

El método utilizado para el posicionamiento satelital será relativo estático diferencial, mediante radiales, exigiéndose en todo momento el cumplimiento de los siguientes procedimientos para una correcta recepción de la información satelital:

- N. de sesiones: 2 por cada placa
  - Tiempo de recepción mínimo: 2 horas
  - Angulo de enmascaramiento: 15 grados (\*)
  - N. satélites mínimo enganchados: 04
  - Intervalo de grabación: 15 seg
  - Horas de recepción ópticas: PDOP<5 HDOP<5
  - Tipo de posicionamiento: Estático
  - Correcto centrado de la antena sobre el punto a determinar, considerando que el eje vertical de la antena sea perpendicular al centro geométrico de la placa empotrada en cada uno de los mojones.
  - Correcto nivelado de la antena mediante la base nivelante
  - Correcta orientación de la antena, de forma que señale el norte magnético
- **REQUERIMIENTOS LOGÍSTICOS**  
Transporte marítimo adecuado y con las seguridades necesarias a fin de trasladar al personal y equipos entre los puntos de la Red GPS que se van a determinar.
  - **REQUERIMIENTOS TÉCNICOS**  
Datos crudos de las estaciones internacionales (Descargables de la página web o través de convenios). Memorias técnicas de trabajos geodésicos y cartográficos existentes en la zona de trabajo

### METODOLOGÍA INSTALACIÓN DE UNA EST. DE MONITOREO CONTINUO

El objetivo es instalar una estación de monitoreo continuo de alta precisión enlazada al ITRF y enlazar sus coordenadas al Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS). La instalación de la Estación de Monitoreo Continuo ubicado en la Estación Científica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado.

Se realizará el estudio de factibilidad para la instalación de una estación de monitoreo continuo, bajo las siguientes consideraciones:

- No existan obstrucciones a 10 grados sobre el horizonte
- Conexión a internet satelital para transmitir datos, o utilizar una radio antena para usar el canal de acceso Chile de ser posible, con soporte eléctrico para su funcionamiento.

## Expedición Antártica Ecuatoriana (XIX)

- Estudio de tipo de suelo, que sea óptimo para instalación de estructura metálica o de concreto, como soporte para la antena GNSS.
- Construcción cerrada, que brinde las seguridades ambientales para colocar el receptor GNSS
- Condiciones de energía eléctrica continua, que provea 12 voltios para el funcionamiento del receptor GNSS y/o UPS activados por paneles solares o baterías.
- Dispositivo de centrado forzoso óptimo, a fin de evitar variaciones en la nivelación de la antena GNSS.

Construcción del soporte principal para la antena GNSS y demás accesorios que permitan el funcionamiento adecuado. Coordinaciones con la Base Científica Ecuatoriana “Pedro Vicente Maldonado” para poder realizar las pruebas de factibilidad de conexión internet para la estación de monitoreo continuo. Instalación de la antena GNSS, receptor, pruebas de funcionamiento, recepción de datos y acceso remoto desde el Centro de procesamiento de Datos GNSS del Ecuador, ubicado en la ciudad de Quito-Ecuador. Estas pruebas de comunicación se realizarán con medios propios del IGM a través de un sistema de comunicaciones satelitales INMARSAT, en razón de que la Estación no cuenta con accesibilidad total en los sistemas de comunicación (voz, video, datos).

- **REQUERIMIENTOS LOGÍSTICOS**

Transporte marítimo adecuado y con las seguridades necesarias a fin de trasladar al personal, equipos y material.

- **REQUERIMIENTOS TÉCNICOS**

Datos crudos de las estaciones internacionales (descargables de la página web o través de convenios). Conexión a internet con velocidad de 128 a 512 mbps para la transmisión de datos. Energía eléctrica durante todo el año, que garantice el funcionamiento continuo de la estación.

### METODOLOGÍA PARA NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA Y GEOMÉTRICA

Para la NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA se partirá de SAT-1 (INOCAR). Con la altura conocida de este punto se determinarán las alturas a todos los puntos de la Red GPS por el método de nivelación trigonométrica. Las observaciones se las realizará con una ESTACION TOTAL TRIMBLE.

Para la NIVELACIÓN GEOMÉTRICA se partirá del Bm-ORION ubicado en la estación Pedro Vicente Maldonado, la medición de desniveles se lo realizará mediante nivelación diferencial tomando lecturas de hilos superiores, medios e inferiores, comparando el factor C 3015 del hilo medio y la equidistancia entre el instrumento y las visuales hacia atrás (mira atrás) y adelante (mira adelante), para la corrección de la curvatura y refracción terrestre. Las observaciones se las realizará con la ayuda de un NIVEL LEICA.

La metodología de medición está basada en varias observaciones de ida y regreso para sacar el desnivel de punto a punto tomando en cuenta los factores de temperatura y presión atmosférica del sector.

- **REQUERIMIENTOS LOGÍSTICOS**

Movilización adecuada y con las seguridades necesarias a fin de trasladar al personal y equipo del IGM.

- **REQUERIMIENTOS TÉCNICOS**

Condiciones climáticas que permitan el cumplimiento del objetivo trazado.

Memorias técnicas de trabajos geodésicos y cartográficos existentes en la zona de trabajo y que puedan servir en el desarrollo del proyecto.

**8.- DATOS OBTENIDOS (Incluir en la tabla del anexo los datos/parámetros medidos y/o muestras recopiladas con las respectivas coordenadas geográficas en UTM y latitud y longitud, georreferenciadas)**

| Ord  | ACTIVIDADES   |
|--|---|
| 01   | <p>Instalación, almacenamiento de datos, y procesamiento, de la Estación de Monitoreo Continuo EMC-PMEC, ubicada en la torre junto al módulo 4.</p> <p>Proceso para enlazar la estación de monitoreo continuo de alta precisión enlazada al ITRF y enlazar sus coordenadas al Sistema de Referencia Geodésico para las Américas (SIRGAS).</p> <p>Proceso para alcanzar especificaciones IGS. Determinar una Red Geodésica de alta precisión enlazada al IRTF, a través de las estaciones IGS.</p> <p>*Se realizan los check de datos correspondientes, se ha determinado que las capacidades de toma de datos se reducen en función de las compensaciones de orbita de la cantidad y geometría satelital dada por GPS, GLONASS y GALILEO. Hay influencia de vibración. Sin embargo está compensado el esquema y se rastrea al 100%.</p> <p><b>CUMPLIMIENTO 100%</b></p> |
|       |   |
| <p><b>FIG 10 Trabajos de la colocación de la EMC en la torre construida INAE-IGM</b></p> |   |

**CAMPO:** Se realizó la instalación de la EMC-PMEC en la torre construida en la expedición XVIII. Los datos empezaron a almacenarse el día 23ENE2015, pero por situaciones logísticas, eléctricas y de clima, empieza a funcionar las 24 horas del día a partir del 26ENE2015, misma alcanzó un rango de datos hasta el 16ENE2015 (3 semanas ininterrumpidas ). Esto nos servirá para establecer la base de procesamiento de datos de alta precisión. **EMC-PMEC:** Zona 21S, Datum WGS84, Coordenadas Geográficas Latitud 62 26 56.04 S Longitud 59 44 23.15 W, Coordenadas Cartesianas X=1198943.6760 Y=-6244383.5008 Z=-513441.9948, Altura Elipsoidal 41.407 m.

**CUMPLIMIENTO 100%**

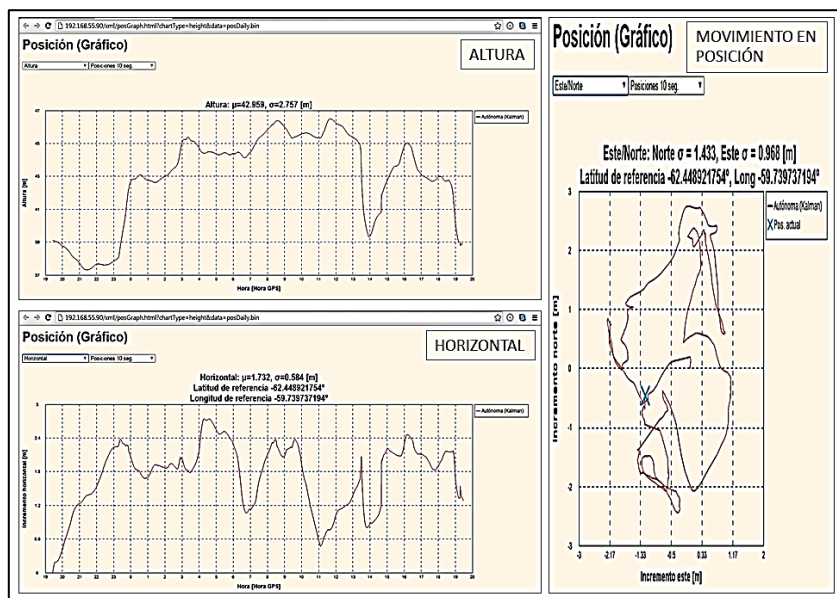


FIG 11 Movimientos (altura, horizontal y en posición) de la EMC, registro tomado vía PC, período Antártico

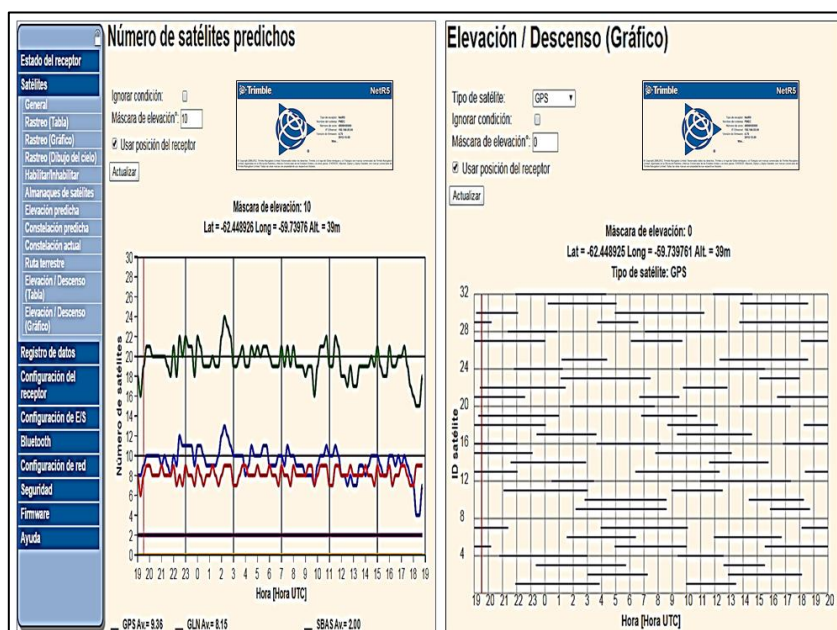


FIG 12 Número de Satélites predichos y, elevación/descenso de datos de la EMC durante el período Antártico



\*Se realizó la coordinación con base Santiago y Prat (Chile), punto SIRGAS y otras del sistema del Sur de Sudamérica y la Antártida. Una vez en el IGM, se procesarán los datos tomados en campo, se unirán con la expedición anterior y se enviarán al análisis en la SEDE SIRGAS.

**SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas):** Una vez procesado científicamente la resultante de toma de datos (ajuste y materialización de la solución a SIRGAS-ECUADOR) durante las 3 semanas, se realizará el join de procesamiento a los datos tomados en la anterior expedición (XVIII), y con esto se enviará a la comisión internacional SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), para el análisis y evaluación científica correspondiente. Al conocer la realidad espacial y climática del elemento base EMC-PMEC se realiza la propuesta metodológica usando triángulos de DELAUNAY y sus correspondientes POLIGONOS DE VORONOI, en donde se establece como base la EMC-PMEC, y los puntos pertenecientes a SIRGAS, a ser procesados, serán, los ubicados al Sur de América del Sur (empezando por Santiago SANT, CONZ, PARC, FALK), y los tres SIRGAS que se encuentran en la Antártida (PALM, OHI1, VESL). Es necesario indicar que se calculará la mejor fuerza de figura en la diagramación de los triángulos de la Delaunay, y de acuerdo a esto se usarán los puntos antes indicados.

#### CUMPLIMIENTO POST\_EXPEDICIÓN

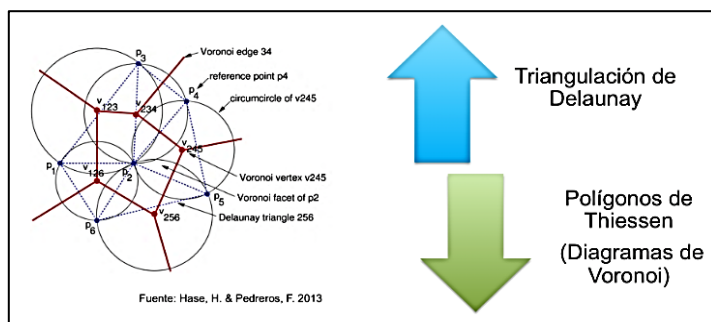


FIG 13 Triángulos de Delaunay y Polígonos de Voronoi para realizar la poligonación

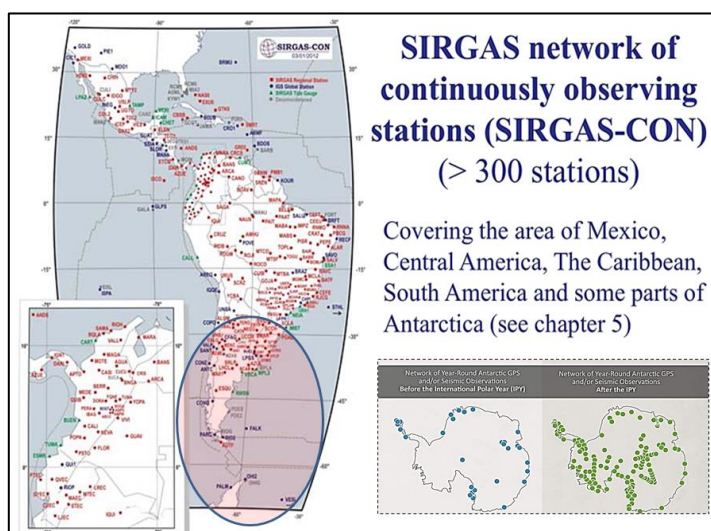
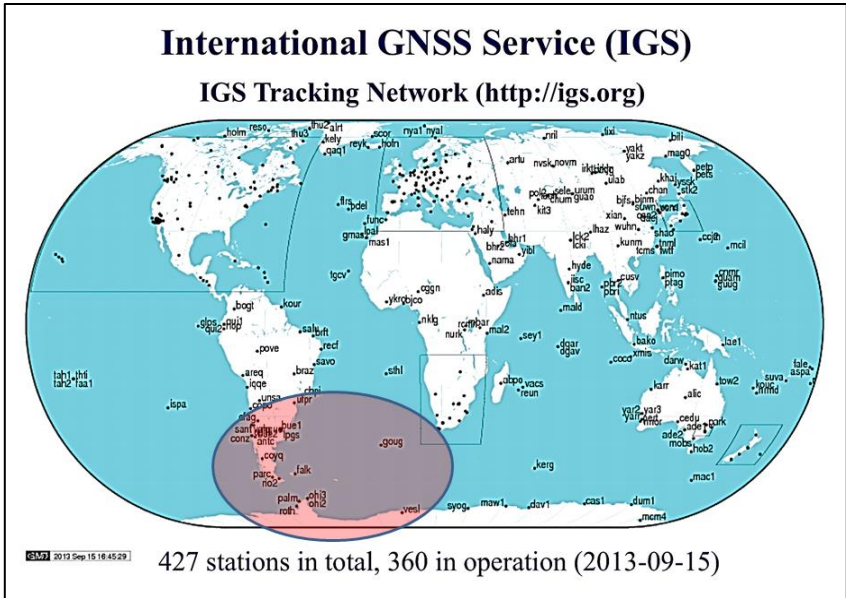


FIG 14 Red Internacional SIRGAS, área de interés marcada con un elipse azul.

\*Se realizó la coordinación con base Santiago, Punto IGS y otras del sistema del sur de Sudamérica y la Antártida. Una vez en el IGM, se procesarán los datos tomados en campo, se unirá con la expedición anterior y enviarán al análisis en la sede IGS. Es necesario indicar que entre los requisitos para IGS, es necesario presentar un proyecto en cada campo de los 7 existentes, mismos están trabajando investigación.

**IGS (Servicio Internacional de Geodesia):** Una vez procesado científicamente la resultante de toma de datos (ajuste y materialización de la solución a IGS-ECUADOR) durante las 3 semanas, se realizará el join de procesamiento a los datos tomados en la anterior expedición (XVIII), y con esto se enviará a la comisión internacional IGS, para el análisis y evaluación correspondiente. Al conocer la realidad espacial y climática del elemento base EMC-PMEC se realiza la propuesta metodológica usando triángulos de DELAUNAY y sus correspondientes POLIGONOS DE VORONOI, en donde se establece como base la EMC-PMEC, y los puntos pertenecientes a IGS, a ser procesados, son los ubicados al Sur de América del Sur (empezando por Santiago SANT, CONZ, ANTC, COYQ, PARC, RIO2, FALK), y los tres SIRGAS que se encuentran en la Antártida (PALM, OH11, OH12, VESL). Es necesario indicar que se calculará la mejor fuerza de figura en la diagramación de los triángulos de la Delaunay, y de acuerdo a esto se usarán los puntos antes indicados.

**CUMPLIMIENTO POST\_EXPEDICIÓN**



**FIG 15 Red Internacional IGS, área de interés marcada con una elipse azul.**

|    |   |
|----|---|
| 02 | Instalación y almacenamiento de datos, de la Estación Metereológica MET, como apoyo a la EMC-PMEC |
|----|---|

\*Se lo tiene en validación con el sistema VAISALA del INAE. Los datos son integrados con la EMC, y serán la base para desarrollar, MODELOS DE PREDICCIÓN METEOROLÓGICA, y PROCESOS DE REBOTE ISOSTÁTICO PARA INGRESAR A PROYECTOS DE REFLECTOMETRÍA Y RADIOCULTACIÓN. Se toma medidas para enfrentar los frentes de frío extremo.

CAMPO: Se realizó la instalación y pruebas de funcionamiento de la Estación Meteorológica MET, en la torre construida por la expedición XVIII, misma está directamente enlazada a la EMC-PMEC. Se colocó la conectividad, MET – Laboratorio (módulo 4), para el almacenamiento de datos. La Estación meteorológica tiene las siguientes características: Zona 21S, Datum WGS84, Coordenadas Geográficas Latitud 62 26 56.04 S Longitud 59 44 23.15 W, Coordenadas Cartesianas X=1198943.6760 Y=-6244383.5008 Z=-513441.9948, Altura Elipsoidal 41.400 m, sus épocas de almacenamiento están programadas cada 30 seg, contando con esto, de 2880 tomas de datos por día, mismos servirán para el análisis y procesos meteorológicos correspondientes. Los datos empezaron a almacenarse el día 23ENE2015, pero por situaciones logísticas, eléctricas y de clima, empieza a funcionar las 24 horas del día a partir del 26ENE2015, misma alcanzó un rango de datos hasta el 16ENE2015 (3 semanas ininterrumpidas).

Es necesario indicar que se realizan verificaciones de datos y funcionamiento de la estación meteorológica de manera permanente, debido a los cambios fuertes de sus condiciones atmosféricas (frentes de frío, velocidad del viento extremo, cobertura de nubes, cambios en la presión atmosférica, entre otros).

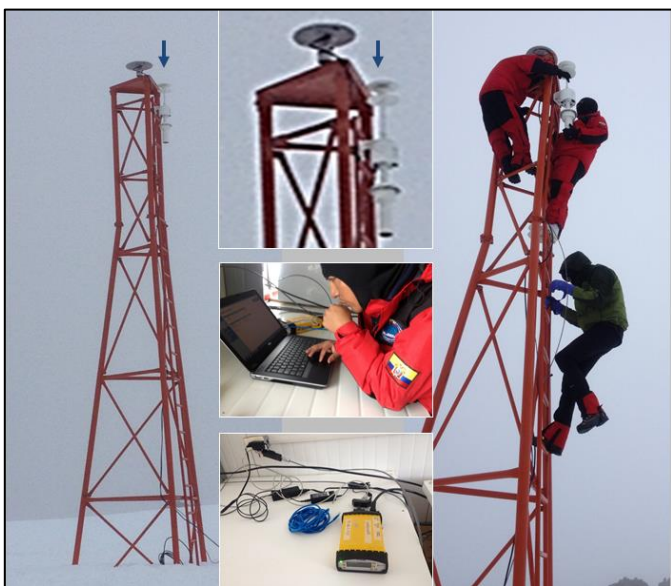


FIG 16 Instalación y puesta en funcionamiento de la Estación Meteorológica MET-EMC

Con los datos recolectados durante las 3 semanas, en el Ecuador se realizará usando hardware y software científico, un MODELO IONOSFÉRICO y TROPOSFÉRICO, INICIAL, del área estudio, mismo servirá para el mejoramiento de la precisión de las coordenadas de los puntos geodésicos tomados, adicional se podrá con esto crear modelos atmosféricos de predicción.

En campo se realizó la captura, la fase de validación, comparación con otros instrumentos (Estación Meteorológica Vaisala recientemente instalada por el INAE) y preprocesamiento de datos.

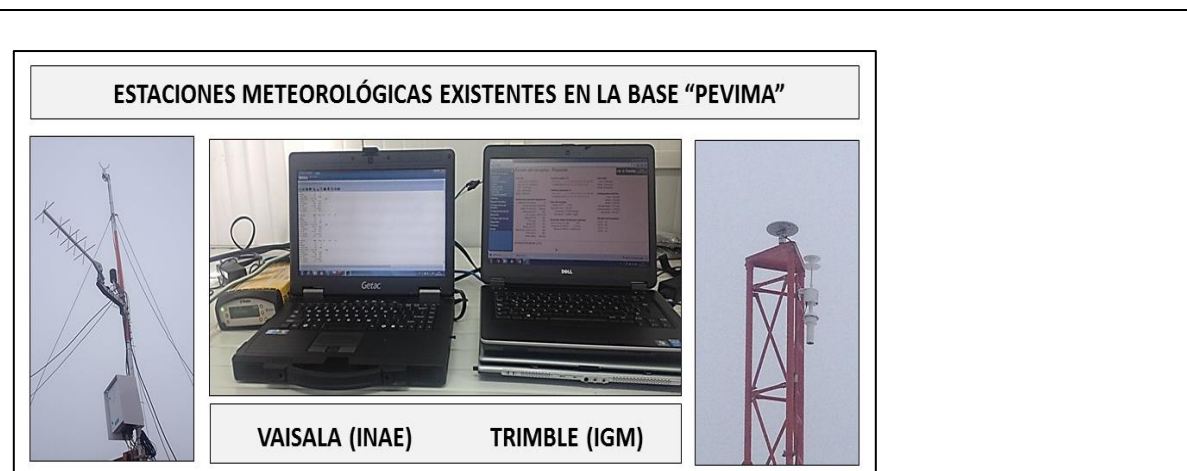


FIG 17 Comparación y validación de datos de las estaciones meteorológicas INAE-IGM,

Los archivos rinex que genera la Estación Meteorológica (pmeDOY0.15m) han sido configurados para receptor datos de PRESION (PR), TEMPERATURA (TD), y HUMEDAD RELATIVA (HR), a un intervalo de 30 segundos, por 24 horas y el número de días que dure la toma.

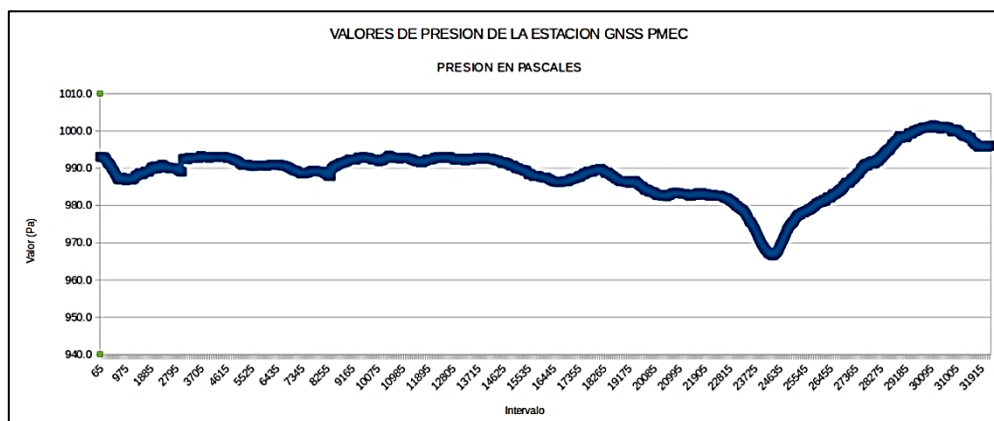


FIG 18 Valores de Presión Atmosférica de la Estación GNSS

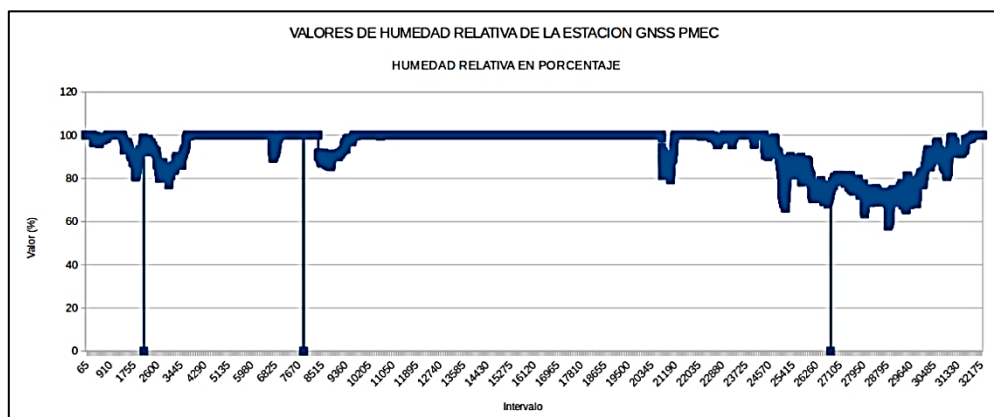


FIG 19 Valores de Humedad Relativa de la Estación GNSS



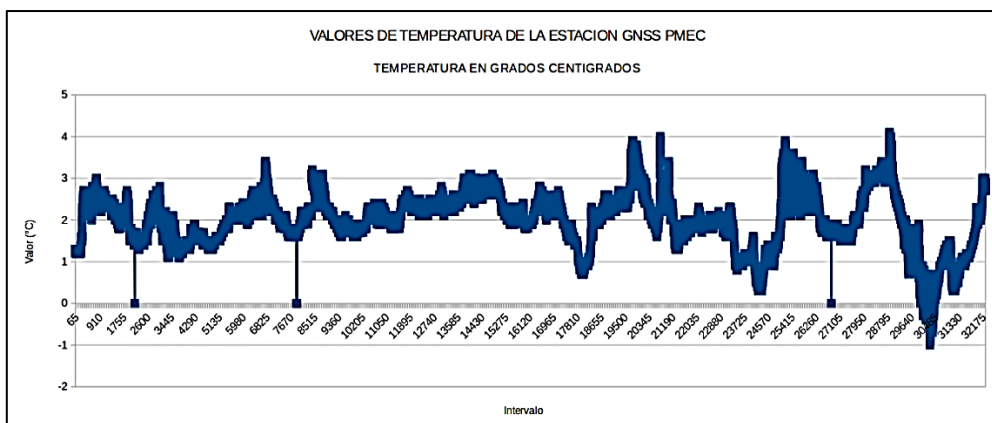


FIG 20 Valores de Temperatura de la Estación GNSS

### CUMPLIMIENTO 100%

- 03 Planificación, establecimiento, colocación, posicionamiento y procesamiento geodésico de puntos de control de apoyo fotogramétrico, en el Área (Punta Fort William, Glacial Quito, Punta Ambato).
- Toma de fotografía aérea usando el avión no tripulado UAV. Posterior procesamiento en software UASmaster o TBC.

Puntos de Control Painelados sobre el área de levantamiento aerofotogramétrico, para establecer y planificar las líneas de vuelo. De las expediciones anteriores se tiene un bloque tomado, y en coordinación con la misma se realizará la continuación de toma.



FIG 21 Campaña aerofotogramétrica, usando avión no tripulado UAV. Expedición XIX



FIG 22 Campaña de colocación de puntos painelados, de apoyo aerofotogramétrico

| Bloq | Nombre                              | Número de Puntos Posicionados (painel)                                     | Vuelos del UAV     | Cumplimiento |
|------|-------------------------------------|--|--------------------|--------------|
| 1    | PUNTA FORT WILLIAM                  | Expedición XVIII   | s/n                | s/n          |
| 2    | PUNTA FORT WILLIAM (completamiento) | Expedición XIX<br><br>16 puntos painelados en toda el área de toma del UAV | 4 vuelos efectivos | 100%         |
| 3    | GLACIAR QUITO                       |  |                    |              |
| 4    | PUNTA AMBATO                        |  |                    |              |

Tabla 1 Vuelos del UAV, sobre 3 bloques de toma planificados

Extrema limitación a causa de las condiciones meteorológicas y la caída de nieve. Es peligroso para el UAV volar con velocidad del viento por sobre los 20 nudos, y sin visibilidad de toma.

Es necesario indicar que el glaciar, la velocidad del viento, la dificultad para painelar bloques más alejados, la poca visibilidad, la precipitación, la distancia, el control por radio enlace, hacen que cada vez exista mayor dificultad para el uso del UAV, y se comience a planificar el uso de sistemas integrados como AUTOGIROS.

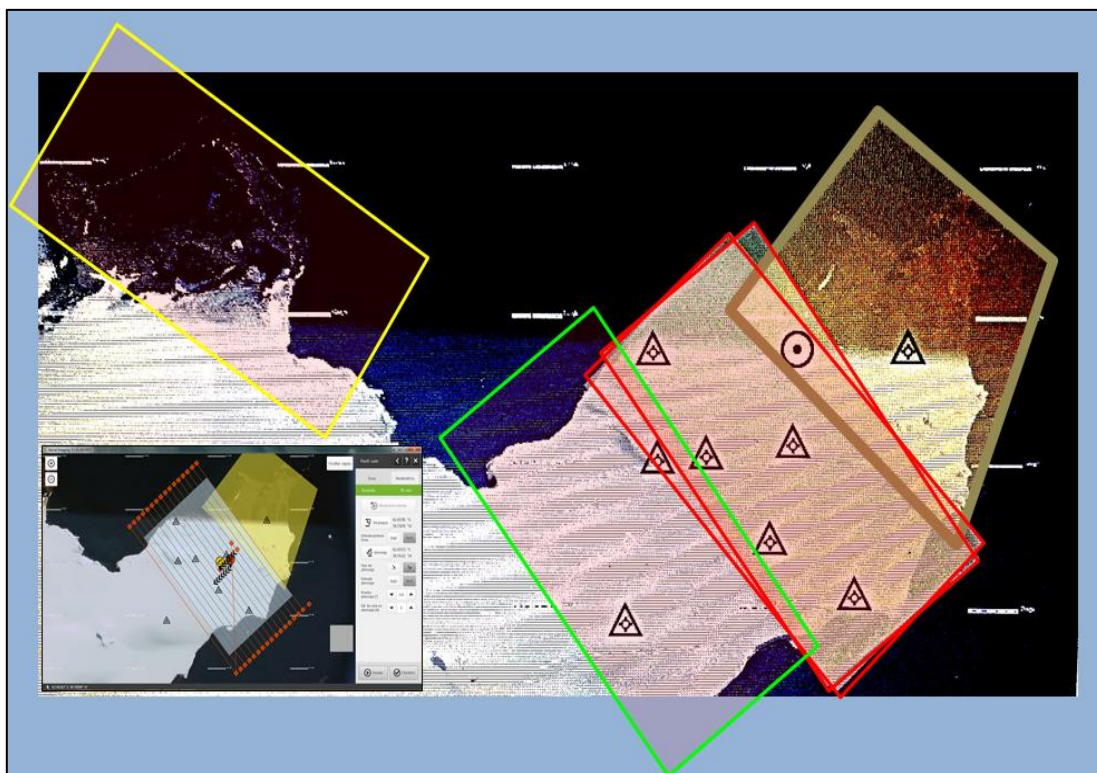


FIG 23 Programación de bloques de vuelo con el avión no tripulado UAV. Color café (Expedición XVIII), Rojo, Verde y Amarillo (Expedición XIX)

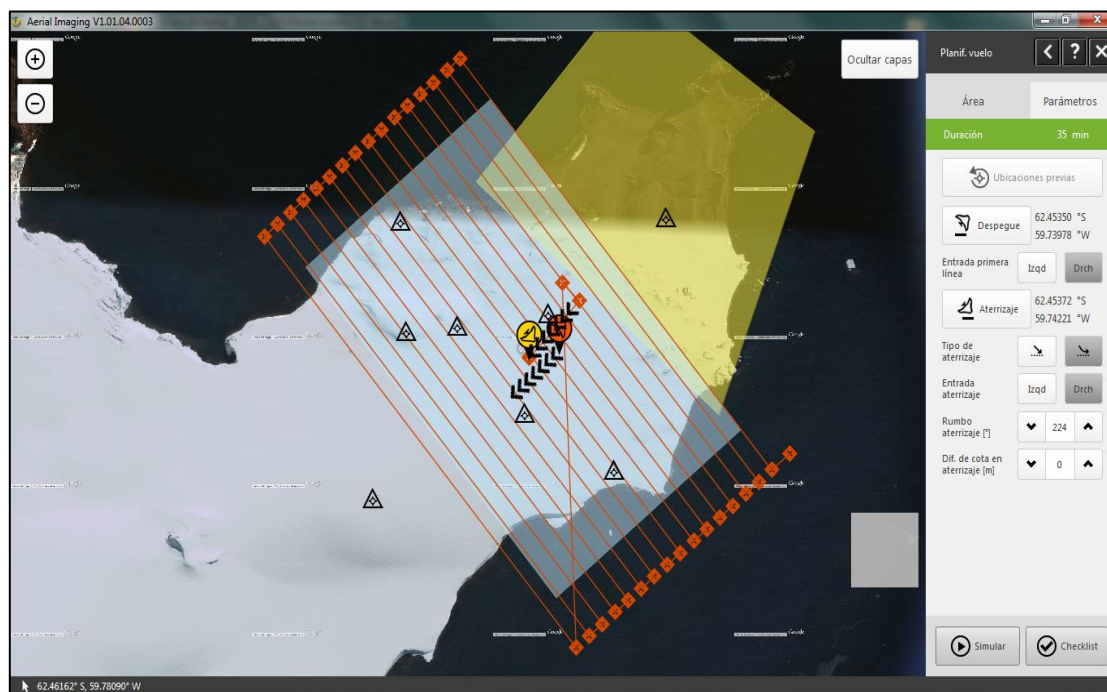


FIG 24 Procesamiento de los mosaicos georeferenciados usando UAS\_ApplicationsMaster



| COORDENADAS DE PUNTOS DE APOYO<br>AEROFOTOGRAMÉTRICO |          |            |             |           |
|--|----------|------------|-------------|-----------|
| Ord  | Punto_Id | Este       | Norte       | Elevación |
| 1  | PMEC     | 358645,999 | 3072811,197 | 40,531    |
| 2  | SAT2     | 356156,222 | 3073335,202 | 70,659    |
| 3  | UAV1     | 357980,219 | 3072768,920 | 31,432    |
| 4  | UAV2     | 358023,062 | 3072351,236 | 105,330   |
| 5  | UAV7     | 358234,728 | 3072378,716 | 75,632    |
| 6  | UAV8     | 358915,040 | 3071860,165 | 30,046    |
| 7  | UAV12    | 359132,869 | 3071767,933 | 23,481    |
| 8  | UAV13    | 358532,470 | 3072060,661 | 65,320    |
| 9  | UAV14    | 358611,735 | 3072443,676 | 37,871    |
| 10   | UAV15    | 357136,369 | 3069252,226 | 32,576    |
| 11   | UAV17    | 357912,010 | 3071707,026 | 131,475   |
| 12   | UAV20    | 358194,637 | 3071088,815 | 23,397    |
| 13   | UAV30    | 356393,174 | 3073015,764 | 83,075    |
| 14   | UAV31    | 355717,327 | 3072850,569 | 140,189   |
| 15   | UAV32    | 354992,982 | 3073335,252 | 29,041    |
| 16   | UAV33    | 354390,538 | 3073150,843 | 32,000    |
| 17   | UAV34    | 355417,759 | 3073094,627 | 64,076    |

**Tabla 2 Puntos Panielados de apoyo aerofotogramétrico. Toma usando un UAV (avión no tripulado)**

Para colocar los puntos panielados, se hizo un reconocimiento de la zona, en razón de que la cartografía existente no es suficiente para determinar la verdadera situación del área de maniobra. Sobre cada punto panielado se realiza una observación GPS durante un tiempo mínimo de 1 hora, esto servirá una vez procesado como puntos de control para la toma de fotografía aérea realizada por el avión no tripulado UAV.

**CUMPLIMIENTO 100%**



## 04 Posicionamiento Satelital de Puntos Geodésicos de Control. Replanteo

La Red GPS estará conformada por puntos materializados en las anteriores expediciones, y sobre los cuales se realizará un posicionamiento con GPS L2 (GNSS-R8) por el período de 2 horas en cada toma de datos, y por dos ocasiones. Se debe considerar que para la movilización de la mayoría de puntos se requiere apoyo de embarcaciones y que las condiciones climáticas sean las establecidas por el sistema de seguridad de navegación (que exista visibilidad, y que la velocidad del viento no sobrepase los 20 nudos).



FIG 25 Campaña de posicionamiento sobre puntos geodésicos conocidos.

La campaña GPS planificada consta de 10 puntos, materializados con placas realizadas por el INOCAR, y el INOCAR-IGM. Sobre ellos se realizará los posicionamientos geodésicos correspondientes, tratando de conseguir dos observaciones de dos horas en cada punto a diferentes épocas. Se debe considerar que la movilidad marítima, la terrestre, y el clima son factores que pueden afectar al proceso de observación, en lo que refiere a llegar a colocar los equipos en los puntos categorizados.

| Ord | Nombre                    | Lugar   | Pertenece | Cumplimiento<br>2 medicion/2h |
|-----|---------------------------|---|-----------|-------------------------------|
| 1   | ORION / <b>ORIO</b>       | Cerca al León herido. Zona A                            | INOCAR    | 100%                          |
| 2   | ANDEC / <b>ANDE</b>       | Junto a Orion. Zona A                                   | INOCAR    | 100%                          |
| 3   | SAT 1 / <b>SAT1</b>       | Atrás de la base PEVIMA.<br>Zona A                      | INOCAR    | 100%                          |
| 4   | PETREL / <b>PETR</b>      | Frente a la base PEVIMA,<br>Zona A                      | INOCAR    | 100%                          |
| 5   | SKUA / <b>SKUA</b>        | Atrás de la base PEVIMA.<br>Zona C                      | INOCAR    | 100%                          |
| 6   | RIQUELME<br>/ <b>RIQU</b> | Ensenada a pared Glaciar.<br>Zona C. Punta Fort William | INOCAR    | 100%                          |

## Expedición Antártica Ecuatoriana (XIX)

|    |                    |                 |                 |      |
|----|--------------------|-----------------|-----------------|------|
| 7  | <b>PING /PING</b>  | Isla Barrientos | INOCAR          | 100% |
| 8  | <b>DEE /DEE</b>    | Isla Dee        | INOCAR -<br>IGM | 100% |
| 9  | <b>TORRE /TORR</b> | Isla Torre      | INOCAR -<br>IGM | 100% |
| 10 | <b>SAT 2 /SAT2</b> | Punta Ambato    | INOCAR          | 100% |

Tabla 3 Detalle de Puntos Geodésicos parte de la Red Geodésica PEVIMA (2 observaciones por cada punto)

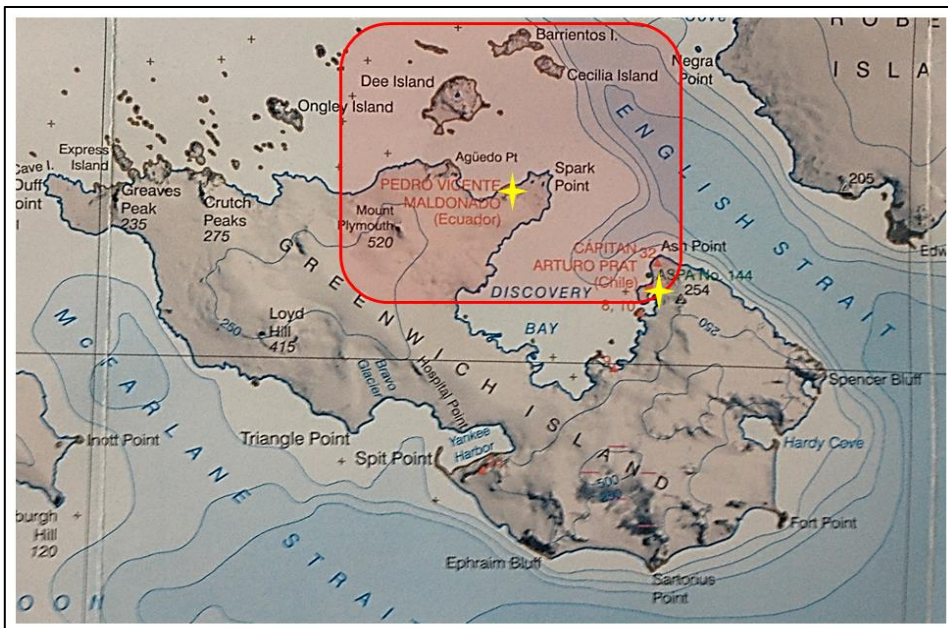


FIG 26 Ubicación Espacial de base PEVIMA (Ecuador) y base PRAT (Chile)



FIG 27 Ubicación Espacial Puntos Geodésicos (Punta Ambato, Isla Dee, Isla Barrientos e Isla Torre)

| Ord | Nombre   | Lugar  | Pertenece    | Coordenadas  | Zona |
|-----|----------|--|--------------|--|------|
| 1   | ORION    | Cerca al León herido.<br>Zona A                      | INOCAR       | <b>Norte (m)</b><br>3073223,017<br><b>Este (m)</b><br>358871,117 | 21 S |
| 2   | ANDEC    | Junto a Orion.<br>Zona A                             | INOCAR       | <b>Norte (m)</b><br>3073292,542<br><b>Este (m)</b><br>358736,707 | 21 S |
| 3   | SAT 1    | Atrás de la base<br>PEVIMA.<br>Zona A                | INOCAR       | <b>Norte (m)</b><br>3072719,655<br><b>Este (m)</b><br>358675,706 | 21 S |
| 4   | PETREL   | Frente a la base<br>PEVIMA,<br>Zona A                | INOCAR       | <b>Norte (m)</b><br>3072811,686<br><b>Este (m)</b><br>358415,212 | 21 S |
| 5   | SKUA     | Atrás de la base<br>PEVIMA.<br>Zona C                | INOCAR       | <b>Norte (m)</b><br>3072319,407<br><b>Este (m)</b><br>359211,722 | 21 S |
| 6   | RIQUELME | Ensenada a pared Glaciar<br>Zona C. Pta Fort William | INOCAR       | <b>Norte (m)</b><br>3069258,810<br><b>Este (m)</b><br>357323,750 | 21 S |
| 7   | PING     | Isla Barrientos                                      | INOCAR       | <b>Norte (m)</b><br>3077343,358<br><b>Este (m)</b><br>358034,747 | 21 S |
| 8   | DEE      | Isla Dee   | INOCAR – IGM | <b>Norte (m)</b><br>3075455,556<br><b>Este (m)</b><br>357048,092 | 21 S |
| 9   | TORRE    | Isla Torre   | INOCAR – IGM | <b>Norte (m)</b><br>3076607,749<br><b>Este (m)</b><br>359126,108 | 21 S |
| 10  | SAT 2    | Punta Ambato   | INOCAR       | <b>Norte (m)</b><br>3073335,062<br><b>Este (m)</b><br>356156,037 | 21 S |

**Tabla 4 Puntos procesados base año 2014. mismos ayudarán a establecer la variación de coordenadas en el tiempo (establecimiento de una elipse de error)**

**CUMPLIMIENTO 100%**



- 05 Aerotriangulación de bloques (con las imágenes obtenidas, datos GPS y uso de software de procesamiento, se genera el bloque aerofotogramétrico y el cómputo de la triangulación).

Una vez realizados, los vuelos planificados durante la expedición antártica XIX, se procede a realizar el procesamiento respectivo. Considerando las capacidades limitadas que se tiene en el centro de cómputo y la velocidad de procesamiento se elaboran los bloques y cómputos preliminares.

| Ord | Nombre Bloques  | Aerotriangulación, bloque y computo de triangulación (preliminar) | Cumplimiento |
|-----|---|---|--------------|
| 1   | PUNTA FORT WILLIAM.<br><b>Expedición XVIII</b>                  | s/n   | s/n          |
| 2   | PUNTA FORT WILLIAM<br>(completamiento)<br><b>Expedición XIX</b> | Generado  | 100%         |
| 3   | GLACIAR QUITO<br><b>Expedición XIX</b>                          | Generado  | 100%         |
| 4   | PUNTA AMBATO<br><b>Expedición XIX</b>                           | Generado  | 100%         |

Tabla 5 Tabla de Bloques aerofotogramétricos planificados y procesados en PEVIMA

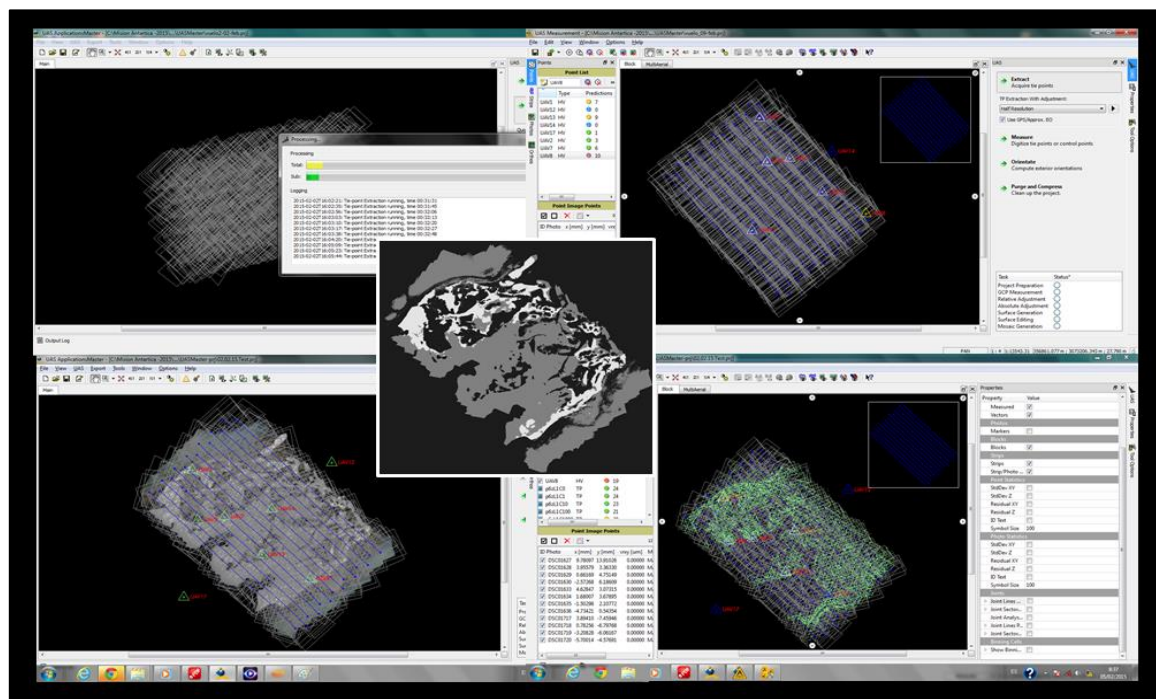


FIG 28 Procesamiento de bloques planificados usando software UAS.

**CUMPLIMIENTO 100%**



|    |   |
|----|---|
| 06 | Generación de MDT o MDS, y su correspondiente True-Orto. Estracción de rasgos en formato vectorial. Generación de cartografía vectorial de la zona de interés. Edición, toponimia y generación de la cartografía. |
|----|---|

Este proceso se realizará post misión en el IGM, sin embargo se está realizando el preliminar de datos

| Ord | Nombre Bloques                      | MDT/MDS, True_orto  | Edición, Toponimia, Gen. Cartografía | Cumplimiento Preliminar Verificación Geodatos |
|-----|-------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| 1   | PUNTA FORT WILLIAM                  | s/n   | s/n                                  | s/n   |
| 2   | PUNTA FORT WILLIAM (completamiento) | Generado  | Post-misión IGM                      | 100%  |
| 3   | GLACIAR QUITO                       | Se requiere el vuelo del UAV, condiciones meteorológicas favorables | Post-misión IGM                      | 100%  |
| 4   | PUNTA AMBATO                        | Se requiere el vuelo del UAV, condiciones meteorológicas favorables | Post-misión IGM                      | 100%  |

**Tabla 6 Planificación por bloques, y verificación de la generación de geoinformación, para procesamiento post\_expedición**

Esto refiere a que las capacidades computacionales de PEVIMA no son las suficientes, por tal razón se realizará el procesamiento científico en las Instalaciones del IGM, una vez se termine la expedición.

El aporte de este objetivo es una vez desarrollado el MDT/MDS se puede diseñar algoritmos y modelos matemáticos que caractericen diferentes ambientes, tales como seguridad y apoyo a los procesos de alerta y respuesta temprana a emergencias naturales. De igual forma servirá como base para sistemas de predicción, maniobra y desarrollo de operaciones de fortalecimiento, investigación, búsqueda y rescate en situaciones de emergencias.

#### **CUMPLIMIENTO POST\_EXPEDICIÓN**

|    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| 07 | Cálculo de la declinación magnética |
|----|-------------------------------------|

Para el cálculo de la declinación magnética se estableció como eje de control ORION y SAT1. En el proceso se podrá determinar la variación que existe entre el Norte Verdadero, el norte de cuadrícula y el norte magnético, sirviendo esto para la actualización de las cartas existentes en la base Pedro Vicente Maldonado.

| AZIMUT GEOGRÁFICO ENTRE EL PUNTO “IGM 1-A” E “IGM 2-B”  |   |  |                                       |   |
|---|---|--|---------------------------------------|---|
|   | Coordenadas Geográficas                   |  | Coordenadas UTM Zona 17S              |   |
| Punto   | Lat. S                                    | Long. W                                  | UTM N                                 | UTM E   |
| ORION   | 62°26´43.11896”                           | 59°44´06.20056”                          | 3073223,003                           | 358871,123  |
| SAT 1   | 62°26´59.09804”                           | 59°44´21.30337”                          | 3072719,655                           | 358675,706  |
|   | Azimut Geográfico<br>IGM1A – IGM2B        |  | Azimut de Cuadrícula<br>IGM1A – IGM2B |   |
|   | 203° 38´ 35.32”                           |  | 201° 13´ 04.527”                      |   |
|   | Convergencia                              |  |                                       |   |
|   | Azimut Magnético<br>IGM1A – IGM2B         |  | Azimut Geográfico<br>IGM1A – IGM2B    |   |
|   | 191° 51´ 45”                              |  | 203° 38´ 35.32”                       |   |
|   | Declinación Magnética Medida al 07MAR2014 |  |                                       |   |
|   | 11° 46´ 50” AL OESTE + 32’EN CAMPO        |  |                                       |   |
| DATOS DE DECLINACIÓN MAGNÉTICA DE LA ANTÁRTIDA EN LA HOJA TOPOGRÁFICA I.O.A 70001 (CARTA DE LA SERIE INTERNACIONAL ESC 1:15.000 62°25’56’')   |   |  |                                       |   |
| (Levantamiento Hidrográfico efectuado por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) en conjunto con la Dirección de Hidrografía Naval de la República Bolivariana de Venezuela, en aplicación del convenio específico para la utilización del módulo de laboratorios de la Estación Científica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado firmado el 26MAR2010) |   |  |                                       |   |
| PRIMERA EDICIÓN MAYO2012  |   |  |                                       |   |
| Hoja  | Año 2012                                  | Movimiento Anual Oeste                   | Valor calculado para 2014             | Operación   |
| Antártida   | 11° 42´ OESTE                             | 6 MINUTOS hacia el Oeste                 | 11° 54´ HACIA EL OESTE                | 6*2años al 2014 =18´+42´=60´<br><br>DIFERENCIAS 12° |
| VALOR MEDIDO 07MAR2014:<br>VALOR CALCULADO H.TOPOGRÁFICA DE LA ANTARTIDA 2014:  |   | 11° 47´ 22” AL OESTE<br><br>12° AL OESTE |                                       |   |
| DIFERENCIA:   |   | 00´ 13´ 22”                              |                                       |   |

Tabla 7 Cálculo de la Declinación Magnética en la Antártida

**CUMPLIMIENTO 100%**

|    |  |
|----|--|
| 08 | Determinar el marco de referencia geodésico oficial terrestre, horizontal y vertical del área de responsabilidad |
|----|--|

Un vez procesados e integrados los datos de las anteriores expediciones, y alcanzado los niveles de validación y cumplimiento de estándares correspondientes, la Gestión Cartográfica del IGM (Área de Geodesia) en base a su competencia establecerá el marco de referencia geodésico oficial terrestre. Es necesario indicar que este en un proceso que va ligado a la Ley de Cartografía, y al cumplimiento de parámetros que están en curso, por tal razón esta adopción se lo realizará en el proceso del tiempo y con condiciones óptimas necesarias.

**CUMPLIMIENTO POST\_MISIÓN**

|    |  |
|----|--|
| 09 | Nivelación GEOMÉTRICA y TRIGONOMÉTRICA del sector, para disponer de datos de cota referidos al nivel medio del mar. Determinación de alturas de la Red GPS (nivelación). Determinación de la ondulación geoidal. |
|----|--|

**TRIGONOMÉTRICA:** Se realiza por determinación de triángulos rectángulos. En el campo se toma como radial a SAT-1 por su visual, y se apunta a PETREL, ANDEC, SKUA y ORION, sacando de estos un azimuth y una distancia, mismos permitirán por trigonometría tener el valor de las alturas correspondientes.

Equipo Estación Total Trimble.

**CUMPLIMIENTO 100%**

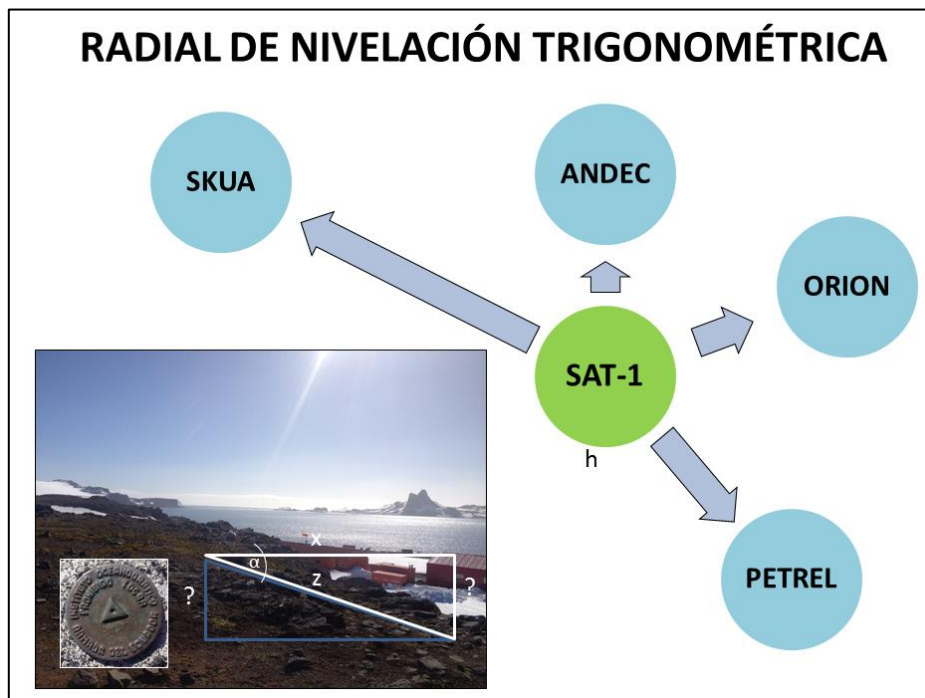


FIG 29 Planificación de Nivelación Radial Trigonométrica con punto base SAT-1. Estación Total

**GEOMÉTRICA:** Existe al momento densas capas de hielo, lo que impide realizar este proceso, estamos a la espera de remoción y tener un mejor indicador superficial. Se consiguió la monografía de punto base 0 en PRAT (Chile) y un punto de tercer orden en ORION (Base Ecuador). Se partirá usando un SISTEMA RADIAL del BM-ORION ubicado en la estación Pedro Vicente Maldonado, que integre los puntos. La medición de desniveles se lo realizará mediante nivelación diferencial de primer orden tomando lecturas de hilos superiores, medios e inferiores, comparando el factor 3015 del hilo medio y la equidistancia entre el instrumento y las visuales hacia atrás (mira atrás) y adelante (mira adelante), para la corrección de la curvatura y refracción terrestre.

Equipo NIVEL LEICA.

**CUMPLIMIENTO 100%**

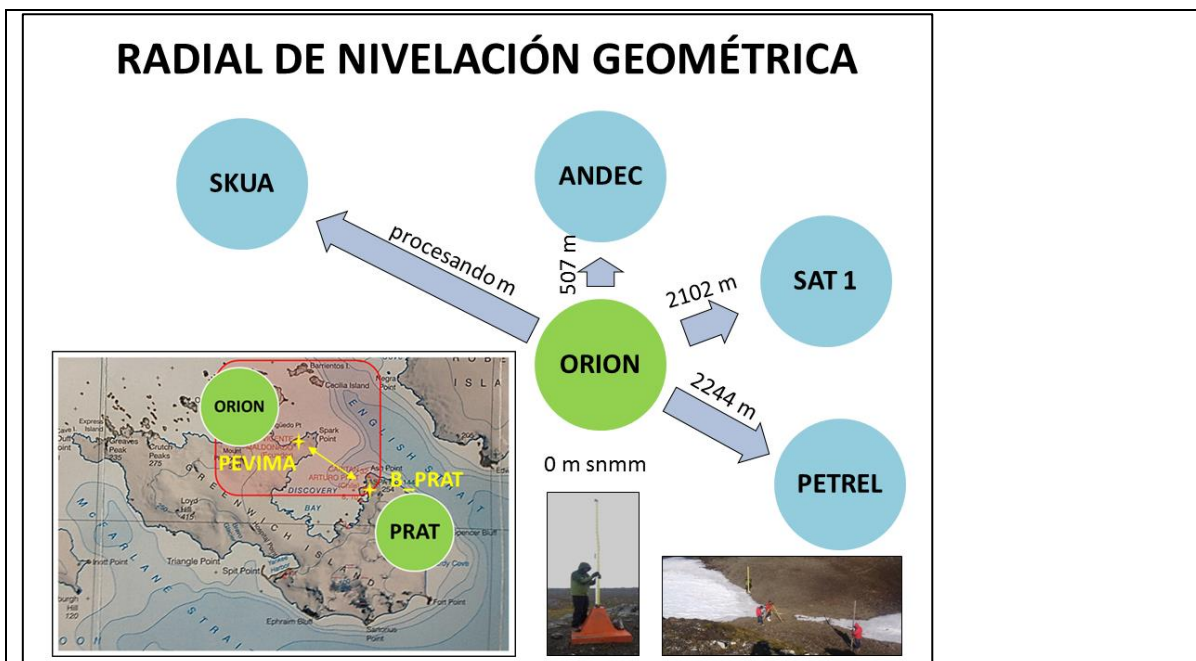


FIG 30 Planificación de nivelación radial Geométrica con punto base en ORION. Nivel Leica

Realizando las coordinaciones correspondientes se accede a la monografía del punto ORION-ECUADOR de nivelación, misma es traída desde el punto CERO de la base científica Chilena Antartica “Arturo Prat”. Sin embargo es necesario indicar que pese a que no afectaron los objetivos trazados, no se permitió posicionar el punto 0 en base PRAT en razón de que, de acuerdo al Sr Comandante de la base, y a consulta con su escalón superior se debe hacer el trámite a través de los canales internacionales legales correspondientes. Mismos se realizarán para la siguiente expedición. El punto SIRGAS existente en base PRAT es pasivo, por lo que se ajustará con puntos activos de la Red Continental y Antártica.

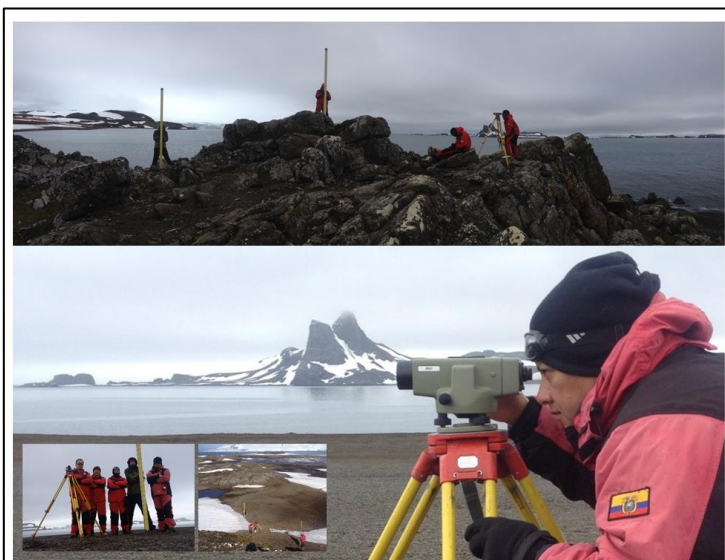


FIG 31 Campaña de nivelación radial Geométrica





FIG 32 Campaña de nivelación radial Trigonométrica

| FUERZA NAVAL<br>INSTITUTO OCEANOGRÁFICO<br>GUAYAQUIL  |                                |   |                      |
|---|--------------------------------|---|----------------------|
|  <b>Hoja de comisión: INOCAR-HID-001-12</b><br><b>Nombre de la carta o proyecto: CARTA IOA 7</b><br><b>Jefe de comisión: TMMY-SU PALACIOS O.</b><br><b>Nombre del área de trabajo: ISLA GREENWICH/PUNTA ORION</b>   |                                |   |                      |
| FICHA DE DESCRIPCIÓN VERTICAL   |                                |   |                      |
| <b>PROYECTO:</b><br>ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA<br>NÁUTICA DE PUNTA FORT WILLIAMS,<br>INCLUYENDO ZONAS ALEDAÑAS A ISLA<br>BARRIENTOS, ISLA TORRES E ISLA DEE.   |                                | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>HITO BM2 ORION 2012   |                      |
| <b>CONTINENTE:</b><br>ANTÁRTICO   | <b>ISLA:</b><br>GREENWICH      | <b>PUNTA:</b><br>ORIÓN  |                      |
| <b>MONUMENTACIÓN:</b><br>2012   | <b>NIVELACIÓN:</b><br>2012     | <b>ALTURA(m):</b><br>5,7637   | <b>ORDEN:</b><br>3   |
| <b>MOJÓN:</b><br>HITO   | <b>TIPO:</b><br>BM2 ORION 2012 | <b>PLACA:</b><br>BM2 ORION 2012   | <b>ROCA:</b><br>HITO |
| <b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b><br>LAT. 62° 26' 33.7" S. LONG. 059° 44' 15.3" O  |                                |   |                      |
| <b>COORDENADAS UTM</b><br>358T36 E 3073323 N  |                                |   |                      |
| <b>DESCRIPCIÓN:</b><br>Partiendo desde la Estación Científica Pedro Viscuña Maldonado ubicada con dirección a la Punta Orión, en la parte sur de punta orión se encuentra la marca de referencia que es una placa de 88 cm x 88 cm, en la que se inscribe el hito con las siguientes dimensiones 88 cm x 88 cm de base, con 28 cm x 28 cm y con 88 cm de alto, con la siguiente inscripción: BM2 ORION 2012<br><br>La altura descrita en referencia al nivel medio del mar local, se realizó a nivelación geométrica desde el área de regla para determinar la altura vertical del hito |                                | <b>GRÁFICO:</b><br>  |                      |
|    |                                | <b>ELABORADO POR: SGOP-HI FRANCO E.</b>   |                      |
|   |                                | <b>CONTROL DE CALIDAD:</b>  |                      |

FIG 33 Monografía de punto de control vertical de la Punta Fort William arrastrado la cota desde PRAT


|   |  |
|---|--|
| 10  | Elaboración de Reportes de la Red GPS de alta precisión y enlace de nivelación |
| <p><b>CAMPO:</b> Verificación y validación de datos obtenidos. Control de generación de geoinformación, almacenamiento y prueba de fallas.</p> <p><b>CUMPLIMIENTO 100%</b></p> <p><b>POST_EXPEDICIÓN:</b> Una vez obtenido datos, en el IGM se realizarán las monografías de puntos correspondientes, para en posteriores expediciones realizar el afinamiento correspondiente. Informe Post expedición se entregará en las fechas programadas por INAE.</p> <p><b>CUMPLIMIENTO POST_EXPEDICIÓN</b></p>   |  |
| 11  | Pruebas de Comunicaciones Satelitales con enlace a satélites INMARSAT          |
| <p>Se realizaron pruebas de comunicación vía VOZ sin novedad, se debe considerar la orientación al norte magnético. Este medio se puede usar en caso de emergencia.</p> <p><b>CUMPLIMIENTO 100%</b></p> <p>Adicional se realizaron pruebas determinando un proceso de bloqueo electromagnético, sin embargo tomado como testigo una aproximación de determinación de nubosidad, se puede establecer pruebas de VOZ Y VIDEO, por ende DATOS. Esto ayudará a definir procesos de transmisión de datos de nuestros equipos al IGM-QUITO. Así como también que el personal del Ecuador pueda realizar enlaces directos ECUADOR-ANTARTIDA.</p> <p><b>CUMPLIMIENTO 100%</b></p> <p>*Para las diferentes pruebas de comunicaciones satelitales, fin establecer transmisión de datos, networking, y testeo de equipos en ambientes climáticos extremos, se recibió el apoyo de la empresa EM3 EMBRANDS (Expertos en comunicaciones y soluciones satelitales), quienes nos proporcionaron elementos de uso de los sistemas que trabajan con la constelación de satélites INMARSAT.</p> |  |
|    |  |
| <p><b>FIG 34</b> Pruebas de enlace al sistema INMARSAT (LaunchPad), existe cobertura al extremo sur del área de cobertura</p>   |  |



FIG 35 Verificación de enlace de los sistema de comunicaciones satelitales (teléfono ISATPHONE, ISAT-HUB y BGAN)

- |    |  |
|----|--|
| 12 | Pruebas de apoyo Geodésico, Factibilidad de integrar al sistema de OBSERVACIÓN GEODÉSICA MUNDIAL, procesos de investigación de alto impacto. (Reflectometría y Radiocultación) |
|----|--|

Como evento de inicialización científica en esta área para futuros proyectos, se realiza el análisis de datos meteorológicos vs posición geodésica, obtenidos en la Antártida, fin establecer un posible modelo de corrección troposférica (variabilidad climática), un modelo matemático de carga de presión atmosférica (alerta temprana a emergencias) y el modelo de ajuste ISOSTÁTICO post\_glaciar (determinación de la verdadera forma de la superficie de la tierra). Esto servirá para mejorar la posición de la Estación Geodésica y determinar modelos de PREDICCIÓN espacio-temporal.

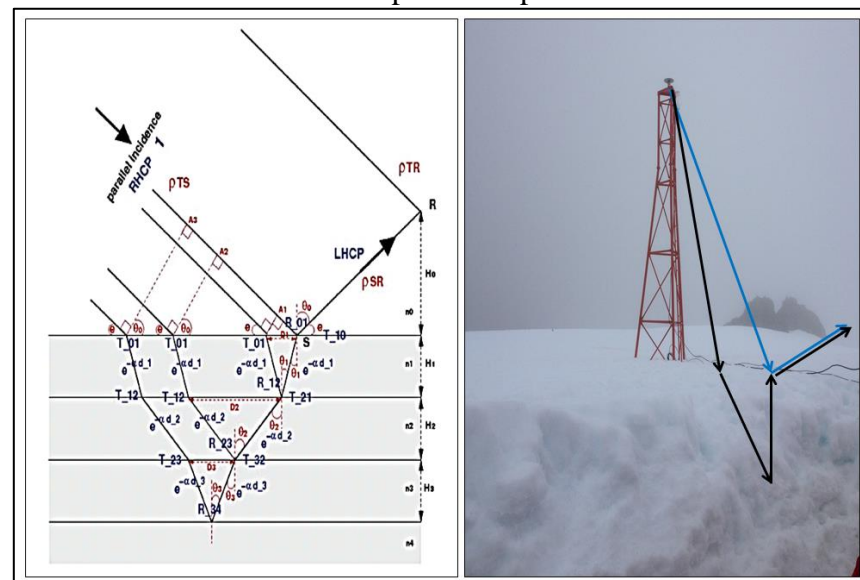
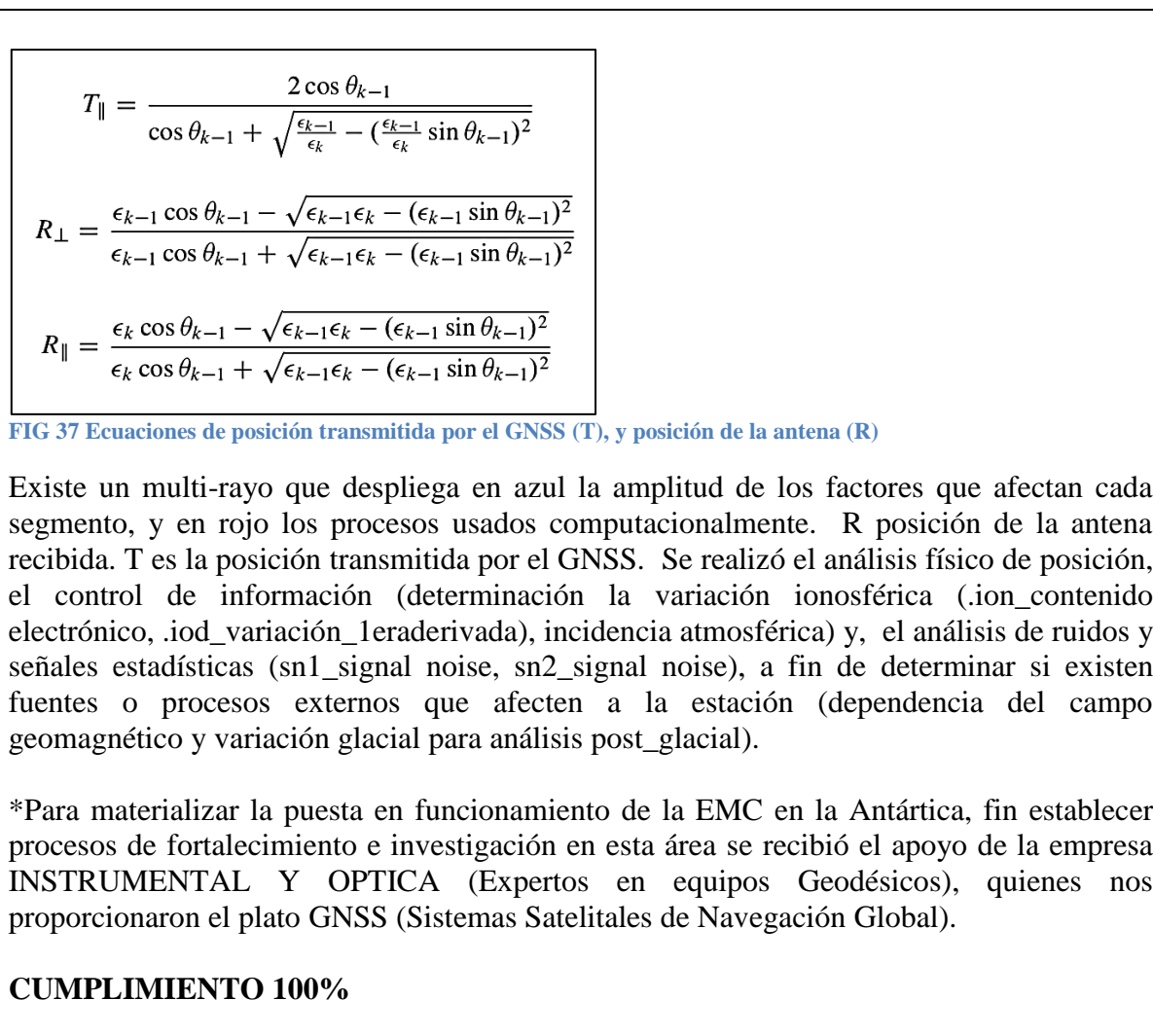


FIG 36 Pruebas de campo GNSS y rebote isostático.



**9.- TRABAJOS PENDIENTES RELACIONADOS CON EL PROYECTO (Describir los trabajos que son necesarios efectuar luego de terminada la expedición, incluyendo fechas, para terminar el análisis de los muestreos efectuados y posterior publicación de resultados)**

- 1) Realizar en coordinación con el Centro de Procesamiento Geodésico del Ecuador (IGM-SIRGAS) e Investigación del IGM, las gestiones necesarias con los organismos internacionales correspondientes, fin se obtengan los datos de los puntos SIRGAS e IGS, pertenecientes a sur de Sudamérica y norte del Continente Antártico, que servirán para el procesamiento de los datos generados por la EMC-MET colocada en la estación PEVIMA como parte de la Expedición Antártica XIX.
- 2) Con los datos meteorológicos, obtenidos de la estación colocada por el IGM en la Antártida, realizar el análisis y factibilidad de establecer un modelo inicial de predicción meteorológica. Este servirá como una herramienta de apoyo al resto de



Instituciones y Universidades vinculadas con este proceso, en el desarrollo de sus proyectos de investigación.

- 3) Con todos los datos obtenidos de los vuelos realizados por el UAV, realizar el procesamiento científico, y la generación de geoinformación (aerotriangulación, bloque y cómputo, generación de MDT/MDS, true\_orto, extracción de rasgos vectoriales, edición, y toponimia). Todo esto materializará la generación de cartografía oficial del área planificada.
- 4) Realizar el procesamiento y ajuste de la nivelación geométrica y trigonométrica del área planificada en el sector A,B,C de la estación Antártica Ecuatoriana.
- 5) Realizar el procesamiento científico y cálculo correspondiente, a fin de determinar la Red Geodésica Antártica Ecuatoriana. Para esto se tomará la EMC, y los 10 puntos materializados con placas geodésicas, distribuidos en la zona de acción de PEVIMA.
- 6) Actualizar las monografías de Punto de la Red GPS, posterior al procesamiento científico.
- 7) Generación de modelos matemáticos atmosféricos preliminares, en apoyo a la generación de la cartografía, y base para establecer futuros proyectos de investigación.

## **10.- CONCLUSIONES PRELIMINARES**

- 1) Se realizó la instalación, almacenamiento de datos, y procesamiento base de la EMC-PMEC durante un período de 4 semanas de manera ininterrumpida (24 horas al día). El procesamiento científico y posterior agregación a SIRGAS e IGS se lo realizará de acuerdo a la normativa existente de las organizaciones internacionales, antes descritas.
- 2) Se realizaron pruebas de enlace, networking y comunicaciones satelitales. Existen en ciertos momentos errores por campos electromagnéticos, sin embargo, con el sistema moderno de bajo peso y tamaño (ISAT HUB), puede generar distribuidas y enlace satelital, siempre y cuando se oriente el dispositivo al norte magnético. Su velocidad de acción es rápida, y no genera ruidos e intermitencia de señal. Para un futuro próximo se podrá realizar un estudio de cobertura de comunicaciones de Fresnell, dentro de nuestro modelo digital de superficie (MDS), generado por el UAV. Este estudio constituye de vital importancia en el caso que se decida colocar otras estaciones geodésicas de monitoreo continuo, así como para captar y transmitir datos del continente Antártico hasta nuestro Laboratorio de Procesamiento Geodésico (IGM-Quito).
- 3) La planificación y desarrollo de objetivos está directamente relacionada con el control del clima y condiciones meteorológicas, sin embargo nos encontramos cumpliendo los estándares y metas previstas. Es necesario indicar que el IGM es el

equipo más fuerte en investigación al momento en la Antártida, con la mayor cantidad de objetivos propuestos. De igual forma la cantidad de equipos movilizados supera las expectativas (gps diferenciales, niveles electrónicos, equipos de comunicaciones satelitales, estaciones totales, teodolitos, avión no tripulado, computadores).

- 4) Se dio cumplimiento a todos los objetivos previstos de trabajo de campo en la expedición XIX. Una vez en el Ecuador, con el software y equipo necesario se procesarán los datos obtenidos y se obtendrán los resultados esperados.
- 5) Las pruebas realizadas de voz, video y datos, desde el punto de vista de bloqueo y ruido en comunicaciones, incentivará al IGM en la realización del primer mapa electromagnético del Ecuador, con fines de investigación.

## 11. RECOMENDACIONES

- 1) Una vez realizado un preprocesamiento, de la EMC ubicada en la Estación Pedro Vicente Maldonado se pudo constatar que la torre requiere de templadores, en razón que con esto, se eliminaría procesos de vibración existentes, y se mejoraría la precisión de la estación a niveles que requieren los estándares internacionales más rígidos del mundo. Así mismo es necesario buscar la manera de poder instalar de forma permanente la estación, con todos sus complementos (comunicaciones, control remoto, control de clima, internet y mantenimiento), esto se solucionará en futuras expediciones y cuando la Estación Antártica “Pedro Vicente Maldonado” pase a ser una base permanente.
- 2) Para el uso de los diferentes equipos, se recomienda verificar los rangos de temperatura de funcionamiento, fin no existan fallas en su operación y permitan realizar la experimentación sin ningún tipo de demoras.
- 3) Se recomienda que en la próxima expedición, una vez colocados los templadores en la torre de colocación de la EMC, se cumpla con el estándar de colocar tres testigos alrededor de la misma, materializados por mojones y/o placas en los puntos. Asimismo se deberá traer placas de monumentación para mejorar la densificación de la red geodésica del área de responsabilidad, en donde al momento se tienen solo las colocadas por el INOCAR, con excepción de la Isla Dee (INOCAR-IGM).
- 4) Se realice una planificación estratégica con eje de tiempo, en donde el IGM a través de la Gestión de Cartografía (Geodesia) establezca y determine, el marco de referencia geodésico oficial del sector de responsabilidad de PEVIMA en la Antártida. Este debe cumplir los mismos estándares que se utilicen para el Ecuador.
- 5) Dentro de la planificación de enlace de comunicaciones e internet que realice el INAE, el IGM deberá considerar la capacidad de enlace para enviar datos a Guayaquil y a Quito, con esto se podrá generar modelos de predicción meteorológica, y de apoyo a la gestión de riesgos, en un proceso de alerta temprana.

De igual forma el INAE podrá contar con una plataforma geográfica oficial, tanto marítima (INOCAR) como terrestre (IGM), que ayudará a sostener espacialmente toda investigación existente de cualquier Instituto o Universidad del País o del exterior.

- 6) Las condiciones climáticas en la Antártida son muy extremas y variantes en intervalos de tiempo muy pequeños. La velocidad del viento entre 5 y 50 nudos, las temperaturas en esta expedición entre -5 y 5 °C, la nubosidad constante, las tormentas y frentes de frío, y la altura de las olas entre 0,50 y 3 m, son factores que impiden que se pueda cumplir con normalidad los objetivos trazados. Por tal razón al igual que las anteriores expediciones nos permitimos recomendar que el equipo del IGM sea compuesto de más personas, así como también que el tiempo de cumplimiento sea extendido a las dos expediciones.
- 7) Se realicen mesas de trabajo INOCAR-IGM, para determinar un proyecto conjunto de geo\_fortalecimiento en las áreas técnicas de competencia de cada Instituto, que beneficien con esto, a la proyección geoestratégica del Ecuador frente a la Antártida.
- 8) Realizar un estudio de factibilidad operacional entre el uso de un sistema de proyección UTM, y uno ESTEREOGRÁFICO POLAR.
- 9) Se recomienda que la estación PEVIMA cuente con comunicaciones permanentes, internet, networking, computadoras y servidores, con características que cubran un alto rendimiento computacional, en razón de poder acortar los tiempos de procesamiento y análisis numérico existente. Con esto se conseguiría que los objetivos trazados en investigación se cumplan con mayor eficiencia y eficacia.
- 10) El IGM deberá, para seguir participando en el proceso de ciencias, contar con equipos, software y hardware, de manera dedicada solo a la Antártida, en razón de que las diferentes circunstancias logísticas, de movilidad y comunicaciones montadas por el INAE, y sus correspondientes climáticas y de seguridad, no permiten garantizar la entrada y la salida de los mismos con la planificación establecida.
- 11) Realizar una mesa técnica de trabajo con los Institutos de Investigación de la Defensa, para determinar dentro del ámbito de sus competencias una posible nueva base Antártica Ecuatoriana, considerando como eje central el intervalo existente entre el Ecuador Continental y el Ecuador Insular, que proyecte perpendicularmente a un espacio geográfico en la Antártida.

## 12. BIBLIOGRAFIA

- 1) No se utilizó bibliografía alguna

**13. Fecha:** Antártida, 18 de Febrero del 2015

## Expedición Antártica Ecuatoriana (XIX)

**ANEXOS** Incluir la entrega de un CD archivo digital con los datos medidos georeferenciados y fotos en formato original.

**Nota.-** El reporte deberá ser presentado en formato digital y deberá ser entregado antes de finalizar la estadía en la Antártida.

**Este documento fue realizado por el siguiente personal del IGM:**



|              |                           |
|--------------|---------------------------|
| Tern. IGEO   | Carlos M. Estrella P.     |
| Capt de Ing. | Darwin X. Ibañez P.       |
| Sgos de Inf. | Angel B. Marquinez G.     |
| Ing.         | Christian G. Pilapanta A. |
| Tec.         | Jose L. Pacheco J.        |